

Planning and Poduction System

Peramalan Kebutuhan Klorin (Cl_2) Pada Bagian Produksi Di PT Pupuk Iskandar Muda

Diana Khairani Sofyan

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Aceh-Indonesia

*Corresponding Author : dianakhairani@gmail.com ; 085297821421

Abstrak – Kegiatan peramalan merupakan salah satu usaha perusahaan sebagai dasar pengambilan keputusan strategis kelangsungan usaha, baik peramalan permintaan ataupun peramalan produksi. Keberhasilan yang dicerminkan oleh kemampuan perencanaan dalam manajemen untuk memanfaatkan peluang secara optimal sehingga dapat menghasilkan penjualan dan laba sesuai dengan yang diharapkan serta untuk menghindari resiko yang tidak diinginkan. Dengan itu naik turunnya penjualan yang dicapai dapat dipergunakan sebagai alat ukur maju mundurnya suatu usaha. PT Pupuk Iskandar Muda adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang Industri kimia khususnya memproduksi pupuk urea dan amoniak. Dimana dalam pengolahan produk-produk tersebut terbagi menjadi beberapa unit pendukung yaitu, unit utilitas, unit amoniak, dan unit urea. Penelitian dilakukan pada bagian produksi yaitu melakukan peramalan mengenai kebutuhan dari penggunaan Klorin (Cl_2) pada proses pengolahan air di unit utility. Penggunaan Klorin (Cl_2) merupakan salah satu komponen yang sangat penting untuk diperhatikan karna pada utility ada proses klorinasi yaitu merupakan salah satu bentuk pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman dan mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air. Metode penelitan menggunakan metode peramalan dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa peramalan penggunaan Klorin (Cl_2) menggunakan metode kuadratis sebesar 1334589 Kg, metode eksponensial sebesar 24310 Kg, metode siklis 2425076 sebesar. Metode peramalan yang terbaik dari tiga metode yang digunakan dengan tingkat kesalahan terkecil adalah metode eksponensial dengan uji kesalahan dari metode terbaik yaitu metode eksponensial menggunakan parameter *Standart Error Of Estimate* (SEE) sebesar 24310 Kg. Copyright © 2018 Department of industrial engineering. All rights reserved.

Kata Kunci: Peramalan, metode eksponensial, Klorin (Cl_2)

1 Pendahuluan

Berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat disertai dengan semakin ketatnya persaingan dalam dunia usaha mengakibatkan adanya persaingan antar perusahaan dalam memberikan pelayanan kepada konsumen. Salah satu persoalan yang memegang peranan penting dalam perusahaan yaitu persoalan mengenai peramalan. Kegiatan peramalan merupakan salah satu usaha perusahaan sebagai dasar pengambilan keputusan strategis kelangsungan usaha, baik peramalan permintaan ataupun peramalan produksi. Keberhasilan yang dicerminkan oleh kemampuan perencanaan dalam manajemen untuk memanfaatkan peluang secara optimal sehingga dapat menghasilkan penjualan dan laba sesuai dengan yang diharapkan serta untuk menghindari resiko yang tidak

diinginkan. Dengan itu naik turunnya penjualan yang dicapai dapat dipergunakan sebagai alat ukur maju mundurnya suatu usaha.

Peramalan atau *forecasting* adalah proses untuk memperkirakan berapa kebutuhan dimasa yang akan datang meliputi kebutuhan dalam ukuran kuantitas, kualitas, waktu dan lokasi yang dibutuhkan dalam rangka memenuhi permintaan barang ataupun jasa [1-2]. Peramalan adalah suatu proses memperkirakan secara sistemik tentang apa yang terjadi dimasa depan berdasar informasi masa lalu dan sekarang yang dimiliki agar kesalahannya (selisih antara apa yang terjadi dengan perkiraan) dapat diperkecil. Esensi peramalan adalah memperkirakan peristiwa-peristiwa diwaktu yang lalu dan penggunaan kebijakan terhadap

proyeksi-proyeksi dengan pola-pola di waktu yang lalu [3-4].

Sistem peramalan memiliki sembilan langkah yang harus diperhatikan untuk menjamin efektivitas dan efisiensi. Langkah-langkah tersebut termasuk dalam manajemen permintaan yang disebut juga sebagai konsep dasar sistem peramalan, yaitu: menentukan tujuan dari peramalan, memilih *item Independent demand* yang akan di ramalkan, menentukan horizon waktu dari peramalan (jangka pendek, jangka menengah, dan jangka panjang), memilih model-model peramalan, memperoleh data yang dibutuhkan untuk melakukan peramalan, validasi model peramalan, membuat peramalan, Implementasi hasil-hasil peramalan dan memantau keandalan hasil peramalan [5].

Peramalan pada umumnya dapat dibedakan dari berbagai segi bagaimana cara kita melihatnya. Apabila di lihat dari segi penggunaannya maka peramalan dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu [6]:

- a. Peramalan subjektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas intuisi atau perasaan pengguna. Sudut pandang, sifat dan karakteristik pengguna peramalan sangat mempengaruhi baik atau tidaknya hasil peramalan yang di peroleh.
- b. Peramalan objektif, yaitu peramalan yang didasarkan atas data masa lalu yang dapat di kumpulkan. Penggunaan metode ini dilakukan dengan menggunakan teknik-teknik perhitungan tertentu yang dilanjutkan dengan analisis hasil peramalan.

Klor atau klorin adalah salah satu unsur kimia dengan simbol Cl dan mempunyai nomor atom 17. Termasuk dalam golongan halogen sebagai unsur klorida yang merupakan garam atau senyawa lain secara normal banyak dan sangat diperlukan dalam kehidupan termasuk manusia. Klor tidak terdapat bebas di alam tetapi terdapat dalam senyawa terutama terdapat dalam logam Natrium, Magnesium dan banyak yang terdapat pada Natrium Klorida ($NaCl$). Dalam wujud gas klor berwarna kuning kehijauan, baunya sangat menyakkan dan sangat beracun. Dalam bentuk cair dan padat merupakan agen pengoksidasi, pelunturan yang sangat efektif. Klor adalah gas kuning kehijauan yang dapat bergabung dengan hampir seluruh unsur lain karena merupakan unsur bukan logam yang sangat elektronegatif. Ciri-ciri utama unsur klor merupakan unsur murni, mempunyai unsur fisik berbentuk gas berwarna kuning kehijauan [7].

Klorinasi merupakan salah satu bentuk pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman dan mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air. Klorinasi (*chlorination*) adalah proses pemberian klorin ke dalam air yang telah menjalani proses filtrasi dan merupakan langkah yang maju dalam proses purifikasi air. Klorin ini

banyak digunakan dalam pengolahan limbah industri, air kolam renang, dan air minum di negara-negara sedang berkembang karena sebagai desinfektan, biayanya relatif murah, mudah, dan efektif. Senyawa-senyawa klor yang umum digunakan dalam proses klorinasi, antara lain, gas klorin, senyawa hipoklorit, klor dioksida, bromine klorida, dihidrososianurate dan kloramin. Bentuk bentuk klorin di pasaran adalah Liquid/gas $-Cl$, $Ca(OCl)_2$, $NaOCl$.

Klorin sebagai disinfektan terutama bekerja dalam bentuk asam hipoklorit ($HOCl$) dan sebagian kecil dalam bentuk ion hipoklorit (OCl^-). Klorin dapat bekerja dengan efektif sehingga disinfektan jika berada dalam air dengan pH sekitar 7. Jika nilai pH air lebih dari 8,5, maka 90% dari asam hipoklorit itu akan mengalami ionisasi menjadi ion hipoklorit. Dengan demikian, khasiat disinfektan yang memiliki klorin menjadi lemah atau berkurang.

Cara kerja klorin dalam membunuh kuman yaitu penambahan klorin dalam air akan memurnikannya dengan cara merusak struktur sel organisme, sehingga kuman akan mati. Namun demikian proses tersebut banyak akan berlangsung bila klorin mengalami kontak langsung dengan organisme tersebut. Jika air mengandung lumpur, bakteri dapat bersembunyi di dalamnya dan tidak dapat dicapai oleh klorin. Klorin membutuhkan waktu untuk membunuh semua organisme. Pada air yang bersuhu lebih tinggi atau sekitar $18^{\circ}C$, klorin harus berada dalam air paling tidak selama 30 menit. Jika air lebih dingin, waktu kontak harus ditingkatkan. Karena itu biasanya klorin ditambahkan ke air segera setelah air dimasukkan ke dalam tangki penyimpanan atau pipa penyalur agar zat kimia tersebut mempunyai cukup waktu untuk bereaksi dengan air sebelum mencapai konsumen [7].

PT Pupuk Iskandar Muda adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang Industri kimia khususnya memproduksi pupuk urea dan amoniak. Dimana dalam pengolahan produk-produk tersebut terbagi menjadi beberapa unit pendukung yaitu, unit utilitas, unit amoniak, dan unit urea. Penelitian dilakukan pada bagian produksi yaitu melakukan peramalan mengenai kebutuhan dari penggunaan Klorin (Cl_2) pada proses pengolahan air di unit *utility*. Penggunaan Klorin (Cl_2) merupakan salah satu komponen yang sangat penting untuk diperhatikan karna pada *utility* ada proses klorinasi yaitu merupakan salah satu bentuk pengolahan air yang bertujuan untuk membunuh kuman dan mengoksidasi bahan-bahan kimia dalam air. Klorin ini banyak digunakan dalam pengolahan limbah industri, air kolam renang, dan air minum di negara-negara sedang berkembang karena sebagai disinfektan, biayanya relatif murah, mudah, dan efektif.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui hasil peramalan kebutuhan Klorin (Cl₂) pada tahun 2017 dan menganalisis hasil uji kesalahan peramalan dari metode terbaik yang terpilih.

2 Metodologi Penelitian

Tahapan awal penelitian yaitu melakukan pengamatan dan wawancara dengan pihak PT Pupuk Iskandar Muda yang hasil datanya aktual dan dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Data tersebut berupa profil umum perusahaan, struktur organisasi perusahaan, lokasi perusahaan, dan data-data aktual kebutuhan Klorin (Cl₂) yang sudah digunakan mulai dari tahun 2011 sampai tahun 2016. kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data dengan menggunakan metode peramalan kuadratis, eksponensial dan siklis. Hasil perhitungan merupakan acuan dalam menentukan peramalan berapa kebutuhan Klorin (Cl₂) yang optimal.

3 Hasil dan Pembahasan

Data yang dikumpulkan adalah data realisasi konsumsi bahan kimia pada tahun 2011 sampai tahun 2016. Pengumpulan data dilakukan dengan menjumlahkan penggunaan Klorin (Cl₂) di pabrik PIM-1 dan pabrik PIM-2. kebutuhan Klorin (Cl₂) di pabrik PIM-1 dan PIM-2 dapat dilihat pada Tabel 1.

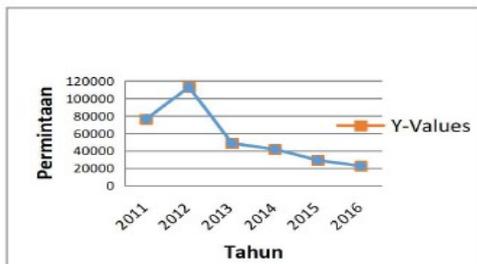
Tabel 1 Total data penggunaan Klorin (Cl₂) Pada PIM-1 dan PIM-2

No	Tahun	Satuan	Klorin (Cl ₂)
1	2011	Kg	76390
2	2012	Kg	113100
3	2013	Kg	48600
4	2014	Kg	41800
5	2015	Kg	29200
6	2016	Kg	22547

Sumber: Departemen Randal Produksi

Langkah-langkah peramalan yang dilakukan yaitu:

- Menentukan tujuan peramalan.
Tujuan peramalan klorin adalah untuk mengetahui jumlah penggunaan klorin pada tahun 2017.
- Membuat scatter diagram.
Adapun scatter diagram untuk data klorin dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Scatter Diagram Data Penggunaan Klorin

- Memilih metode peramalan.
Metode peramalan yang dipilih untuk meramalkan data penggunaan klorin meliputi metode kuadratis, eksponensial, dan siklis.
- Menghitung parameter peramalan.
 - Metode Kuadratis
Berikut merupakan hasil perhitungan parameter peramalan metode kuadratis sesuai Tabel 2.

Tabel 2 Perhitungan Parameter Peramalan untuk Metode Kuadratis

t	t ²	t ³	t ⁴	Y	tY	t ² Y
1	1	1	1	76390	76390	76390
2	4	8	16	113100	226200	452400
3	9	27	81	48600	145800	437400
4	16	64	256	41800	167200	668800
5	25	125	625	29200	146000	730000
6	36	216	1296	22547	135282	811692
Σ	21	91	441	2275	331637	896872

Sumber: Hasil Pengolahan

Hasil perhitungan dengan metode kuadratis adalah:

$$\alpha = \sum t \sum t^2 - n \sum t^3 = -735 \tag{1}$$

$$\beta = (\sum t)^2 - n \sum t^2 = -105 \tag{2}$$

$$\gamma = (\sum t^2)^2 - n \sum t^4 = -5369 \tag{3}$$

$$\delta = \sum t \sum Y - n \sum tY = 1583145 \tag{4}$$

$$\theta = \sum t^2 \sum Y - n \sum t^2Y = 11118875 \tag{5}$$

$$b = \frac{\gamma\delta - \theta\alpha}{\gamma\beta - \alpha^2} = -13925,69 \tag{6}$$

$$c = \frac{\theta - b\alpha}{\gamma} = -2056,56 \tag{7}$$

$$a = \frac{\sum Y - c \sum t - \sum t^2}{n} = 135204 \tag{8}$$

Fungsi peramalannya adalah:

$$Y' = 135204 - 13925,69t - 2056,56t^2$$

b. Metode Eksponensial

Hasil perhitungan parameter peramalan metode eksponensial seperti tampak pada Tabel 3.

Tabel 3 Perhitungan Parameter Peramalan Metode Eksponensial

t	Y	t ²	lnY	t lnY
1	76390	1	11,24	11,24
2	113100	4	11,64	23,27
3	48600	9	10,79	32,37
4	41800	16	10,64	42,56
5	29200	25	10,28	51,41
6	22547	36	10,02	60,114
Σ	21	331637	91	64,6

Sumber: Hasil Pengolahan

Perhitungan peramalan dengan metode eksponensial, yaitu:

$$b = \frac{n \sum t \ln Y_t - \sum t \sum \ln Y_t}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} = \frac{6(221) - 21(64,6)}{6(91) - (21)^2}$$

$$= \frac{105}{-30,9} = 0,29$$

$$\ln a = \frac{\sum \ln Y - b \sum t}{n} = \frac{64,6 - (-0,29)(21)}{6} = 11,80$$

$$a = 133375$$

Fungsi peramalannya adalah:

$$Y' = 133375e^{-0,29t}$$

c. Metode Siklis

Berikut merupakan hasil perhitungan parameter peramalan metode Siklis sesuai Tabel 4.

Tabel 4 Perhitungan Parameter Peramalan untuk Metode Siklis

t	Y	Sin $\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	Cos $\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	Ysin $\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	Ycos $\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	Sin ² $\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	Cos ² $\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$	Sin $\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$. Cos $\left(\frac{2\pi t}{n}\right)$
1	76390	-0,30	-0,95	-23284,5	-72754,8	0,09	0,91	0,29
2	113100	0,58	0,81	65667,1	92083,9	0,34	0,66	0,47
3	48600	-0,80	-0,60	-38936,0	-29085,2	0,64	0,36	0,48
4	41800	0,95	0,33	39519,6	13617,7	0,89	0,11	0,31
5	29200	-1,00	-0,02	-29192,9	-645,2	1,00	0,00	0,02
6	22547	0,96	-0,28	21620,7	-6396,4	0,92	0,08	-0,27
Σ	331637	0,38	-0,72	35394,0	-3180,1	3,88	2,12	1,30

Sumber: Hasil Pengolahan

Fungsi peramalannya adalah:

$$Y' = a + b \sin \left(\frac{2\pi t}{n}\right) + c \cos \left(\frac{2\pi t}{n}\right) \quad (9)$$

$$Y' = 57486,73 + 3311,855 \sin \frac{2\pi t}{n} + 20197,09 \cos \frac{2\pi t}{n}$$

5. Perhitungan *Standart Error Of Estimate* (SEE)

Perhitungan kesalahan menggunakan metode SEE (*Standard Error of Estimation*) pada metode kuadratis, Eksponensial dan siklis dapat dilihat pada Tabel 5,6 dan 7.

Tabel 5 Perhitungan SSE pada Metode Kuadratis

t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²
1	76390	119221,74	-42831,74	1834557951
2	113100	99126,34	13973,66	195263173,8
3	48600	74917,8	-26317,8	692626596,8
4	41800	46596,12	-4796,12	23002767,05
5	29200	14161,3	15038,7	226162497,7
6	22547	-22386,66	44933,66	2019033801
Σ				4990646788

Sumber: Pengolahan Data

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (Y-Y')^2}{n-f}} \quad (10)$$

$$SEE = \sqrt{\frac{4990646788}{6-3}} \\ = \sqrt{1663548929} \\ = 40786,62$$

Tabel 6 Perhitungan SSE pada Metode Eksponensial

t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²
1	76390	99799,65333	-23409,65333	548011868,8
2	113100	74676,44464	38423,55536	1476369606
3	48600	55877,66288	-7277,662881	52964377,01
4	41800	41811,21938	-11,21937522	125,8743803
5	29200	31285,81217	-2085,812175	4350612,427
6	22547	23410,03343	-863,0334323	744826,7053
Σ				2082441417

Sumber: Pengolahan Data

SEE Metode Eksponensial adalah:

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (Y-Y')^2}{n-f}}$$

$$SEE = \sqrt{\frac{2082441417}{6-2}}$$

$$SEE = \sqrt{520610354,3}$$

$$SEE = 22816,89$$

Tabel 7 Perhitungan SSE pada Metode Siklis

t	Y	Y'	Y-Y'	(Y-Y') ²
1	76390	395704,2755	-319314,2755	1,01962E+11
2	113100	30927,0011	82172,9989	6752401748
3	48600	74262,254	-25662,254	658551280,4
4	41800	36638,1103	5161,8897	26645105,27
5	29200	64701,1818	-35501,1818	1260333909
6	22547	48850,6732	-26303,6732	691883223,8
Σ				1,11351E+11

Sumber: Pengolahan Data

SEE Metode Siklis adalah:

$$SEE = \sqrt{\frac{\sum (Y-Y')^2}{n-f}}$$

$$SEE = \sqrt{\frac{1,11351E+11}{6-3}}$$

$$= 192658,09$$

Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan SEE penggunaan klorin seperti tampak pada Tabel 8.

Tabel 8 Rekapitulasi Perhitungan SEE Klorin

No.	Keterangan	SEE
1	Kuadratis	40786,62
2	Eksponensial	22816,89
3	Siklis	192658,09

Sumber: Hasil Pengolahan

Pada Tabel 3.8 sudah di dapatkan hasil rekapitulasi perhitungan SEE Klorin, maka untuk hasil terendah ditemui pada metode eksponensial.

6. Uji Hipotesa

Tahap selanjutnya dari peramalan adalah pengujian hipotesa. Uji hipotesa diuji dengan melihat nilai SEE terkecil dari kelima metode *time series*. Pengujian didasarkan pada distribusi F dengan nilai $\alpha = 0.05$. Pengujian hipotesa dilakukan dengan mencari SEE yang terkecil. Berdasarkan data pada Tabel 4.21 di atas, maka diperoleh dua nilai SEE terkecil yaitu metode peramalan kuadratis dan eksponensial.

Ho : SEE eksponensial \leq SEE kuadratis

Hi : SEE eksponensial \geq SEE kuadratis

$\alpha = 0.05$

Uji statistik : $F_{hitung} = \left(\frac{SEE_{eksponensial}}{SEE_{kuadratis}} \right)^2 = \left(\frac{22816,89}{40786,62} \right)^2 = 0,56$

$F_{tabel} = F_{0,05,4,5} = 5,19$

$F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka H_0 diterima

Kesimpulan: Metode yang digunakan untuk meramalkan jumlah penggunaan Klorin (Cl_2) adalah

Fungsi peramalan eksponensial, yaitu :

$Y' = 133375e^{-0,29t}$

7. Melakukan verifikasi peramalan

Proses verifikasi dilakukan untuk mengetahui apakah fungsi peramalan yang telah ditentukan cukup representatif untuk data yang akan diramalkan. Berikut merupakan perhitungan hasil verifikasi klorin seperti tampak pada Tabel 8.

Tabe 8 Perhitungan Hasil Verifikasi Klorin

t	Y	Y'	Y-Y'	MR
1	76390	99799,65333	-23409,65333	0
2	113100	74676,44464	38423,55536	928357738
3	48600	55877,66288	-7277,662881	1423405229
4	41800	41811,21938	-11,21937522	52964251,13
5	29200	31285,81217	-2085,812175	4350486,553
6	22547	23410,03343	-863,0334323	3605785,722
Σ	7295			2412683491

Sumber: Hasil Pengolahan

Pada Tabel 8 menunjukkan hasil verifikasi klorin, maka untuk nilai:

$\overline{MR} = \frac{\Sigma MR}{n-1} = \frac{2412683491}{6-1}$ (11)

$\overline{MR} = 482536698$

$BKA = 2,66 \times \overline{MR} = 1283547617$

$2/3 BKA = 2/3 \times \overline{MR} = 321691132,1$

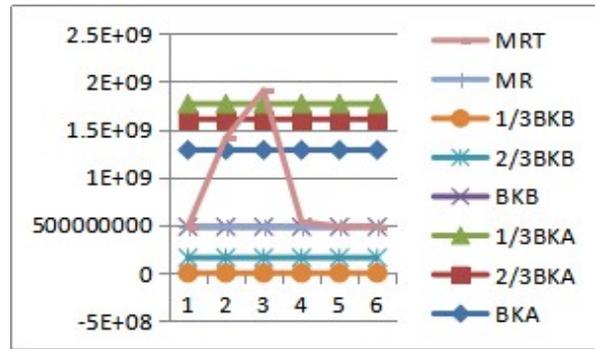
$1/3 BKA = 1/3 \times \overline{MR} = 160845566,1$

$BKB = -2,66 \times \overline{MR} = -1283547617$

$1/3 BKB = -1/3 \times \overline{MR} = -160845566,1$

$2/3 BKB = -2/3 \times \overline{MR} = -321691132,1$

Berikut merupakan *Moving Range Chart* jumlah pemakaian klorin seperti tampak pada Gambar 2.



Gambar 2 *Moving Range Chart* Jumlah Penggunaan Klorin

Gambar 2 menunjukkan bahwa tidak terdapat data yang berada di luar batas kontrol. Metode ini diasumsikan cukup representatif dikarenakan seluruh data berada di dalam batas kontrol sehingga fungsi peramalan metode eksponensial dapat digunakan.

Adapun fungsi peramalan metode eksponensial adalah :

$Y' = 133375e^{-0,29t}$

Maka, hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan metode eksponensial adalah $Y' = 24310$

4 Kesimpulan

Dari hasil perhitungan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil peramalan yang diperoleh dengan menggunakan metode kuadratis adalah sebesar 1334589 Kg, metode eksponensial sebesar 24310 Kg, metode siklis 2425076 sebesar. Metode peramalan yang terbaik dari tiga metode yang digunakan dengan tingkat kesalahan terkecil adalah metode eksponensial.
2. Uji kesalahan dari metode terbaik yaitu metode eksponensial menggunakan parameter *Standart Error Of Estimate* (SEE) sebesar 24310 Kg.

Ucapan Terima kasih

Karya ini tidak terlepas dari dukungan rekan mahasiswa Ayu Annisa Putri jurusan teknik Industri universitas Malikussaleh dan pihak terkait dari PT. Pupuk Iskandar Muda yang beralamat di Desa Krueng Geukeuh, Kecamatan Dewantara Kabupaten Aceh Utara.

Daftar Pustaka

- [1] Sofyan, Diana Khairani (2013). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Edisi Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [2] Ginting, Rosnani (2007). *Sistem Produksi*, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [3] Gasperz, V. (2012). *Production and Inventory Management*. Vinchristo Publication. Bogor.
- [4] Nasution, Arman Hakim, Yudha Prasetyawan (2008), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [5] Nasution, Arman Hakim Nasution (2007), *Manajemen Industri*, Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [6] Baroto, Teguh (2002). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Jakarta, Penerbit: Galia Indonesia.
- [7] Rohman (2007). *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.