

## **BAB 3**

### **ANALISA REGRESI DAN SIMULASI**

#### **3.1. Pengumpulan Data**

Pengumpulan data-data pada proses produksi logam bersifat kuantitatif dengan mengumpulkan data historis proses yang bersumber pada laporan produksi selama 3 tahun. Suatu analisa resiko biasanya bersumber dari dua data yaitu data historis dan data kuisioner namun pada penerapannya data kuisioner lebih diutamakan dalam menganalisa resiko sehingga resiko lebih bersifat subjektif karena penilaian terhadap setiap *responden* pasti berbeda-beda.

Tidak semua data produksi digunakan dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data yang berhubungan langsung dengan variabel-variabel resiko pada proses penerimaan material, peleburan, pemurnian dan produksi logam timah dari tahun 2006 – 2008 yang potensial terhadap kegagalan proses produksi. Data-data yang dikumpulkan adalah data kontinu yang merupakan ukuran dari penggunaan bahan dengan satuan berat (Kg) dan volume m<sup>3</sup>. Jadi yang akan dianalisa adalah jumlah penggunaan bahan-bahan tersebut yang beresiko terhadap produksi logam timah.

##### **3.1.1. Data Penerimaan Raw Material**

Penerimaan raw material merupakan bagian pertama dari proses produksi. Sumber-sumber penerimaan raw material adalah dari produksi tambang laut dan produksi tambang darat. Dari produksi tambang dihasilkan pasir timah yang terdiri atas kandungan Sn dan bahan ikutan. Pengolahan pasir timah dilaksanakan untuk mendapatkan persentase Sn yang tinggi. Standart yang diterapkan oleh perusahaan adalah kandungan Sn  $\geq 70$  %, untuk bijih timah yang siap lebur. Data yang digunakan hanya pada data pemakaian raw material yang dikeluarkan oleh bagian penerimaan material atau *material warehouse*. Data stock material tidak diikutkan dalam penelitian ini. Tabel 3.1. menunjukkan jumlah pengeluaran atau penggunaan bijih timah pada proses produksi.

**Tabel 3.1.** Penerimaan Bijih Timah dan Kadar Sn

Penerimaan Bijih Timah (Ton)						
Bulan	Thn 2006	Kdr Sn %	Thn 2007	Kdr Sn %	Thn 2008	Kdr Sn %
Jan	2,778.60	71.91	5,451.90	72.10	2,772.62	71.41
Feb	3,334.50	72.00	7,079.72	71.98	3,052.70	71.00
Mar	3,341.50	71.96	9,797.63	72.08	2,904.60	71.17
Apr	3,371.61	71.49	8,632.20	71.91	2,391.10	71.15
May	3,903.00	70.70	6,797.20	71.63	3,999.76	71.15
Jun	3,807.11	70.72	3,639.10	72.07	8,525.50	70.66
Jul	2,641.00	71.01	3,255.18	71.68	5,948.30	70.59
Aug	3,269.10	71.65	3,952.29	71.44	4,897.10	70.94
Sep	2,427.30	72.02	2,245.64	71.73	4,092.90	70.92
Oct	4,668.30	72.13	2,491.10	71.88	2,684.90	70.73
Nov	8,678.80	72.35	2,218.20	71.58	1,546.80	70.83
Dec	9,625.00	72.49	2,508.00	71.32	4,257.70	70.45

*Sumber Laporan Produksi Unit Metalurgi PT. Timah Tbk*

Penerimaan material juga mengolah raw material yang berasal dari sisa peleburan. Sisa peleburan bijih timah adalah terak 1 yang mengandung Sn kira-kira 40 – 20 %. Penggunaan terak sebagai raw material sangat beralasan mengingat faktor ekonomis dari pemanfaatan terak tersebut. Jenis tanur yang digunakan untuk peleburan bijih timah dan terak adalah sama dan tidak ada perbedaan, perbedaan hanya pada waktu tapping atau waktu mengeluarkan logam dari dalam tanur. Dalam penelitian ini penulis tidak membahas masalah waktu tapping karena tidak ada data yang memadai. Tabel 3.2. menunjukkan penggunaan terak dan kadar Sn yang terkandung di dalamnya selama tahun 2006-2008.

**Tabel 3.2.** Penerimaan Terak dan Kadar Sn

Penerimaan Terak (Ton)						
Bulan	Thn 2006	Kdr Sn %	Thn 2007	Kdr Sn %	Thn 2008	Kdr Sn %
Jan	2,259.82	35.63	1,570.04	32.33	1,886.97	30.87
Feb	2,180.31	29.63	1,393.00	31.91	1,527.55	32.15
Mar	2,801.93	33.26	1,628.17	34.09	1,263.84	34.34
Apr	2,190.16	29.94	2,111.96	40.85	1,609.34	33.75
May	2,025.45	35.92	2,418.11	41.14	1,879.57	28.95
Jun	855.90	33.06	2,016.39	33.64	2,468.89	34.60
Jul	1,942.38	30.37	2,238.07	37.41	3,065.42	24.51
Aug	1,998.06	33.55	1,737.36	41.70	3,271.47	30.63
Sep	2,357.89	31.20	1,962.96	35.17	2,967.43	36.11
Oct	1,358.12	32.48	1,163.97	41.50	2,842.57	23.10
Nov	2,534.80	34.73	2,021.72	26.89	2,778.78	31.22
Dec	2,923.45	33.26	1,424.04	25.99	2,691.06	22.32

*Sumber Laporan Produksi Unit Metalurgi PT. Timah Tbk*

### 3.1.2. Data Peleburan

Peleburan merupakan proses pembakaran raw material didalam tanur tetap (TT) dan *Single Stage Furnace* (SSF). Pembakaran dalam tanur berhubungan dengan jumlah pemakaian bahan bakar minyak (BBM), reduktor (anthracite) dan fluks. BBM disemprotkan ke dalam tanur secara terus menerus selama proses peleburan, uap panas yang tinggi akan membakar reduktor, sedangkan fluks berfungsi untuk mengikat unsur-unsur pengotor sehingga diperoleh logam timah cair dengan kadar Sn yang tinggi. Tabel 3.3. dan 3.4. menunjukkan penggunaan bahan-bahan pembantu pada peleburan bijih timah dan terak selama tiga tahun.

**Tabel 3.3.** Penggunaan Bijih Timah dan Bahan-bahan Pembantu Peleburan.

Tahun	Bulan	Peleburan Bijih Timah			
		BT (Ton)	BBM (Ltr) B.T	Rdktr (Kg) B.T	Fluks (Kg) B.T
2006	Jan	2,770.69	443,276.00	841,916.00	84,829.00
	Feb	2,831.96	448,184.00	661,736.00	85,093.00
	Mar	4,669.73	617,771.00	1,062,002.00	97,155.00
	Apr	4,997.63	636,035.00	966,176.00	98,918.00
	May	4,600.17	570,968.00	915,616.00	87,894.00
	Jun	4,394.86	553,193.00	797,577.00	69,186.00
	Jul	5,021.19	433,767.00	838,114.00	75,124.00
	Aug	3,178.21	374,622.00	533,521.00	52,058.00
	Sep	3,108.38	383,451.00	549,832.00	57,708.00
	Oct	3,719.33	561,492.00	583,281.00	60,448.00
	Nov	6,507.09	683,924.00	1,052,966.00	108,322.00
	Dec	5,692.40	637,165.00	939,501.00	85,020.00
2007	Jan	5,922.52	661,469.00	1,047,529.00	83,831.00
	Feb	6,953.99	760,258.00	1,167,530.00	104,313.00
	Mar	7,569.83	873,416.00	1,119,923.00	80,928.00
	Apr	10,520.22	1,101,169.00	1,624,880.00	150,128.00
	May	10,469.24	1,134,040.00	1,622,127.00	163,998.00
	Jun	8,812.18	892,941.00	1,286,912.00	125,025.00
	Jul	7,918.96	803,715.00	1,227,367.00	99,075.00
	Aug	6,745.53	726,315.00	974,410.00	100,316.00
	Sep	6,019.42	741,130.00	946,632.00	92,232.00
	Oct	5,106.85	650,630.00	851,397.00	80,094.00
	Nov	4,740.58	579,508.00	731,399.00	70,327.00
	Dec	3,075.61	341,461.00	455,411.00	43,906.00
2008	Jan	6,998.72	829,657.00	1,340,043.00	97,505.00
	Feb	5,205.85	657,768.00	1,001,834.00	73,730.00
	Mar	2,857.13	393,636.00	466,806.00	41,750.00
	Apr	3,393.99	546,836.00	623,192.00	43,285.00
	May	2,067.07	435,929.00	405,854.00	20,417.00
	Jun	7,806.03	813,156.00	1,070,083.00	106,473.00
	Jul	7,263.62	738,251.00	1,044,946.00	87,998.00
	Aug	6,701.19	727,093.00	934,662.00	84,845.00
	Sep	6,018.76	636,462.00	766,877.00	56,552.00
	Oct	4,526.19	508,176.00	671,186.00	48,734.00
	Nov	5,528.67	565,319.00	786,800.00	62,615.00
	Dec	5,102.55	520,181.00	790,464.00	60,263.00

Sumber: Lap. Produksi Pusmet Mentok PT. Timah Tbk

**Tabel 3.4.** Penggunaan Bahan-bahan Pembantu Dalam Peleburan Terak

Tahun	Bulan	Peleburan Terak			
		Trk 1 (Ton)	BBM (Ltr)	Rdktr (Kg)	Fluks (Kg)
2006	Jan	1,950.31	368,926.00	437,304.00	140,000.00
	Feb	2,338.23	406,068.00	428,924.00	206,960.00
	Mar	1,586.87	280,422.00	302,825.00	151,483.00
	Apr	1,648.39	290,267.00	265,557.00	139,358.00
	May	2,346.79	349,414.00	369,063.00	180,071.00
	Jun	2,272.08	381,883.00	388,019.00	190,133.00
	Jul	2,389.26	357,263.00	375,014.00	176,090.00
	Aug	3,960.76	538,577.00	562,209.00	343,575.00
	Sep	4,070.90	581,262.00	616,488.00	331,299.00
	Oct	3,578.62	419,199.00	550,619.00	304,809.00
	Nov	1,833.77	261,844.00	271,596.00	144,891.00
	Dec	2,341.97	337,854.00	347,686.00	211,109.00
2007	Jan	1,438.87	217,771.00	236,511.00	152,034.00
	Feb	807.96	110,681.00	129,000.00	76,320.00
	Mar	1,449.47	189,366.00	211,883.00	100,388.00
	Apr	-	-	-	-
	May	-	-	-	-
	Jun	226.76	37,054.00	34,287.00	17,732.00
	Jul	495.95	76,015.00	89,213.00	42,505.00
	Aug	1,557.75	237,541.00	216,640.00	173,934.00
	Sep	1,023.98	163,191.00	163,148.00	142,378.00
	Oct	933.30	149,549.00	155,343.00	123,416.00
	Nov	1,510.14	214,578.00	238,001.00	186,173.00
	Dec	3,218.32	392,137.00	425,729.00	345,454.00
2008	Jan	1,637.98	283,530.00	359,707.00	212,005.00
	Feb	1,418.08	211,012.00	217,888.00	178,370.00
	Mar	3,006.78	503,607.00	448,314.00	293,210.00
	Apr	2,999.35	501,843.00	418,678.00	314,242.00
	May	4,209.89	699,289.00	590,286.00	336,823.00
	Jun	1,735.96	258,558.00	242,697.00	165,027.00
	Jul	2,586.02	342,951.00	360,854.00	231,672.00
	Aug	3,492.00	414,348.00	493,311.00	306,250.00
	Sep	3,204.98	466,238.00	460,834.00	204,420.00
	Oct	4,342.05	641,495.00	665,214.00	343,256.00
	Nov	3,468.77	480,748.00	533,870.00	262,245.00
	Dec	3,768.61	496,852.00	594,306.00	292,367.00

*Sumber Laporan Produksi Unit Metalurgi PT. Timah Tbk*

### 3.1.3. Data Pemurnian

Proses pemurnian merupakan proses akhir pada produksi logam timah, logam timah cair dari dalam tanur dipindahkan ke dalam ketel. Dengan penambahan unsur-unsur seperti belerang, Al scrap, dan serbuk gergaji yang bertujuan untuk menaikkan dan menurunkan unsur-unsur ikutan didalam logam

timah. Jumlah penggunaan bahan-bahan ini sangat bervariasi, untuk penggunaan sulfur banyak data yang tidak terisi atau nol, artinya tidak semua logam cair mengandung tembaga yang tinggi. Tabel 3.5. menunjukkan penggunaan bahan-bahan pembantu dalam proses pemurnian.

**Tabel 3.5.** Penggunaan Bahan-bahan Pembantu Dalam Pemurnian.

Bulan	Serbuk Kayu (m3)	Tanah Liat (m3)	Al Scrap (Kg)	Sulfur (Kg)
Jan 06	30.00	18.00	966.00	-
Feb 06	36.00	24.00	2,171.00	-
Mar 06	36.00	21.00	2,977.00	-
Apr 06	36.00	21.00	2,613.00	-
May 06	36.00	27.00	2,196.00	-
Jun 06	36.00	24.00	2,251.00	-
Jul 06	36.00	21.00	253.00	-
Aug 06	36.00	30.00	1,367.00	-
Sep 06	36.00	24.00	1,701.00	10.00
Oct 06	36.00	24.00	1,012.00	-
Nov 06	36.00	21.00	1,529.00	5.00
Dec 06	36.00	24.00	1,683.00	-
<b>Total</b>	<b>426.00</b>	<b>279.00</b>	<b>20,719.00</b>	<b>15.00</b>
Jan 07	36.00	15.00	1,410.00	-
Feb 07	36.00	13.00	1,247.00	-
Mar 07	36.00	19.00	1,137.00	-
Apr 07	36.00	16.00	1,135.00	-
May 07	36.00	15.00	1,244.00	-
Jun 07	36.00	12.00	1,185.00	-
Jul 07	36.00	12.00	1,586.00	16.00
Aug 07	36.00	18.00	1,382.00	9.00
Sep 07	36.00	18.00	1,205.00	-
Oct 07	36.00	15.00	1,589.00	-
Nov 07	36.00	15.00	1,008.00	-
Dec 07	36.00	21.00	1,193.00	62.00
<b>Total</b>	<b>432.00</b>	<b>189.00</b>	<b>15,321.00</b>	<b>87.00</b>
Jan 08	36.00	18.00	1,911.00	-
Feb 08	36.00	21.00	1,545.00	44.00
Mar 08	36.00	18.00	1,073.00	21.00
Apr 08	36.00	24.00	1,445.00	26.00
May 08	36.00	30.00	1,987.00	134.00
Jun 08	36.00	18.00	2,405.00	-
Jul 08	36.00	27.00	2,932.00	42.00
Aug 08	36.00	30.00	3,140.00	40.00
Sep 08	36.00	30.00	2,567.00	-
Oct 08	36.00	30.00	2,075.00	86.00
Nov 08	36.00	33.00	2,326.00	92.00
Dec 08	36.00	39.00	1,633.00	-
<b>Total</b>	<b>432.00</b>	<b>318.00</b>	<b>25,039.00</b>	<b>485.00</b>

*Sumber Laporan Produksi Unit Metalurgi PT. Timah Tbk*

#### 3.1.4. Data Produksi Logam Timah

Dari ketiga bagian proses produksi logam timah, tiap-tiap bagiannya memberikan kontribusi terhadap pencapaian jumlah produksi logam timah tahunan. Tabel 3.6. Menunjukkan jumlah produksi timah selama tahun

2006-2008. Data tersebut menjelaskan bahwa produksi logam timah selalu berbeda-beda setiap bulannya, hal ini menunjukkan bahwa tidak ada kestabilan produksi logam timah setiap tahunnya. Jumlah produksi logam timah setiap bulannya selalu berbeda-beda. Kendala utama dengan naik turunnya produksi logam timah adalah kesulitan memperoleh keuntungan yang diharapkan yang sesuai dengan Rencana Kerja dan Anggaran Perusahaan (RKAP).

**Tabel 3.6.** Produksi Logam Timah (Ton) Dari Tahun 2006-2008

Bulan	Data Produksi Logam Timah (Ton)		
	2006	2007	2008
<b>Jan</b>	2,337.51	4,138.68	4,412.99
<b>Feb</b>	2,890.41	4,270.66	3,640.99
<b>Mar</b>	3,506.64	4,759.00	2,703.76
<b>Apr</b>	3,432.94	6,230.93	2,810.24
<b>May</b>	3,393.92	6,240.77	2,627.40
<b>Jun</b>	3,504.49	5,228.64	4,857.01
<b>Jul</b>	3,901.77	4,881.88	5,015.53
<b>Aug</b>	2,670.95	4,264.71	4,688.00
<b>Sep</b>	2,833.80	3,657.00	4,174.45
<b>Oct</b>	2,864.05	3,863.50	3,400.37
<b>Nov</b>	4,243.47	3,469.01	3,706.44
<b>Dec</b>	4,734.89	3,100.00	3,498.99
<b>Total</b>	<b>40,314.84</b>	<b>54,104.77</b>	<b>45,536.17</b>

*Sumber: Lap. Produksi Pusmet Mentok PT. Timah Tbk*

### 3.1.5. Data Harga Jual Timah

Sebagai data tambahan data keuangan mungkin dibutuhkan dalam penelitian ini. Data keuangan yang diambil bersumber dari laporan keuangan perusahaan yang diambil melalui internet. Dari data keuangan perusahaan tahun 2006 harga jual logam timah US\$/ MTon adalah 8,844 dan produksi logam timah sebesar 40.314,84, tahun 2007 harga jual logam timah US\$/ MTon adalah 14,474 dan produksi logam timah sebesar 54.104,77, tahun 2008 harga jual logam timah US\$/ MTon adalah 18,692 namun produksi logam hanya sebesar 45.536,17. Pada tahun 2008 dengan harga jual yang tinggi seharusnya perusahaan mampu meningkatkan

jumlah produksi namun justru jumlah produksi logam timah turun dibandingkan tahun sebelumnya.

### 3.2. Pengolahan Data

Pengolahan data awal adalah dengan menggunakan *batch fit* yaitu tool yang berfungsi untuk mengetahui distribusi probabilitas data. *Batch fit* akan menghasilkan distribusi probabilitas dan percentile data dengan range dari 0% - 100%. Dalam perhitungan *batch fit* tidak mempergunakan percobaan bilangan random, jadi program ini bukan simulasi. Penentuan *goodness of fit* harus sama agar tidak terjadi persepsi yang berbeda-beda.

Penelitian ini akan menggunakan dua tool dalam *crystal ball* yaitu *batch fit* dan *CB predictor*. *CB predictor* adalah tool yang dapat digunakan untuk prediksi (forecast) dengan 3 metode umum peramalan yaitu : *Moving Average* (rata-rata bergeser), *Exponential Smoothing* (pemulusan eksponensial) dan *Multiple Regression*. *Moving Average* dan *Exponential Smoothing* biasanya dipergunakan untuk perhitungan pada independen variabel dan *Multiple Regression* digunakan untuk menghubungkan antara independen variabel dan dependen variabel. Jadi hasil yang akan diperoleh dari pengolahan data adalah :

1. Bentuk probabilitas data penggunaan bahan dengan menggunakan tool *Batch Fit*.
2. Memperoleh hasil regression dan hasil ramalan yang dapat dipergunakan untuk prediksi dimasa yang akan datang dengan tool *CB Predictor*.
3. Membuat model dan simulasi prediksi dari hasil regression dan menyusun scenario berdasarkan distribusi probabilitas data dengan *Simulasi Monte Carlo*.
4. Memperoleh dampak dari resiko berupa jumlah penggunaan bahan.

Langkah selanjutnya adalah dengan menggunakan *CB Predictor* pada *crystal ball* untuk membuat sebuah model matematis yang berdasarkan regression *CB predictor* bertujuan menentukan suatu prediksi dari variabel dependen dan independen dengan menggunakan metode *multivariate*. Hasil dari model matematis akan disimulasikan dengan menggunakan Metode Monte Carlo. Scenario simulasi adalah distribusi probabilitas data yang berbeda-beda pada assumption cell (independen variabel) dan dampak adalah hasil dari jumlah penggunaan bahan-bahan tersebut.

Perhitungan simulasi dengan menggunakan metode Monte Carlo sangat lazim digunakan untuk analisis. Percobaan angka random untuk penelitian ini adalah sebanyak 10.000 percobaan angka random dengan distribusi data yang berbeda-beda. Hasil akhir akan diperoleh *forecast* untuk penggunaan bahan berdasarkan model matematis dari regression dan dampak berupa penggunaan bahan-bahan.

### 3.2.1. Perhitungan Jumlah Pemakaian Bahan.

Hasil pengumpulan data menunjukkan tidak semua data penggunaan bahan mempunyai satuan yang sama, seperti penggunaan BBM dalam satuan liter, serbuk kayu dan tanah liat dalam satuan m<sup>3</sup>. Untuk keperluan penelitian dan rasionalisasi maka beberapa data diubah dalam bentuk liter/ton, m<sup>3</sup>/ton dan kilogram diubah dalam ton. Tujuannya adalah untuk mempermudah dalam melakukan analisa dan perhitungan regresi.

Langkah pertama yang akan dilakukan adalah dengan menghitung jumlah pemakaian BBM, Reduktor dan Fluks untuk setiap ton pada peleburan bijih timah maupun peleburan terak dengan menggunakan rumus:

$$\bullet \text{ Penggunaan BBB ltr/ton} = \frac{\text{Jumlah Penggunaan BBM Tiap Bulan (Liter)}}{\text{Jumlah Raw Material Yang Dilebur Tiap Bulan (Ton)}} \dots\dots\dots(3.1)$$

$$\bullet \text{ Penggunaan Reduktor kg/ton} = \frac{\text{Jumlah Penggunaan Reduktor Tiap Bulan (Kg)}}{\text{Jumlah Raw Material Yang Dilebur Tiap Bulan (Ton)}} \dots\dots\dots(3.2)$$

$$\bullet \text{ Penggunaan Fluks kg/ton} = \frac{\text{Jumlah Penggunaan Fluks Tiap Bulan (Kg)}}{\text{Jumlah Raw Material Yang Dilebur Tiap Bulan (Ton)}} \dots\dots\dots(3.3)$$

Untuk penggunaan bahan-bahan pembantu pada pemurnian logam, satuan tidak dikonversikan karena angka-angka dalam jumlah yang kecil. Jika angka-angka tersebut diubah maka akan terjadi perbandingan angka yang cukup besar yang dikhawatirkan akan menyulitkan dalam korelasi. Tabel-tabel berikut menunjukkan konversi satuan pada penggunaan bahan-bahan pembantu peleburan.

**Tabel 3.7.** Konversi Satuan Untuk Penggunaan Bahan-Bahan Pembantu Dalam Peleburan Bijih Timah dan Terak

Penggunaan Bahan Peleburan Bijih Timah				Penggunaan Bahan Peleburan Terak			
BT (Ton)	BBM (L/T)	Rdktr (Kg/T)	Fluks (Kg/T)	Trk 1 (Ton)	BBM (L/T)	Rdktr (Kg/T)	Fluks (Kg/T)
2,770.69	159.99	303.87	30.62	1,950.31	189.16	224.22	71.78
2,831.96	158.26	233.67	30.05	2,338.23	173.66	183.44	88.51
4,669.73	132.29	227.42	20.81	1,586.87	176.71	190.83	95.46
4,997.63	127.27	193.33	19.79	1,648.39	176.09	161.10	84.54
4,600.17	124.12	199.04	19.11	2,346.79	148.89	157.26	76.73
4,394.86	125.87	181.48	15.74	2,272.08	168.08	170.78	83.68
5,021.19	86.39	166.92	14.96	2,389.26	149.53	156.96	73.70
3,178.21	117.87	167.87	16.38	3,960.76	135.98	141.94	86.74
3,108.38	123.36	176.89	18.57	4,070.90	142.78	151.44	81.38
3,719.33	150.97	156.82	16.25	3,578.62	117.14	153.86	85.18
6,507.09	105.10	161.82	16.65	1,833.77	142.79	148.11	79.01
5,692.40	111.93	165.04	14.94	2,341.97	144.26	148.46	90.14
5,922.52	111.69	176.87	14.15	1,438.87	151.35	164.37	105.66
6,953.99	109.33	167.89	15.00	807.96	136.99	159.66	94.46
7,569.83	115.38	147.95	10.69	1,449.47	130.64	146.18	69.26
10,520.22	104.67	154.45	14.27	-	-	-	-
10,469.24	108.32	154.94	15.66	-	-	-	-
8,812.18	101.33	146.04	14.19	226.76	163.41	151.21	78.20
7,918.96	101.49	154.99	12.51	495.95	153.27	179.88	85.70
6,745.53	107.67	144.45	14.87	1,557.75	152.49	139.07	111.66
6,019.42	123.12	157.26	15.32	1,023.98	159.37	159.33	139.04
5,106.85	127.40	166.72	15.68	933.30	160.24	166.45	132.24
4,740.58	122.24	154.28	14.84	1,510.14	142.09	157.60	123.28
3,075.61	111.02	148.07	14.28	3,218.32	121.85	132.28	107.34
6,998.72	118.54	191.47	13.93	1,637.98	173.10	219.60	129.43
5,205.85	126.35	192.44	14.16	1,418.08	148.80	153.65	125.78
2,857.13	137.77	163.38	14.61	3,006.78	167.49	149.10	97.52
3,393.99	161.12	183.62	12.75	2,999.35	167.32	139.59	104.77
2,067.07	210.89	196.34	9.88	4,209.89	166.11	140.21	80.01
7,806.03	104.17	137.08	13.64	1,735.96	148.94	139.81	95.06
7,263.62	101.64	143.86	12.11	2,586.02	132.62	139.54	89.59
6,701.19	108.50	139.48	12.66	3,492.00	118.66	141.27	87.70
6,018.76	105.75	127.41	9.40	3,204.98	145.47	143.79	63.78
4,526.19	112.27	148.29	10.77	4,342.05	147.74	153.20	79.05
5,528.67	102.25	142.31	11.33	3,468.77	138.59	153.91	75.60
5,102.55	101.95	154.92	11.81	3,768.61	131.84	157.70	77.58

Selain mengkonversikan satuan, selanjutnya akan dikonversikan produksi logam timah dengan harga jual perton. Data harga jual tersebut bukan berdasarkan

laporan produksi logam timah melainkan diambil dari laporan keuangan perusahaan diinternet. Harga jual yang diambil adalah rata-rata harga logam US\$ per ton selama tiga tahun. Cara yang dilakukan adalah :

$$\text{Harga jual perbulan (US\$)} = \text{Rata2 Harga Jual Logam(US\$/Ton)} \times \text{Produksi Bulanan (Ton)} \dots \dots \dots (3.4)$$

Tabel berikut ini menunjukkan harga jual produksi timah.

**Tabel 3.8.** Harga Jual Logam Timah

Bulan	Prod Lgm (Ton)	Rata2 Hrg Jual (US\$/Ton)	Harga Jual (US\$)
Jan-06	2,337.51		20,672,974.70
Feb-06	2,890.41		25,562,812.57
Mar-06	3,506.64		31,012,696.74
Apr-06	3,432.94		30,360,897.48
May-06	3,393.92		30,015,870.05
Jun-06	3,504.49		30,993,684.80
Jul-06	3,901.77	8,844.00	34,507,271.57
Aug-06	2,670.95		23,621,904.79
Sep-06	2,833.80		25,062,090.06
Oct-06	2,864.05		25,329,644.05
Nov-06	4,243.47		37,529,262.83
Dec-06	4,734.89		41,875,337.09
Jan-07	4,138.68		59,903,263.00
Feb-07	4,270.66		61,813,466.26
Mar-07	4,759.00		68,881,708.10
Apr-07	6,230.93		90,186,451.87
May-07	6,240.77		90,328,942.61
Jun-07	5,228.64		75,679,274.57
Jul-07	4,881.88	14,474.00	70,660,368.75
Aug-07	4,264.71		61,727,363.33
Sep-07	3,657.00		52,931,418.00
Oct-07	3,863.50		55,920,255.58
Nov-07	3,469.01		50,210,505.74
Dec-07	3,100.00		44,869,400.00
Jan-08	4,412.99		82,487,637.12
Feb-08	3,640.99		68,057,437.42
Mar-08	2,703.76		50,538,681.92
Apr-08	2,810.24		52,529,006.08
May-08	2,627.40		49,111,304.72
Jun-08	4,857.01		90,787,193.54
Jul-08	5,015.53	18,692.00	93,750,333.49
Aug-08	4,688.00		87,628,096.00
Sep-08	4,174.45		78,028,798.84
Oct-08	3,400.37		63,559,729.12
Nov-08	3,706.44		69,280,692.37
Dec-08	3,498.99		65,403,177.16

### 3.2.2. Disitribusi Probabilitas Data.

Sebagai langkah awal untuk mengetahui distribusi probabilitas data adalah dengan menjalankan program Batch Fit dalam crystal ball. Batch fit berfungsi

untuk mengetahui bentuk probabilitas data yang ada. Hasil perhitungan batch fit berupa tabel yang berisikan mean, standart deviation dan percentile dengan bentuk distribusi yang berbeda-beda untuk setiap data. Program akan menentukan probabilitas terbaik dari data historical atau user menentukan sendiri distribusi sesuai dengan kebutuhan. Dalam penelitian ini distribusi probabilitas akan dipergunakan dalam membuat suatu analisa akhir dari model, fungsi dari penggunaan probabilitas di dalam model adalah untuk mengetahui hasil akhir dari prediksi dan dampak yang ditimbulkan terhadap jumlah pemakaian bahan-bahan jika suatu distribusi probabilitas diterapkan dalam data historical atau dengan kata lain membangun suatu scenario berdasarkan distribusi probabilitas. Untuk kepentingan ini distribusi yang akan dipergunakan sebagai dasar scenario adalah distribusi yang ditentukan oleh program dan distribusi normal.

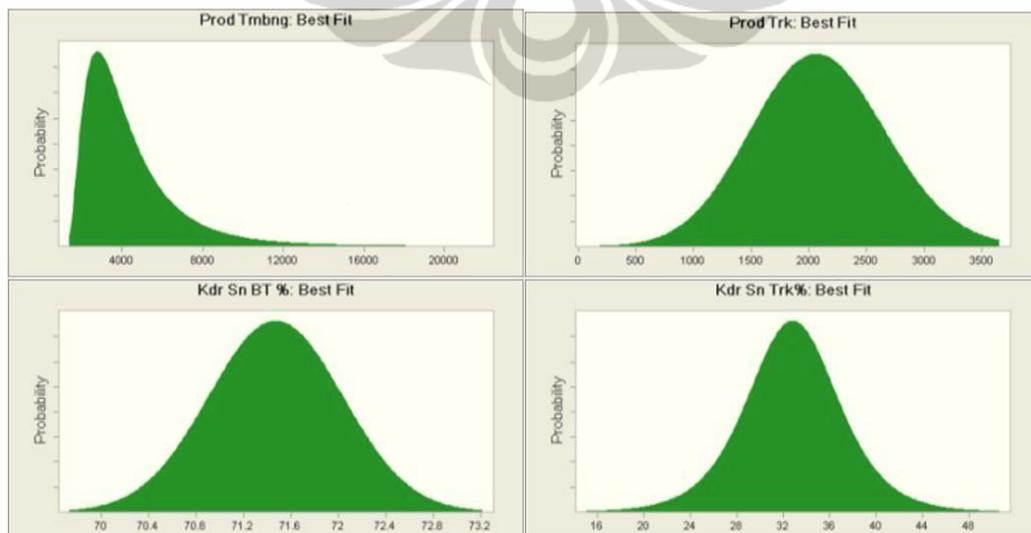
Penggunaan distribusi probabilitas yang ditentukan oleh program dilakukan dengan alasan bahwa program Crystal Ball adalah program cerdas yang mampu mengolah data dan memberikan hasil distribusi terbaik. Sedangkan untuk distribusi normal, uniform, dan triangular merupakan distribusi yang ditentukan secara manual yang menjelaskan bentuk dari data historical jika suatu sifat atau keadaan tertentu diterapkan dalam model. Untuk lebih jelas akan dibahas pada BAB 4 tentang analisa data.

#### **3.2.2.1. Probabilitas Data Penerimaan Material Menggunakan Crystal Ball (Tool Bacth Fit)**

Data-data penerimaan material merupakan data yang terdiri dari data produksi bijih timah dan produksi terak (sisa peleburan). Pengolahan data dengan tool batch fit dalam crystal ball bertujuan untuk mengetahui probabilitas data pada setiap variabel resiko selama 3 tahun. Dalam hal ini program crystal ball akan menghitung secara otomatis dan menentukan distribusi data yang terbaik. Selain penentuan distribusi data secara automatic, dalam penelitian ini juga akan ditentukan distribusi secara manual yang menjelaskan keadaan atau situasi tertentu dari data jika distribusi tersebut diterapkan dalam model. Hasil akhir adalah berupa distribusi probabilitas dan nilai statistiknya berupa mean, standart deviation dan percentile.

Tabel 3.9. Data Statistik dan Percentile Penerimaan Material Berdasarkan Perhitungan Batch Fit “Auto”

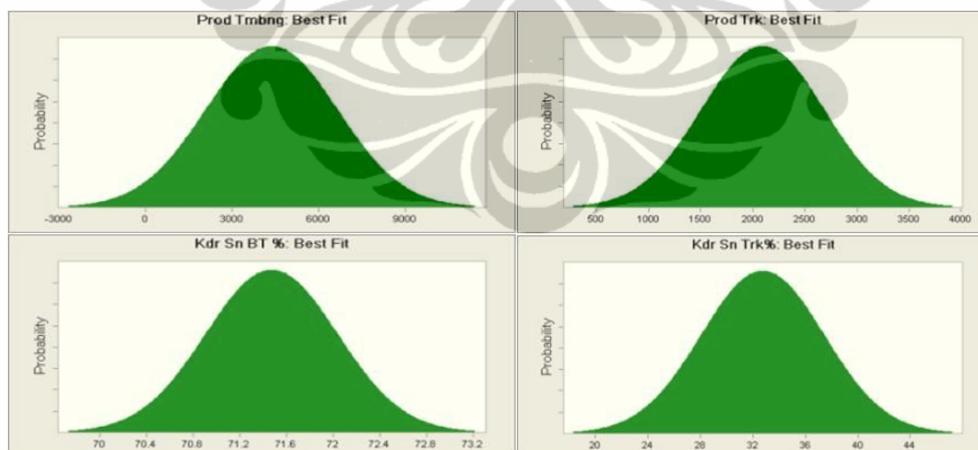
Data Series:	Prod Tmbng	Prod Trk	Kdr Sn BT %	Kdr Sn Trk%
Distribution:	4386.97	2093.53	71.47	32.8
Best Fit:	Lognormal	Gamma	Normal	Logistic
Chi-Square:	6.0000	1.7222	2.8889	1.3333
P-Value:	0.112	0.632	0.577	0.856
Scale		31.56		2.57
Location	1069.93	-8602.32		
Shape		338.91127		
Statistik				
Data Series:	Prod Tmbng	Prod Trk	Kdr Sn BT %	Kdr Sn Trk%
Trials	---	---	---	---
Mean	4386.97	2093.53	71.47	32.8
Median	3726.93	2083.01	71.47	32.8
Mode	2774.73	2061.97	71.47	32.8
Standard Deviation	2479.02	580.99	0.56	4.67
Variance	6145543.56	337554.72	0.32	21.77
Skewness	2.66	0.1086	0.00	0.00
Kurtosis	17.76	3.02	3.00	4.20
Coeff. of Variability	0.5651	0.2775	0.0079	0.1423
Minimum	1069.93	-8602.32	-Infinity	-Infinity
Maximum	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity
Range Width	---	---	---	---
Mean Std. Error	---	---	---	---
Percentile				
0%	1069.93	-8602.32	-Infinity	-Infinity
10%	2201.38	1356.04	70.75	27.14
20%	2586.66	1601.73	70.99	29.23
30%	2943.55	1781.39	71.17	30.62
40%	3314.32	1936.57	71.32	31.75
50%	3726.93	2083.01	71.47	32.8
60%	4215.4	2230.79	71.61	33.84
70%	4837.86	2390.41	71.76	34.98
80%	5724.46	2579.18	71.94	36.36
90%	7309.43	2844.53	72.19	38.45
100%	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity



Gambar 3.1. Distribusi Probabilitas Data Penerimaan Material Menggunakan Tool Batch Fit “Auto”

**Tabel 3.10.** Data Statistik dan Percentile Penerimaan Material Menggunakan Tool Batch Fit “Normal Distribution”

Data Series:	Prod Tmbng	Prod Trk	Kdr Sn BT %	Kdr Sn Trk%
Distribution:	4360.78	2093.53	71.47	32.73
Best Fit:	Normal	Normal	Normal	Normal
Chi-Square:	20.0000	2.8889	2.8889	3.6667
P-Value:	0.000	0.577	0.577	0.453
Statistik				
Data Series:	Prod Tmbng	Prod Trk	Kdr Sn BT %	Kdr Sn Trk%
Trials	---	---	---	---
Mean	4360.78	2093.53	71.47	32.73
Median	4360.78	2093.53	71.47	32.73
Mode	4360.78	2093.53	71.47	32.73
Standard Deviation	2280.24	588.95	0.56	4.68
Variance	5199495.38	346859.77	0.32	21.89
Skewness	0.00	0.00	0.00	0.00
Kurtosis	3.00	3.00	3.00	3.00
Coeff. of Variability	0.5229	0.2813	0.0079	0.1430
Minimum	-Infinity	-Infinity	-Infinity	-Infinity
Maximum	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity
Range Width	---	---	---	---
Mean Std. Error	---	---	---	---
Percentile				
0%	-Infinity	-Infinity	-Infinity	-Infinity
10%	1438.53	1338.76	70.75	26.73
20%	2441.68	1597.85	70.99	28.79
30%	3165.02	1784.68	71.17	30.27
40%	3783.08	1944.32	71.32	31.54
50%	4360.78	2093.53	71.47	32.73
60%	4938.47	2242.73	71.61	33.91
70%	5556.54	2402.37	71.76	35.18
80%	6279.88	2589.2	71.94	36.67
90%	7283.02	2848.29	72.19	38.72
100%	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity



**Gambar 3.2.** Distribusi Probabilitas Data Penerimaan Material Menggunakan Tool Batch Fit “Normal Distribution”

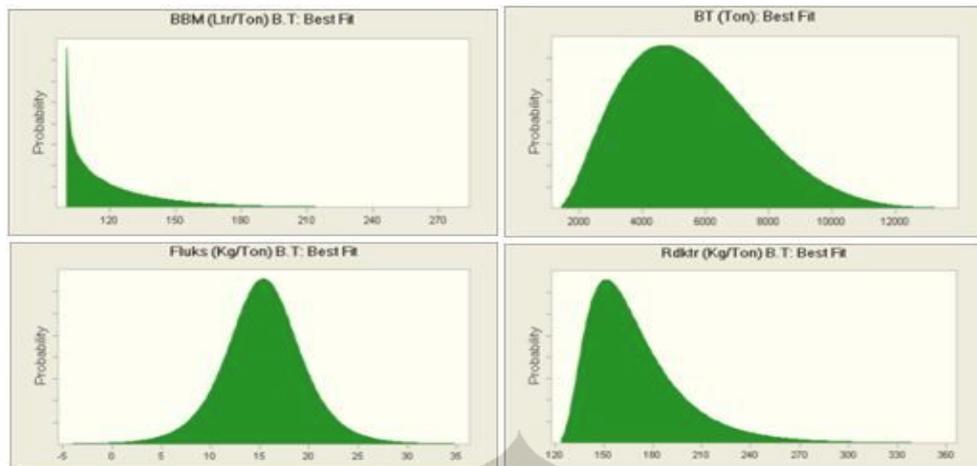
### 3.2.2.2. Probabilitas Data Peleburan Bijih Timah dan Terak Menggunakan Crystal Ball (Tool Bacth Fit)

Data-data peleburan bijih timah dan terak merupakan data yang terdiri dari data penggunaan bijih timah dan terak sebagai raw material yang dilebur

dan penggunaan bahan pembantu peleburan seperti BBM, reduktor dan fluks. Pengolahan data dengan tool *batch fit* dalam *crystal ball* ini bertujuan untuk mengetahui probabilitas data selama 3 tahun. *Sebagai catatan:* pada data peleburan terak untuk periode waktu 16 dan 17 tidak terjadi peleburan sehingga tidak ada penggunaan terak dan bahan-bahan pembantu.

**Tabel 3.11.** Data Statistik dan Percentile Peleburan Bijih Timah Menggunakan Tool Batch Fit “Auto”

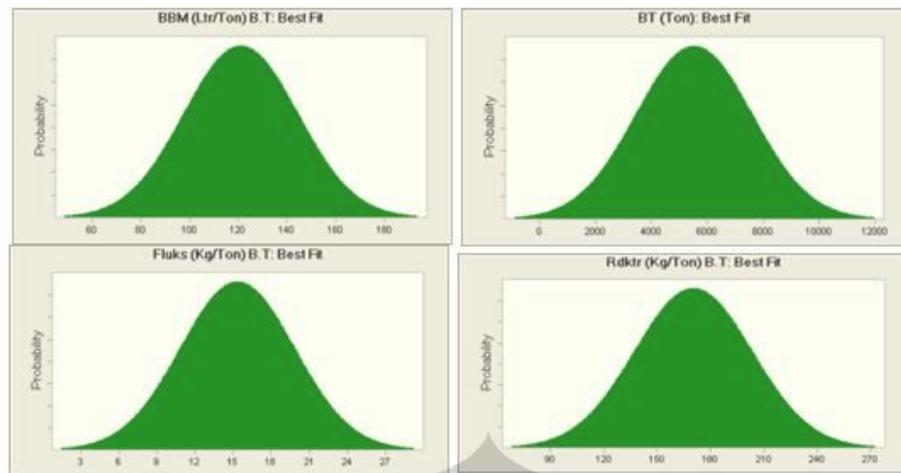
Data Series:	BBM (Ltr/Ton) B.T	Rdktr (Kg/Ton) B.T	Fluks (Kg/Ton) B.T	BT (Ton)
Distribution:	121.06	170.21	15.34	5522.68
Best Fit:	Beta	Lognormal	Student's t	Beta
Chi-Square:	2.1111	2.8889	7.9444	3.6667
P-Value:	0.348	0.409	0.047	0.160
Minimum	100.1			1306.41
Maximum	402.52			16364.92
Alpha	0.698837871			2.759607141
Beta	9.38162015			7.096399717
Midpoint			15.34	
Scale			3.58	
Deg. Freedom			5.426767108	
Location		115.37		
<b>Statistik</b>				
Trials	---	---	---	---
Mean	121.06	170.21	15.34	5522.68
Median	113.12	163.06	15.34	5291.65
Mode	100.1	151.43	15.34	4679.25
Standard Deviation	23.08	31.14	4.5	2052.05
Variance	532.56	970.	20.26	4210922.71
Skewness	1.87	1.89	0.00	0.5447
Kurtosis	7.38	9.93	7.21	2.94
Coeff. of Variability	0.1906	0.1830	0.2934	0.3716
Minimum	100.1	115.37	-Infinity	1306.41
Maximum	402.52	Infinity	Infinity	16364.92
Range Width	302.42	---	---	15058.51
Mean Std. Error	---	---	---	---
<b>Percentile</b>				
0%	100.1	115.37	-Infinity	1306.41
10%	101.18	139.59	10.13	3017.46
20%	103.09	145.93	12.08	3677.32
30%	105.68	151.51	13.35	4234.36
40%	108.97	157.08	14.39	4760.99
50%	113.12	163.06	15.34	5291.65
60%	118.42	169.89	16.3	5854.96
70%	125.45	178.29	17.33	6487.79
80%	135.47	189.78	18.61	7258.34
90%	152.43	209.27	20.56	8357.21
100%	402.52	Infinity	Infinity	16364.92



**Gambar 3.3.** Distribusi Probabilitas Data Peleburan Bijih Timah Menggunakan Tool Batch Fit “Auto”

**Tabel 3.12.** Data Statistik dan Percentile Peleburan Bijih Timah Menggunakan Tool Batch Fit “Normal Distribution”

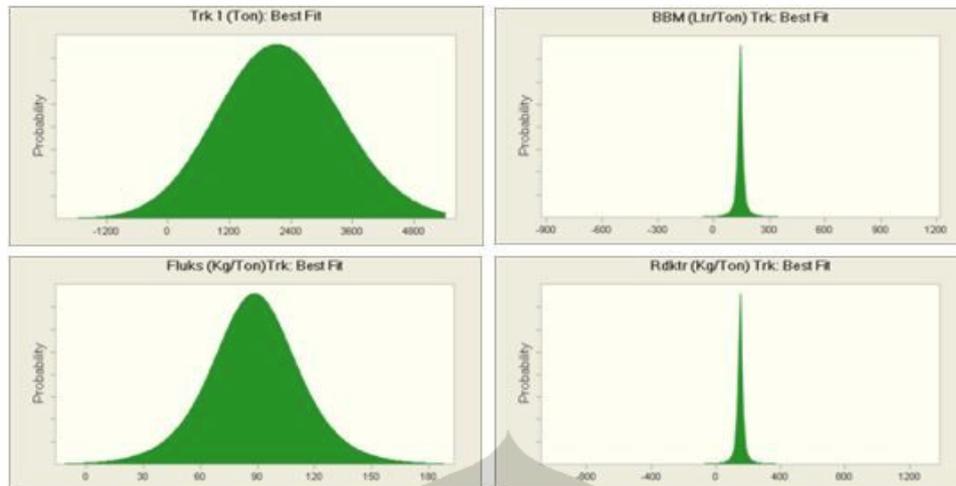
Data Series:	BT (Ton)	BBM (Ltr/Ton) B.T	Rdktr (Kg/Ton) B.T	Fluks (Kg/Ton) B.T
Distribution:	5522.68	121.06	170.24	15.34
Best Fit:	Normal	Normal	Normal	Normal
Chi-Square:	6.7778	13.0000	10.2778	11.4444
P-Value:	0.148	0.011	0.036	0.022
Statistik				
Trials	---	---	---	---
Mean	5522.68	121.06	170.24	15.34
Median	5522.68	121.06	170.24	15.34
Mode	5522.68	121.06	170.24	15.34
Standard Deviation	2081.16	23.4	33.1	4.5
Variance	4331234.79	547.77	1095.4	20.26
Skewness	0.00	0.00	0.00	0.00
Kurtosis	3.00	3.00	3.00	3.00
Coeff. of Variability	0.3768	0.1933	0.1944	0.2934
Minimum	-Infinity	-Infinity	-Infinity	-Infinity
Maximum	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity
Range Width	---	---	---	---
Mean Std. Error	---	---	---	---
Percentile				
0%	-Infinity	-Infinity	-Infinity	-Infinity
10%	2855.56	91.07	127.83	9.57
20%	3771.13	101.37	142.39	11.56
30%	4431.31	108.79	152.89	12.98
40%	4995.42	115.13	161.86	14.2
50%	5522.68	121.06	170.24	15.34
60%	6049.93	126.99	178.63	16.48
70%	6614.04	133.34	187.6	17.7
80%	7274.23	140.76	198.1	19.13
90%	8189.79	151.06	212.66	21.11
100%	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity



**Gambar 3.4.** Distribusi Probabilitas Data Peleburan Bijih Timah Menggunakan Tool Batch Fit “Normal Distribution”

**Tabel 3.13.** Data Statistik dan Percentile Peleburan Terak Menggunakan Tool Batch Fit “Auto”

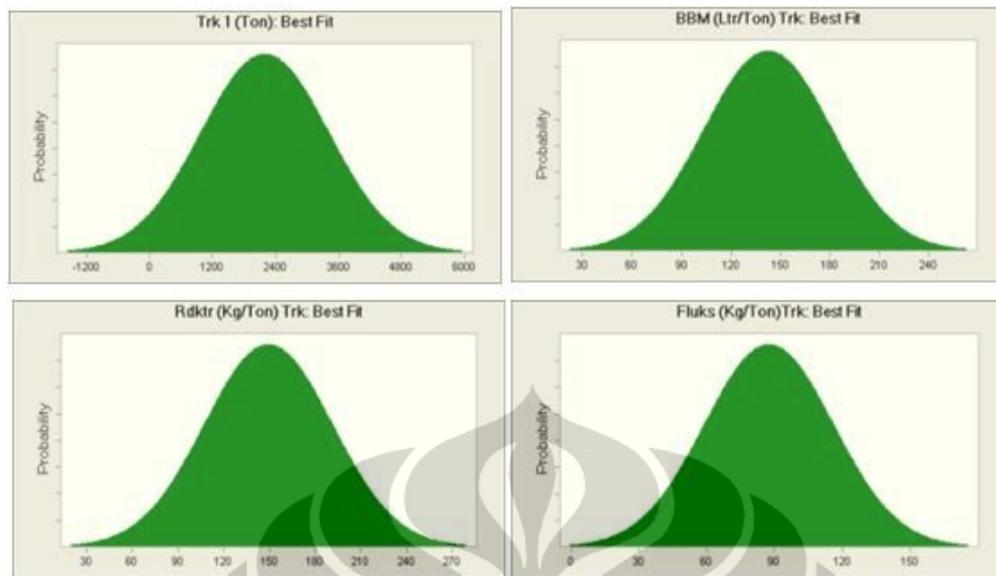
Data Series:	Trk 1 (Ton)	BBM (Ltr/Ton) Trk	Rdktr (Kg/Ton) Trk	Fluks (Kg/Ton)Trk
Distribution:	2190.3	142.32	149.33	88.24
Best Fit:	Gamma	Student's t	Student's t	Logistic
Chi-Square:	4.4444	4.8333	3.6667	7.1667
P-Value:	0.217	0.184	0.300	0.127
Midpoint		142.32	149.33	
Scale		10.2	11.73	
Deg. Freedom		1.001	1.056674106	
Location	-19699.35			
Scale	65.95			
Shape	331.890735			
Statistic				
Trials	---	---	---	---
Mean	2190.3	142.32	149.33	88.24
Median	2168.32	142.32	149.33	88.24
Mode	2124.35	142.32	149.33	88.24
Standard Deviation	1201.55	---	---	26.18
Variance	1443718.23	---	---	685.49
Skewness	0.1098	---	---	0.00
Kurtosis	3.02	---	---	4.20
Coeff. of Variability	0.5486	---	---	0.2967
Minimum	-19699.35	-Infinity	-Infinity	-Infinity
Maximum	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity
Range Width	---	---	---	---
Mean Std. Error	---	---	---	---
Percentile				
0%	-19699.35	-Infinity	-Infinity	-Infinity
10%	665.27	110.97	115.22	56.53
20%	1173.18	128.29	133.64	68.23
30%	1544.63	134.91	140.95	76.01
40%	1865.5	139.01	145.56	82.39
50%	2168.32	142.32	149.33	88.24
60%	2473.97	145.63	153.09	94.09
70%	2804.11	149.72	157.71	100.47
80%	3194.61	156.34	165.01	108.25
90%	3743.58	173.66	183.44	119.96
100%	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity



**Gambar 3.5.** Distribusi Probabilitas Data Peleburan Terak Menggunakan Tool Batch Fit “Auto”

**Tabel 3.14.** Data Statistik dan Percentile Peleburan Terak Menggunakan Tool Batch Fit “Normal Distribution”

Data Series:	Trk 1 (Ton)	BBM (Ltr/Ton) Trk	Rdktr (Kg/Ton) Trk	Fluks (Kg/Ton)Trk
Distribution:	2190.3	142.32	149.33	87.49
Best Fit:	Normal	Normal	Normal	Normal
Chi-Square:	5.6111	18.8333	24.2778	11.8333
P-Value:	0.230	0.001	0.000	0.019
Statistic				
Trials	---	---	---	---
Mean	2190.3	142.32	149.33	87.49
Median	2190.3	142.32	149.33	87.49
Mode	2190.3	142.32	149.33	87.49
Standard Deviation	1217.8	38.94	41.94	28.49
Variance	1483031.53	1516.2	1758.73	811.61
Skewness	0.00	0.00	0.00	0.00
Kurtosis	3.00	3.00	3.00	3.00
Coeff. of Variability	0.5560	0.2736	0.2808	0.3256
Minimum	-Infinity	-Infinity	-Infinity	-Infinity
Maximum	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity
Range Width	---	---	---	---
Mean Std. Error	---	---	---	---
Percentile				
0%	-Infinity	-Infinity	-Infinity	-Infinity
10%	629.63	92.42	95.58	50.98
20%	1165.38	109.55	114.03	63.51
30%	1551.69	121.9	127.34	72.55
40%	1881.78	132.45	138.7	80.27
50%	2190.3	142.32	149.33	87.49
60%	2498.83	152.18	159.95	94.71
70%	2828.92	162.74	171.32	102.43
80%	3215.23	175.09	184.62	111.47
90%	3750.97	192.22	203.07	124.
100%	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity



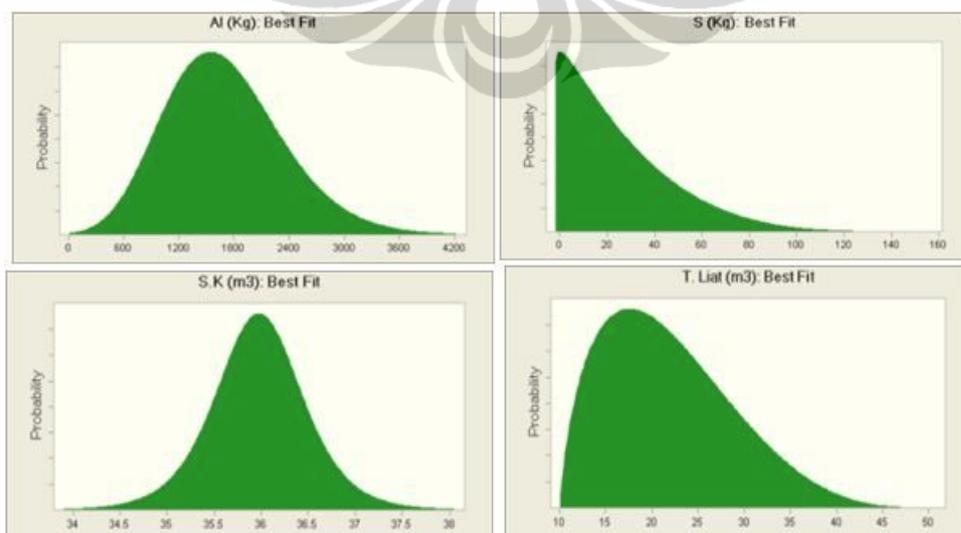
**Gambar 3.6.** Distribusi Probabilitas Data Peleburan Terak Menggunakan Tool Batch Fit “Normal Distribution”

### 3.2.2.3. Probabilitas Data Pada Pemurnian Menggunakan Crystal Ball (Tool Bacth Fit)

Data-data pemurnian logam merupakan data yang terdiri dari data penggunaan bahan-bahan pembantu dalam proses pemurnian. Bahan-bahan tersebut adalah tanah liat, serbuk kayu, Al scrap, dan sulfur. Penggunaan bahan-bahan pembantu tersebut bertujuan untuk memperoleh logam timah dengan kadar Sn > 90%. Pemurnian ini memegang peran yang sangat penting sebagai proses akhir dari produksi logam, kualitas dari logam cair benar-benar diperhatikan agar produk akhir berupa balok timah memenuhi kualifikasi. Tidak jauh berbeda dengan proses-proses sebelumnya, penggunaan bahan-bahan pembantu tersebut bersifat random, hanya pada penggunaan serbuk kayu yang cenderung stabil. Penggunaan sulfur hanya pada keadaan tertentu sehingga banyak data yang menunjukkan penggunaan sulfur tersebut adalah nol, namun seiring makin meningkatnya pemanfaatan terak maka kecenderungan untuk menggunakan sulfur akan semakin tinggi. Perhitungan probabilitas pada proses pemurnian ini sama dengan perhitungan pada proses-proses sebelumnya.

Tabel 3.15. Data Statistik dan Percentile Pemurnian Logam Menggunakan Tool Batch Fit “Auto”

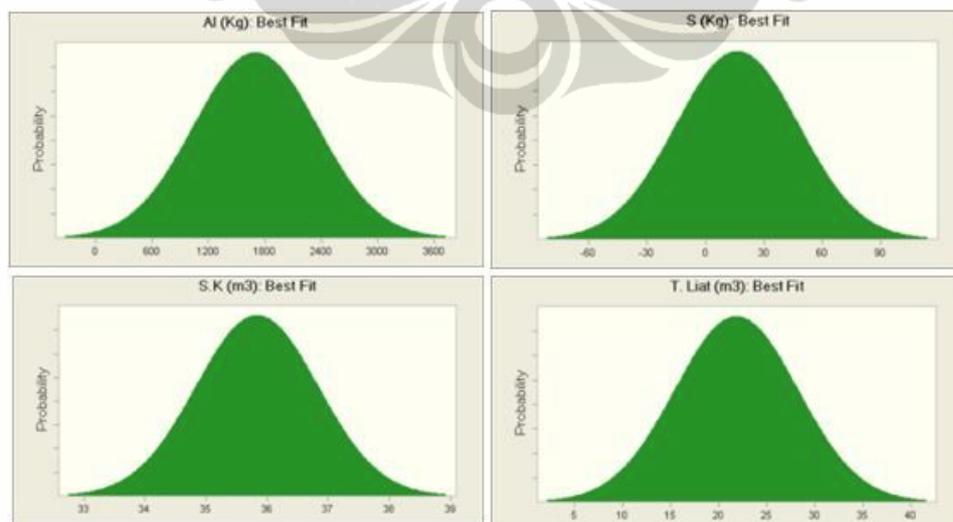
Data Series:	S.K (m3)	T. Liat (m3)	Al (Kg)	S (Kg)
Distribution:	35.97	21.83	1698.08	25.87
Best Fit:	Logistic	BetaPERT	Lognormal	BetaPERT
Chi-Square:	202.3889	4.4444	4.0556	73.6667
P-Value:	0.000	0.217	0.256	0.000
Likeliest		17.57		0.
Scale	0.3			
<b>Statistics:</b>				
Trials	---	---	---	---
Mean	35.97	21.83	1698.08	25.87
Median	35.97	20.84	1645.93	20.06
Mode	35.97	17.57	1543.65	0.
Standard Deviation	0.55	6.97	654.62	22.78
Variance	0.3	48.63	428523.79	519.1
Skewness	0.00	0.6120	0.4917	1.14
Kurtosis	4.20	2.83	3.43	4.05
Coeff. of Variability	0.0152	0.3194	0.3855	0.8808
Minimum	-Infinity	10.04	-2330.87	-1.84
Maximum	Infinity	50.7	Infinity	157.04
Range Width	---	40.66	---	158.87
Mean Std. Error	---	---	---	---
<b>Percentiles:</b>				
0%	-Infinity	10.04	-2330.87	-1.84
10%	35.31	13.44	902.77	1.94
20%	35.56	15.42	1140.76	5.84
30%	35.72	17.22	1323.15	10.07
40%	35.85	19.	1486.58	14.75
50%	35.97	20.84	1645.93	20.06
60%	36.1	22.83	1811.94	26.25
70%	36.23	25.1	1997.22	33.79
80%	36.39	27.85	2224.62	43.63
90%	36.63	31.73	2559.89	58.61
100%	Infinity	50.7	Infinity	157.04



Gambar 3.7. Distribusi Probabilitas Data Pemurnian Logam Menggunakan Tool Batch Fit “Auto”

**Tabel 3.16.** Data Statistik dan Percentile Pemurnian Menggunakan Tool Batch Fit “Normal Distribution”

Data Series:	S.K (m3)	T. Liat (m3)	AI (Kg)	S (Kg)
Distribution:	35.83	21.83	1696.64	16.31
Best Fit:	Normal	Normal	Normal	Normal
Chi-Square:	202.3889	7.5556	8.7222	101.2778
P-Value:	0.000	0.109	0.068	0.000
Statistics:				
Trials	---	---	---	---
Mean	35.83	21.83	1696.64	16.31
Median	35.83	21.83	1696.64	16.31
Mode	35.83	21.83	1696.64	16.31
Standard Deviation	1.	6.39	654.08	31.61
Variance	1.	40.77	427826.24	999.08
Skewness	0.00	0.00	0.00	0.00
Kurtosis	3.00	3.00	3.00	3.00
Coeff. of Variability	0.0279	0.2925	0.3855	1.94
Minimum	-Infinity	-Infinity	-Infinity	-Infinity
Maximum	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity
Range Width	---	---	---	---
Mean Std. Error	---	---	---	---
Percentiles:				
0%	-Infinity	-Infinity	-Infinity	-Infinity
10%	34.55	13.65	858.4	-24.2
20%	34.99	16.46	1146.15	-10.3
30%	35.31	18.48	1353.64	-0.27
40%	35.58	20.22	1530.93	8.3
50%	35.83	21.83	1696.64	16.31
60%	36.09	23.45	1862.35	24.31
70%	36.36	25.18	2039.64	32.88
80%	36.67	27.21	2247.13	42.91
90%	37.11	30.02	2534.88	56.81
100%	Infinity	Infinity	Infinity	Infinity



**Gambar 3.8.** Distribusi Probabilitas Data Pemurnian Menggunakan Tool Batch Fit “Normal Distribution”

### 3.2.3. Pengolahan Data Multiple Regression Crystal Ball (Tool CB Predictor)

Sebelum menjalankan program *CB Predictor* pada *Crystall Ball* langkah awal yang harus dilakukan adalah menentukan variabel-variabel dependen dan independen. Variabel-variabel yang akan digunakan adalah variabel-variabel yang telah ditentukan pada Bab 2. Identifikasi resiko pada setiap proses memberikan variabel-variabel yang paling mempengaruhi proses produksi logam timah. Dengan menggunakan metode *Multiple Regression* maka dapat ditentukan coefficient matematis yang dapat dijadikan sebagai model.

Variabel dependen disebut sebagai variabel tak bebas (*dependent variable*) sebut saja Y. Selanjutnya variabel Y akan dipengaruhi oleh X atau Y bergantung terhadap X. Dalam penelitian ini variabel Y adalah produksi logam timah yang dipengaruhi oleh variabel-variabel resiko pada proses produksi berupa variabel-variabel bebas seperti jumlah penggunaan raw material, kadar Sn, dan lain-lain. Dalam masalah ini maka produksi logam timah merupakan variabel dependen yang dipengaruhi oleh variabel-variabel dari penggunaan material.

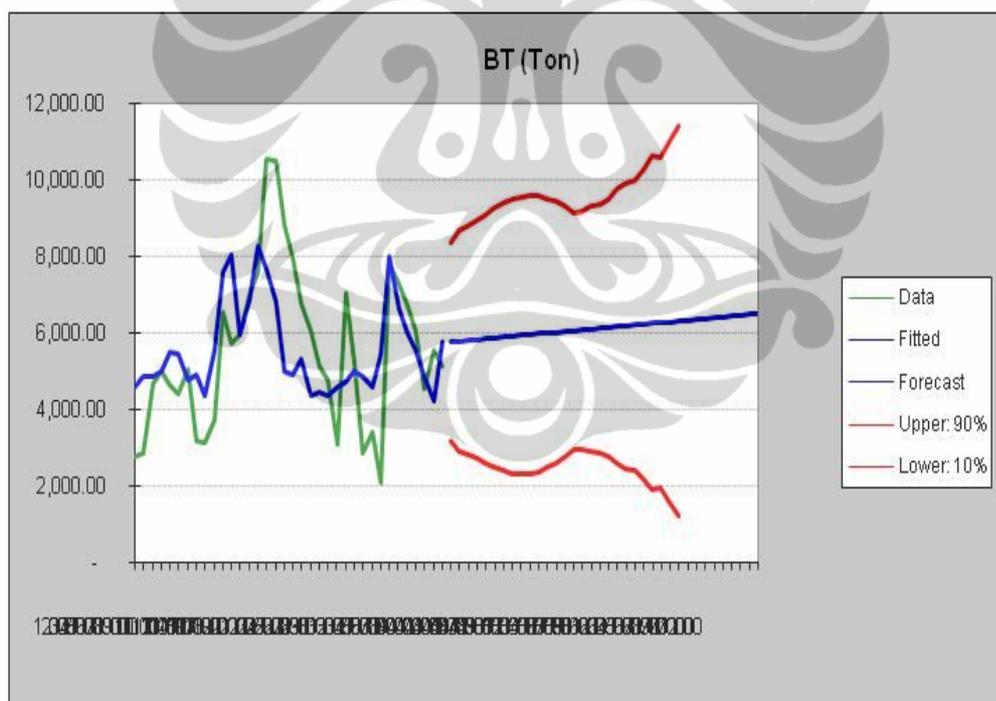
Variabel independen merupakan variabel bebas yang mempunyai besaran tertentu. Dengan *CB predictor* variabel-variabel ini akan di hitung koefisien korelasi. Kesesuaian linier akan dilihat dari nilai koefisiennya semakin dekat nilai ke 1 maka dapat dikatakan kesesuaian linier baik. Untuk mengkorelasikan dependen variabel dengan independen variabel maka dibutuhkan data-data produksi logam timah.

Penentuan metode analisa sangat penting dalam *multiple regression* yang menggunakan *CB Predictor* untuk itu *CB predictor* menyediakan beberapa metode yang digunakan dalam mengolah data. Yang terpenting dalam analisa tersebut adalah menentukan hipotesa atau criteria yang dapat memberikan gambaran mengenai hasil dari penelitian.

Dari hasil pengolahan data dengan menggunakan metode *multiple regression* dapat dilihat hasilnya dalam bentuk tabel. Program akan menentukan *method of error*, *method of statistic*, *method of parameter*, dan *coefisien* selanjutnya program akan menyusun hasil pengolahan data mulai dari dependen variabel kemudian independen variabelnya. Dari hasil pengolahan data dengan *CB predictor* maka akan didapat hasil-hasil sebagai berikut.

### 3.2.3.1. Hasil Pengolahan Data Untuk Hubungan Antara Produksi Tambang dengan Penggunaan Bijih Timah

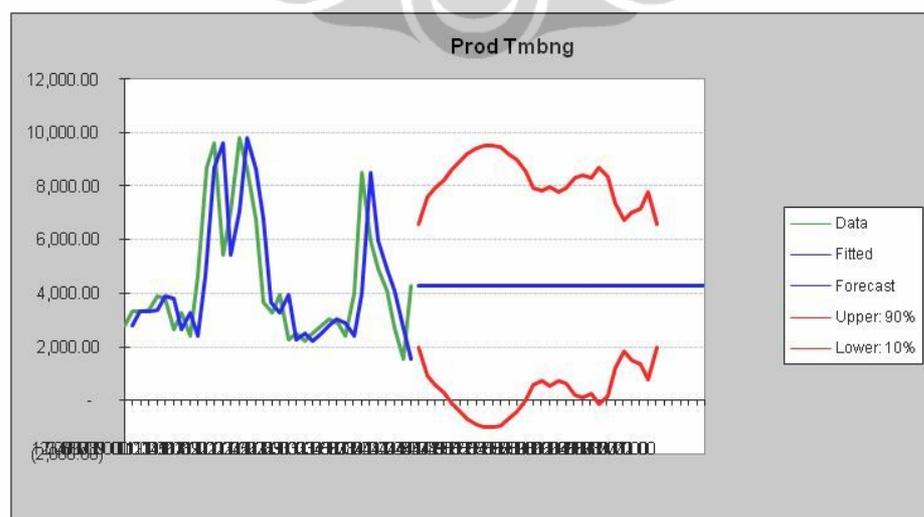
Penerimaan bijih timah yang berasal dari produksi tambang akan sangat mempengaruhi penggunaan bijih timah pada proses peleburan serta mempengaruhi jumlah produksi logam timah dengan menggunakan multiple regression maka akan dilihat hubungannya. Produksi tambang dan kadar Sn merupakan *indenpenden variabel* yang akan mempengaruhi *variabel dependen* penggunaan bijih timah. Untuk pengolahan data ini maka metode perhitungan untuk peramalan terbaik dengan menggunakan perhitungan MAD (*Mean Absolute Devisition*) dengan jumlah data sebanyak 36 seasonality dan forecast selam 36 periode. Untuk jumlah variabel ada 3 yang terdiri dari 2 independen dan 1 dependen. Dari hasil pengolahan data dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini.



**Gambar 3.9.** Grafik Hasil Ramalan Untuk Dependen Variabel Penggunaan B.T

Tabel 3.17. Statistik Untuk Dependen Variabel Penggunaan B.T

Tabel Dependen Variabel Penggunaan Biji Timah			
Method: Multiple Linear Regression			
Statistics:		Series Statistics:	
R-squared: 0.321		Mean: 5,522.68	
Adjusted R-squared: 0.2800		Std. Dev.: 2,081.16	
SSE: 1.02E+8		Minimum: 2,067.07	
F Statistic: 7.8057		Maximum: 10,520.22	
F Probability: 0.001676		Ljung-Box: 49.1880	
Durbin-Watson: 0.848			
No. of Values: 36			
Independent variables: 2 included out of 2 selected			
Autocorrelations:			
Lag	Correlation	Probability	
1	0.6470	0.0000	
2	0.4015	0.0152	
10	-0.3630	0.0295	
11	-0.3450	0.0394	
9	-0.3127	0.0633	
8	-0.2732	0.1070	
3	0.2045	0.2315	
7	-0.1604	0.3501	
5	0.1275	0.4588	
4	0.0960	0.5775	
6	-0.0720	0.6764	
Variable	Coefficient	t Statistic	Probability
Constant	23160	0.5852	0.5624
Prod Tmbng	0.5342	3.8846	4.66E-04
Kdr Sn BT %	-279.38	-0.5022	0.6188



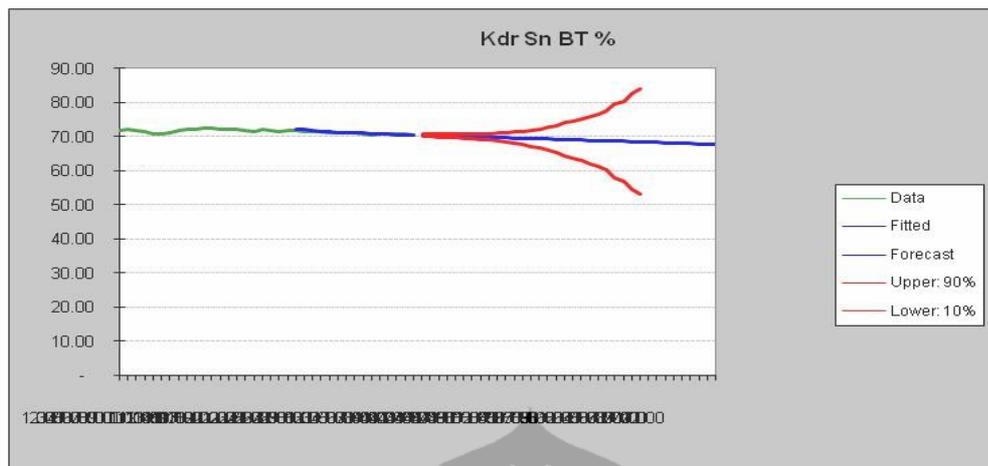
Gambar 3.10. Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Produksi Tambang

**Tabel 3.18.** Statistik Untuk Independen Variabel Produksi Tambang

<b>Independen Variabel Produksi Tambang</b>				
<b>Method: Single Moving Average</b>				
Parameters:				
Periods: 1				
Error: 1324.5				
<b>Series Statistics:</b>				
Mean:	4,360.78			
Std. Dev.:	2,280.24			
Minimum:	1,546.80			
Maximum:	9,797.63			
Ljung-Box:	56.5237			
<b>Autocorrelations:</b>				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.6812	0.0000		
9	-0.3733	0.0249		
8	-0.3665	0.0279		
10	-0.3427	0.0408		
2	0.3354	0.0456		
11	-0.3231	0.0546		
7	-0.3148	0.0615		
3	0.2121	0.2142		
6	-0.1606	0.3494		
4	0.1184	0.4917		
5	-0.0254	0.8829		
<b>Method Errors:</b>				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Single Moving Average	1800.8	1324.5	29.78%
2nd:	Single Exponential Smoothing	1800.9	1324.6	29.79%
3rd:	Double Exponential Smoothing	1825.6	1347.9	30.19%
<b>Method Statistics:</b>				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Single Moving Average	1.835	1	
2nd:	Single Exponential Smoothing	1.834	1	
3rd:	Double Exponential Smoothing	1.836	1	
<b>Method Parameters:</b>				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Single Moving Average	Periods	1	
2nd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.999	
3rd:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.999	
		Beta	0.001	

**Tabel 3.19.** Statistik Untuk Independen Variabel Kadar Sn Dalam B.T

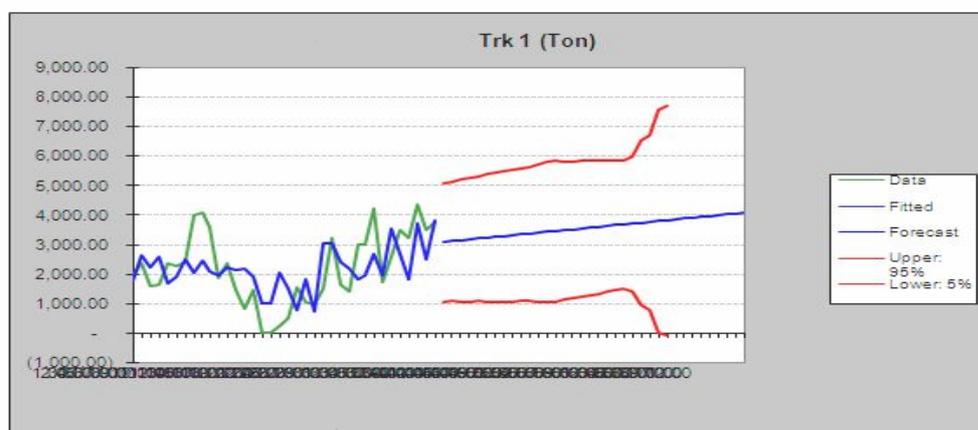
Independen Variabel Kadar Sn				
<b>Method: Double Moving Average</b>				
Parameters:				
Periods: 11				
Error: 0.2208				
<b>Series Statistics:</b>				
Mean:	71.47			
Std. Dev.:	0.56			
Minimum:	70.45			
Maximum:	72.49			
Ljung-Box:	52.9145			
<b>Autocorrelations:</b>				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.7971	0.0000		
2	0.5781	0.0002		
3	0.3974	0.0164		
4	0.2635	0.1205		
5	0.1926	0.2604		
6	0.1728	0.3136		
7	0.1409	0.4123		
8	0.1009	0.5581		
9	0.0858	0.6188		
10	0.0742	0.6670		
11	-0.0207	0.9045		
<b>Method Errors:</b>				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Double Moving Average	0.2616	0.2208	0.31%
2nd:	Single Moving Average	0.3062	0.2457	0.34%
3rd:	Single Exponential Smoothing	0.3062	0.2457	0.34%
<b>Method Statistics:</b>				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Double Moving Average		0.826	1.041
2nd:	Single Moving Average		1.632	1
3rd:	Single Exponential Smoothing		1.631	1
<b>Method Parameters:</b>				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Double Moving Average	Periods	11	
2nd:	Single Moving Average	Periods	1	
3rd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.999	



**Gambar 3.11.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Kadar Sn Dalam B.T

### 3.2.3.2. Hasil Pengolahan Data Untuk Hubungan Antara Produksi Terak dengan Penggunaan Terak

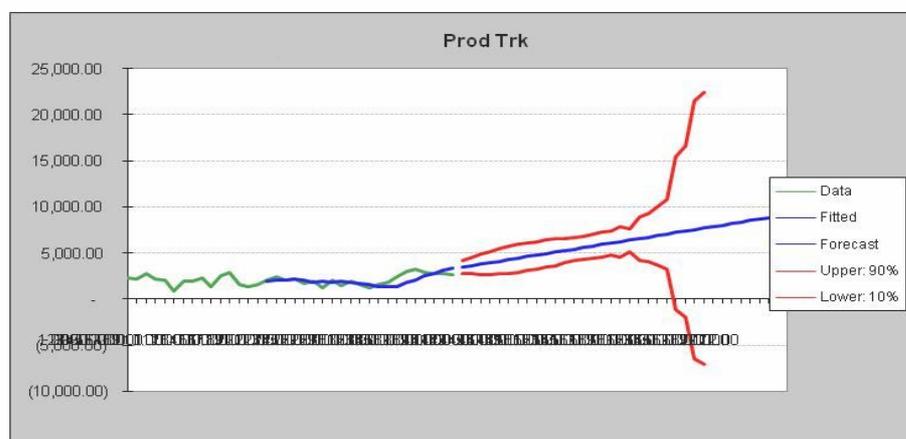
Penerimaan terak sebagai hasil peleburan memberikan pengaruh terhadap penggunaan terak sebagai bahan peleburan. Penentuan penerimaan terak dan kadar Sn didalamnya sebagai *independen variabel* yang akan memberikan pengaruh terhadap *variabel dependen* yaitu penggunaan terak sebagai bahan baku peleburan. Multiple regression akan menghubungkan kedua variabel tersebut dengan menggunakan data-data historical. Untuk pengolahan data ini maka metode perhitungan untuk permalan terbaik dengan menggunakan perhitungan MAD (*Mean Absolute Deviation*) dengan jumlah data sebanyak 36 seasonality dan forecast selam 36 periode. Untuk jumlah variabel ada 3 yang terdiri dari 2 independen dan 1 dependen



**Gambar 3.12.** Grafik Ramalan Untuk Dependen Variabel Penggunaan Terak

Tabel 3.20. Statistik Untuk Dependen Variabel Penggunaan Terak

Tabel Dependen Variabel Penggunaan Terak			
Method: Multiple Linear Regression			
Statistics:		Series Statistics:	
R-squared: 0.349		Mean:	2,190.30
Adjusted R-squared: 0.3098		Std. Dev.:	1,217.80
SSE: 3.37E+7		Minimum:	-
F Statistic: 8.8557		Maximum:	4,342.05
F Probability: 8.34E-4		Ljung-Box:	53.8892
Durbin-Watson: 1.172			
No. of Values: 36			
Independent variables: 2 included out of 2 selected			
Autocorrelations:			
Lag	Correlation	Probability	
1	0.6653	0.0000	
2	0.5232	0.0011	
3	0.4018	0.0151	
11	-0.2995	0.0760	
4	0.2844	0.0928	
10	-0.2805	0.0976	
9	-0.2231	0.1909	
5	0.2078	0.2239	
8	-0.1854	0.2789	
7	-0.0634	0.7135	
6	-0.0424	0.8058	
Regression Variables:			
Variable	Coefficient	t Statistic	Probability
Constant	6660.3	4.3707	1.16E-04
Prod Trk	0.1675	0.5592	0.5798
Kdr Sn Trk%	-147.29	-3.9074	4.37E-04



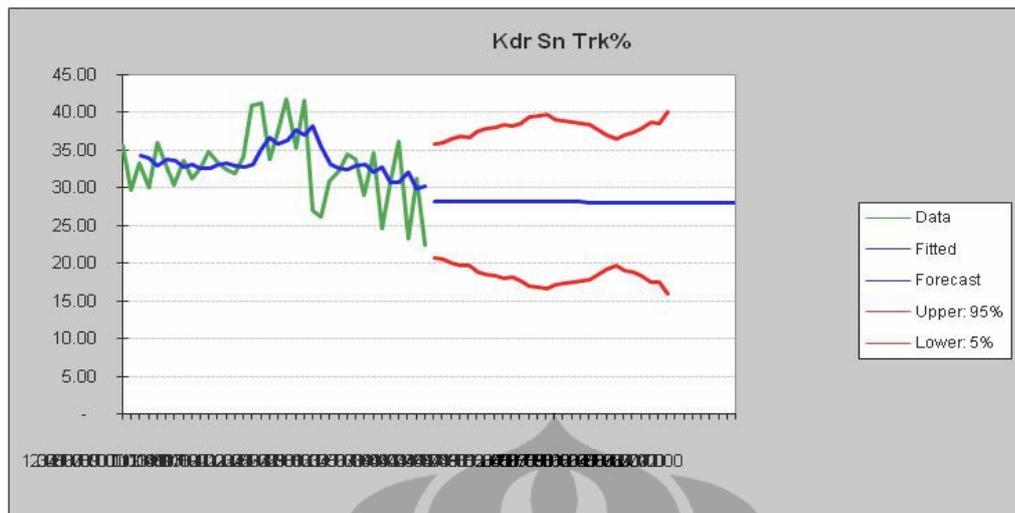
Gambar 3.13. Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Produksi Terak

**Tabel 3.21.** Statistik Untuk Independen Variabel Produksi Terak

<b>Tabel Independen Variabel Produksi Terak</b>				
<b>Method: Double Moving Average</b>				
Parameters:				
Periods: 8				
Error: 422.39				
<b>Series Statistics:</b>				
Mean:	2,093.53			
Std. Dev.:	588.95			
Minimum:	855.90			
Maximum:	3,271.47			
Ljung-Box:	22.6536			
<b>Autocorrelations:</b>				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.4911	0.0024		
2	0.3093	0.0664		
10	-0.2409	0.1569		
11	-0.2152	0.2074		
6	-0.1667	0.3313		
4	0.1336	0.4374		
7	-0.1145	0.5059		
9	-0.1053	0.5411		
5	-0.0776	0.6528		
3	0.0668	0.6985		
8	-0.0508	0.7684		
<b>Method Errors:</b>				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Double Moving Average	559.14	422.39	19.91%
2nd:	Single Exponential Smoothing	552.47	428.28	24.08%
3rd:	Single Moving Average	570.71	436.74	21.57%
<b>Method Statistics:</b>				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Double Moving Average	0.779	0.962	
2nd:	Single Exponential Smoothing	1.421	0.718	
3rd:	Single Moving Average	1.115	0.71	
<b>Method Parameters:</b>				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Double Moving Average	Periods	8	
2nd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.259	
3rd:	Single Moving Average	Periods	6	

**Tabel 3.22.** Statistik Untuk Independen Variabel Kadar Sn Dalam Terak

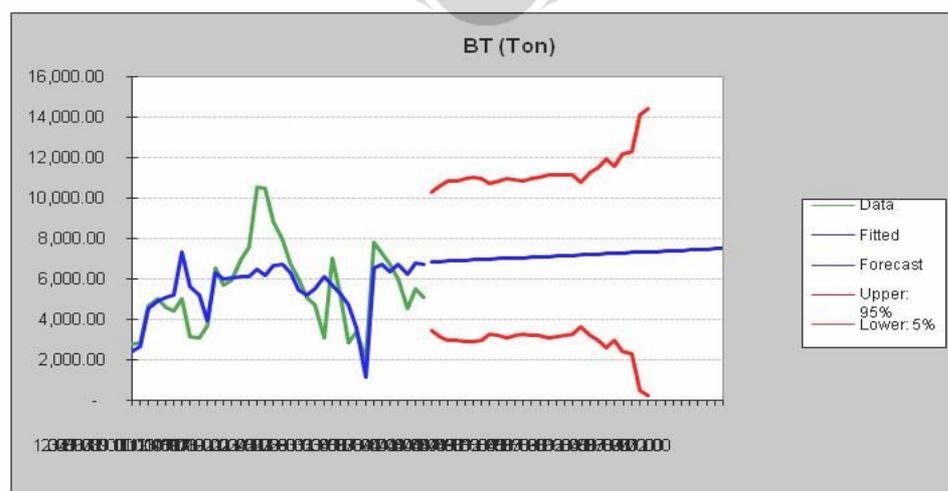
<b>Tabel Independen Variabel Kadar Sn Dalam Terak</b>				
<b>Method: Double Exponential Smoothing</b>				
Parameters:				
Alpha: 0.250				
Beta: 0.001				
Error: 3.3832				
<b>Series Statistics:</b>				
Mean: 32.73				
Std. Dev.: 4.68				
Minimum: 22.32				
Maximum: 41.70				
Ljung-Box: 11.6485				
<b>Autocorrelations:</b>				
Lag	Correlation	Probability		
5	0.3050	0.0705		
2	0.2614	0.1235		
1	0.1783	0.2983		
9	-0.1759	0.3048		
3	0.1345	0.4342		
11	0.1254	0.4663		
7	-0.0702	0.6840		
6	0.0358	0.8357		
10	0.0314	0.8558		
8	-0.0207	0.9048		
4	-0.0166	0.9235		
<b>Method Errors:</b>				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Double Exponential Smoothing	4.5356	3.3832	11.21%
2nd:	Single Exponential Smoothing	4.5841	3.4574	11.47%
3rd:	Single Moving Average	4.6148	3.4746	11.51%
<b>Method Statistics:</b>				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Double Exponential Smoothing	1.98	0.782	
2nd:	Single Exponential Smoothing	1.921	0.788	
3rd:	Single Moving Average	1.83	0.795	
<b>Method Parameters:</b>				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.25	
		Beta	0.001	
2nd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.251	
3rd:	Single Moving Average	Periods	5	



**Gambar 3.14.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Kadar Sn Terak

### 3.2.3.3. Hasil Pengolahan Data Untuk Hubungan Antara Penggunaan Bahan-bahan Pembantu dengan Peleburan Bijih Timah

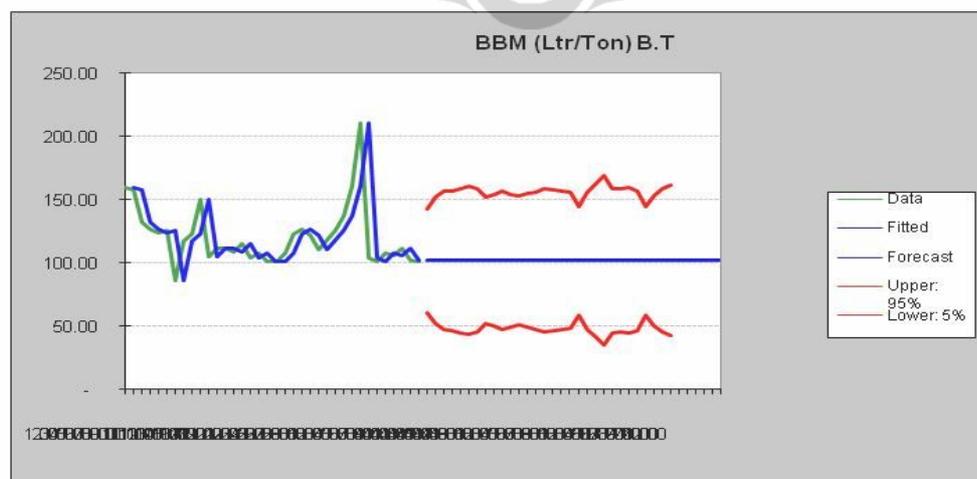
Penggunaan bahan-bahan pembantu seperti BBM, reduktor dan fluks selalu berbeda-beda untuk setiap peleburan bijih timah. Kebutuhan bahan pembantu mempunyai pengaruh tersendiri terhadap peleburan bijih timah sehingga untuk penggunaan pertonnya selalu berbeda-beda. *Variabel independen* untuk perhitungan ini adalah penggunaan bahan pembantu seperti BBM, reduktor dan fluks sedangkan penggunaan bijih timah sebagai raw material adalah *dependen variabel*.



**Gambar 3.15.** Grafik Ramalan Untuk Dependen Variabel Peleburan Bijih Timah

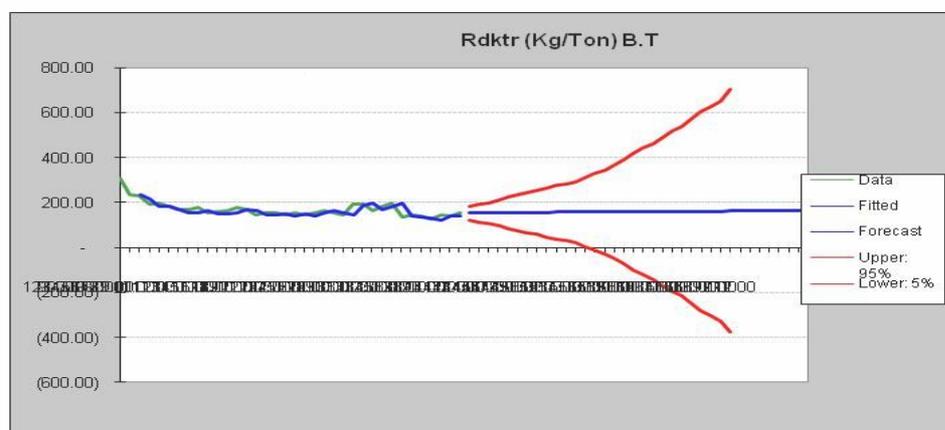
**Tabel 3.23.** Statistik Untuk Dependen Variabel Peleburan Bijih Timah

Dependen Variabel Peleburan Bijih Timah			
Method: Multiple Linear Regression			
Statistics:		Series Statistics:	
R-squared: 0.425		Mean:	5,522.68
Adjusted R-squared: 0.3711		Std. Dev.:	2,081.16
SSE: 8.71E+7		Minimum:	2,067.07
F Statistic: 7.8842		Maximum:	10,520.22
F Probability: 4.46E-4		Ljung-Box:	49.1880
Durbin-Watson: 0.673			
No. of Values: 36			
Independent variables: 3 included out of 3 selected			
Autocorrelations:			
Lag	Correlation	Probability	
1	0.6470	0.0000	
2	0.4015	0.0152	
10	-0.3630	0.0295	
11	-0.3450	0.0394	
9	-0.3127	0.0633	
8	-0.2732	0.1070	
3	0.2045	0.2315	
7	-0.1604	0.3501	
5	0.1275	0.4588	
4	0.0960	0.5775	
6	-0.0720	0.6764	
Regression Variables:			
Variable	Coefficient	t Statistic	Probability
Constant	12952	7.901	5.13E-09
BBM (Ltr/Ton) B.T	-51.499	-3.2657	0.002605
Rdktr (Kg/Ton) B.T	-1.9804	-0.1094	0.9135
Fluks (Kg/Ton) B.T	-55.857	-0.4941	0.6246

**Gambar 3.16.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Penggunaan BBM Pada Peleburan Bijih Timah

**Tabel 3.24.** Statistik Untuk Independen Variabel Penggunaan BBM Pada Peleburan Bijih Timah

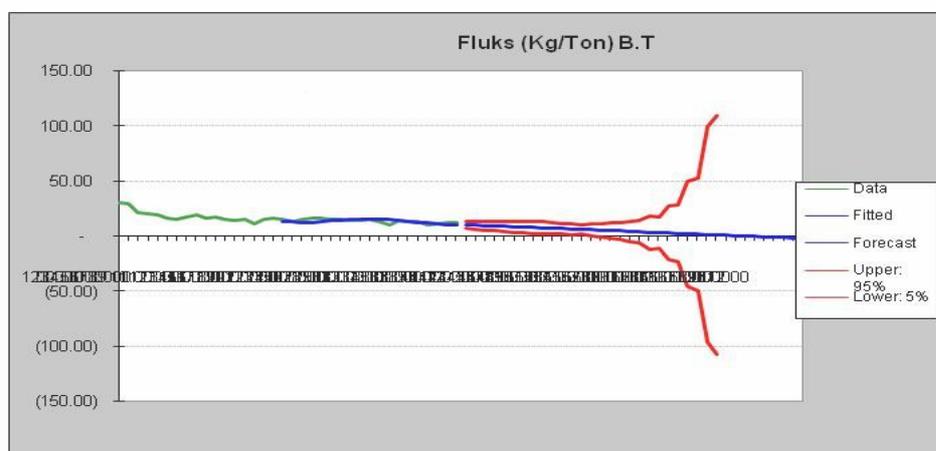
Independen Variabel Penggunaan BBM Peleburan Bijih Timah				
Method: Single Moving Average				
Parameters:		Series Statistics:		
Periods: 1		Mean:	121.06	
Error: 14.356		Std. Dev.:	23.40	
Series Statistics:		Minimum:	86.39	
		Maximum:	210.89	
		Ljung-Box:	11.0578	
Autocorrelations:				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.3840	0.0208		
10	-0.2019	0.2377		
9	-0.1176	0.4945		
6	-0.1121	0.5152		
11	-0.1088	0.5277		
5	-0.0897	0.6027		
2	0.0845	0.6240		
7	-0.0688	0.6902		
3	-0.0616	0.7212		
4	-0.0515	0.7654		
8	-0.0434	0.8013		
Method Errors:				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Single Moving Average	24.922	14.356	12.18%
2nd:	Single Exponential Smoothing	24.915	14.356	12.18%
3rd:	Double Exponential Smoothing	25.288	14.736	12.52%
Method Statistics:				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Single Moving Average	2.551	1	
2nd:	Single Exponential Smoothing	2.55	1	
3rd:	Double Exponential Smoothing	2.524	1	
Method Parameters:				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Single Moving Average	Periods	1	
2nd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.999	
3rd:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.999	
		Beta	0.001	



**Gambar 3.17.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Penggunaan Reduktor Pada Peleburan Bijih Timah

**Tabel 3.25.** Statistik Untuk Independen Variabel Penggunaan Reduktor Pada Peleburan Bijih Timah

Independen Variabel Penggunaan Reduktor Peleburan Bijih Timah				
Method: Double Exponential Smoothing				
Parameters:		Series Statistics:		
Alpha: 0.808		Mean:	170.24	
Beta: 0.192		Std. Dev.:	33.10	
Error: 13.671		Minimum:	127.41	
		Maximum:	303.87	
		Ljung-Box:	23.3373	
Autocorrelations:				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.5524	0.0005		
2	0.3985	0.0161		
3	0.2845	0.0927		
4	0.1672	0.3298		
9	-0.0591	0.7319		
7	-0.0525	0.7610		
6	-0.0375	0.8280		
10	-0.0371	0.8301		
8	-0.0210	0.9031		
11	-0.0093	0.9570		
5	0.0068	0.9686		
Method Errors:				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Double Exponential Smoothing	18.567	13.671	8.38%
2nd:	Double Moving Average	19.553	14.779	9.43%
3rd:	Single Exponential Smoothing	21.355	14.931	8.79%
Method Statistics:				
	Method	Durbin-Wats	Theil's U	
Best:	Double Exponential Smoothing		2.232	1.037
2nd:	Double Moving Average		1.381	1.139
3rd:	Single Exponential Smoothing		1.71	0.98
Method Parameters:				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.808	
		Beta	0.192	
2nd:	Double Moving Average	Periods	4	
3rd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.882	



**Gambar 3.18.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Penggunaan Fluks Pada Peleburan Bijih Timah

**Tabel 3.26.** Statistik Untuk Independen Variabel Penggunaan Fluks Pada Peleburan Bijih Timah

Independen Variabel Penggunaan Fluks Peleburan Bijih Timah				
Method: Double Moving Average				
Parameters:		Series Statistics:		
Periods: 9		Mean:	15.34	
Error: 1.3765		Std. Dev.:	4.50	
		Minimum:	9.40	
		Maximum:	30.62	
		Ljung-Box:	35.6033	
Autocorrelations:				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.6837	0.0000		
2	0.4023	0.0150		
3	0.3240	0.0539		
4	0.2361	0.1656		
7	0.1616	0.3463		
5	0.1399	0.4158		
8	0.1381	0.4217		
6	0.1203	0.4845		
9	0.0751	0.6631		
11	-0.0339	0.8442		
10	0.0306	0.8596		
Method Errors:				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Double Moving Average	1.8298	1.3765	11.11%
2nd:	Single Moving Average	2.0238	1.4528	11.43%
3rd:	Single Exponential Smoothing	2.4078	1.7028	12.06%
Method Statistics:				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Double Moving Average	1.101	0.965	
2nd:	Single Moving Average	1.069	0.962	
3rd:	Single Exponential Smoothing	2.171	1	
Method Parameters:				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Double Moving Average	Periods	9	
2nd:	Single Moving Average	Periods	7	
3rd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.999	

#### 3.2.3.4. Hasil Pengolahan Data Untuk Hubungan Antara Penggunaan Bahan-bahan Pembantu dengan Peleburan Terak

Bahan-bahan pembantu yang sama juga digunakan untuk peleburan terak, perhitungan dengan metode multiple regression tidak menggabungkan antara peleburan terak dan bijih timah karena peleburan dilaksanakan pada tanur yang terpisah namun dengan jenis tanur yang sama. *Variabel independen* untuk perhitungan ini adalah penggunaan BBM, reduktor dan fluks, sedangkan *dependen variabel* adalah penggunaan terak.

**Tabel 3.41.** Model Analisa Resiko Penggunaan Bahan-bahan Pembantu (BBM, Reduktor, dan Fluks) Yang Mempengaruhi Penggunaan Terak Dalam Proses Peleburan Dengan “Auto Distribution”

Penggunaan Bahan-Bahan Pembantu Peleburan Terak								
Bulan	Konstanta	BBM Trk	C. BBM Trk	Rdktr Trk	C. Rdktr Trk	Fluks Trk	C. Fluks Trk	Trk
1	1110.1	173.10	12.107	219.60	0.3597	129.43	(8.02)	2,246.41
2		148.80		153.65		125.78		1,957.80
3		167.49		149.10		97.52		2,409.20
4		167.32		139.59		104.77		2,345.49
5		166.11		140.21		80.01		2,529.71
6		148.94		139.81		95.06		2,200.97
7		132.62		139.54		89.59		2,047.18
8		118.66		141.27		87.70		1,893.90
9		145.47		143.79		63.78		2,411.36
10		147.74		153.20		79.05		2,319.68
11		138.59		153.91		75.60		2,236.88
12		131.84		157.70		77.58		2,140.62
<b>Rata-rata Penggunaan Terak</b>								<b>2,228.27</b>
<b>Jumlah Penggunaan Terak</b>								<b>26,739.22</b>

**Assumption: BBM Trk**  
Student's t distribution  
Midpoint = 173.10  
Scale = 17.31  
Deg. Freedom = 5

**Assumption: Rdktr Trk**  
Student's t distribution  
Midpoint = 219.60  
Scale = 21.96  
Deg. Freedom = 5

**Assumption: Fluks Trk**  
Logistic distribution  
Mean = 129.43  
Scale = 12.94

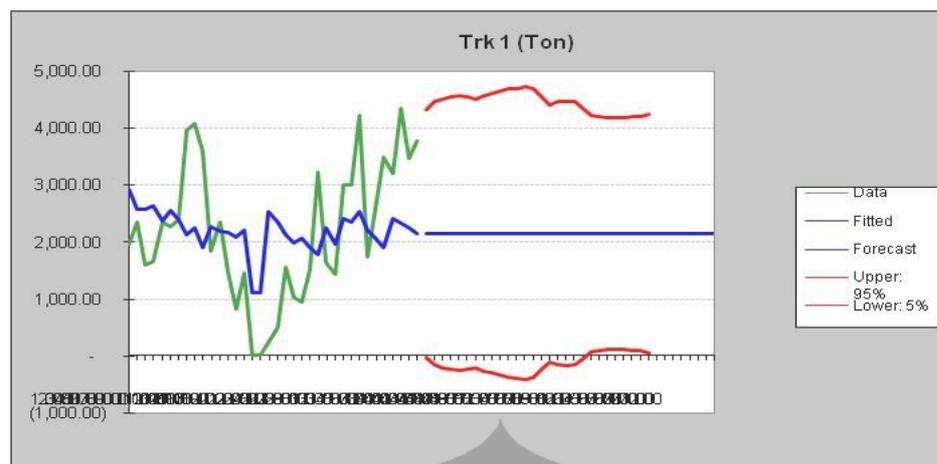
**Tabel 3.42.** Model Analisa Resiko Penggunaan Bahan-bahan Pembantu (BBM, Reduktor, dan Fluks) Yang Mempengaruhi Penggunaan Terak Dalam Proses Peleburan Dengan “Normal Distribution”

Penggunaan Bahan-Bahan Pembantu Peleburan Terak								
Bulan	Konstanta	BBM Trk	C. BBM Trk	Rdktr Trk	C. Rdktr Trk	Fluks Trk	C. Fluks Trk	Trk
1	1110.1	173.10	12.107	219.60	0.3597	129.43	(8.02)	2,246.41
2		148.80		153.65		125.78		1,957.80
3		167.49		149.10		97.52		2,409.20
4		167.32		139.59		104.77		2,345.49
5		166.11		140.21		80.01		2,529.71
6		148.94		139.81		95.06		2,200.97
7		132.62		139.54		89.59		2,047.18
8		118.66		141.27		87.70		1,893.90
9		145.47		143.79		63.78		2,411.36
10		147.74		153.20		79.05		2,319.68
11		138.59		153.91		75.60		2,236.88
12		131.84		157.70		77.58		2,140.62
<b>Rata-rata Penggunaan Terak</b>								<b>2,228.27</b>
<b>Jumlah Penggunaan Terak</b>								<b>26,739.22</b>

**Assumption: BBM Trk (N30)**  
Normal distribution  
Mean = 173.10  
Std. Dev. = 17.31

**Assumption: Rdktr Trk (P30)**  
Normal distribution  
Mean = 219.60  
Std. Dev. = 21.96

**Assumption: Fluks Trk (R30)**  
Normal distribution  
Mean = 129.43  
Std. Dev. = 12.94

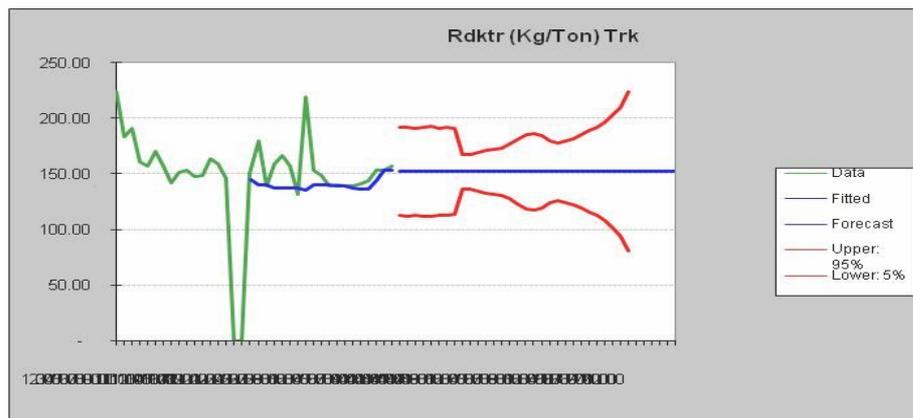


Gambar 3.19. Grafik Ramalan Untuk Dependen Variabel Peleburan Terak

Tabel 3.27. Statistik Untuk Dependen Variabel Peleburan Terak

Dependen Variabel Peleburan Terak			
Method: Multiple Linear Regression			
Statistics:		Series Statistics:	
R-squared: 0.087	Adjusted R-squared: 0.001374	SSE: 4.73E+7	F Statistic: 1.0161
F Probability: 0.3984	Durbin-Watson: 0.747	No. of Values: 36	Independent variables: 3 included out of 3 selected
Autocorrelations:			
Lag	Correlation	Probability	
1	0.6653	0.0000	
2	0.5232	0.0011	
3	0.4018	0.0151	
11	-0.2995	0.0760	
4	0.2844	0.0928	
10	-0.2805	0.0976	
9	-0.2231	0.1909	
5	0.2078	0.2239	
8	-0.1854	0.2789	
7	-0.0634	0.7135	
6	-0.0424	0.8058	
Regression Variables:			
Variable	Coefficient	t Statistic	Probability
Constant	1110.1	1.3971	0.172
BBM (Ltr/Ton) Trk	12.107	0.8666	0.3926
Rdktr (Kg/Ton) Trk	0.3957	0.0314	0.9751
Fluks (Kg/Ton)Trk	-8.0226	-0.7653	0.4497

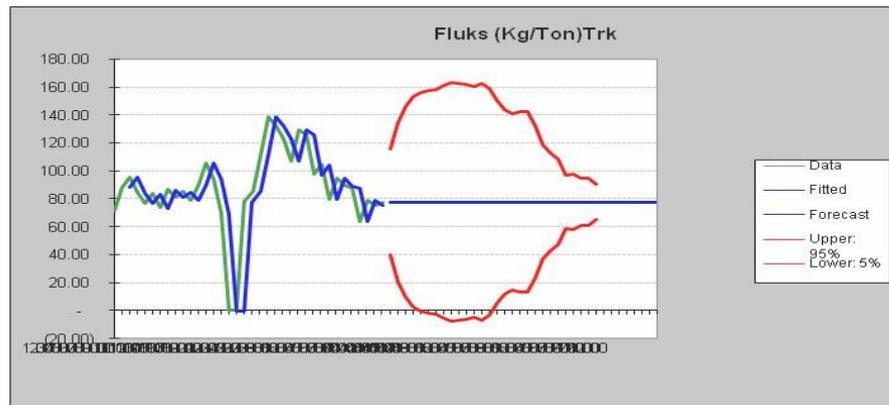




**Gambar 3.21.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Penggunaan Reduktor Pada Peleburan Terak

**Tabel 3.29.** Statistik Untuk Independen Variabel Penggunaan Reduktor Pada Peleburan Terak

Independen Variabel Penggunaan Reduktor Peleburan Terak				
Method: Single Moving Average				
Parameters:		Series Statistics:		
Periods: 17		Mean: 149.33		
Error: 13.799		Std. Dev.: 41.94		
		Minimum: -		
		Maximum: 224.22		
		Ljung-Box: 10.1983		
Autocorrelations:				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.4348	0.0080		
9	-0.1678	0.3280		
8	-0.1115	0.5174		
10	-0.0786	0.6486		
5	-0.0618	0.7203		
3	-0.0601	0.7277		
6	-0.0389	0.8218		
11	-0.0270	0.8759		
2	-0.0224	0.8969		
7	-0.0051	0.9763		
4	0.0048	0.9779		
Method Errors:				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Single Moving Average	24.035	13.799	7.88%
2nd:	Double Exponential Smoothing	42.801	22.092	11.83%
3rd:	Single Exponential Smoothing	42.726	22.617	12.14%
Method Statistics:				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Single Moving Average		1.557	0.916
2nd:	Double Exponential Smoothing		2.102	1
3rd:	Single Exponential Smoothing		2.084	1
Method Parameters:				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Single Moving Average	Periods	17	
2nd:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.998	
		Beta	0.001	
3rd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.999	



**Gambar 3.22.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Penggunaan Fluks Pada Peleburan Terak

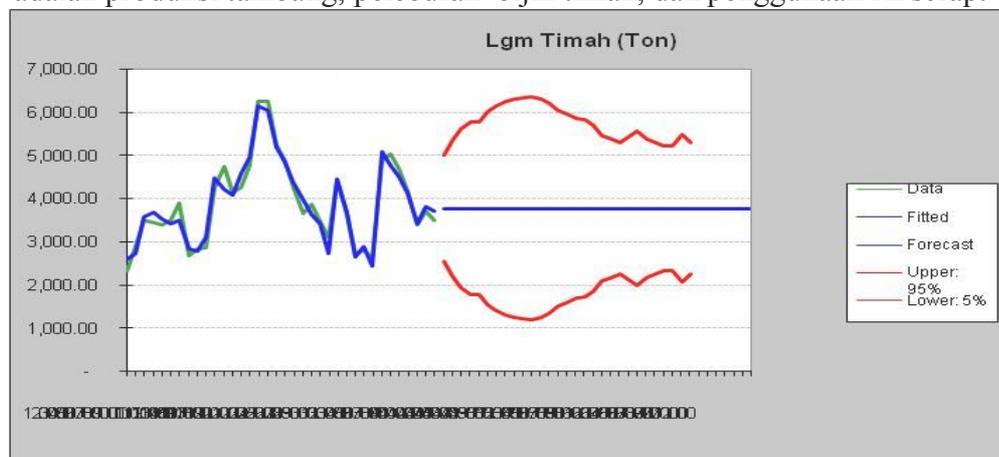
**Tabel 3.30.** Statistik Untuk Independen Variabel Penggunaan Fluks Pada Peleburan Terak

Independen Variabel Penggunaan Fluks Peleburan Terak				
Method: Double Exponential Smoothing				
Parameters:		Series Statistics:		
Alpha: 0.999		Mean:	87.49	
Beta: 0.001		Std. Dev.:	28.49	
Error: 15.513		Minimum:	-	
		Maximum:	139.04	
		Ljung-Box:	33.1990	
Autocorrelations:				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.6797	0.0000		
2	0.3086	0.0671		
9	-0.2203	0.1968		
8	-0.1969	0.2497		
6	-0.1850	0.2801		
5	-0.1757	0.3053		
7	-0.1656	0.3344		
10	-0.1515	0.3776		
4	-0.1246	0.4690		
11	-0.1194	0.4879		
3	0.0465	0.7877		
Method Errors:				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Double Exponential Smoothing	22.748	15.513	16.11%
2nd:	Single Moving Average	22.585	15.538	16.19%
3rd:	Single Exponential Smoothing	22.587	15.538	16.18%
Method Statistics:				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Double Exponential Smoothing	1.817	1	
2nd:	Single Moving Average	1.795	1	
3rd:	Single Exponential Smoothing	1.793	1	
Method Parameters:				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.999	
		Beta	0.001	
2nd:	Single Moving Average	Periods	1	
3rd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.999	

### 3.2.3.5. Hasil Pengolahan Data Untuk Hubungan Antara Penerimaan Bijih Timah, Peleburan, Penggunaan Al Scrap, dan Produksi Logam ½ Jadi

Pada metode ini akan dilakukan korelasi menggunakan multiple regression antara proses produksi logam (berat penggunaan bahan baku dan pembantu) dan produk akhir (berat produk balok timah). Pada kasus ini penulis tidak menggunakan seluruh data karena data terak pada periode 16 dan 17 = 0 atau tidak ada aktivitas peleburan terak sama sekali. Dikhawatirkan hasil grafik peramalan untuk hubungan antara produksi terak dan penggunaan terak akan sangat sulit teridentifikasi. Oleh karena itu penulis tidak mengikutsertakan data penggunaan terak.

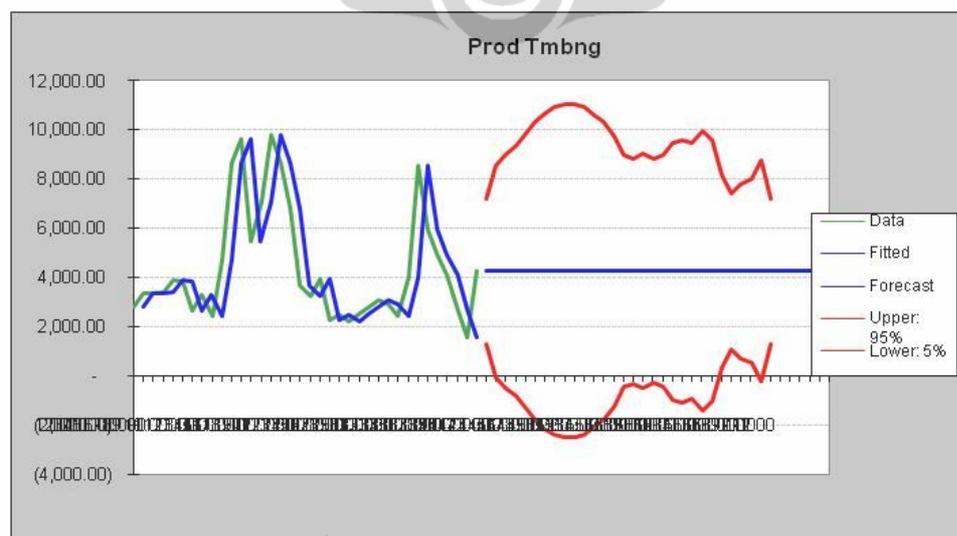
Pada proses pemurnian penggunaan Al Scrap berhubungan langsung dengan kandungan Arsen dalam logam timah. Jadi penulis tetap memasukkan Al Scrap sebagai salah satu variabel independen. Untuk penggunaan bahan lain seperti Serbuk Kayu, Tanah Liat dan Sulfur tidak diikutsertakan dalam multiple regression mengingat pemakaiannya selama ini tidak menimbulkan masalah, penggunaan serbuk kayu cenderung menunjukkan konstan dan penggunaan tanah liat dalam jumlah yang kecil. Penggunaan sulfur juga hanya sebatas pada perlakuan khusus jika kandungan logam banyak mengandung tembaga dan penggunaan sulfur selama tiga tahun cenderung sangat kecil yang mendakan kadar tembaga dalam logam cair sangat minim. Jadi dalam kasus ini *dependen variabel* adalah produksi balok timah dan *independen variabel* adalah produksi tambang, peleburan bijih timah, dan penggunaan Al scrap.



**Gambar 3.23.** Grafik Ramalan Untuk Dependen Variabel Produksi Balok Timah

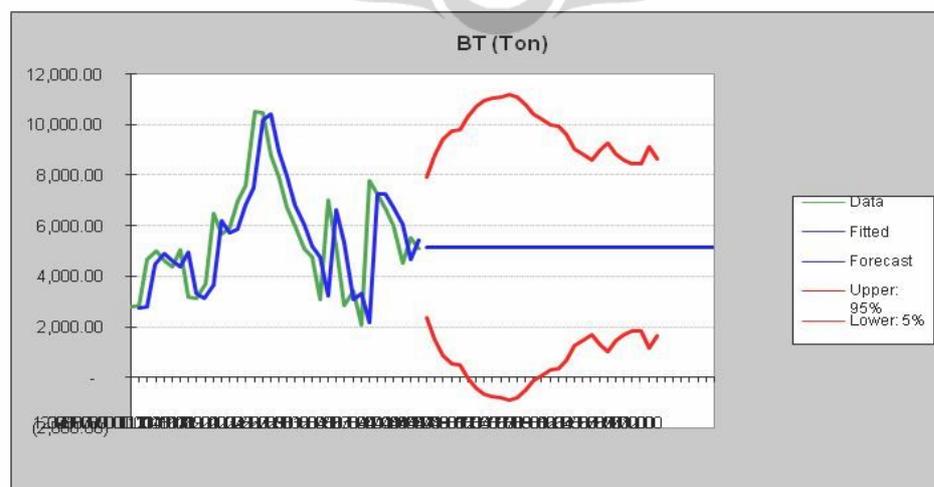
**Tabel 3.31.** Statistik Untuk Dependen Variabel Produksi Balok Timah

Dependen Variabel Produksi Logam Timah			
Method: Multiple Linear Regression			
Statistics:		Series Statistics:	
R-squared:	0.953	Mean:	3,887.66
Adjusted R-squared:	0.9491	Std. Dev.:	959.79
SSE:	1499457	Minimum:	2,337.51
F Statistic:	218.69	Maximum:	6,240.77
F Probability:	2.16E-21	Ljung-Box:	44.4343
Durbin-Watson:	2.097		
No. of Values:	36		
Independent variables: 3 included out of 3 selected			
Autocorrelations:			
Lag	Correlation	Probability	
1	0.6673	0.0000	
10	-0.3656	0.0283	
11	-0.3644	0.0289	
2	0.3347	0.0460	
9	-0.2776	0.1012	
8	-0.2184	0.2007	
7	-0.1303	0.4486	
3	0.1257	0.4651	
5	0.0911	0.5974	
4	0.0486	0.7783	
6	-0.0381	0.8254	
Regression Variables:			
Variable	Coefficient	t Statistic	Probability
Constant	1250.2	8.8265	4.38E-10
Prod Tmbng	0.04624	2.3836	0.02325
BT (Ton)	0.4193	19.726	1.79E-19
Al (Kg)	0.07076	1.2649	0.215

**Gambar 3.24.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Produksi Tambang

Tabel 3.32. Statistik Untuk Independen Variabel Produksi Tambang

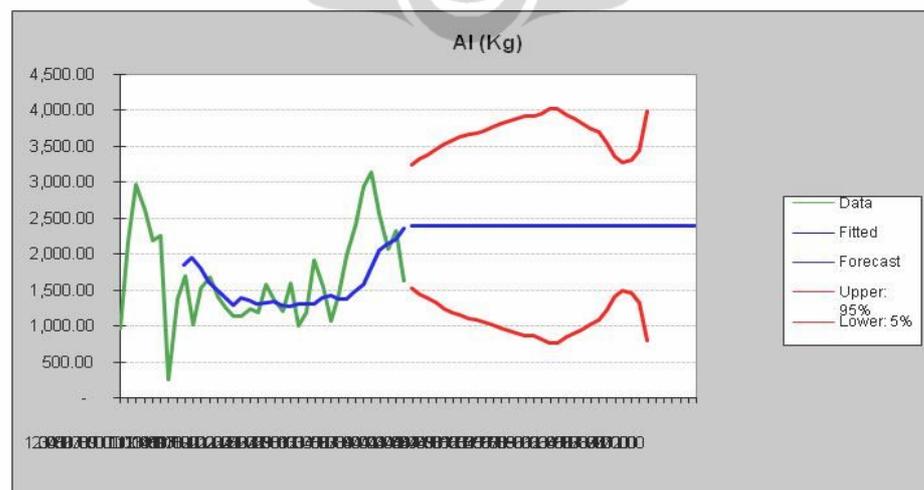
Independen Variabel Produksi Tambang				
Method: Single Moving Average				
Parameters:		Series Statistics:		
Periods: 1		Mean: 4,360.78		
Error: 1324.5		Std. Dev.: 2,280.24		
		Minimum: 1,546.80		
		Maximum: 9,797.63		
		Ljung-Box: 56.5237		
Autocorrelations:				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.6812	0.0000		
9	-0.3733	0.0249		
8	-0.3665	0.0279		
10	-0.3427	0.0408		
2	0.3354	0.0456		
11	-0.3231	0.0546		
7	-0.3148	0.0615		
3	0.2121	0.2142		
6	-0.1606	0.3494		
4	0.1184	0.4917		
5	-0.0254	0.8829		
Method Errors:				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Single Moving Average	1800.8	1324.5	29.78%
2nd:	Single Exponential Smoothing	1800.9	1324.6	29.79%
3rd:	Double Exponential Smoothing	1825.6	1347.9	30.19%
Method Statistics:				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Single Moving Average	1.835	1	
2nd:	Single Exponential Smoothing	1.834	1	
3rd:	Double Exponential Smoothing	1.836	1	
Method Parameters:				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Single Moving Average	Periods	1	
2nd:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.999	
3rd:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.999	
		Beta	0.001	



Gambar 3.25. Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Peleburan Bijih Timah

**Tabel 3.33.** Statistik Untuk Independen Variabel Peleburan Bijih Timah

Independen Variabel Peleburan Bijih Timah				
Method: Single Exponential Smoothing				
Parameters:		Series Statistics:		
Alpha: 0.903		Mean: 5,522.68		
Error: 1192.1		Std. Dev.: 2,081.16		
		Minimum: 2,067.07		
Series Statistics:		Maximum: 10,520.22		
		Ljung-Box: 49.1880		
Autocorrelations:				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.6470	0.0000		
2	0.4015	0.0152		
10	-0.3630	0.0295		
11	-0.3450	0.0394		
9	-0.3127	0.0633		
8	-0.2732	0.1070		
3	0.2045	0.2315		
7	-0.1604	0.3501		
5	0.1275	0.4588		
4	0.0960	0.5775		
6	-0.0720	0.6764		
Method Errors:				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Single Exponential Smoothing	1665	1192.1	23.06%
2nd:	Single Moving Average	1684.2	1206.6	23.29%
3rd:	Double Exponential Smoothing	1689.9	1226.4	23.69%
Method Statistics:				
	Method	Durbin-Watson	Theil's U	
Best:	Single Exponential Smoothing	2.143	0.98	
2nd:	Single Moving Average	2.319	1	
3rd:	Double Exponential Smoothing	2.108	0.98	
Method Parameters:				
	Method	Parameter	Value	
Best:	Single Exponential Smoothing	Alpha	0.903	
2nd:	Single Moving Average	Periods	1	
3rd:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.903	
		Beta	0.001	

**Gambar 3.26.** Grafik Ramalan Untuk Independen Variabel Penggunaan AI Scrap

Tabel 3.34. Statistik Untuk Independen Variabel Penggunaan AI Scrap

Independen Variabel Penggunaan AI Scrap				
Method: Single Moving Average				
Parameters:		Series Statistics:		
Periods: 8		Mean:	1,696.64	
Error: 366.94		Std. Dev.:	654.08	
		Minimum:	253.00	
		Maximum:	3,140.00	
		Ljung-Box:	21.0973	
Autocorrelations:				
Lag	Correlation	Probability		
1	0.5708	0.0003		
2	0.3119	0.0640		
3	0.2403	0.1580		
11	-0.1350	0.4325		
6	0.1093	0.5256		
10	-0.0665	0.6999		
5	-0.0546	0.7517		
8	-0.0428	0.8042		
4	-0.0247	0.8863		
9	-0.0243	0.8883		
7	0.0075	0.9655		
Method Errors:				
	Method	RMSE	MAD	MAPE
Best:	Single Moving Average	521.05	366.94	21.16%
2nd:	Double Exponential Smoothing	582.41	397.13	42.19%
3rd:	Double Moving Average	560.17	413.51	22.08%
Method Statistics:				
	Method	Durbin-Wats	Theil's U	
Best:	Single Moving Average	0.725	1.01	
2nd:	Double Exponential Smoothing	1.375	0.366	
3rd:	Double Moving Average	0.743	1.087	
Method Parameters:				
	Method	Paramete	Value	
Best:	Single Moving Average	Periods	8	
2nd:	Double Exponential Smoothing	Alpha	0.449	
		Beta	0.001	
3rd:	Double Moving Average	Periods	8	

### 3.3. Model Analisa Resiko Dengan Menggunakan Multiple Regression Dan Simulasi Monte Carlo

Multiple regression merupakan suatu metode yang digunakan untuk menghubungkan antar variabel. Jika dari identifikasi terhadap variabel-variabel resiko yang paling potensial terhadap kegagalan belum terkorelasi maka metode multiple regression dapat digunakan untuk menghubungkan antar variabel. Pada bagian ini penulis mencoba membangun suatu konsep dinamis dalam menganalisa

resiko pada proses produksi dimana model matematis hasil dari multiple regression akan disimulasikan dengan monte carlo.

Simulasi ini dibangun dengan menggunakan data-data hasil pengolahan dengan tool batch fit “auto distribution method” dan “normal distribution method”. “Auto Method” menghasilkan probabilitas yang terbaik menurut program Crystal Ball sedangkan “Normal Distribution Method” menghasilkan probabilitas normal sesuai dengan central limit theorem. Assumption cell yang digunakan adalah berupa data-data dari independen variabel sedangkan untuk forecast adalah dependen variabel atau dampak dari resiko.

### **3.3.1. Model Analisa Penggunaan Bijih Timah Berdasarkan Kondisi Produksi Tambang dan Kadar Sn**

Pada awalnya data penggunaan bijih timah tidak berkorelasi dengan data produksi tambang dan kadar Sn. Korelasi terjadi karena penerapan *multiple regression* pada variabel-variabel resiko. Variabel-variabel resiko yang diatur probabilitasnya akan berdampak pada hasil penggunaan bijih timah untuk bahan baku peleburan. “Auto distribution” merupakan suatu alternative jika seluruh keadaan atau situasi mengikuti fit distribusi yang terbaik, sedangkan “normal distribution” merupakan suatu alternative perbaikan proses yang ada. Dalam penelitian ini penulis hanya melakukan uji coba terhadap data 2008, namun tidak menutup kemungkinan jika perusahaan ingin menerapkan distribusi probabilitas yang lain. Simulasi monte carlo dilakukan dengan melakukan percobaan 10.000 angka random untuk setiap independen variabel, sedangkan hasil akhir yang akan diperoleh adalah berupa forecast pada dependent variabel.

Parameter-parameter akan terlihat dari hasil statistik, nilai-nilai yang ditimbulkan akan menjadi acuan dalam mengambil keputusan. Keputusan management yang diambil terhadap produksi logam timah dapat menjadi langkah awal dalam penentuan target dan mengatur efisiensi dari penggunaan bahan baku dan bahan-bahan pembantu. Tabel 3.35. dan 3.36. dibawah ini menunjukkan penggunaan model analisa resiko pada proses penerimaan bijih timah.

**Tabel 3.35.** Model Analisa Resiko Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi oleh Produksi Tambang dan Kadar Sn dengan “Auto Distribution”

Penerimaan Bijih "Auto Distribution"					
Bulan Ke	Konstanta	Prod Tmbng	Kdr Sn BT %	B.T Lebur (Ton)	
1	23,160.00	2,772.62	71.41	4,690.61	
2		3,052.70	71.00	4,954.77	
3		2,904.60	71.17	4,828.16	
4		2,391.10	71.15	4,559.44	
5		3,999.76	71.15	5,418.79	
6		8,525.50	70.66	7,973.33	
7		5,948.30	70.59	6,616.15	
8		4,897.10	70.94	5,956.81	
9		4,092.90	70.92	5,532.80	
10		2,684.90	70.73	4,833.73	
11		1,546.80	70.83	4,197.82	
12		4,257.70	70.45	5,752.14	
Rata-rata Bijih Timah Yang Dilebur				5,442.88	
Total Bijih Timah Yang Dilebur				65,314.54	

**Assumption: E6**  
Lognormal distribution  
Location = 0.00  
Mean = 2,772.62

**Assumption: G6**  
Normal distribution  
Mean = 71.41  
Std. Dev. = 7.14

**Tabel 3.36.** Model Analisa Resiko Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi oleh Produksi Tambang dan Kadar Sn dengan (“Normal Distribution”)

Penerimaan Bijih "Normal Distribution"					
Bulan Ke	Konstanta	Prod Tmbng	Kdr Sn BT %	B.T Lebur (Ton)	
1	23,160.00	2,772.62	71.41	4,690.61	
2		3,052.70	71.00	4,954.77	
3		2,904.60	71.17	4,828.16	
4		2,391.10	71.15	4,559.44	
5		3,999.76	71.15	5,418.79	
6		8,525.50	70.66	7,973.33	
7		5,948.30	70.59	6,616.15	
8		4,897.10	70.94	5,956.81	
9		4,092.90	70.92	5,532.80	
10		2,684.90	70.73	4,833.73	
11		1,546.80	70.83	4,197.82	
12		4,257.70	70.45	5,752.14	
Rata-rata Bijih Timah Yang Dilebur				5,442.88	
Total Bijih Timah Yang Dilebur				65,314.54	

**Assumption: E23**  
Normal distribution  
Mean = 2,772.62  
Std. Dev. = 277.26

**Assumption: G23**  
Normal distribution  
Mean = 71.41  
Std. Dev. = 7.14

### 3.3.2. Model Analisa Penggunaan Terak Berdasarkan Kondisi Produksi Terak 1 dan Kadar Sn

Proses dan metode yang digunakan untuk penggunaan Terak sebagai bahan baku hampir sama dengan penggunaan bijih timah. Penggunaan terak sangat bergantung pada produksi terak 1 yang merupakan hasil dari peleburan bijih timah. Data yang digunakan adalah data produksi 2008, sedangkan independent variabel adalah produksi terak dan kadar Sn dalam terak. Tabel 3.37 dan 3.38 menunjukkan model analisa untuk penggunaan terak.

**Tabel 3.37.** Model Analisa Resiko Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi oleh Produksi Terak dan Kadar Sn dengan (“Auto Distribution”)

Penerimaan Terak "Auto Distribution"					
Bulan	Konstanta	Prod Trk	Kdr Sn Trk%	Trk 1 (Ton)	
1	6,660.30	0.1675	2,264.37	30.87	2,492.74
2			1,833.06	32.15	2,231.96
3			1,516.61	34.34	1,856.39
4			1,931.21	33.75	2,012.74
5			2,255.48	28.95	2,774.05
6			2,962.67	34.60	2,060.31
7			3,678.50	24.51	3,666.37
8			3,925.77	30.63	2,806.37
9			3,560.92	36.11	1,938.11
10			3,411.09	23.10	3,829.26
11			3,334.53	31.22	2,620.44
12			3,229.27	22.32	3,913.69
Rata-rata Penggunaan Terak untuk Peleburan					2,683.54
Total Penggunaan Terak untuk Peleburan					32,202.44

**Assumption: M6**  
Gamma distribution  
Location = 1,886.97  
Scale = 188.70  
Shape = 2

**Assumption: O6**  
Logistic distribution  
Mean = 30.87  
Scale = 3.09

**Tabel 3.38.** Model Analisa Resiko Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi oleh Produksi Terak 1 dan Kadar Sn dengan (“Normal Distribution”)

Penerimaan Terak "Normal Distribution"					
Bulan	Konstanta	Prod Trk	Kdr Sn Trk%	Trk 1 (Ton)	
1	6,660.30	0.1675	1,886.97	30.87	2,429.53
2			1,527.55	32.15	2,180.79
3			1,263.84	34.34	1,814.05
4			1,609.34	33.75	1,958.83
5			1,879.57	28.95	2,711.08
6			2,468.89	34.60	1,977.61
7			3,065.42	24.51	3,563.68
8			3,271.47	30.63	2,696.78
9			2,967.43	36.11	1,838.70
10			2,842.57	23.10	3,734.03
11			2,778.78	31.22	2,527.35
12			2,691.06	22.32	3,823.54
Rata-rata Penggunaan Terak untuk Peleburan					2,604.66
Total Penggunaan Terak untuk Peleburan					31,255.97

**Assumption: M23**  
Normal distribution  
Mean = 1,886.97  
Std. Dev. = 188.70

**Assumption: O23**  
Normal distribution  
Mean = 30.87  
Std. Dev. = 3.09

### 3.3.3. Model Analisa Penggunaan Bijih Timah Berdasarkan Kondisi Bahan-Bahan Penunjang Peleburan (BBM, reduktor dan fluks)

Penggunaan BBM, reduktor dan fluks sangat membantu dalam peleburan bijih timah, kendala utama adalah sulitnya menentukan jumlah bahan-bahan tersebut. Tidak ada ukuran yang tepat dalam pemanfaatan bahan-bahan pembantu ini, hal tersebut ditunjukkan dengan tidak sinkronnya data antara jumlah bijih yang dilebur dengan penggunaan bahan-bahan pembantu. Penerapan multiple regression diharapkan mampu memberikan suatu gambar seberapa besar efisiensi yang dapat dihasilkan. Dengan membandingkan dua scenario yaitu auto distribution dan normal distribution data diharapkan dapat memberikan gambaran seberapa besar efisiensi dapat dilakukan dalam produksi logam timah. Tabel 3.39. dan 3.40. menunjukkan model dari analisa penggunaan bahan pembantu yang akan mempengaruhi penggunaan bijih timah dalam peleburan.

**Tabel 3.39.** Model Analisa Resiko Penggunaan Bahan-bahan Pembantu (BBM, Reduktor, dan Fluks) Yang Mempengaruhi Penggunaan Bijih Timah Dalam Proses Peleburan Dengan “Auto Distribution”

Bulan	Penggunaan Bahan-Bahan Pembantu Pel B. Timah "Auto Dist"							BT
	Konstanta	BBM B.T	C.BBM BT	Rdktr B.T	C. Rdktr BT	Fluks B.T	C. Fluks B.T	
1	12,952.00	116.17	(51.499)	191.47	(1.9804)	13.93	(55.875)	5,811.56
2		123.82		192.44		14.16		5,402.68
3		135.02		163.38		14.61		4,858.69
4		157.90		183.62		12.75		3,744.24
5		206.67		196.34		9.88		1,367.76
6		102.09		137.08		13.64		6,661.02
7		99.60		143.86		12.11		6,860.67
8		106.33		139.48		12.66		6,492.34
9		103.63		127.41		9.40		6,837.76
10		110.03		148.29		10.77		6,390.33
11		100.21		142.31		11.33		6,876.78
12		99.91		154.92		11.81		6,840.22
Rata-rata Penggunaan Bijih Timah								5,678.67
Jumlah Penggunaan bijih Timah								68,144.06

**Assumption: BBM B.T**  
Beta distribution  
Minimum = 106.69  
Maximum = 130.40  
Alpha = 2  
Beta = 3

**Assumption: Rdktr B.T**  
Lognormal distribution  
Location = 0.00  
Mean = 191.47  
Std. Dev. = 19.15

**Assumption: Fluks B.T**  
Student's t distribution  
Midpoint = 13.93  
Scale = 1.39  
Deg. Freedom = 5

**Tabel 3.40.** Model Analisa Resiko Penggunaan Bahan-bahan Pembantu (BBM, Reduktor, dan Fluks) Yang Mempengaruhi Penggunaan Bijih Timah Dalam Proses Peleburan Dengan “Normal Distribution”

Bulan	Penggunaan Bahan-Bahan Pembantu Pel B. Timah "Normal Dist"							BT
	Konstanta	BBM B.T	C.BBM BT	Rdktr B.T	C. Rdktr BT	Fluks B.T	C. Fluks B.T	
1	12,952.00	118.54	(51.499)	191.47	(1.9804)	13.93	(55.875)	5,689.46
2		126.35		192.44		14.16		5,272.54
3		137.77		163.38		14.61		4,716.79
4		161.12		183.62		12.75		3,578.29
5		210.89		196.34		9.88		1,150.55
6		104.17		137.08		13.64		6,553.73
7		101.64		143.86		12.11		6,755.99
8		108.50		139.48		12.66		6,380.59
9		105.75		127.41		9.40		6,728.84
10		112.27		148.29		10.77		6,274.69
11		102.25		142.31		11.33		6,771.46
12		101.95		154.92		11.81		6,735.22
Rata-rata Penggunaan Bijih Timah								5,550.68
Jumlah Penggunaan bijih Timah								66,608.14

### 3.3.4. Model Analisa Penggunaan Terak Berdasarkan Kondisi Bahan-Bahan Penunjang Peleburan (BBM, reduktor dan fluks)

Selain melebur bijih timah, Pusmet (Pusat Metalurgi) juga melebur terak sebagai bahan baku untuk memperoleh logam timah murni. Tingginya kadar Sn dalam terak menjadikan sisa peleburan ini mempunyai nilai ekonomis, selain untuk mengurangi dampak lingkungan yang disebabkan oleh limbah peleburan, pemanfaatan terak juga dapat mencukupi kebutuhan perusahaan pada saat berkurangnya bahan baku bijih timah. Kendala utama yang dihadapi adalah tingginya penggunaan bahan-bahan pembantu dan belum ditemukannya metode yang tepat dalam mengatasi masalah ini. Karena terak yang merupakan sisa peleburan bijih timah maka akan membutuhkan temperature yang sangat tinggi untuk memisahkan Sn dengan unsur lainnya. Tabel 3.41 dan 3.42. menunjukkan model analisa resiko penggunaan bahan-bahan pembantu yang mempengaruhi penggunaan terak dalam peleburan.

### 3.3.5. Model Analisa Produksi Logam Timah Berdasarkan Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan Al Scrap

Pemurnian merupakan salah satu proses akhir dari produksi logam timah, logam cair yang masuk spesifikasi dicetak dalam cetakan logam. Analisa akhir ini tidak menggunakan data-data penggunaan bahan-bahan pemurnian secara keseluruhan hal ini mengingat penggunaan serbuk kayu dan tanah liat cenderung konstan sedangkan untuk tembaga (Cu) digunakan untuk kondisi tertentu dan sangat jarang digunakan. Penggunaan AL sangat penting dalam menurunkan kadar As (Arsen) jumlah penggunaan AL scrap sendiri sangat bervariasi oleh karena itu penggunaan Arsen akan dimasukkan kedalam analisa. Poduksi logam timah sebenarnya sangat bergantung dengan produksi tambang dan banyaknya bijih timah yang dilebur, tabel 3.43. dan 3.44. dibawah ini akan menjelaskan mengenai produksi logam timah yang dipengaruhi oleh produksi tambang, peleburan bijih timah dan jumlah Al scrp.

**Tabel 3.43.** Model Analisa Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Oleh Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan Al Scrap “Auto Distribution”

Bulan	Konstt	Penerimaan		Peleburan		Pemurnian		Produksi Logam Timah
		Prod Tmbng	C.Prod Tbg	BT	C.BT	Al	C.AI	Lgm Timah
1	1,250.20	2,772.62	0.04624	6,858.74	0.4194	1,911.00	0.0706	4,389.67
2		3,052.70		5,101.73		1,545.00		3,639.95
3		2,904.60		2,799.99		1,073.00		2,634.49
4		2,391.10		3,326.11		1,445.00		2,857.65
5		3,999.76		2,025.73		1,987.00		2,424.96
6		8,525.50		7,649.91		2,405.00		5,022.35
7		5,948.30		7,118.35		2,932.00		4,717.47
8		4,897.10		6,567.16		3,140.00		4,452.40
9		4,092.90		5,898.39		2,567.00		4,094.29
10		2,684.90		4,435.67		2,075.00		3,381.03
11		1,546.80		5,418.09		2,326.00		3,758.13
12		4,257.70		5,000.50		1,633.00		3,659.42
<b>Rata-rata Produksi Logam Timah</b>								<b>3,752.65</b>
<b>Total Produksi Logam Timah</b>								<b>45,031.82</b>

**Assumption: Prod Tmbng**  
Lognormal distribution  
Location = 0.00  
Mean = 2,772.62  
Std. Dev. = 277.26

**Assumption: BT**  
Beta distribution  
Minimum = 6,298.84  
Maximum = 7,698.59  
Alpha = 2  
Beta = 3

**Assumption: Al**  
Lognormal distribution  
Location = 0.00  
Mean = 1,911.00  
Std. Dev. = 191.10

**Tabel 3.44.** Model Analisa Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Oleh Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan Al Scrap “Normal Distribution”

Bulan	Konstt	Penerimaan		Peleburan		Pemurnian		Produksi Logam Timah
		Prod Tmbng	C.Prod Tbg	BT	C.BT	Al	C:Al	Lgm Timah
1	1,250.20	2,772.62	0.04624	6,998.72	0.4194	1,911.00	0.0706	4,448.37
2		3,052.70		5,205.85		1,545.00		3,683.61
3		2,904.60		2,857.13		1,073.00		2,658.46
4		2,391.10		3,393.99		1,445.00		2,886.12
5		3,999.76		2,067.07		1,987.00		2,442.30
6		8,525.50		7,806.03		2,405.00		5,087.83
7		5,948.30		7,263.62		2,932.00		4,778.39
8		4,897.10		6,701.19		3,140.00		4,508.60
9		4,092.90		6,018.76		2,567.00		4,144.77
10		2,684.90		4,526.19		2,075.00		3,418.99
11		1,546.80		5,528.67		2,326.00		3,804.50
12		4,257.70		5,102.55		1,633.00		3,702.22
<b>Rata-rata Produksi Logam Timah</b>								<b>3,797.01</b>
<b>Total Produksi Logam Timah</b>								<b>45,564.17</b>

**Assumption: Prod Tmbng (O5)**  
Normal distribution  
Mean = 2,772.62  
Std. Dev. = 277.26

**Assumption: BT (Q5)**  
Normal distribution  
Mean = 6,998.72  
Std. Dev. = 699.87

**Assumption: Al (S5)**  
Normal distribution  
Mean = 1,911.00  
Std. Dev. = 191.10

## BAB 4 HASIL

### 4.1. Analisa Dependen Variabel Metode Multiple Regression

Pada bagian ini akan dibahas hubungan antara variabel-variabel dependen dan independen yang saling berkorelasi. Analisa-analisa ini berdasarkan hasil pengolahan data dan hipotesa yang telah disusun pada Bab 3. Bagian-bagian yang akan dianalisa adalah dependen variabel yang dipengaruhi oleh independen variabel. Ada lima kasus yang akan ditinjau dependen variabelnya:

#### 4.1.1. Analisa Dependen Variabel Penggunaan Bijih Timah Yang Berhubungan Dengan Produksi Tambang dan Kadar Sn

Berdasarkan tabel 3.42. Statistik Untuk Dependen Variabel Penggunaan bijih timah dapat dilihat bahwa  $R^2$ : 0,321 dan  $Adjusted R^2 = 0,280$  dengan  $SSE = 1,02 \times 10^8$ ,  $F statistic = 7,8057$  dan  $F probability = 0,001676$ . Hasil hipotesa menunjukkan bahwa  $F statistic > F probability$  atau  $7,8057 > 3,293$  sehingga  $H_0 =$  ditolak, atau tidak benar bahwa relasi antara dependen variabel dan independen variabel = 0, perbandingan antara  $R^2$  dan  $Adjusted R^2$  tidak terlalu jauh menandakan akurasi  $R^2$  cukup akurat.  $Adjusted R^2$  yang kecil menandakan bahwa dari uji F statis dengan F hipotesa tidak terlampaui jauh.

Uji Durbin-Watson memberikan gambaran bahwa  $DW = 0,848$  hasil perhitungan berada dibawah batas kritis  $DW < 1,59$  sehingga  $H_0 =$  ditolak atau terjadi positive autocorrelation. Uji Ljung-Box = 49,1880 < dari  $\chi^2_{(0,05,35)} = 49,7655$ , maka  $H_0$  diterima atau data acak. Dari hasil diatas jelas bahwa nilai DW yang kecil menyebabkan terjadi positif autocorellation pada lag 1, dan data-data tersebut acak menurut uji Ljun-Box.

Dari hasil perhitungan CB predictor dapat diketahui bahwa model matematik yang dihasillakan adalah :

$$Y = 23.160 + 0,5342X_1 - 279,38X_2 \pm \epsilon \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana : Y = Variabel dependen penggunaan bijih timah

$X_1$  = Variabel independen produksi tambang

$X_2$  = Variabel independen kadar Sn dalam bijih imah

Koefisien yang dihasilkan memberikan kontribusi positif untuk  $X_1 = 0,3542$  dan negative untuk  $X_2 = - 279,38$  terhadap variabel dependen (Y) atau penggunaan bijih timah. t statistic menunjukkan bahwa untuk  $X_1 = 3,8846$  dan  $X_2 = -0,5022$ , dimana t-statistik  $> t_{(0,05, 33)} = \pm 2,0345$  maka  $H_0$  ditolak atau koefisien tidak sama dengan 0.

#### 4.1.2. Analisa Dependen Variabel Penggunaan Terak Yang Berhubungan dengan Produksi Terak dan Kadar Sn dalam terak

Berdasarkan tabel 3.45. statistik untuk dependen variabel Penggunaan terak dapat dilihat bahwa  $R^2: 0,349$  dan  $Adjusted R^2 = 0,3098$  dengan  $SSE = 3,37 \times 10^7$ ,  $F statistic = 8,8557$  dan  $F probability = 8,34 \times 10^{-4}$ . Hasil hipotesa menunjukkan bahwa  $F statistic > F probability$  atau  $8,8557 > 3,293$  sehingga  $H_0 =$  ditolak, atau tidak benar bahwa relasi antara *dependen variabel dan independen variabel* = 0, perbandingan antara  $R^2$  dan  $Adjusted R^2$  tidak terlalu jauh menandakan akurasi  $R^2$  cukup akurat. Perbedaan  $R^2$  dan  $Adjusted R^2$  yang kecil dijelaskan juga oleh nilai  $F statis$  yang perbandingan dengan  $F statis hipotesa$  tidak terlampau jauh.

Uji Durbin-Watson memberikan gambaran bahwa DW hasil perhitungan berada diatas batas kritis 1,172 atau  $DW < 1,59$  sehingga  $H_0 =$  ditolak atau terjadi positive autocorrelation. Uji Ljung-Box = 53,8892 > dari  $\chi^2_{(0,05,35)} = 49,7655$ , maka  $H_0$  ditolak atau data tidak acak. Berdasarkan hasil uji diatas dapat dijelaskan bahwa nilai DW menunjukkan terjadi positif autocorrelation dan data bersifat acak menurut uji Ljung-Box.

Dari hasil perhitungan CB predictor dapat diketahui bahwa model matematik yang dihasilakan adalah :

$$Y = 6.660,3 + 0,1675X_1 - 147,29X_2 \pm \varepsilon \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana  $Y$  = Variabel dependen penggunaan terak

$X_1$  = Variabel independen produksi terak

$X_2$  = Variabel independen kadar Sn dalam terak

Koefisien yang dihasilkan memberikan kontribusi positif untuk  $X_1 = 0,1675$  dan negative untuk  $X_2 = -147,29$  terhadap variabel dependen (Y) atau penggunaan bijih timah. t statistic menunjukkan bahwa untuk  $X_1 = 0,5592$  t-statistik  $< t_{(0,05, 33)} = \pm 2,0345$  maka  $H_0$  diterima atau koefisien sama dengan 0. dan  $X_2 = -3,9074$ , dimana t-statistik  $> t_{(0,05, 33)} = - 2,0345$  maka  $H_0$  ditolak atau koefisien tidak sama dengan 0.

#### 4.1.3. Analisa Dependen Variabel Penggunaan Bijih Timah Yang Berhubungan Dengan Penggunaan Bahan-Bahan Untuk Peleburan

Hasil perhitungan CB predictor yang diperlihatkan pada tabel 3.48 menunjukkan nilai  $R^2: 0,425$  dan  $Adjusted R^2 = 0,3711$  dengan  $SSE = 8,71 \times 10^7$ ,  $F statistic = 7,8842$  dan  $F probability = 4,46 \times 10^{-4}$ . Hasil hipotesa menunjukkan bahwa  $F statistic > F_{(0,05; 2, 33)}$  atau  $7,8842 > 2,88$  sehingga  $H_0 =$  ditolak, atau tidak benar bahwa relasi antara *dependen variabel dan independen variabel* = 0, perbandingan antara  $R^2$  dan  $Adjusted R^2$  tidak terlalu jauh menandakan akurasi  $R^2$  cukup akurat. Perbedaan  $R^2$  dan  $Adjusted R^2$  yang kecil dijelaskan juga oleh nilai  $F statis$  yang perbandingan dengan  $F statis hipotesa$  tidak terlampau jauh.

Uji Durbin-Watson memberikan gambaran hasil perhitungan CB predictor untuk data dependen variabel peleburan bijih timah  $DW = 0,673$  atau  $DW < 1,65$  sehingga  $H_0 =$  ditolak dan terjadi positive autocorrelation. Uji Ljung-Box =  $49,1880 <$  dari  $\chi^2_{(0,05,35)} = 49,7655$ , maka  $H_0$  ditolak atau data tidak acak dan terjadi autocorrelation. Dari hasil diatas jelas bahwa nilai DW yang kecil menyebabkan terjadi positif autocorellation pada lag 1, dan data-data tersebut acak menurut uji Ljun-Box.

Dari hasil perhitungan CB predictor dapat diketahui bahwa model matematik yang dihasillakan adalah :

$$Y = 12.952 - 51,499X_1 - 1,9804X_2 - 55,875X_3 \pm \varepsilon \dots\dots\dots(4.3)$$

Dimana Y = Variabel dependen peleburan bijih timah

$X_1$  = Variabel independen penggunaan BBM

$X_2$  = Variabel independen penggunaan Reduktor

$X_3$  = Variabel independen penggunaan Fluks

Koefisien yang dihasilkan memberikan kontribusi negatif untuk  $X_1 = -51,499$ ,  $X_2 = -1,9804$ , dan  $X_3 = -55,857$  terhadap variabel dependen (Y) atau penggunaan bijih timah. Hasil t statistic menunjukkan bahwa untuk  $X_1 = -3,2657$ ,  $X_2 = -0,1094$  dan  $X_3 = -0,4941$ , dimana t-statistik  $> t_{(0,05, 32)} = \pm 2,0369$  untuk  $X_1$  maka  $H_0$  ditolak atau koefisien tidak sama dengan 0. Untuk nilai  $X_2$  dan  $X_3$  t-statistik  $< t_{(0,05, 32)} = \pm 2,0369$  maka  $H_0$  diterima atau koefisien = 0

#### 4.1.4. Dependen Variabel Penggunaan Terak Yang Berhubungan Dengan Penggunaan Bahah-Bahan Untuk Pelebran.

Berdasarkan tabel 3.52. statistik untuk dependen variabel peleburan terak dapat dilihat bahwa  $R^2: 0,087$  dan  $Adjusted R^2 = 0,001374$  dengan  $SSE = 4,73 \times 10^7$ ,  $F statistic = 1,0161$  dan  $F probability = 0,3984$ . Hasil hipotesa menunjukkan bahwa  $F statistic < F_{(0,05; 2; 33)}$  atau  $1,0161 < 2,88$  sehingga  $H_0 =$  diterima, atau benar bahwa relasi antara *dependen variabel dan independen variabel* = 0, perbandingan antara  $R^2$  dan  $Adjusted R^2$  sangat jauh menandakan akurasi  $R^2$  dipertanyakan keakuratannya. Perbedaan  $R^2$  dan  $Adjusted R^2$  sangat jauh tersebut dijelaskan juga oleh nilai  $F statis < F statis hipotesa$ .

Uji Durbin-Watson memberikan gambaran bahwa  $DW = 0,747$  hasil perhitungan berada dibawah batas kritis atau  $DW < 1,65$  sehingga  $H_0 =$  ditolak atau terjadi positive autocorrelation. Uji Ljung-Box =  $53,8892 >$  dari  $\chi^2_{(0,05,35)} = 49,7655$ , maka  $H_0$  ditolak atau data tidak acak. Berdasarkan hasil uji diatas dapat dijelaskan bahwa nilai DW menunjukkan terjadi positif autocorrelation dan data bersifat acak menurut uji Ljung-Box.

Dari hasil perhitungan CB predictor dapat diketahui bahwa model matematik yang dihasillakan adalah :

$$Y = 1.110,1 + 12,107X_1 + 0,3597X_2 - 8,0226X_3 \pm \epsilon \dots \dots \dots (4.4)$$

- Dimana
- Y = Variabel dependen peleburan Terak
  - $X_1$  = Variabel independen penggunaan BBM
  - $X_2$  = Variabel independen penggunaan Reduktor
  - $X_3$  = Variabel independen penggunaan Fluks

Koefisien yang dihasilkan memberikan kontribusi positif untuk  $X_1 = 12,107$  dan  $X_2 = 0,3597$ , kontribusi negative untuk  $X_3 = -8,0226$  terhadap variabel dependen (Y) atau penggunaan bijih timah. Hasil t statistic menunjukkan bahwa untuk  $X_1 = 0,8666$ ,  $X_2 = -0,0314$  dan  $X_3 = -0,7653$ , dimana t-statistik  $< t_{(0,05, 32)} = \pm 2,0345$  maka  $H_0$  diterima atau koefisien sama dengan 0.

#### 4.1.5. Dependen Variabel Produksi Logam Timah Yang Berhubungan Dengan Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan Al Scrap

Dari hasil perhitungan maka didapatkan hasil  $R^2: 0,953$  dan  $Adjusted R^2 = 0,9491$  dengan  $SSE = 1.499.457$ ,  $F statistic = 218,69$  dan  $F probability = 2,16 \times 10^{-21}$ . Hasil hipotesa menunjukkan bahwa  $F statistic > F_{(0,05; 2; 33)}$  atau  $218,9 > 2,88$  sehingga  $H_0 =$  ditolak, atau tidak benar bahwa relasi antara *dependen variabel dan independen variabel = 0*, perbandingan antara  $R^2$  dan  $Adjusted R^2$  sangat dekat yang menandakan akurasi  $R^2$  sangat akurat.  $Adjusted R^2$  yang tinggi dijelaskan juga oleh F statistic yang tinggi.

Uji Durbin-Watson memberikan hasil  $DW = 2,097$  hasil perhitungan berada  $1,65 < DW < 2,35$  sehingga  $H_0 =$  diterima atau tidak terjadi autocorrelation. Uji Ljung-Box =  $44,4343 <$  dari  $\chi^2_{(0,05,35)} = 49,7655$ , maka  $H_0$  diterima atau data acak. Berdasarkan hasil uji diatas dapat dijelaskan bahwa nilai DW tidak menunjukkan autocorrelation dan data bersifat acak menurut uji Ljung-Box.

Dari hasil perhitungan CB predictor dapat diketahui bahwa model matematik yang dihasilkan adalah :

$$Y = 1.250,2 + 0,04624X_1 + 0,41937X_2 + 0,0706X_3 \pm \varepsilon \dots \dots \dots (4.3)$$

Dimana Y = Variabel dependen produksi logam timah

$X_1$  = Variabel independen produksi tambang

$X_2$  = Variabel independen peleburan bijih

$X_3$  = Variabel independen penggunaan Al Scrap

Koefisien yang dihasilkan memberikan kontribusi positif untuk  $X_1 = 0,04624$ ,  $X_2 = 0,41937$  dan  $X_3 = 0,0706$  terhadap variabel dependen (Y) atau produksi logam timah. Hasil t statistic menunjukkan bahwa untuk  $X_1 = 2,3836$ ,  $X_2$

= 19,726 dan  $X_3 = 1,2649$ , dimana t-statistik  $> t_{(0,05, 32)} = \pm 2,0345$  untuk  $X_1$  dan  $X_2$  maka  $H_0$  ditolak atau koefisien tidak sama dengan 0, sedangkan untuk  $X_3$  t-statistik  $< t_{(0,05, 32)} = \pm 2,0345$  maka  $H_0$  diterima artinya koefisien = 0.

## 4.2. Analisa Independen Variabel Multiple Regression

Program crystal ball secara otomatis akan menghitung mean dengan berdasarkan 3 metode dan memilih metode terbaik yang telah kita tentukan. Penentuan awal adalah dengan memilih perhitungan MAD (Mean Absolute Deviation) sebagai perhitungan dalam setiap metode forecasting, selanjutnya program akan menghitung secara otomatis dan memilih model peramalan dengan MAD terendah. Untuk batasan-batasan peramalan CB predictor, program juga menampilkan nilai Durbin Watson untuk batasan autocorrelation dan Theil's U sebagai perbandingan antara forecast dan naive forecast (pendugaan). Sebagai catatan ada kemungkinan kesamaan beberapa metode peramalan pada beberapa bagian multiple regression karena penggunaan data yang SAMA.

### 4.2.1. Analisa Independen Variabel Pada Produksi Tambang dan Kadar Sn Dalam Bijih Timah

Metode peramalan yang terbaik untuk data independen variabel produksi tambang adalah SME (Single Moving Average) dengan  $MAD = 1324,5$  dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) = 29,78. Sedangkan untuk gambar grafik menunjukkan tidak ada prediksi yang menghimpit data historical sehingga dapat diartikan bahwa hasil prediksi dapat lebih besar atau lebih kecil dari data historical. MAD dan MAPE yang terkecil menunjukkan 0,2208 dan 0,31 % untuk perhitungan pada independen variabel kadar Sn dalam bijih timah. Sedangkan metode peramalan terbaik adalah metode Double Moving Average. Dari grafik ditunjukkan bahwa data prediksi dan data historical cenderung sama dan berhimpitan pada akhir periode waktu data historical. Data prediksi cenderung melanjutkan data historical dengan arah prediksi menurun.

Dari data tabel 3.46. diatas menunjukkan bahwa nilai dari Ljung-Box = 56,5237 untuk data produksi tambang dan nilai  $\chi^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka  $Ljung\ Box > \chi^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_1$  diterima atau data tidak acak walaupun  $DW > 1,59$ . Untuk perhitungan pada independen variabel

kadar Sn dalam bijih timah menunjukkan bahwa nilai dari *Ljung-Box* = 52,9145 untuk data kadar Sn dan nilai  $x^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka  $Ljung\ Box > x^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_1$  diterima atau data tidak acak dan terdapat autocorrelation positif. Dari data lag1 mempunyai nilai correlation tertinggi adalah pada 0,7971 dengan probabilitas  $< 0,001$  maka fitted data memiliki seasonality 1 periode.

#### 4.2.2. Analisa Independen Variabel Produksi Terak dan Kadar Sn Dalam Terak

Untuk analisa ini maka tabel yang dipergunakan adalah tabel 3.46 dan 3.47. Sama dengan metode sebelumnya bahwa program akan meranking hasil mean dengan metode peramalan yang terbaik kasus ini metode terbaik adalah DMA (Double Moving Average) dengan nilai MAD sebesar 422,39 dan MAPE dengan nilai 19,91 % merupakan hasil terbaik untuk method of error pada variabel independen produksi terak. Sedangkan untuk gambar grafik menunjukkan fitted data yang menghimpit data historical pada periode ke-16 sehingga dapat diartikan bahwa hasil fitted data pada periode ke-16 hampir mendekati atau sama dengan data historical. Dari hasil perhitungan untuk *variabel independen kadar Sn* dalam terak dihasilkan metode peramalan *Double Exponential Smoothing* (DES) mempunyai MAD terkecil sebesar 3,3832 dan MAPE sebesar 11,21% dibandingkan dua metode yang lain. Sedangkan untuk gambar grafik menunjukkan fitted data tidak ada yang menghimpit data historical dan cenderung berada antara data maksimum atau minimum dari historical data.

Dari data tabel 3.46. menunjukkan bahwa nilai dari *Ljung-Box* = 22,6536 untuk data *independen variabel* produksi terak dan nilai  $x^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka  $Ljung\ Box < x^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak. Tabel 3.47. menunjukkan bahwa nilai dari *Ljung-Box* = 11,6485 untuk data *independen variabel* kadar Sn dalam Terak dan nilai  $x^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka  $Ljung\ Box < x^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak dan tidak terjadi autocorrelation.

#### 4.2.3. Analisa Independen Variabel Penggunaan BBM, Reduktor, dan Fluks Untuk Peleburan Bijih Timah

Dari hasil CB Prediktor diketahui metode terbaik adalah SMA (Single Moving Average) dengan nilai MAD sebesar 14,356 dan MAPE dengan nilai 12,18 % merupakan hasil terbaik untuk data *independen variabel* penggunaan BBM. Data *independen variabel* penggunaan reduktor untuk peleburan bijih timah menunjukkan bahwa metode DES (*Double Exponential Smoothing*) merupakan metode peramalan terbaik dengan MAD 13,671 dan MAPE 8,38 %.. Hasil pengolahan untuk data *independen variabel* penggunaan flus menunjukkan bahwa metode DMA (Double Moving Everage) merupakan metode peramalan terbaik dengan hasil MAD terkecil yaitu sebesar 1,3765 dengan MAPE sebesar 11,11 %..

Tabel 3.49. menunjukkan nilai dari Ljung-Box = 11,0578 untuk data *independen variabel* penggunaan BBM pada peleburan bijih timah dan nilai  $x^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka Ljung Box  $< x^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak. Dari data tabel 3.50. menunjukkan bahwa nilai dari Ljung-Box = 23,3373 untuk data *independen variabel* penggunaan reduktor pada peleburan bijih timah dan nilai  $x^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka Ljung Box  $< x^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak. Dari data tabel 3.51. menunjukkan bahwa nilai dari Ljung-Box = 35,6033 untuk data *independen variabel* penggunaan reduktor pada peleburan bijih timah dan nilai  $x^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka Ljung Box  $< x^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak.

#### 4.2.4. Analisa Independen Variabel Penggunaan BBM, Reduktor, dan Fluks Untuk Peleburan Terak

CB predictor akan menghitung data dan meranking dengan sesuai dengan metode peramalan, untuk hasil perhitungan pada data independen variabel penggunaan BBM pada peleburan terak menunjukkan program memilih SES (Single Exponential Smoothing) yang memberikan MAD terkecil yaitu sebesar 20,52 dan MAPE terkecil sebesar 11,72%. Metode peramalan terbaik untuk penggunaan reduktor pada peleburan terak berdasarkan perhitungan CB Prediktor

adalah SMA dengan MAD terkecil 13,799 dan MAPE sebesar 7,88%. Metode peramalan untuk data independen variabel penggunaan fluks pada peleburan terak dengan menggunakan metode DES memberikan MAD terkecil yaitu sebesar 15,513 dan MAPE terkecil sebesar 16,11%.

Tabel 3.53. diatas menunjukkan bahwa nilai dari Ljung-Box = 15,7226 untuk data penggunaan BBM pada peleburan terak dan nilai  $\chi^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka  $Ljung\ Box < \chi^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak. Dari data tabel 3.54. diatas menunjukkan bahwa nilai dari Ljung-Box = 10,1983 untuk data penggunaan BBM pada peleburan terak dan nilai  $\chi^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka  $Ljung\ Box < \chi^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak. Pada tabel 3.55. diatas menunjukkan bahwa nilai dari Ljung-Box = 33,1990 untuk data penggunaan BBM pada peleburan terak dan nilai  $\chi^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka  $Ljung\ Box < \chi^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data.

#### **4.2.5. Analisa Independen Variabel Produksi Tambang, Peleburan Bijih Timah dan Penggunaan Al Scrap**

Hasil perhitungan ramalan yang berdasarkan MAD (Mean Absolute Deviation) pada independen variabel penerimaan material atau produksi tambang, metode peramalan yang terbaik adalah SME (Single Moving Average) dengan MAD = 1324,5 dan MAPE (Mean Absolute Percentage Error) = 29,78. Metode peramalan terbaik untuk variabel independen peleburan bijih timah adalah SES dengan MAD = 1192,1 dan MAPE = 23,06%. Sedangkan untuk metode peramalan pada penggunaan AL Scrap untuk pemurnian menghasilkan peramalan terbaik dengan metode SMA yang menghasilkan MAD terkecil yaitu 366,94 dan MAPE 21,16%.

Nilai Ljung-Box = 56,5237 untuk data independen variabel produksi tambang sedangkan  $\chi^2$  hasil perhitungan dari tabel menunjukkan 49,765 maka  $Ljung\ Box > \chi^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  ditolak atau data tidak acak untuk independen variabel produksi tambang. Nilai Ljung-Box = 49,1880 untuk data variabel independen peleburan bijih timah maka  $Ljung\ Box < \chi^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak untuk independen variabel peleburan bijih timah. Nilai dari Ljung-Box = 21,0973 untuk data independen variabel penggunaan Al

Scrap maka  $Ljung\ Box < \chi^2(0,05; 35)$ . Maka  $H_0$  diterima atau data acak untuk variabel independen pada penggunaan AL Scrap.

### 4.3. Analisa Perbandingan Ramalan Dengan CB Prediktor dan Model Matematik Multiple Regresion

Dari hasil ramalan pada multiple regression menghasilkan ramalan dengan metode-metode ramalan yang ada dalam program CB predictor, hasil ramalan ini menunjukkan prediksi keadaan atau situasi di masa yang akan datang. Metode peramalan dengan menggunakan multiple regression juga menghasilkan formula matematis yang dapat digunakan untuk mencari hasil yang tepat pada variabel dependen. Hasil perhitungan anatara CB predictor dan model matematis inilah yang akan dianalisa perbedaannya.

#### 4.3.1. Analisa Ramalan Untuk Penggunaan Bijih Timah Berdasarkan Ramalan Produksi Tambang dan Kadar Sn Dalam Bijih Timah.

Hasil dari perhitungan Durbin Watson untuk idependen variabel pada produksi tambang, metode ramalan SMA dengan  $DW = 1,835$  maka  $1,59 < DW < 2,41$  artinya tidak terjadi autocorrelation. dan nilai Theil's U untuk semua metode adalah = 1 menandakan bahwa hasil ramalan tidak jauh berbeda dengan pendugaan (naive forecast). Dari hasil peramalan jelas sekali metode Double Moving Average kurang cocok digunakan untuk permalan kadar Sn dalam terak walaupun MAD terkecil karena nilai DW adalah  $DW < 1,59$  yang menunjukkan terjadi autocorrelation positif. Ketidak cocokan model ramalan DMA juga dibuktikan dengan nilai theil'U  $> 1$  yang menunjukkan bahwa hasil ramalan lebih buruk dari pendugaan.

Setelah memperoleh hasil dari peramalan yang ditentukan oleh CB predictor maka akan dilakukan validasi untuk model multiple regression. Jika dari persamaan matematis (4.1) kita masukkan  $X_1$  dan  $X_2$  untuk hasil ramalan pada masing-masing periode maka akan didapat hasil ramalan untuk penggunaan bijih timah.(Hasil Terlampir).

Diketahui hasil ramalan menggunakan Single Moving Average untuk  $X_1$ (Produksi Tambang) dan ke 37 adalah sebesar :

Date	Lower: 10%	Forecast	Upper: 90%
1	1,949.62	4,257.70	6,565.78

Dan diketahui hasil ramalan untuk kadar Sn dalam bijih timah menggunakan Double Moving Average untuk periode waktu yang sama sebesar :

Date	Lower: 10%	Forecast	Upper: 90%
1	70.08	70.42	70.77

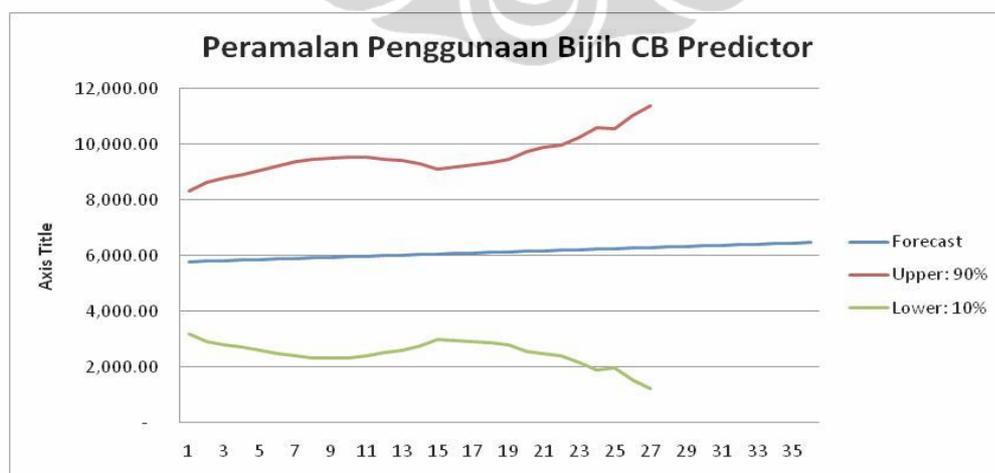
Dan angka-angka tersebut dimasukkan dalam persamaan :

- Untuk Lower 10 % :  $Y = 23.160 + 0,5342(1.949,62) - 279,38(70,08) \pm \varepsilon$
- Untuk Forecast :  $Y = 23.160 + 0,5342(4.257,7) - 279,38(70,42) \pm \varepsilon$
- Untuk Upper 90 % :  $Y = 23.160 + 0,5342(6.565,78) - 279,38(70,77) \pm \varepsilon$

Maka akan hasil dari perhitungan dengan model dapat diketahui, untuk hasil keseluruhan dalam bentuk tabel (Terlampir) :

Model Multiple Regression		
Forecast	Upper: 90%	Lower: 10%
5,759.14	6,897.08	4,621.21

Maka untuk nilai ramalan pada periode 1 adalah 5.759,14 dengan batasan lower 10% = 4.621,21 dan Upper 6.897,08. Gambar beriku menunjukkan perbandingan antara perhitungan model dan program cb predictor. Dari gambar grafik tampak bahwa hasil perhitungan dengan CB predictor dan model berbeda dalam penentuan upper dan lower forecasting. Yang lebih menarik lagi bahwa garis upper dan lower untuk periode ke 23 dan 24 saling bersentuhan dengan garis lower yang akhirnya upper menjadi lower dan sebaliknya. Hal ini bearti model ramalan tidak dapat digunakan dalam jangka ramalan yang panjang.



**Gambar 4.1.** Hasil Perhitungan Forecast Penggunaan Bijih Timah Dengan CB Predictor



**Gambar 4.2.** Hasil Perhitungan Forecast Penggunaan Bijih Timah Dengan Model Matematis Persamaan Regression

#### 4.3.2. Analisa Ramalan Untuk Penggunaan Terak Berdasarkan Ramalan Produksi Terak dan Kadar Sn Dalam Terak.

Hasil perhitungan Durbin Watson untuk *variabel independen* produksi terak menunjukkan nilai  $DW < 1,59$  sebesar 0,779 yang artinya terjadi autocorrelation positif pada metode peramalan DMA, dua metode lainnya menunjukkan hal yang sama. Nilai Theil's  $U < 1$  menunjukkan bahwa ke tiga metode ramalan lebih baik dari pendugaan. Hasil perhitungan Durbin Watson menunjukkan untuk *independen variabel* kadar Sn dalam terak mempunyai nilai  $1,59 < DW < 2,41$  sebesar 1,98 yang menunjukkan tidak terjadi autocorrelation pada metode peramalan DES (Double Exponential Smoothing), dua metode lainnya menunjukkan hal yang sama. Nilai Theil's  $U < 1$  menunjukkan bahwa ke tiga metode ramalan lebih baik dari pendugaan.

Setelah memperoleh hasil dari peramalan yang ditentukan oleh CB predictor maka akan dilakukan validasi untuk model multiple regression. Jika dari persamaan matematis (4.2) kita masukkan  $X_1$  dan  $X_2$  sebagai variabel independen produksi terak dan kandungan Sn dalam terak untuk hasil ramalan pada masing-masing periode maka akan didapat hasil ramalan untuk penggunaan Terak. (Hasil Terlampir).

Diketahui hasil ramalan menggunakan Double Moving Average untuk  $X_1$  (Produksi Tambang), periode ke 37 :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
1	2,537.99	3,478.77	4,419.55

Dan diketahui hasil ramalan untuk kadar Sn dalam terak menggunakan Double Exponential Smothing untuk periode waktu yang sama sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
1	20.59	28.16	35.73

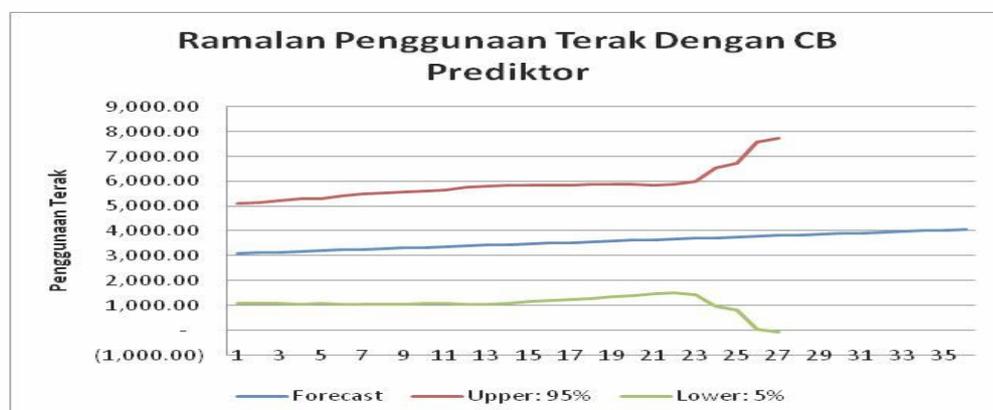
Dan angka-angka tersebut dimasukan dalam persamaan :

- Untuk Lower 10 % :  $Y = 6.660,3 + 0,1675(2.537,99) - 147,29(20,59) \pm \varepsilon$
- Untuk Forecast :  $Y = 6.660,3 + 0,1675(3.478,77) - 147,29(28,16) \pm \varepsilon$
- Untuk Upper 90 % :  $Y = 6.660,3 + 0,1675(4.419,55) - 147,29(35,73) \pm \varepsilon$

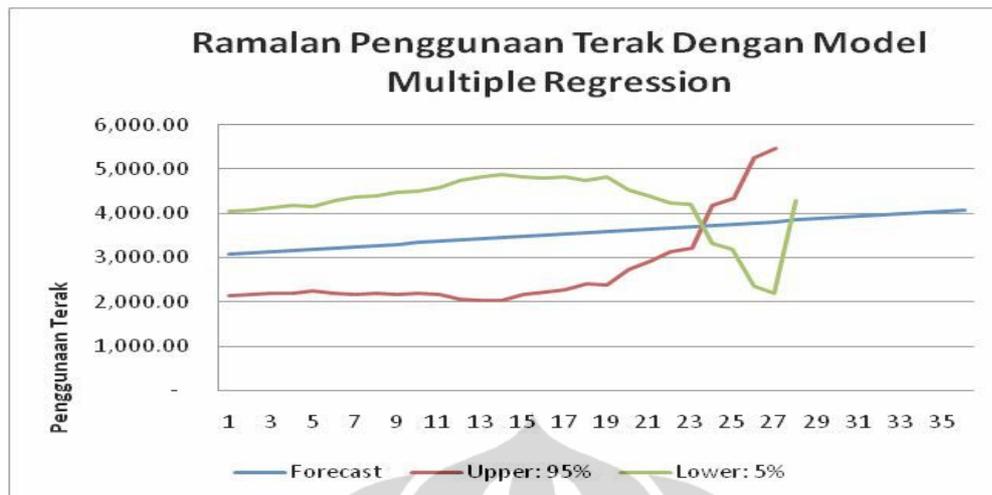
Langkah yang sama seperti diatas berlaku juga untuk metode yang lain. Maka akan diketahui ramalan untuk penggunaan terak periode 37 sebesar :

Model Regression		
Forecast	Upper: 95%	Lower: 5%
3,094.93	2,137.64	4,052.22

Dari hasil perhitungan maka dapat diketahui nilai forecast dan batasan upper dan lower. Dari hasil perhitungan menjelaskan bahwa batas dengan hasil forecast = 3.094,93, Upper 95% = 2.137,64, dan Lower 5% = 4.052,22. Gambar grafik berikut menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan CB predictor nilai upper, lower dan forecast sejajag, upper dan lower cenderung naik dan turun pada periode permalan ke 23 namun forecast tetap. Terjadi perpotongan antara upper dan lower pada periode ramalan ke 24. Hal ini bearti model ramalan tidak dapat digunakan dalam jangka ramalan yang panjang.



**Gambar 4.3.** Hasil Perhitungan Forecast Penggunaan Terak CB Predictor



**Gambar 4.4.** Hasil Perhitungan Forecast Penggunaan Terak Dengan Model Matematis Persamaan Regression

#### 4.3.3. Analisa Ramalan Untuk Penggunaan Bijih Timah Berdasarkan Penggunaan BBM, Reduktor, dan Fluks Untuk Peleburan

Dari tabel 3.49 dapat dijelaskan bahwa metode SMA untuk data penggunaan BBM pada peleburan bijih timah terjadi negative autocorrelation karena nilai  $DW > 2,35$  yaitu sebesar 2,551 dan Theil's  $U = 1$  menandakan bahwa peramalan tidak jauh berbeda dengan pendugaan. Untuk ketiga metode peramalan tersebut hasil  $DW$  dan Theil's  $U$  menunjukkan hasil yang sama. Dari tabel 3.50 dapat dijelaskan bahwa metode DES untuk peramalan data *independen variabel* penggunaan reduktor pada peleburan bijih timah tidak terjadi autocorrelation karena nilai  $DW < 2,35$  yaitu sebesar 2,232 dan Theil's  $U > 1$  menandakan bahwa peramalan dengan DES akan jauh lebih buruk dibanding pendugaan. Walaupun CB predictor telah meranking metode peramalan dengan MAD terkecil adalah DES namun SES (*Single Exponential Smoothing*) memberikan hasil yang lebih baik untuk nilai uji  $DW$  dan Theil's  $U$ . Metode DMA untuk data independen variabel penggunaan fluks pada peleburan bijih timah menjelaskan bahwa terjadi positive autocorrelation karena nilai  $DW = 1,101$  atau  $DW < 1,65$ . Theil's  $U < 1$  menandakan bahwa hasil peramalan dengan DMA cenderung lebih baik dibandingkan dengan pendugaan.

Setelah memperoleh hasil dari peramalan yang ditentukan oleh CB predictor maka akan dilakukan validasi untuk model multiple regression. Jika dari

persamaan matematis (4.3) kita masukkan hasil ramalan dari variabel independen penggunaan BBM ( $X_1$ ), penggunaan reduktor ( $X_2$ ) dan penggunaan fluks ( $X_3$ ) maka akan didapat ramalan untuk penggunaan bijih timah pada masing-masing periode.(Hasil Terlampir).

Diketahui hasil ramalan menggunakan *Single Moving Average* untuk penggunaan BBM ( $X_1$ ), periode ke 37 sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	60.95	101.95	142.94

Dan diketahui hasil ramalan untuk penggunaan reduktor ( $X_2$ ) dalam peleburan bijih timah menggunakan *Double Exponential Smoothing* untuk periode waktu yang sama sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	121.58	152.48	183.38

Dan diketahui hasil ramalan untuk penggunaan fluks ( $X_3$ ) dalam peleburan bijih timah menggunakan *Double Exponential Smoothing* untuk periode 37 sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	6.79	9.84	12.90

Dan angka-angka tersebut dimasukan dalam persamaan :

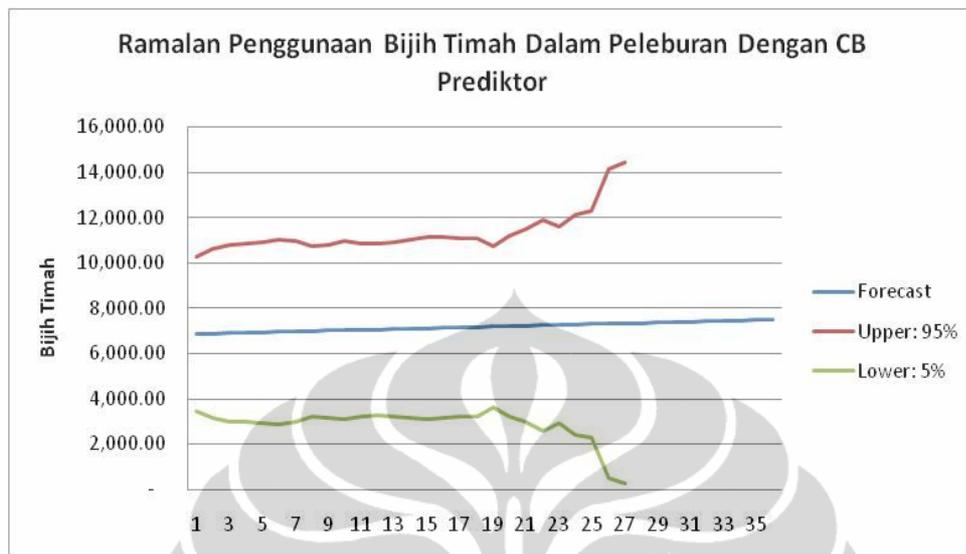
- Lower 10 % :  $Y = 12.952 - 51,499(60,95) - 1,9804(122,58) - 55,875(6,97) \pm \epsilon$
- Forecast :  $Y = 12.952 - 51,499(101,95) - 1,9804(152,48) - 55,875(9,84) \pm \epsilon$
- Upper 90 % :  $Y = 12.952 - 51,499(142,94) - 1,9804(183,38) - 55,875(12,90) \pm \epsilon$

Maka akan diketahui ramalan untuk penggunaan bijih timah periode 37 sebesar :

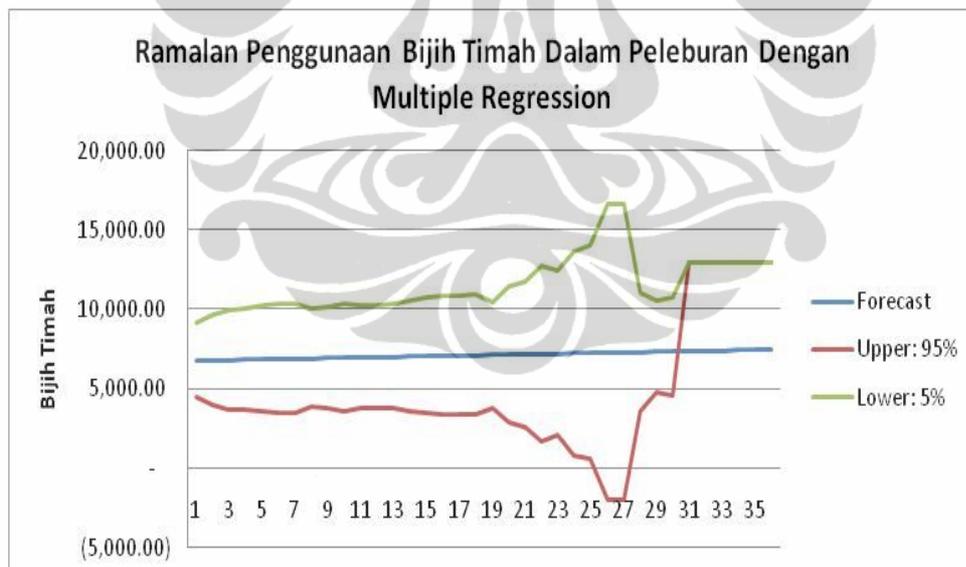
Model Multiple Regression		
Forecast	Upper: 95%	Lower: 5%
6,849.94	4,506.81	9,193.06

Langkah yang sama juga dilaksanakan pada periode yang lainnya. Dari hasil perhitungan tersebut didapat forecast = 6,849,94, upper 95% = 4.506,81 dan Lower : 5% = 9,193,06. Dari hasil grafik menunjukkan perbedaan antara perhitungan dengan CB predictor dan Model Multiple Regression. Perbedaan tersebut tampak pada penentuan upper dan lower dari forecast. Untuk upper dan lower pada model menunjukkan kebalikan dari CB Predictor dimana Upper 95% CB predictor > Upper Model dan Lower 5% CB Predictor < Lower 5 % Model.

Hal tersebut dapat dikarenakan koefisien negative yang memberikan kontribusi negative terhadap dependen variabel.



**Gambar 4.5.** Hasil Perhitungan Forecast Penggunaan Bijih Timah Dalam Peleburan Dengan CB Predictor



**Gambar 4.6.** Hasil Perhitungan Forecast Penggunaan Bijih Timah Dalam Peleburan Dengan Multiple Regression

#### 4.3.4. Analisa Ramalan Untuk Penggunaan Terak Berdasarkan Penggunaan BBM, Reduktor, dan Fluks Untuk Peleburan

Pada hasil perhitungan untuk data independen variabel penggunaan BBM pada peleburan terak menghasilkan nilai DW = 2.085 untuk peramalan dengan

metode SES sehingga dapat dikatakan tidak terjadi autocorrelation karena  $1,65 < DW < 2,35$ , sedangkan dua metode yang lain DES dan SMA juga tidak menghasilkan autocorrelation. Nilai Theil's U  $< 1$  untuk SES dan DES sehingga hasil peramalan jauh lebih baik dari pendugaan. Untuk SMA nilai Theil's U = 1 menandakan bahwa tidak ada perbedaan antara peramalan dan pendugaan.

Nilai DW = 1,557 untuk peramalan pada data *independen variabel* penggunaan reduktor pada peleburan terak dengan metode SMA yang berarti DW  $< 1,65$  terjadi positive autocorrelation, Theil's U  $< 1$  untuk metode SMA yang berarti ramalan dengan SMA menghasilkan nilai ramalan yang lebih baik dari pendugaan. Walaupun CB predictor mengurutkan SMA sebagai hasil terbaik namun jika melihat dari DW untuk metode DES dan SES jauh lebih baik namun nilai ramalan sama dengan pendugaan karena Theil's U = 1.

Berdasarkan nilai DW = 1,817 untuk pada data independen variabel penggunaan fluks untuk peleburan terak dengan menggunakan metode DES tidak terjadi autocorrelation karena nilai  $1,65 < DW < 2,35$  dan hasil peramalan dengan metode ini sama dengan pendugaan karena Theil's U = 1.

Setelah memperoleh hasil dari peramalan yang ditentukan oleh CB predictor maka akan dilakukan validasi untuk model multiple regression. Jika dari persamaan matematis (4.4) kita masukkan hasil ramalan dari variabel independen penggunaan BBM ( $X_1$ ), penggunaan reduktor ( $X_2$ ) dan penggunaan fluks ( $X_3$ ) maka akan didapat ramalan untuk penggunaan terak pada masing-masing periode. (Hasil Terlampir).

Diketahui hasil ramalan menggunakan *Single Exponential Smoothing* untuk penggunaan BBM ( $X_1$ ), periode ke 37 sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	67.57	132.29	197.02

Dan diketahui hasil ramalan untuk penggunaan reduktor ( $X_2$ ) dalam peleburan terak menggunakan *Single Moving Average* untuk periode waktu yang sama sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	112.59	152.12	191.66

Dan diketahui hasil ramalan untuk penggunaan fluks ( $X_3$ ) dalam peleburan terak menggunakan *Double Exponential Smoothing* untuk periode 37 sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	39.65	77.58	115.51

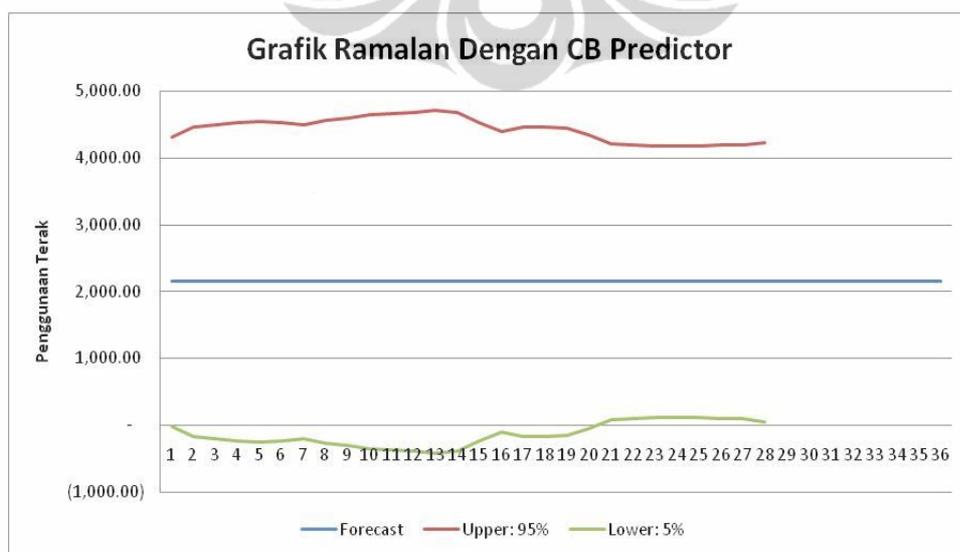
Dan angka-angka tersebut dimasukkan dalam persamaan :

- Lower 10 % :  $Y = 1.110,1 + 12,107(67,57) + 0,3597(112,59) - 8,0226(39,65) \pm \varepsilon$
- Forecast :  $Y = 1.110,1 + 12,107(132,29) + 0,3597(152,12) - 8,0226(77,58) \pm \varepsilon$
- Upper 90 % :  $Y = 1.110,1 + 12,107(197,02) + 0,3597(191,66) - 8,0226(115,51) \pm \varepsilon$

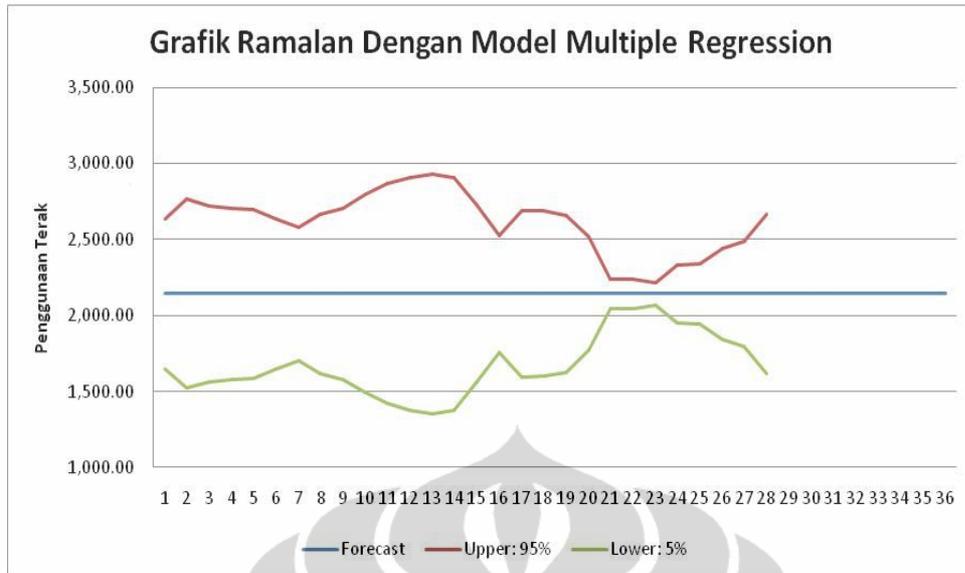
Maka akan diketahui ramalan untuk penggunaan terak periode 37 sebesar :

Model Multiple Regression		
Forecast	Upper: 95%	Lower: 5%
2,143.17	2,636.29	1,650.05

Dari hasil perhitungan untuk periode 37 untuk penggunaan terak pada peleburan forecast hasil dari model = 2.636,29, Upper 95% = 2.143,17 dan Lower 5% = 1,650,05. Gambar grafik berikut menunjukkan bahwa hasil peramalan dengan CB predictor Upper dan Lower cenderung stabil sedangkan dengan model upper dan lower naik turun. Untuk hasil forecast CB predictor < forecast model matematik. Berdasarkan analisa data maka baik peramalan dengan CB predictor maupun model multiple regression semua dapat dipergunakan.



**Gambar 4.7.** Hasil Perhitungan Forecast Penggunaan Terak Dalam Peleburan Dengan CB Predictor



**Gambar 4.8.** Hasil Perhitungan Forecast Penggunaan Terak Dalam Peleburan Dengan Model Multiple Regression

#### 4.3.5. Analisa Ramalan Untuk Produksi Logam Berdasarkan Produksi Tambang, Peleburan Bijih Timah dan Penggunaan Al Scrap

Hasil perhitungan Durbin-Watson untuk metode peramalan SMA pada data independen produksi tambang adalah  $DW = 1,835$  dengan Theil's  $U = 1$  artinya tidak terjadi autocorellation karena  $1,65 < DW < 2,35$ . Sedangkan untuk hasil permalan sama dengan pendugaan. Nilai DW untuk metode SES pada data independen variabel peleburan bijih timah menunjukkan  $DW = 2,143$  dan Theil's  $U = 0,98$ , yang bearti tidak terjadi autocorrelation dimana  $1,65 < DW < 2,35$ , untuk hasil peramalan lebih bai dibandingkan pendukaan karena Theil's  $U < 1$ . Hasil perhitungan DW pada model peramalan SMA untuk data penggunaan AL Scrap  $DW = 0,725$  yang artinya terjadi positive autocorrelation karena  $DW < 1,65$ .

Dengan menggunakan hasil dari peramalan yang ditentukan oleh CB predictor akan dilakukan validasi untuk model multiple regression. Jika dari persamaan matematis (4.5) kita masukkan hasil ramalan dari variabel independen produksi tambang ( $X_1$ ), penggunaan bijih timah ( $X_2$ ) dan penggunaan Al Scrap ( $X_3$ ) maka dapat ramalan untuk produksi logam timah pada masing-masing periode. (Hasil Terlampir).

Diketahui hasil ramalan menggunakan *Single Moving Average* untuk produksi tambang ( $X_1$ ), periode ke 37 sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	1,295.32	4,257.70	7,220.08

Dan diketahui hasil ramalan peleburan bijih timah ( $X_2$ ) untuk produksi logam timah menggunakan *Single Exponential Smoothing* untuk periode waktu yang sama sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	2,356.95	5,135.77	7,914.60

Dan diketahui hasil ramalan untuk penggunaan Al Scrap ( $X_3$ ) untuk produksi logam timah menggunakan *Double Exponential Smoothing* untuk periode 37 sebesar :

Date	Lower: 5%	Forecast	Upper: 95%
	1,526.01	2,383.13	3,240.24

Dan angka-angka tersebut dimasukan dalam persamaan :

- Lower10%:

$$Y=1.250,2 + 0,04624(1.295,32) + 0,41937(2.356,95) + 0,0706(1.526,01) \pm \varepsilon$$

- Forecast:

$$Y=1.250,2 + 0,04624(4.257,7) + 0,41937(5.135,77) + 0,0706(2.383,13) \pm \varepsilon$$

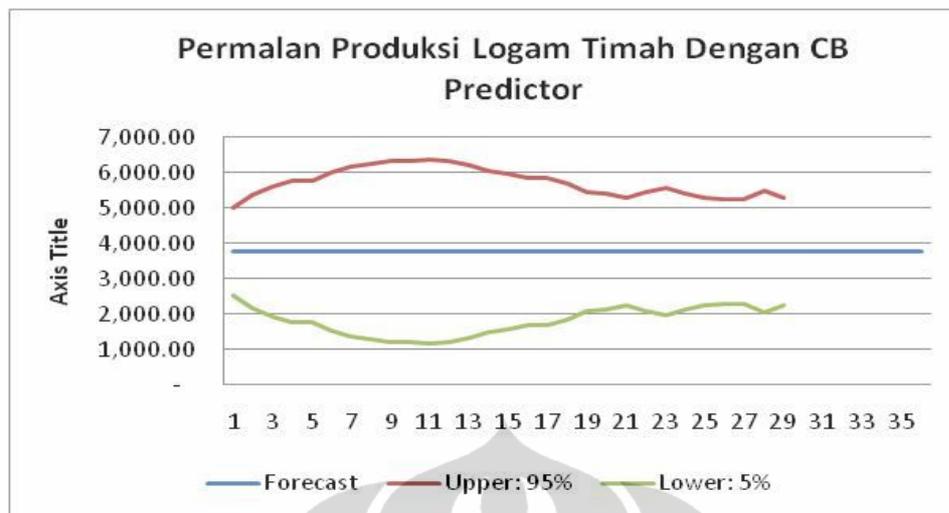
- Upper 90 %:

$$Y = 1.250,2 + 0,04624(7.220,08) + 0,41937(7.914,60) + 0,0706(3.240,24) \pm \varepsilon$$

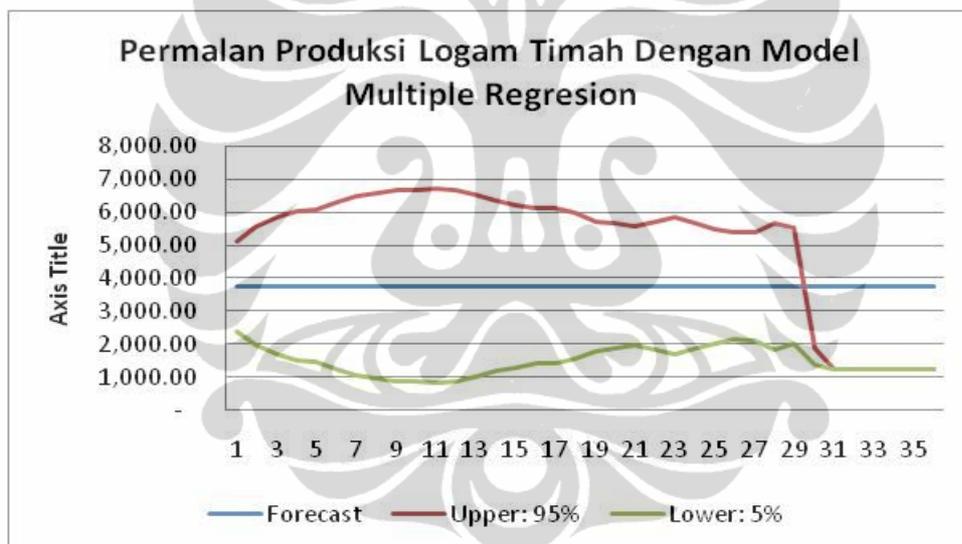
Maka akan diketahui ramalan untuk penggunaan bijih timah periode 37 sebesar :

Model Multiple Regression		
Forecast	Upper: 95%	Lower: 5%
3,769.11	5,131.96	2,406.26

Dari hasil perhitungan didapat hasil forecast = 3,769,11, Upper 95% = 5.131,96 dan Lower 5% = 2.406,26. Untuk hasil grafik menunjukkan bahwa hasil peramalan CB predictor dan Model menunjukkan hasil yang tidak jauh berbeda dan mengindikasikan adanya persamaan antara CB predictor dan Model. Perbedaan hanya terjadi pada upper dan lower saja.



**Gambar 4.9.** Hasil Perhitungan Forecast Produksi Logam Timah Dengan CB Predictor



**Gambar 4.10.** Hasil Perhitungan Forecast Produksi Logam Timah Dengan Multiple Regression

#### 4.4. Analisa Hasil Simulasi Proses Produksi Logam Timah Dengan Menggabungkan Multiple Regression Dan Simulasi Monte Carlo

Jika dari indentifikasi terhadap variabel-variabel resiko yang paling potensial terhadap kegagalan belum terkorelasi maka metode *multiple regression* dapat digunakan untuk menghubungkan antar variabel. Pada bagian analisa terakhir ini penulis mencoba membangun suatu konsep dinamis dalam menganalisa resiko pada proses produksi logam timah. Dengan menghubungkan

antara metode monte carlo dan multiple regression diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai resiko tentang proses produksi.

Simulasi Monte Carlo yang dilakukan dengan menggunakan 10.000 trial angka random. Skenario yang diterapkan pada assumption cell untuk produksi tambang dan kadar Sn adalah “*auto distribution*” dimana program menentukan sendiri kondisi dari distribusi data yang ada. Skenario kedua adalah dengan mengganti assumption cell dalam “*normal distribution*”. Untuk scenario yang lain penulis menyerahkan sepenuhnya kepada perusahaan agar mampu mencari hasil terbaik dari model.

#### 4.4.1. Analisa Hasil Simulasi Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Resiko Produksi Tambang dan Kadar Sn

**Tabel 4.1.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Produksi Tambang dan Kadar Sn “Auto Distribution Assumption”

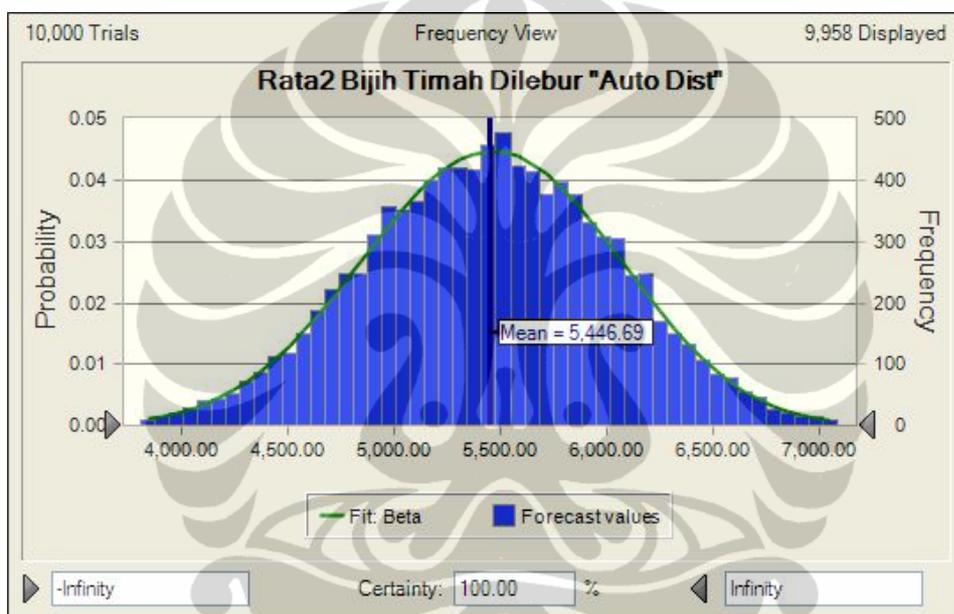
Statistic		Fit: Beta	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		5,446.69	5,446.69
Median		5,451.96	5,454.31
Mode		5,463.15	---
Standard Dev		584.15	584.18
Variance		341,227.28	341,261.40
Skewness		-0.0511	-0.0511
Kurtosis		2.87	2.87
Coeff. of Vari		0.1072	0.1073
Minimum		1,336.84	2,916.23
Maximum		8,917.83	7,486.22
Mean Std. Err		---	5.84

Percentile	Fit: Beta	Forecast values
0%	1,336.84	2,916.23
10%	4,688.63	4,693.74
20%	4,949.75	4,948.30
30%	5,139.09	5,137.04
40%	5,300.98	5,298.42
50%	5,451.96	5,454.18
60%	5,602.25	5,601.63
70%	5,761.87	5,766.76
80%	5,946.58	5,952.28
90%	6,197.81	6,188.57
100%	8,917.83	7,486.22

Dari tabel 4.1. menunjukkan hasil dari penerapan scenario untuk assumption cell produksi tambang adalah *lognormal distribution* dan kadar Sn adalah *normal distribution* atau sesuai dengan “auto distribution”. Hasil yang

diperoleh adalah “distribusi beta” merupakan distribusi yang terbaik untuk rata-rata penggunaan bijih timah berdasarkan produksi tambang. Nilai forecast menunjukkan perbedaan yang mencolok dengan *fit beta* dimana nilai maksimum untuk forecast sebesar 7.486,22 ton lebih kecil dibandingkan *fit beta* sebesar 8.917,83 sehingga dapat diartikan akan terjadi penurunan “Conviden Interval(CI)” untuk nilai rata-rata maksimum forecast. Sedangkan nilai minimum untuk forecast sebesar 2.916,23 ton lebih besar dibandingkan nilai minimum *fit beta* sebesar 1.336,84 ton atau CI naik untuk nilai rata-rata minimum.



**Gambar 4.11.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Produksi Tambang dan Kadar Sn “Auto Distribution Assumption ”

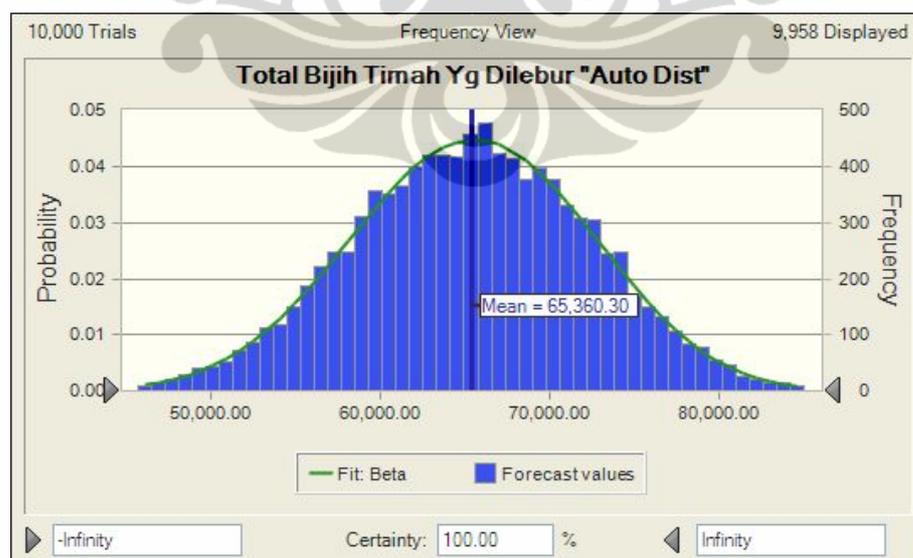
Total penggunaan bijih timah untuk kondisi “auto distribution” tidak jauh berbeda dengan rata-rata penggunaan bijih dimana hasil simulasi untuk forecast menunjukkan nilai maksimum sebesar 89.834,60 ton dan berada dibawah fit beta dengan total sebesar 107.013,99 ton. Sedangkan nilai minimum total penggunaan bijih timah untuk forecast sebesar 34.994,71 ton yang berarti nilai tersebut lebih besar dari fit beta sebesar 16.042,06 ton. Tabel 4.2. menunjukkan hasil statistic dan percentile untuk penggunaan bijih timah yang dipengaruhi oleh produksi tambang dan kadar Sn.

**Tabel 4.2.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Produksi Tambang dan Kadar Sn “Auto Distribution Assumption”

Statistic		Fit: Beta	Forecast values
Mean		65,360.30	65,360.30
Median		65,423.51	65,451.71
Mode		65,557.80	---
Standard Dev		7,009.76	7,010.11
Variance		49,136,727.83	49,141,642.00
Skewness		-0.0511	-0.0511
Kurtosis		2.87	2.87
Coeff. of Vari		0.1072	0.1073
Minimum		16,042.06	34,994.71
Maximum		107,013.99	89,834.60
Mean Std. Err		---	70.10

Percentile	Fit: Beta	Forecast values
0%	16,042.06	34,994.71
10%	56,263.55	56,324.84
20%	59,396.97	59,379.58
30%	61,669.11	61,644.44
40%	63,611.76	63,581.01
50%	65,423.51	65,450.19
60%	67,226.97	67,219.62
70%	69,142.43	69,201.16
80%	71,358.97	71,427.37
90%	74,373.75	74,262.87
100%	107,013.99	89,834.60



**Gambar 4.12.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Produksi Tambang dan Kadar Sn “Auto Distribution Assumption”

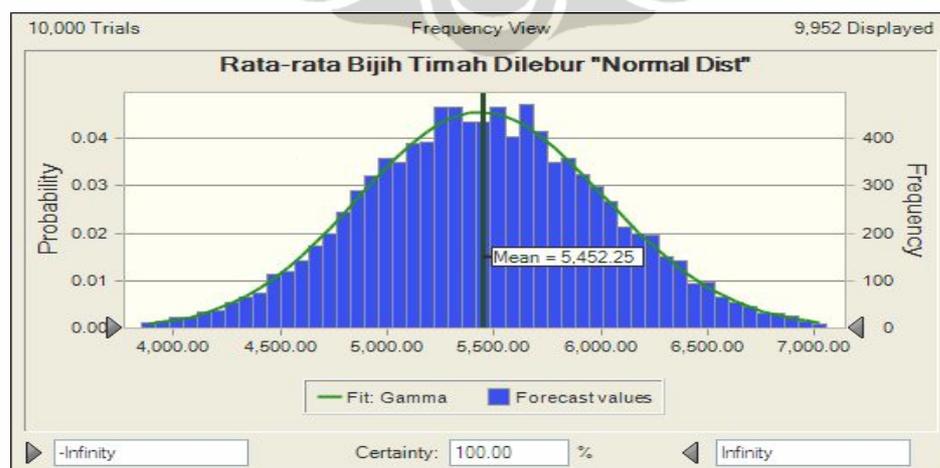
Skenario selanjutnya adalah dengan menentukan semua assumption cell dalam distribusi normal, distribusi normal yang digunakan adalah untuk membandingkan hasil simulasi dimana assumption cell ditentukan secara auto atau kondisi terbaik. Tabel 4.3. dan 4.4. menunjukkan hasil simulasi dengan menggunakan normal distribusi.

**Tabel 4.3.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Produksi Tambang dan Kadar Sn “Normal Distribution Assumption”

Statistic		Fit: Gamma	Forecast values
Trials	---		10,000
Mean		5,452.25	5,452.25
Median		5,446.21	5,447.34
Mode		5,434.12	---
Standard Dev		573.01	572.76
Variance		328,342.03	328,053.79
Skewness		0.0633	0.0342
Kurtosis		3.01	3.02
Coeff. of Vari		0.1051	0.1051
Minimum		(12,658.90)	3,239.73
Maximum		Infinity	7,695.21
Mean Std. Err	---		5.73

Percentile	Fit: Gamma	Forecast values
0%	(12,658.90)	3,239.73
10%	4,721.90	4,729.10
20%	4,968.31	4,968.55
30%	5,147.44	5,148.32
40%	5,301.45	5,300.98
50%	5,446.21	5,447.31
60%	5,591.74	5,595.41
70%	5,748.30	5,744.95
80%	5,932.66	5,933.39
90%	6,190.36	6,201.61
100%	Infinity	7,695.21



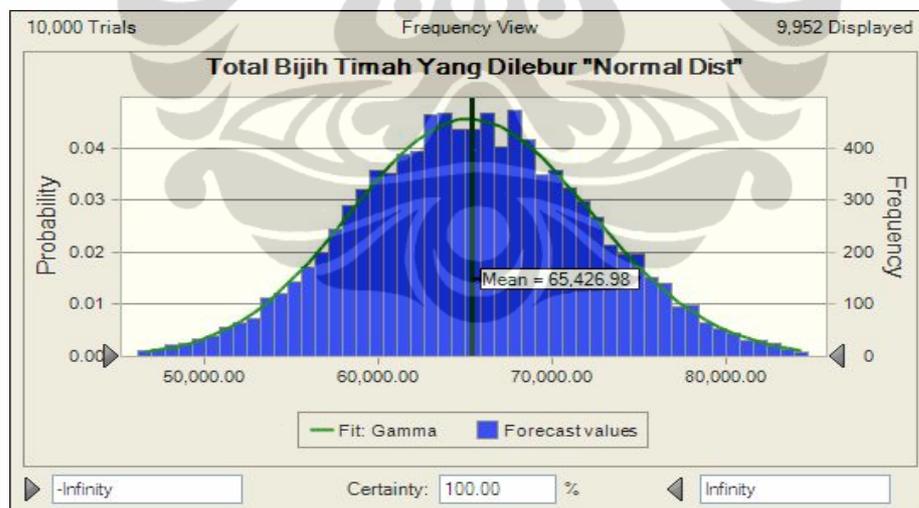
**Gambar 4.13.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Produksi Tambang dan Kadar Sn “Normal Distribution Assumption”

**Tabel 4.4.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Produksi Tambang dan Kadar Sn “Normal Distribution Assumption”

10,000 Trials		Split View		9,952 Displayed	
Statistic	Fit: Gamma	Forecast values			
Trials	---	10,000			
Mean	65,426.98	65,426.98			
Median	65,354.47	65,368.14			
Mode	65,209.43	---			
Standard Dev	6,876.06	6,873.12			
Variance	47,280,222.43	47,239,745.62			
Skewness	0.0633	0.0342			
Kurtosis	3.01	3.02			
Coeff. of Vari	0.1051	0.1051			
Minimum	(151,904.43)	38,876.82			
Maximum	Infinity	92,342.58			
Mean Std. Err	---	68.73			

Percentile	Fit: Gamma	Forecast values	
0%	(151,904.43)	38,876.82	
10%	56,662.85	56,749.23	
20%	59,619.80	59,622.56	
30%	61,769.27	61,779.80	
40%	63,617.43	63,611.70	
50%	65,354.47	65,367.73	
60%	67,100.81	67,144.98	
70%	68,979.54	68,939.39	
80%	71,191.86	71,200.70	
90%	74,284.27	74,419.27	
100%	Infinity	92,342.58	



**Gambar 4.14.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Bijih Timah Ditinjau Dari Produksi Tambang dan Kadar Sn “Normal Distribution Assumption”

Dari hasil simulasi menunjukkan bahwa distribusi untuk penggunaan bijih timah jika assumption cell diubah dalam *normal distribution* maka akan menghasilkan *distribusi gamma*. Nilai statistic untuk rata-rata maksimum forecast penggunaan bijih timah sebesar 7.695,21 ton yang berbeda dengan *fit gamma*

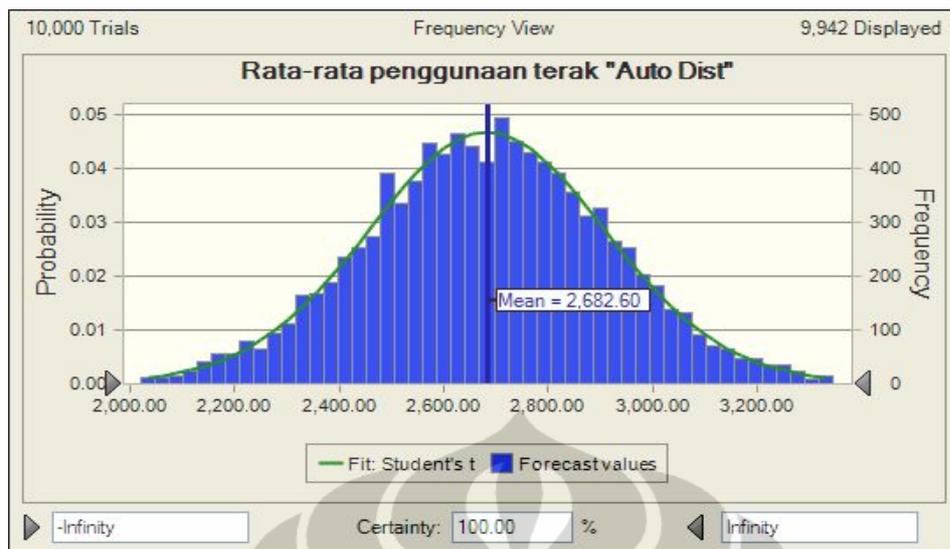
yaitu tidak terbatas, sedangkan nilai forecast minimum untuk rata-rata penggunaan bijih timah adalah sebesar 3.239,73 ton dan nilai minimum untuk *fit gamma* adalah -12.658,90 ton. Untuk nilai maksimum forecast total penggunaan bijih timah adalah sebesar 92.342,58 ton dan nilai maksimum untuk *fit gamma* tidak terbatas. Nilai minimum untuk forecast total penggunaan bijih timah adalah sebesar 38.876,82 ton dan *fit gamma* sebesar minus 151.904,43 ton.

Jika kita membandingkan kedua scenario maka “auto distribusi” lebih menunjukkan hasil yang lebih baik untuk *fit distribution* dan forecast. Hal yang paling penting untuk menentukan rata-rata penggunaan bijih timah adalah dengan membandingkan data actual dengan hasil forecast. Dimana data actual 2008 menunjukkan bahwa rata-rata penggunaan bijih timah tidak lebih besar dari rata-rata forecast sesingga percentile atau CI (*convident interval*) terhadap penggunaan bahan, produksi tambang dan kadar Sn hanya berkisar antara 0% dan 60%.

#### 4.4.2. Analisa Hasil Simulasi Penggunaan Terak Ditinjau Dari Resiko Produksi Terak dan Kadar Sn

**Tabel 4.5.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Terak Ditinjau Dari Produksi Terak dan Kadar Sn “Auto Distribution Assumption”

10,000 Trials		Split View		9,942 Displayed	
Statistic	Fit: Student's t	Forecast values			
Trials	---	10,000			
Mean	2,682.60	2,682.60			
Median	2,682.60	2,683.44			
Mode	2,682.60	---			
Standard Dev	236.38	236.38			
Variance	55,873.78	55,873.78			
Skewness	0.00	-0.0226			
Kurtosis	3.23	3.12			
Coeff. of Vari	0.0881	0.0881			
Minimum	-Infinity	1,726.93			
Maximum	Infinity	3,645.33			
Mean Std. Err	---	2.36			
Percentile	Fit: Student's t	Forecast values			
0%	-Infinity	1,726.93			
10%	2,383.35	2,380.77			
20%	2,487.63	2,488.12			
30%	2,561.56	2,561.35			
40%	2,624.23	2,623.62			
50%	2,682.60	2,683.42			
60%	2,740.97	2,742.65			
70%	2,803.63	2,805.86			
80%	2,877.56	2,882.17			
90%	2,981.84	2,982.05			
100%	Infinity	3,645.33			



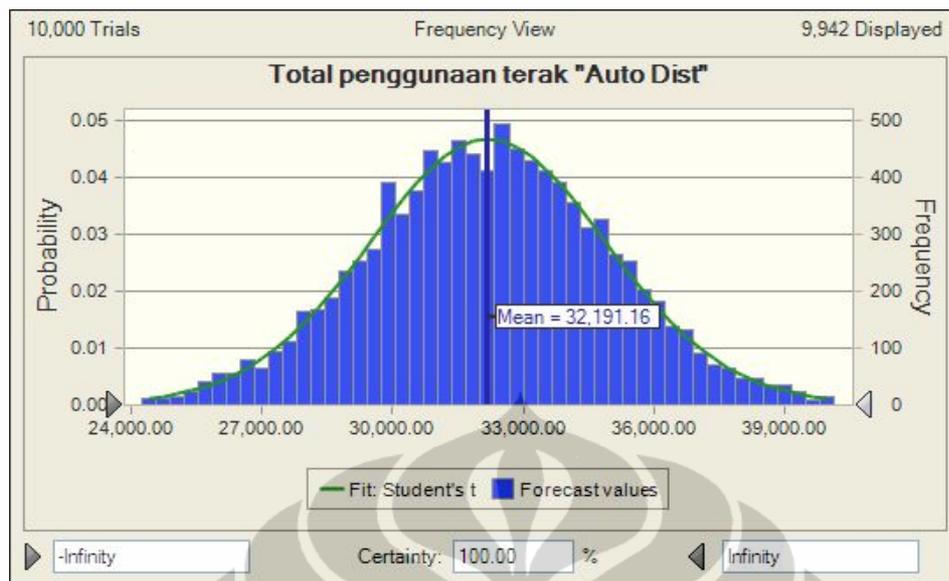
**Gambar 4.15.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Terak Ditinjau Dari Produksi Terak dan Kadar Sn “Auto Distribution Assumption”

**Tabel 4.6.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Terak Ditinjau Dari Produksi Terak dan Kadar Sn “Auto Distribution Assumption”

Statistic		Fit: Student's t	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		32,191.16	32,191.16
Median		32,191.16	32,201.25
Mode		32,191.16	---
Standard Dev		2,836.52	2,836.52
Variance		8,045,823.86	8,045,823.86
Skewness		0.00	-0.0226
Kurtosis		3.23	3.12
Coeff. of Vari		0.0881	0.0881
Minimum		-Infinity	20,723.17
Maximum		Infinity	43,743.91
Mean Std. Err		---	28.37

Percentile	Fit: Student's t	Forecast values
0%	-Infinity	20,723.17
10%	28,600.18	28,569.28
20%	29,851.55	29,857.39
30%	30,738.73	30,736.24
40%	31,490.71	31,483.46
50%	32,191.16	32,201.03
60%	32,891.60	32,911.81
70%	33,643.59	33,670.28
80%	34,530.77	34,585.98
90%	35,782.13	35,784.65
100%	Infinity	43,743.91



**Gambar 4.16.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Terak Ditinjau Dari Produksi Terak dan Kadar Sn “Auto Distribution Assumption”

Hasil dari simulasi menunjukkan bahwa penggunaan terak dengan auto distribution dimana *assumption cell* adalah *gamma* untuk produksi terak dan *logistic* untuk kadar Sn menghasilkan distribusi terbaik untuk penggunaan terak sebagai raw material adalah distribusi *student's t*. Nilai maksimum forecast untuk rata-rata penggunaan terak adalah sebesar 3.645,33 ton dan *fit student's t* tidak terbatas, nilai minimum forecast untuk rata-rata penggunaan terak adalah sebesar 1.726,39 ton dan *fit student's t* tidak terbatas.

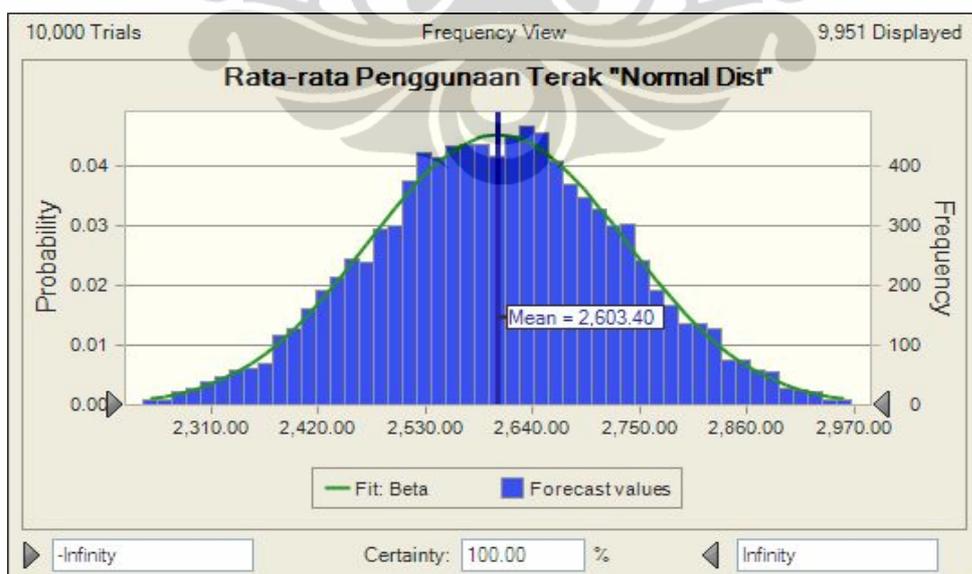
Total penggunaan terak untuk nilai maksimum forecast adalah sebesar 43.743,91 ton dan *fit student's t* tidak terbatas. Nilai minimum forecast untuk penggunaan terak adalah sebesar 20.723,17 ton dan *fit student's t* tidak terbatas. Analisa untuk kondisi ini adalah percentile untuk rata-rata penggunaan terak akan sangat tinggi dimasa yang akan datang dimana CI berkisar antara 50% - 100% jika data tersebut kita konfirmasikan dengan data actual tahun 2008. Metode auto distribution ini menghasilkan *fit student's t* untuk nilai maksimum dan minimum, sehingga menyulitkan dalam menentukan batasan minimum pengunnan bahan dimasa yang akan datang.

**Tabel 4.7.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Terak Ditinjau Dari Produksi Terak dan Kadar Sn “Normal Distribution Assumption”

Statistic		Fit: Beta	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		2,603.40	2,603.40
Median		2,603.56	2,604.11
Mode		2,603.90	---
Standard Dev		130.01	130.02
Variance		16,903.65	16,905.34
Skewness		-0.0075	-0.0075
Kurtosis		2.94	2.94
Coeff. of Vari		0.0499	0.0499
Minimum		1,298.13	2,101.56
Maximum		3,861.01	3,048.45
Mean Std. Err		---	1.30

Percentile	Fit: Beta	Forecast values
0%	1,298.13	2,101.56
10%	2,436.09	2,435.21
20%	2,493.37	2,494.31
30%	2,534.86	2,534.54
40%	2,570.36	2,569.48
50%	2,603.56	2,604.11
60%	2,636.74	2,636.91
70%	2,672.18	2,671.17
80%	2,713.52	2,713.99
90%	2,770.49	2,769.49
100%	3,861.01	3,048.45



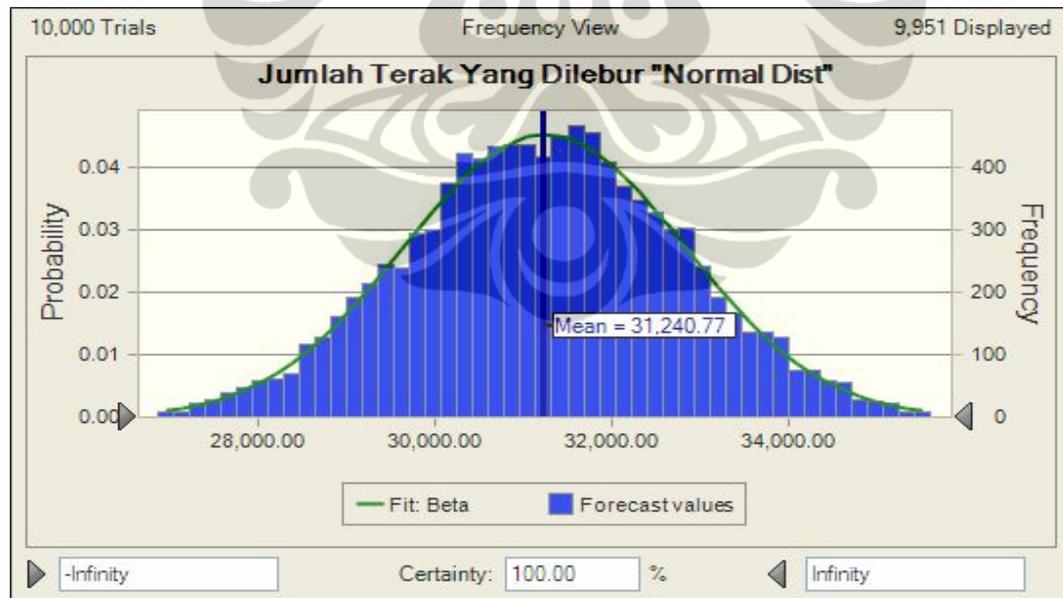
**Gambar 4.17.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Terak Ditinjau Dari Produksi Terak dan Kadar Sn “Normal Distribution Assumption”

**Tabel 4.8.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Terak Ditinjau Dari Produksi Terak dan Kadar Sn “Normal Distribution Assumption”

Statistic		Fit: Beta	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		31,240.77	31,240.77
Median		31,242.77	31,249.33
Mode		31,246.85	---
Standard Dev		1,560.17	1,560.25
Variance		2,434,126.00	2,434,369.43
Skewness		-0.0075	-0.0075
Kurtosis		2.94	2.94
Coeff. of Vari		0.0499	0.0499
Minimum		15,577.60	25,218.77
Maximum		46,332.11	36,581.36
Mean Std. Err		---	15.60

Percentile	Fit: Beta	Forecast values
0%	15,577.60	25,218.77
10%	29,233.07	29,222.46
20%	29,920.48	29,931.70
30%	30,418.27	30,414.49
40%	30,844.35	30,833.76
50%	31,242.77	31,249.31
60%	31,640.92	31,642.89
70%	32,066.16	32,054.06
80%	32,562.21	32,567.83
90%	33,245.89	33,233.87
100%	46,332.11	36,581.36



**Gambar 4.18.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Terak Ditinjau Dari Produksi Terak dan Kadar Sn “Normal Distribution Assumption”

Skenario selanjutnya adalah dengan mengubah *assumption cell* dalam distribusi *normal*. Hasil yang diperoleh adalah fit distribusi untuk rata-rata dan total penggunaan terak adalah beta distribusi. Nilai maksimum forecast untuk rata-rata penggunaan terak sebagai bahan peleburan adalah sebesar 3.048,45 ton dan *fit beta* adalah sebesar 3.861,01 ton. Hal ini menunjukkan bahwa nilai *fit beta* lebih besar dari peramalan.

Total jumlah penggunaan terak untuk forecast maksimum menunjukkan nilai sebesar 36.581,36 ton dan *fit beta* maksimum sebesar 46.332,11 ton. Untuk nilai maksimum penggunaan terak forecast lebih kecil dari *fit beta*. Nilai minimum forecast untuk penggunaan terak sebesar 25,218,77 ton dan *fit beta* menunjukkan nilai sebesar 15.577,60 ton. Nilai minimum forecast untuk penggunaan terak menunjukkan hasil yang lebih besar dari *fit beta*.

Sama seperti auto distribution bahwa penggunaan terak, CI adalah dalam range 50%-100% jika dikonfirmasi dengan data historikal 2008. Akan terjadi peningkatan penggunaan terak sebagai bahan baku peleburan. Penggunaan scenario auto distribution maupun normal distribution yang akan dipilih tergantung kepada perusahaan atau memilih scenario lain dalam menganalisa produksi logam timah.

#### **4.4.3. Analisa Hasil Simulasi Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor, dan Fluks Untuk Peleburan**

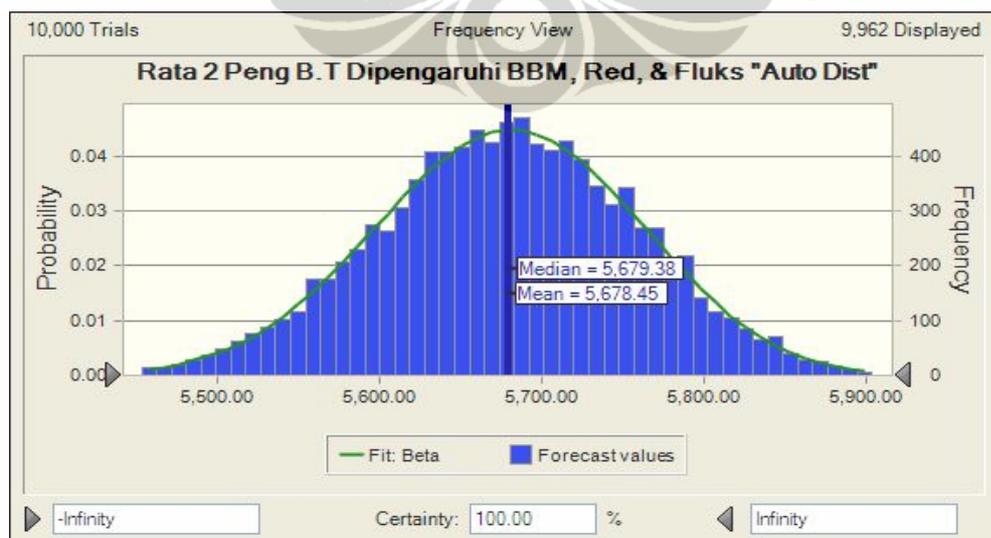
Penggunaan BBM, reduktor dan fluks dalam peleburan akan mempengaruhi dalam pencairan raw material. Kendala utama dalam penggunaan bahan-bahan pembantu peleburan ini adalah belum ada ukuran yang tepat penggunaan bahan-bahan pembantu terhadap kuantitas penggunaan bijih timah yang akan dilebur. Pada akhir tahun penggunaan bahan-bahan pembantu ini menjadi perdebatan disaat biaya produksi membengkak akibat penggunaan bahan-bahan pembantu tersebut. Keterbatasan perusahaan dalam menyediakan data terutama data-data biaya mengakibatkan penelitian ini hanya sebatas pada penggunaan bahan-bahan pembantu dan analisa alokasi biaya produksi tidak dapat dilakukan sehingga penulis merasa hasil analisa kurang optimal. Dengan menggunakan metode yang sama diharapkan perusahaan dapat menerapkan metode ini untuk alokasi biaya produksi. Tabel 4.8, 4.9, 4.10 dan 4.11. menunjukkan hasil simulasi penggunaan bahan-bahan pembantu yang mempengaruhi penggunaan bijih timah.

**Tabel 4.9.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Auto Distribution”

10,000 Trials		Split View		9,962 Displayed	
Statistic	Fit: Beta	Forecast values			
Trials	---	10,000			
Mean	5,678.45	5,678.45			
Median	5,679.29	5,679.38			
Mode	5,681.07	---			
Standard Dev	80.50	80.50			
Variance	6,480.15	6,480.80			
Skewness	-0.0596	-0.0596			
Kurtosis	2.88	2.88			
Coeff. of Vari	0.0142	0.0142			
Minimum	5,071.23	5,373.17			
Maximum	6,172.29	5,963.14			
Mean Std. Err	---	0.81			

Percentile	Fit: Beta	Forecast values	
0%	5,071.23	5,373.17	
10%	5,573.99	5,573.62	
20%	5,610.10	5,610.81	
30%	5,636.22	5,636.47	
40%	5,658.52	5,658.34	
50%	5,679.29	5,679.38	
60%	5,699.96	5,699.57	
70%	5,721.90	5,721.76	
80%	5,747.28	5,748.00	
90%	5,781.80	5,781.54	
100%	6,172.29	5,963.14	



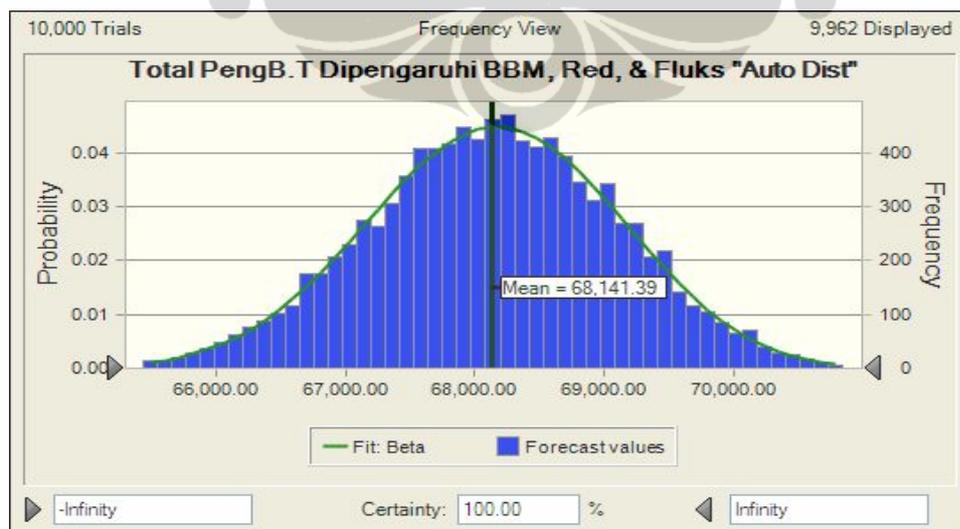
**Gambar 4.19.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Auto Distribution”

**Tabel 4.10.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Auto Distribution”

10,000 Trials		Split View		9,962 Displayed	
Statistic	Fit: Beta	Forecast values			
Trials	---	10,000			
Mean	68,141.39	68,141.39			
Median	68,151.50	68,152.56			
Mode	68,172.83	---			
Standard Dev	965.99	966.04			
Variance	933,141.65	933,234.97			
Skewness	-0.0596	-0.0596			
Kurtosis	2.88	2.88			
Coeff. of Vari	0.0142	0.0142			
Minimum	60,854.70	64,478.04			
Maximum	74,067.53	71,557.68			
Mean Std. Err	---	9.66			

Percentile	Fit: Beta	Forecast values	
0%	60,854.70	64,478.04	
10%	66,887.91	66,883.48	
20%	67,321.15	67,329.77	
30%	67,634.58	67,637.63	
40%	67,902.18	67,900.06	
50%	68,151.50	68,152.52	
60%	68,399.49	68,394.81	
70%	68,662.75	68,661.07	
80%	68,967.31	68,975.97	
90%	69,381.60	69,378.42	
100%	74,067.53	71,557.68	



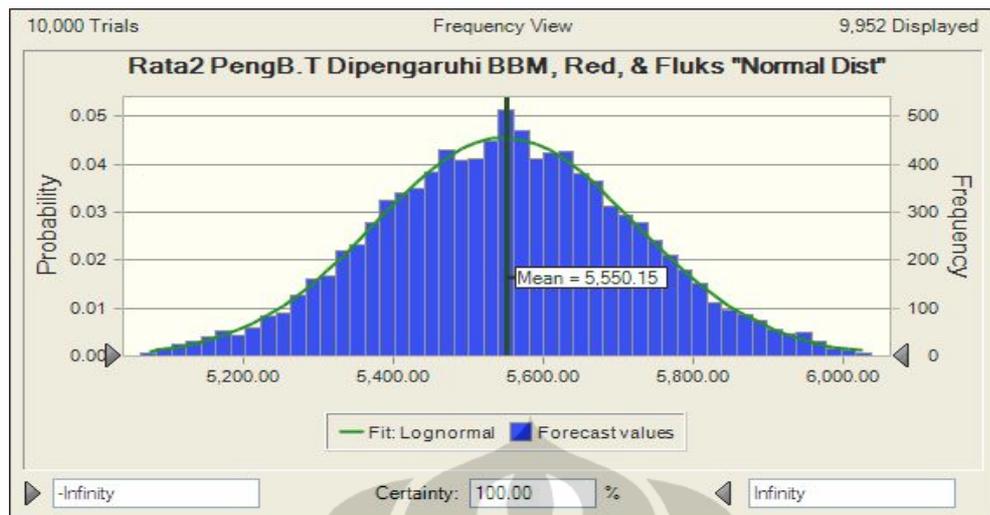
**Gambar 4.20.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Auto Distribution”

Dari hasil simulasi monte carlo dapat dilihat bahwa untuk metode auto distribution dimana assumption cell penggunaan BBM adalah *beta distribution*, reduktor adalah *lognormal distribution* dan fluks adalah *student's t distribution* maka akan dihasilkan fit beta distribution. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai maksimum forecast rata-rata penggunaan bijih timah yang dipengaruhi oleh penggunaan bahan pembantu sebesar 5.693,14 ton dan fit beta sebesar 6.172,29 ton, sehingga nilai *fit beta* lebih besar dari forecast. Untuk nilai minimum forecast adalah sebesar 5.373,17 ton dan fit beta sebesar 5.071,23 ton, sehingga nilai minimum forecast lebih tinggi dari *fit beta*.

Total penggunaan bijih timah untuk nilai maksimum forecast sebesar 71.557,68 ton dan fit beta sebesar 74.067,53 ton maka nilai maksimum fit beta lebih besar dari forecast. Nilai minimum forecast untuk total penggunaan bijih timah adalah sebesar 64.478,04 ton dan fit beta sebesar 60.854,70 ton maka nilai fit beta lebih kecil dari forecast.

**Tabel 4.11.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Normal Distribution”

10,000 Trials		Split View		9,952 Displayed
Statistic	Fit: Lognormal	Forecast values		
Trials	---	10,000		
Mean	5,550.15	5,550.15		
Median	5,549.52	5,549.75		
Mode	5,548.27	---		
Standard Dev	173.32	173.32		
Variance	30,038.77	30,038.62		
Skewness	0.0216	0.0210		
Kurtosis	3.00	3.01		
Coeff. of Vari	0.0312	0.0312		
Minimum	(18,481.36)	4,912.98		
Maximum	Infinity	6,229.69		
Mean Std. Err	---	1.73		
Percentile	Fit: Lognormal	Forecast values		
0%	(18,481.36)	4,912.98		
10%	5,328.44	5,329.42		
20%	5,404.10	5,403.44		
30%	5,458.81	5,458.71		
40%	5,505.65	5,506.65		
50%	5,549.52	5,549.70		
60%	5,593.47	5,592.74		
70%	5,640.58	5,639.98		
80%	5,695.83	5,695.50		
90%	5,772.66	5,772.07		
100%	Infinity	6,229.69		



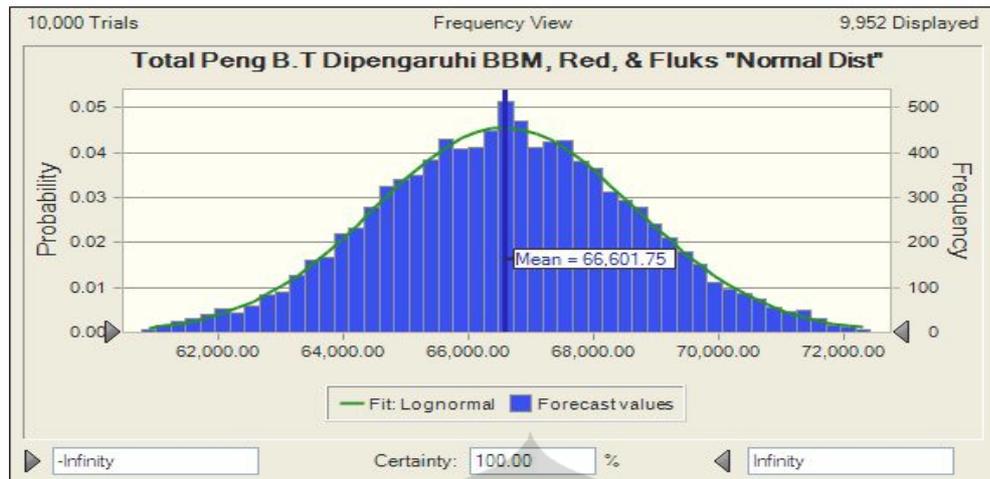
**Gambar 4.21.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Normal Distribution”

**Tabel 4.12.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Normal Distribution”

Statistic		Fit: Lognormal	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		66,601.75	66,601.75
Median		66,594.25	66,596.95
Mode		66,579.25	---
Standard Dev		2,079.80	2,079.80
Variance		4,325,583.29	4,325,561.57
Skewness		0.0216	0.0210
Kurtosis		3.00	3.01
Coeff. of Vari		0.0312	0.0312
Minimum		(221,776.27)	58,955.76
Maximum		Infinity	74,756.27
Mean Std. Err		---	20.80

Percentile	Fit: Lognormal	Forecast values
0%	(221,776.27)	58,955.76
10%	63,941.26	63,953.06
20%	64,849.21	64,841.32
30%	65,505.70	65,504.51
40%	66,067.84	66,079.79
50%	66,594.25	66,596.36
60%	67,121.62	67,112.87
70%	67,686.92	67,679.80
80%	68,349.91	68,346.02
90%	69,271.88	69,264.89
100%	Infinity	74,756.27



**Gambar 4.22.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Bijih Timah Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Normal Distribution

Skenario dengan *assumption cell* dalam *normal distribution* diperoleh hasil *fit distribution* adalah *lognormal*. Hasil untuk nilai forecast maksimum untuk rata-rata penggunaan bijih timah sebesar 6.229,69 ton dan *fit lognormal* tidak terhingga, maka dapat dikatakan nilai maksimum untuk forecast lebih kecil dari *fit lognormal*. Untuk nilai minimum forecast adaalah sebesar 4.912,98 ton dan *fit lognormal* sebesar -18.481,36 ton atau nilai minimum forecast lebih tinggi dari fit lognormal.

Total penggunaan bijih timah untuk nilai maksimum forecast adalah sebesar 74.756,27 ton dan *fit lognormal* tidak terhingga, maka nilai forecast lebih kecil dari fit lognormal. Nilai minimum forecast adalah sebesar 58.955,76 ton dan *fit lognormal* sebesar -221.776,27 ton maka dapat dikatakan nilai forecast lebih tinggi dari *fit lognormal*.

Hasil analisa untuk simulasi monte carlo dengan *assumption cell* “auto distribution” dan “normal distribution” menghasilkan rata-rata penggunaan bijih timah dan total penggunaan bijih timah yang berbeda. Dengan data penggunaan BBM, reduktor dan fluks yang sama namun berbeda scenario distribution maka metode “normal distribution” lebih menghasilkan jumlah penggunaan bijih timah yang tinggi. Kondisi penggunaan BBM, reduktor, dan fluks dengan normal distribution akan menghasilkan efisiensi pemakaian bahan-bahan pembantu jauh lebih baik dibandingkan “auto distribution” atau keadaan yang sebenarnya.

#### 4.4.4. Analisa Hasil Simulasi Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor, dan Fluks Untuk Peleburan

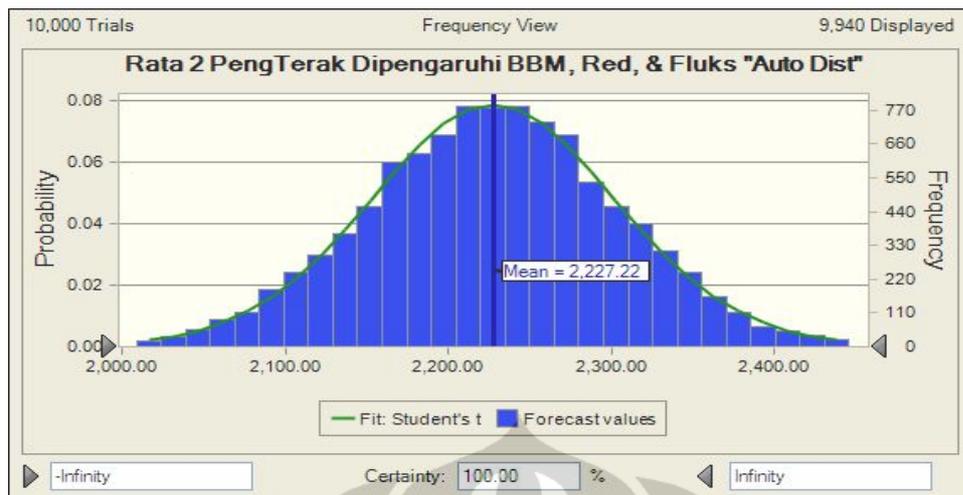
Penggunaan BBM, reduktor dan fluks dalam peleburan terak akan mempengaruhi dalam pencairan raw material yang berasal dari sisa peleburan. Kendala utama dalam penggunaan bahan-bahan pembantu peleburan ini adalah belum adanya ukuran yang tepat penggunaan bahan pembantu terhadap banyaknya penggunaan terak yang akan dilebur selain itu terak berbeda dengan bijih timah karena bentuk dan komposisi material lebih padat dibandingkan bijih tiamah sehinga membutuhkan bahan pembantu dalam jumlah yang lebih besar. Tabel 4.12, 4.13, 4.14. dan 4.15. menunjukkan hasil simulasi penggunaan bahan-bahan pembantu yang mempengaruhi penggunaan terak.

**Tabel 4.13.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Auto Distribution”

Statistic		Fit: Student's t	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		2,227.22	2,227.22
Median		2,227.22	2,228.09
Mode		2,227.22	---
Standard Dev		78.07	78.07
Variance		6,094.56	6,094.56
Skewness		0.00	0.0090
Kurtosis		3.23	3.11
Coeff. of Vari		0.0351	0.0351
Minimum		-Infinity	1,941.36
Maximum		Infinity	2,554.84
Mean Std. Err		---	0.78

Percentile	Fit: Student's t	Forecast values
0%	-Infinity	1,941.36
10%	2,128.39	2,126.60
20%	2,162.83	2,162.55
30%	2,187.25	2,186.83
40%	2,207.94	2,208.36
50%	2,227.22	2,228.09
60%	2,246.50	2,246.75
70%	2,267.19	2,267.47
80%	2,291.61	2,291.77
90%	2,326.05	2,326.91
100%	Infinity	2,554.84



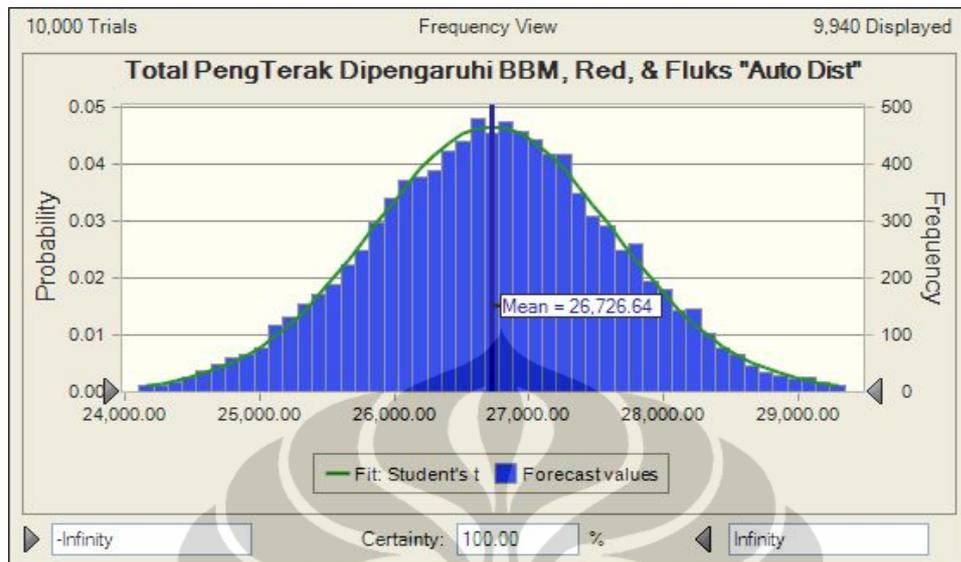
**Gambar 4.23.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Auto Distribution”

**Tabel 4.14.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Auto Distribution”

Statistic		Fit: Student's t	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		26,726.64	26,726.64
Median		26,726.64	26,737.12
Mode		26,726.64	---
Standard Dev		936.81	936.81
Variance		877,616.06	877,616.06
Skewness		0.00	0.0090
Kurtosis		3.23	3.11
Coeff. of Vari		0.0351	0.0351
Minimum		-Infinity	23,296.31
Maximum		Infinity	30,658.10
Mean Std. Err		---	9.37

Percentile	Fit: Student's t	Forecast values
0%	-Infinity	23,296.31
10%	25,540.66	25,519.24
20%	25,953.95	25,950.59
30%	26,246.95	26,242.00
40%	26,495.31	26,500.33
50%	26,726.64	26,737.04
60%	26,957.98	26,960.99
70%	27,206.34	27,209.61
80%	27,499.34	27,501.29
90%	27,912.63	27,922.89
100%	Infinity	30,658.10



**Gambar 4.24.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Auto Distribution”

Hasil simulasi monte carlo untuk penggunaan terak dapat terlihat bahwa untuk metode *auto distribution* dimana *assumption cell* penggunaan BBM adalah *student's t distribution*, reduktor adalah *student's t distribution* dan fluks adalah *logistic distribution* maka akan dihasilkan *fit student's t distribution*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai maksimum forecast rata-rata penggunaan terak yang dipengaruhi oleh penggunaan bahan pembantu sebesar 2.554,84 ton dan *fit student's t* adalah tidak terhingga, sehingga nilai *fit student's t* lebih besar dari forecast. Untuk nilai minimum forecast adalah sebesar 1.941,36 ton dan *fit student's t* adalah minus tak terhingga, sehingga nilai minimum forecast lebih tinggi dari *fit student's t*.

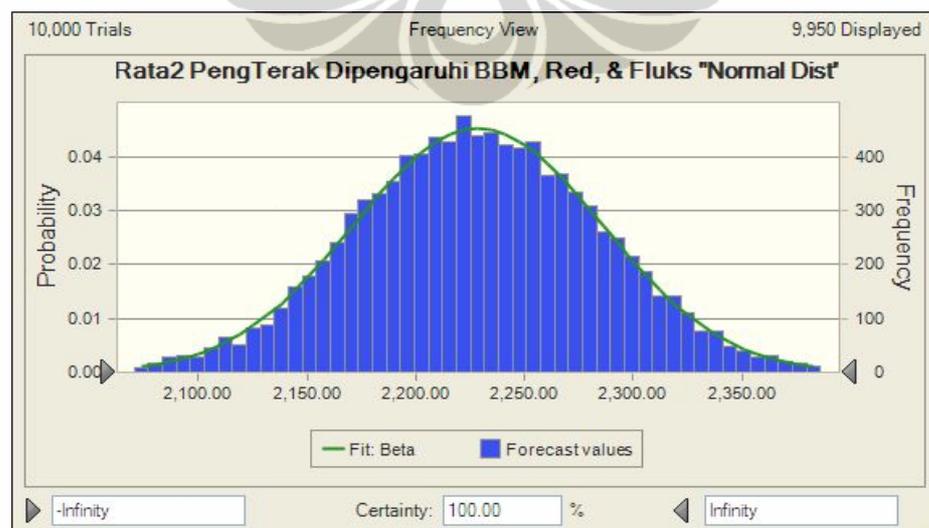
Total penggunaan bijih timah untuk nilai maksimum forecast sebesar 30.658,10 ton dan *fit student's t* adalah tak hingga maka nilai maksimum *fit student's t* lebih besar dari forecast. Nilai minimum forecast untuk total penggunaan bijih timah adalah sebesar 23.296,31 ton dan *fit student's t* adalah minus tak hingga maka nilai *fit student's t* lebih kecil dari forecast.

**Tabel 4.15.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-rata Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Normal Distribution”

10,000 Trials		Split View		9,950 Displayed
Statistic	Fit: Beta	Forecast values		
Trials	---	10,000		
Mean	2,228.26	2,228.26		
Median	2,228.32	2,227.68		
Mode	2,228.42	---		
Standard Dev	56.39	56.39		
Variance	3,179.79	3,180.11		
Skewness	-0.0055	-0.0055		
Kurtosis	2.95	2.95		
Coeff. of Vari	0.0253	0.0253		
Minimum	1,593.11	2,021.30		
Maximum	2,844.15	2,430.37		
Mean Std. Err	---	0.56		

Percentile	Fit: Beta	Forecast values	
0%	1,593.11	2,021.30	
10%	2,155.76	2,156.67	
20%	2,180.60	2,180.21	
30%	2,198.57	2,198.31	
40%	2,213.94	2,213.40	
50%	2,228.32	2,227.67	
60%	2,242.69	2,242.59	
70%	2,258.04	2,258.10	
80%	2,275.96	2,276.26	
90%	2,300.70	2,300.81	
100%	2,844.15	2,430.37	



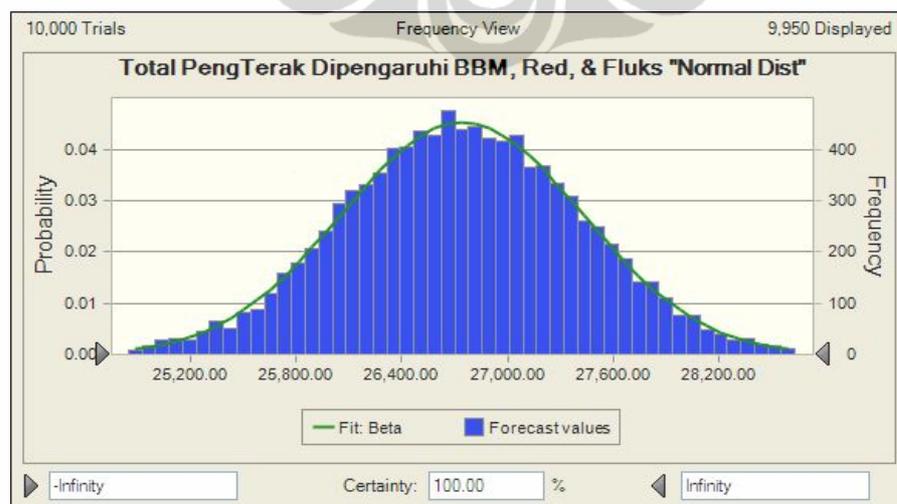
**Gambar 4.25.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Normal Distribution”

**Tabel 4.16.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Normal Distribution”

10,000 Trials			Split View			9,950 Displayed		
Statistic	Fit: Beta	Forecast values						
Trials	---	10,000						
Mean	26,739.17	26,739.17						
Median	26,739.81	26,732.13						
Mode	26,741.10	---						
Standard Dev	676.68	676.71						
Variance	457,890.12	457,935.91						
Skewness	-0.0055	-0.0055						
Kurtosis	2.95	2.95						
Coeff. of Vari	0.0253	0.0253						
Minimum	19,117.26	24,255.62						
Maximum	34,129.83	29,164.41						
Mean Std. Err	---	6.77						

Percentile	Fit: Beta	Forecast values						
0%	19,117.26	24,255.62						
10%	25,869.18	25,879.99						
20%	26,167.18	26,162.48						
30%	26,382.80	26,379.73						
40%	26,567.30	26,560.75						
50%	26,739.81	26,732.07						
60%	26,912.23	26,911.07						
70%	27,096.46	27,097.24						
80%	27,311.53	27,315.13						
90%	27,608.35	27,609.75						
100%	34,129.83	29,164.41						



**Gambar 4.26.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Penggunaan Terak Yang Dipengaruhi Penggunaan BBM, Reduktor dan Fluks “Normal Distribution”

Dengan *assumption cell* dalam *normal distribution* diperoleh hasil *fit distribution* adalah *beta*. Nilai forecast maksimum untuk rata-rata penggunaan terak yang dipengaruhi oleh penggunaan bahan-bahan pembantu adalah 2.430,37ton dan *fit beta* adalah 2.844,15, maka dapat dikatakan nilai maksimum untuk forecast lebih kecil dari *fit beta*. Untuk nilai minimum forecast adalah sebesar 2.021,30 ton dan *fit beta* sebesar 1.593,11 ton atau nilai minimum forecast lebih tinggi dari *fit beta*.

Total penggunaan terak untuk nilai maksimum forecast adalah sebesar 29.164,41 ton dan *beta* adalah 34.129,83 ton, maka nilai forecast lebih kecil dari *fit beta*. Nilai minimum forecast adalah sebesar 24.255,62 ton dan *fit beta* sebesar 19.117,26 ton maka dapat dikatakan nilai forecast lebih tinggi dari *fit beta*.

Hasil analisa untuk simulasi monte carlo dengan *assumption cell* “auto distribution” dan “normal distribution” menghasilkan rata-rata penggunaan terak dan total penggunaan terak yang berbeda. Dengan data penggunaan BBM, reduktor dan fluks yang sama namun berbeda scenario distribution maka metode “auto distribution” lebih menghasilkan jumlah penggunaan terak yang tinggi untuk nilai forecast. *Fit student’s t* memberikan hasil efisiensi yang lebih baik dibandingkan *fit lognormal* hanya saja untuk CI 0% dan 100% *fit student’s t* tidak menunjukkan nilai seperti *fit lognormal*.

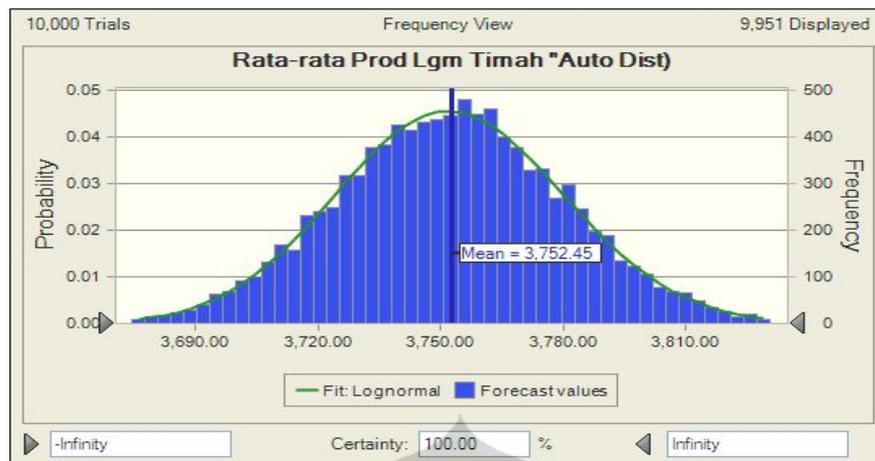
#### **4.4.5. Analisa Hasil Simulasi Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan Al Scrap.**

Produk berupa balok timah  $\frac{1}{2}$  jadi merupakan hasil akhir dari rangkaian proses produksi dimana penuangan logam dilakukan setelah kondisi unsure dalam logam cair masuk spesifikasi. Produk akhir juga menggambarkan produktivitas, tidak sesuai target produksi dan realisasi dilapangan menggambarkan produktivitas yang tidak stabil. Untuk perusahaan yang bergerak dibidang pertambangan dan menghasilkan produk sangat bergantung kepada aktivitas dalam setiap proses produksi. Dengan memilih aktivitas tertentu dalam setiap proses maka diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai produksi logam timah. Penelitian ini akan lebih baik jika aktivitas pada setiap proses berhubungan dengan alokasi biaya produksi untuk setiap proses, misalkan biaya raw material, biaya produksi, dan lain. Karena keterbatasan tersebut maka analisa hanya sebatas

pada aktivitas produksi tambang yang mencerminkan proses penerimaan material, aktivitas penggunaan bijih timah yang mencerminkan proses peleburan, dan aktivitas penggunaan Al yang mencerminkan proses pemurnian. Tabel 4.16 dan 4.17 menunjukkan hasil dari simulasi produksi logam timah yang dipengaruhi oleh produksi tambang, penggunaan bijih timah dan penggunaan Al Scrap.

**Tabel 4.17.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-rata Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan Al Scrap “Auto Distribution”

10,000 Trials		Split View		9,951 Displayed	
Statistic	Fit: Lognormal	Forecast values			
Trials	---	10,000			
Mean	3,752.45	3,752.45			
Median	3,752.21	3,752.53			
Mode	3,751.74	---			
Standard Dev	27.93	27.93			
Variance	780.12	780.11			
Skewness	0.0509	0.0500			
Kurtosis	3.00	2.98			
Coeff. of Vari	0.0074	0.0074			
Minimum	2,107.19	3,652.03			
Maximum	Infinity	3,858.22			
Mean Std. Err	---	0.28			
Percentile	Fit: Lognormal	Forecast values			
0%	2,107.19	3,652.03			
10%	3,716.81	3,716.76			
20%	3,728.87	3,728.73			
30%	3,737.63	3,737.67			
40%	3,745.15	3,745.19			
50%	3,752.21	3,752.53			
60%	3,759.30	3,759.49			
70%	3,766.92	3,766.78			
80%	3,775.88	3,775.86			
90%	3,788.39	3,788.25			
100%	Infinity	3,858.22			



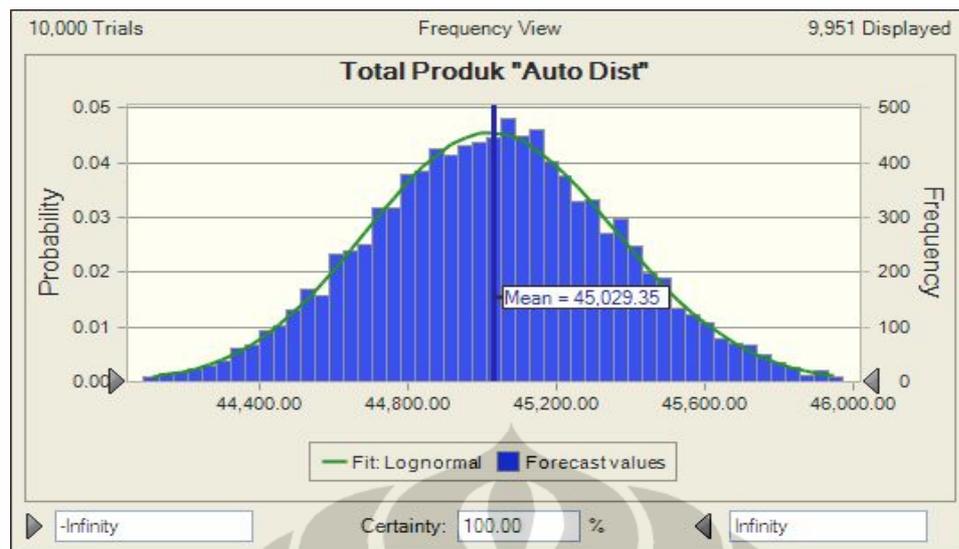
**Gambar 4.27.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-rata Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan AI Scrap “Auto Distribution”

**Tabel 4.18.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan AI Scrap “Auto Distribution”

Statistic		Fit: Lognormal	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		45,029.35	45,029.35
Median		45,026.51	45,030.35
Mode		45,020.82	---
Standard Dev		335.17	335.17
Variance		112,336.75	112,335.83
Skewness		0.0509	0.0500
Kurtosis		3.00	2.98
Coeff. of Vari		0.0074	0.0074
Minimum		25,286.31	43,824.33
Maximum		Infinity	46,298.62
Mean Std. Err		---	3.35

Percentile	Fit: Lognormal	Forecast values
0%	25,286.31	43,824.33
10%	44,601.71	44,601.16
20%	44,746.49	44,744.78
30%	44,851.56	44,852.03
40%	44,941.80	44,942.30
50%	45,026.51	45,030.33
60%	45,111.59	45,113.88
70%	45,203.02	45,201.31
80%	45,310.56	45,310.28
90%	45,460.65	45,459.05
100%	Infinity	46,298.62



**Gambar 4.28.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan Al Scrap “Auto Distribution”

Hasil simulasi monte carlo untuk produksi logam timah yang dipengaruhi oleh produksi tambang, penggunaan bijih timah dan Al Scrap dapat terlihat bahwa untuk metode *auto distribution* dimana *assumption cell* produksi tambang adalah *lognormal distribution*, penggunaan bijih timah adalah *beta distribution* dan penggunaan Al Scrap adalah *lognormal distribution* maka akan dihasilkan *fit lognormal distribution* untuk produksi logam timah. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai maksimum forecast rata-rata produksi logam timah yang dipengaruhi oleh produksi tambang, penggunaan bijih timah dan Al Scrap sebesar 3.858,22 ton dan *fit lognormal* adalah tidak terhingga, sehingga nilai *fit lognormal* lebih besar dari forecast. Untuk nilai minimum forecast adalah sebesar 3.652,03 ton dan *fit lognormal* adalah 2.107,19, sehingga nilai minimum forecast lebih tinggi dari *fit lognormal*.

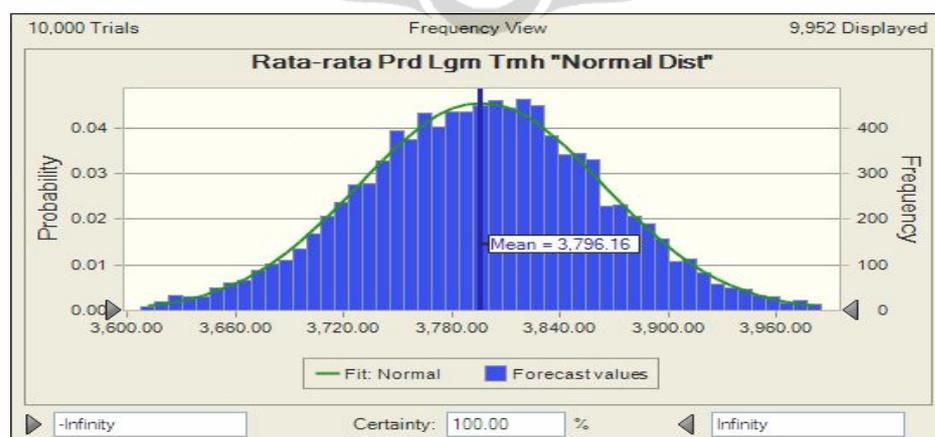
Total produksi logam timah untuk nilai maksimum forecast sebesar 46.298,62 ton dan *fit lognormal* adalah tak hingga maka nilai maksimum *fit lognormal* lebih besar dari forecast. Nilai minimum forecast untuk total penggunaan bijih timah adalah sebesar 43.824,33 ton dan *lognormal* adalah 25.286,31 maka nilai *fit lognormal* lebih kecil dari forecast.

**Tabel 4.19.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan AI Scrap “Normal Distribution”

Statistic		Fit: Normal	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		3,796.16	3,796.16
Median		3,796.16	3,797.14
Mode		3,796.16	---
Standard Dev		67.53	67.53
Variance		4,560.31	4,560.31
Skewness		0.00	-0.0219
Kurtosis		3.00	3.02
Coeff. of Vari		0.0178	0.0178
Minimum		-Infinity	3,541.76
Maximum		Infinity	4,053.98
Mean Std. Err		---	0.68

Percentile	Fit: Normal	Forecast values
0%	-Infinity	3,541.76
10%	3,709.61	3,710.22
20%	3,739.32	3,740.26
30%	3,760.74	3,760.88
40%	3,779.05	3,779.49
50%	3,796.16	3,797.14
60%	3,813.26	3,813.97
70%	3,831.57	3,831.00
80%	3,852.99	3,852.54
90%	3,882.70	3,882.59
100%	Infinity	4,053.98



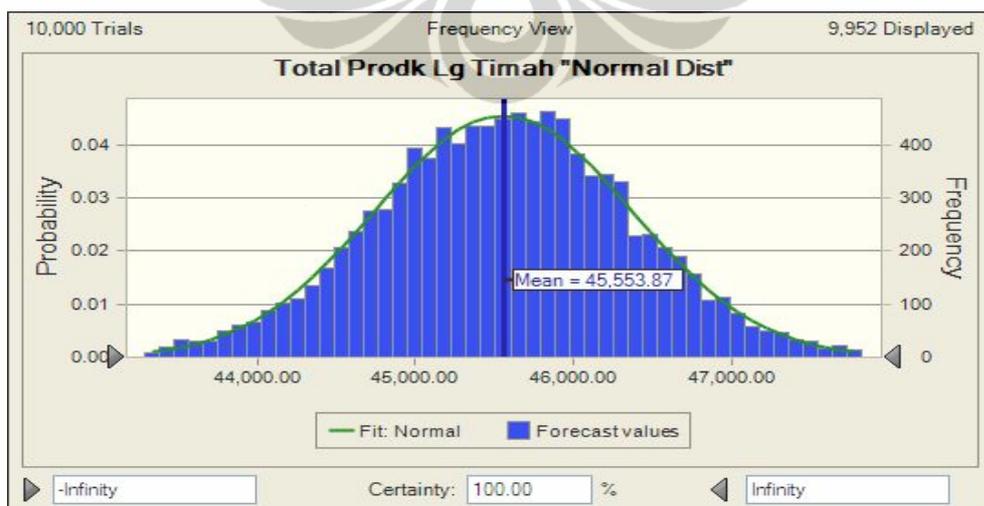
**Gambar 4.29.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Rata-Rata Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan AI Scrap “Normal Distribution”

**Tabel 4.20.** Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan AI Scrap “Normal Distribution”

Statistic		Fit: Normal	Forecast values
Trials		---	10,000
Mean		45,553.87	45,553.87
Median		45,553.87	45,565.69
Mode		45,553.87	---
Standard Dev		810.36	810.36
Variance		656,685.09	656,685.09
Skewness		0.00	-0.0219
Kurtosis		3.00	3.02
Coeff. of Vari		0.0178	0.0178
Minimum		-Infinity	42,501.11
Maximum		Infinity	48,647.72
Mean Std. Err		---	8.10

Percentile	Fit: Normal	Forecast values
0%	-Infinity	42,501.11
10%	44,515.35	44,522.63
20%	44,871.85	44,883.10
30%	45,128.91	45,130.52
40%	45,348.56	45,353.85
50%	45,553.87	45,565.64
60%	45,759.17	45,767.66
70%	45,978.82	45,972.06
80%	46,235.88	46,230.53
90%	46,592.39	46,591.07
100%	Infinity	48,647.72



**Gambar 4.30.** Frekuensi Hasil Simulasi Monte Carlo Untuk Total Produksi Logam Timah Yang Dipengaruhi Produksi Tambang, Penggunaan Bijih Timah dan AI Scrap “Normal Distribution”

Dengan *assumption cell* dalam *normal distribution* diperoleh hasil *fit distribution* adalah *normal*. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai maksimum forecast rata-rata produksi logam timah yang dipengaruhi oleh produksi tambang, penggunaan bijih timah dan Al Scrap sebesar 4.653,98 ton dan *fit normal* adalah tidak terhingga, sehingga nilai *fit normal* lebih besar dari forecast. Untuk nilai minimum forecast adalah sebesar 3.541,76 ton dan *fit normal* adalah minus tak terhingga, sehingga nilai minimum forecast lebih tinggi dari *fit normal*.

Total produksi logam timah untuk nilai maksimum forecast sebesar 48.647,72 ton dan *fit normal* adalah tak hingga maka nilai maksimum *fit lognormal* lebih besar dari forecast. Nilai minimum forecast untuk total penggunaan bijih timah adalah sebesar 42.501,11 ton dan *normal* adalah minus tak hingga maka nilai *fit normal* lebih kecil dari forecast.

Hasil analisa untuk simulasi monte carlo dengan *assumption cell* “auto distribution” dan “normal distribution” menghasilkan rata-rata dan total produksi logam yang berbeda. *Normal distribution* untuk *assumption cell* memberikan hasil forecast yang lebih besar dibandingkan dengan *auto distribution*. Jika kita membandingkan dengan data produksi logam tahun 2008 maka CI untuk hasil ramalan bekisar antara 50% - 100%, namun yang jelas nilai ramalan untuk tahun selanjutnya akan terjadi penurunan produksi logam timah dengan kisaran antara 45.656 ton – 48.678 ton. Dengan demikian perusahaan harus mempersiapkan strategi management untuk mengantisipasi perubahan tersebut.