

PENGENDALIAN PERSEDIAAN POZZOLAN DI PT SEMEN PADANG

Prima Fithri¹, Annise Sindikia¹

¹Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang

Email: ima@ft.unand.ac.id

Abstract

Inventory of raw materials is the most important thing to produce the product. Inventory control of the raw materials quantity also refers to the production process at the factory. PT Semen Padang used raw materials including cement manufacture clay, limestone, silica, gypsum, pozzolan and sand iron or copper slag. Among the raw materials, the most used is pozzolan. This research will be carried out data processing for inventory control using the EOQ (Economic Order Quantity) and POQ (Periodic Order Quantity) to compare with inventory control has been implemented by the company. The data collected for this study include data processing is the use of historical data pozzolan material per period in 2012 and 2013, the cost of raw materials ordering pozzolan, pozzolan storage costs of raw materials and lead time, acceptance of pozzolan from suppliers to storage. Data processing is performed to determine the inventory control of raw materials sand pozzolan in 2014. The results and conclusions obtained are forecasting the use of pozzolan in 2014 is 1.135.355,77 tons it means will be more than in previous years and the inventory control with POQ (Periodic Order Quantity) produces the minimum inventory costs with price Rp 1.775.179.959,61.

Keywords: forecasting, inventory, EOQ, POQ

Abstrak

Persediaan bahan baku merupakan elemen terpenting dalam produksi yang dilakukan oleh perusahaan untuk menghasilkan produk. Pengendalian persediaan terhadap kuantitas bahan baku yang dilakukan gudang juga merujuk ke proses produksi yang dilakukan oleh pabrik. Pabrik-pabrik di PT Semen Padang tersebut menggunakan bahan baku pembuatan semen diantaranya tanah liat (clay), batu kapur, batu silika, gypsum, pozzolan dan pasir besi atau copper slag. Diantara bahan baku tersebut, pemakaian terbanyak adalah pemakaian pozzolan. Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan data untuk pengendalian persediaan dengan menggunakan metode EOQ (Economic Order Quantity) dan POQ (Periodic Order Quantity) untuk membandingkan dengan pengendalian persediaan yang telah diterapkan oleh perusahaan. Data yang dikumpulkan untuk pengolahan data penelitian ini diantaranya yaitu data historis pemakaian bahan baku pozzolan per periode pada tahun 2012 dan 2013, biaya pemesanan bahan baku pozzolan, biaya penyimpanan bahan baku pozzolan dan waktu tenggang (lead time) penerimaan pozzolan dari pemasok ke gudang. Pengolahan data yang dilakukan adalah untuk menentukan pengendalian persediaan bahan baku pasir pozzolan di tahun 2014. Hasil dan kesimpulan yang diperoleh adalah peramalan pemakaian pozzolan di tahun 2014 akan lebih banyak dibanding tahun-tahun sebelumnya yaitu dengan total pemakaian sebanyak 1.135.355,77 ton dan pengendalian persediaan dengan metode POQ (Periodic Order Quantity) menghasilkan biaya persediaan yang lebih minimum yaitu sebesar Rp 1.775.179.959,61.

Kata kunci: peramalan, persediaan, EOQ, POQ

1. PENDAHULUAN

Bagian pendahuluan ini berisi latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian dan batasan masalah yang digunakan.

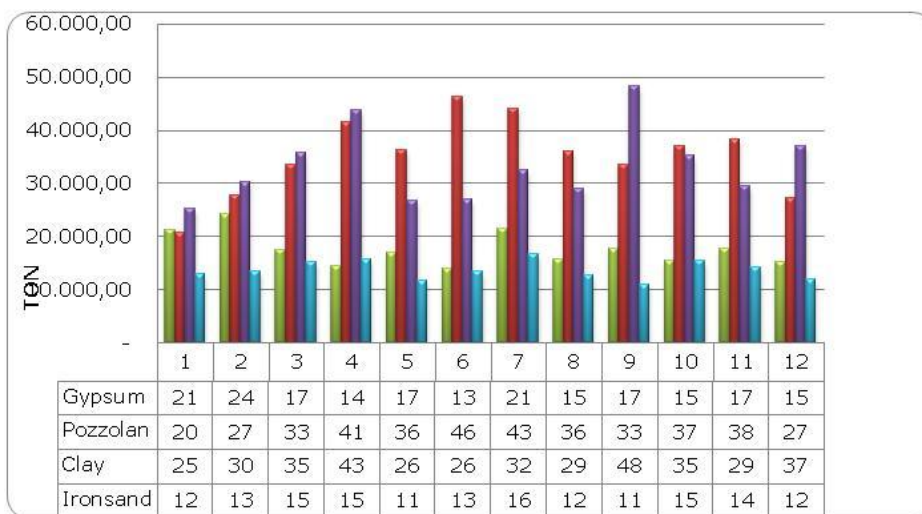
1.1. Latar Belakang

Persediaan bahan baku merupakan elemen terpenting dalam produksi yang dilakukan oleh perusahaan untuk menghasilkan produk. Persediaan bahan

baku ini berkaitan dengan jumlah permintaan terhadap produk yang akan dihasilkan serta jumlah pemakaian kuantitas bahan baku tersebut dalam produksi. Pentingnya persediaan bahan baku ini dikarenakan produksi baru bisa dilakukan apabila bahan baku pembuatan produk tersebut telah tersedia cukup sesuai kuantitasnya untuk produksi. Bila tidak, maka produksi tidak bisa dilakukan sehingga produksi harus ditunda sampai persediaan cukup. Penundaan produksi ini dapat mengakibatkan berkurangnya produktivitas perusahaan dan menyebabkan besar terjadi kemungkinan tidak dapat dipenuhinya permintaan konsumen. Pertimbangan akan

pentingnya ketersediaan bahan baku sesuai kuantitas produksinya ini menyebabkan bahan baku tersebut harus selalu siap sedia sebanyak kuantitasnya tiap periode produksi. Agar persediaan bahan baku ini selalu terpenuhi dengan biaya minimum, maka diperlukan pengendalian dari bahan baku tersebut di gudang.

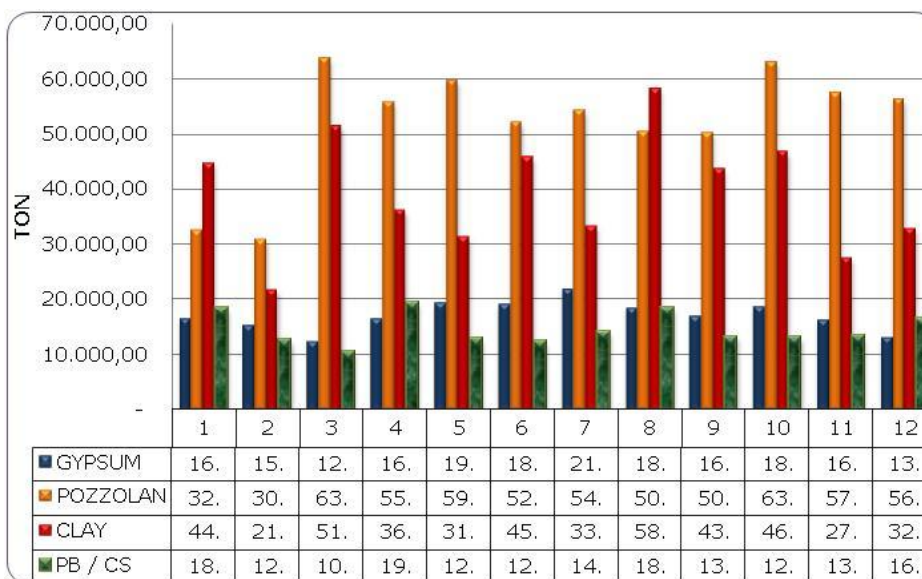
Berdasarkan data historis tahun 2012 dan 2013 mengenai banyaknya pemakaian bahan baku curah, pozzolan berada di posisi tertinggi dengan rata-rata pemakaian terbanyak. Gambar 1 menampilkan grafik perbandingan tiap bahan baku di atas untuk tahun 2012.



Gambar 1. Grafik Pemakaian Bahan Baku Curah Tahun 2012

Bukan hanya pada tahun 2012, pemakaian bahan baku curah terbanyak pada tahun 2013 masih oleh pozzolan.

Gambar 2 menunjukkan grafik pemakaian pada tahun 2013.



Gambar 2. Grafik Pemakaian Bahan Baku Curah Tahun 2013

Berdasarkan data-data historis dari banyaknya pemakaian pozzolan di atas, didapat bahwa pozzolan ini sangat diperlukan dalam proses produksi semen yang dilakukan. Berangkat dari pentingnya pengendalian bahan baku tersebut, sebenarnya perusahaan telah melakukan pengendalian terhadap bahan baku dengan menggunakan metode *min-max* sehingga gudang dapat mengetahui berapa stok minimum yang harus ada di gudang untuk memenuhi kapasitas kuantitas produksi serta berapa stok maksimum bahan baku di gudang agar tidak terjadi pemborosan biaya persediaan. Namun biaya persediaan perusahaan saat ini masih tergolong besar dan masih terjadi stok berlebih. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan data untuk pengendalian persediaan dengan menggunakan metode lain, yaitu metode EOQ (*Economic Order Quantity*) dan POQ (*Periodic Order Quantity*) untuk membandingkan dengan pengendalian persediaan yang telah diterapkan oleh perusahaan.

1.2. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang digunakan adalah bagaimana pengendalian persediaan pozzolan untuk tahun 2014 agar optimal dan dapat meminimalkan biaya persediaan dengan cara membandingkan pengelolaan persediaan yang telah ditetapkan oleh perusahaan dengan pengelolaan persediaan menggunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*) dan POQ (*Periodic Order Quantity*).

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini diantaranya:

1. Meramalkan pemakaian pozzolan untuk 12 periode ke depan di tahun 2014.
2. Menghitung pengendalian persediaan pozzolan tahun 2014 dengan menentukan total biaya persediaan, *safety stock*, *reorder point* dan *maximum inventory*.
3. Membandingkan pengendalian persediaan yang diterapkan perusahaan dengan pengendalian persediaan yang dilakukan menggunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*) dan POQ (*Periodic Order Quantity*).

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dibatasi mengenai pengendalian persediaan untuk bahan baku pozzolan berdasarkan data yang dapat diperoleh di Bidang Penerimaan Barang Curah PT Semen Padang.
2. Data historis pengelolaan pozzolan yang digunakan adalah data tahun 2012 dan 2013.
3. Peramalan hanya dilakukan untuk 12 periode ke depan, yaitu untuk tahun 2014.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian dan pengolahan data yang dilakukan berdasarkan pada teori-teori pendukung.

2.1. Peramalan

[1] Pada kegiatan perencanaan peramalan produksi dimulai dengan melakukan peramalan-peramalan (*forecast*) untuk terlebih dulu mengetahui apa dan berapa yang perlu diproduksi pada waktu yang akan datang. Peramalan juga diartikan sebagai alat bantu untuk suatu perencanaan yang efektif dan efisien. Peramalan produksi dimaksudkan untuk memperkirakan permintaan akan barang-barang atau jasa-jasa di perusahaan.

2.1.1. Metode-metode Peramalan

Pada peramalan terdapat dua pendekatan sebagai berikut:

1. Pendekatan Kualitatif
Peramalan kualitatif merupakan peramalan yang dilakukan oleh para ahli atau pakar.
2. Pendekatan Kuantitatif
Pendekatan kuantitatif adalah peramalan yang merupakan analisis dari data masa lalu untuk mendapatkan kebijaksanaan di masa yang akan datang. Metode kuantitatif terdiri atas dua teknik, yaitu [2]:
 - a. Teknik Deret Berkala (*Time Series*)
 - b. Metode Eksplanatoris atau Kausal
Metode yang termasuk ke dalam metode eksplanatoris ini adalah metode regresi. Metode regresi terdiri dari 2 bagian, yaitu regresi sederhana dan regresi berganda yang dijelaskan sebagai berikut:
 - 1) Regresi Sederhana

Metode regresi sederhana ini terbagi atas beberapa metode yaitu:

a) Metode Konstan

b) Metode Linear

Metode peramalan ini digunakan jika terjadi fluktuasi data historis berupa garis lurus baik ke arah atas atau ke arah bawah dari bidang X dan Y sepanjang waktu. Proses penyesuaian dengan menggunakan metode linear dimulai dengan menghitung nilai \hat{b} , yaitu dengan persamaan :

$$\hat{b} = \frac{N \sum_{t=1}^N tY(t) - \sum_{t=1}^N Y(t) \sum_{t=1}^N t}{N \sum_{t=1}^N t^2 - \left(\sum_{t=1}^N t \right)^2} \quad (1)$$

$$\sum_{t=1}^N Y(t) = N \hat{a} + \hat{b} \sum_{t=1}^N t \quad (2)$$

c) Metode Kuadratis

Stimulasi yang diberikan pada persamaan tersebut yaitu nilai \hat{a} , \hat{b} dan \hat{c} yang didapatkan dengan membuat persamaan nol untuk masing-masing parameter. Persamaan yang digunakan yaitu:

$$\hat{b} = \frac{\gamma \delta - \theta \alpha}{\gamma \beta - \alpha^2} \quad (3)$$

Setelah nilai \hat{b} didapatkan, maka dapat dilakukan perhitungan untuk nilai \hat{c} dengan persamaan:

$$\hat{c} = \frac{\theta - (\hat{b})(\alpha)}{\gamma} \quad (4)$$

Kemudian, dapat diperoleh nilai \hat{a} dengan persamaan:

$$\hat{a} = \frac{\sum_{t=1}^N Y(t)}{N} - \hat{b} \frac{\sum_{t=1}^N t}{N} - \hat{c} \frac{\sum_{t=1}^N t^2}{N} \quad (5)$$

d) Metode Eksponensial

Metode Eksponensial ini menggunakan persamaan:

$$\hat{Y}(t) = \hat{a} e^{\hat{b}t} \quad (6)$$

e) Metode Siklis

Metode ini merupakan metode yang mengikuti siklus dari permintaan aktual. Adapun persamaan untuk metode ini adalah (Makridakis, dkk, 1999):

$$y' = a + b \cdot \sin(2\pi t/n) + c \cdot \cos(2\pi t/n) \quad (7)$$

2) Regresi Berganda

2.1.2. Galat Error Peramalan

Parameter penerimaan dibutuhkan dalam implementasi peramalan di perencanaan produksi yang dijelaskan dalam bentuk ukuran-ukuran kesalahan atau galat *error* dari hasil peramalan dan dinyatakan sebagai berikut:

$$e_i = X_i - F_i \quad (8)$$

Dengan:

e_i = Kesalahan periode ke- i

X_i = Data aktual periode ke- i

F_i = Nilai peramalan ke- i

Perhitungan galat *error* menggunakan Mean *Absolute Percent Error* (MAPE) yaitu:

$$\frac{100 \sum_{i=1}^n |y_i - y_i'| / y_i}{n} \quad (9)$$

2.1.3. Verifikasi Hasil Peramalan

Verifikasi dari hasil peramalan yang telah dilakukan, diperlukan untuk melihat apakah metode peramalan yang diperoleh representatif terhadap data. Proses verifikasi dilakukan dengan menggunakan peta *moving range*. Peta *moving range* digunakan untuk membandingkan nilai pengamatan aktual dengan nilai peramalan dari suatu permintaan.

Harga *moving range* diperoleh dari :

$$\overline{MR} = \sum_{t=2}^n \frac{MR_t}{n-1} \quad (10)$$

Dimana :

$$MR_t = |(y'_t - y_t) - (y'_{t-1} - y_{t-1})| \quad (11)$$

Batas kendali atas dan bawah pada peta *moving range* adalah :

$$BKA = +2,66 \overline{MR} \quad (12)$$

$$BKB = -2,66 \overline{MR} \quad (13)$$

Berdasarkan peta ini, nantinya akan terlihat apakah sebaran data masih dalam batas kontrol atau tidak. Jika sebaran berada diluar batas kontrol, maka fungsi atau metode peramalan tersebut tidak sesuai atau tidak representatif.

2.2. Persediaan

[3] Persediaan merupakan suatu aktiva yang meliputi barang-barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha tertentu, atau persediaan barang-barang yang masih dalam proses produksi, ataupun persediaan bahan baku yang masih menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi.

Tujuan dari dilakukannya pengendalian persediaan ini antara lain sebagai berikut:

1. Memenuhi kebutuhan normal.
2. Memenuhi kebutuhan mendadak.
3. Memungkinkan pembelian atas dasar jumlah ekonomis.

Secara umum model-model pengendalian persediaan adalah:

1. Model pengendalian deterministik.

Model pengendalian deterministik adalah model yang menganggap semua parameter telah diketahui dengan pasti. Untuk menghitung pengendalian persediaan digunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*), yang merupakan model persediaan yang sederhana. Model ini bertujuan untuk menentukan ukuran pemesanan yang paling ekonomis yang dapat meminimasi biaya-biaya dalam persediaan. Model-model lain yang dapat digunakan untuk pengendalian persediaan deterministik antara lain: *Production Order Quantity* (POQ), *Quantity Discount*, *Economic Lot Size* (ELS), dan *Back Order Inventory*.

2. Model pengendalian probabilistik.

Model pengendalian probabilistik digunakan apabila salah satu dari permintaan, *lead time* atau keduanya tidak dapat diketahui dengan pasti.

2.2.1. Metode EOQ (*Economic Order Quantity*)

EOQ (*Economic Order Quantity*) adalah kuantitas bahan yang dibeli pada setiap kali pembelian dengan biaya yang paling minimal [3]. Model yang digunakan dalam menghitung EOQ adalah:

$$EOQ = Q^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (14)$$

Dimana:

A = Ongkos setiap kali pesan

D = *Demand*/ permintaan per periode perencanaan

h = ongkos simpan/unit/periode.

Berdasarkan ukuran pemesanan EOQ (Q) di atas, dapat ditentukan frekuensi pemesanan dalam setahun dengan persamaan:

$$F = \frac{D}{Q} \quad (15)$$

[3] Untuk dapat mencapai tujuan tersebut maka perusahaan harus memenuhi beberapa faktor tentang persediaan bahan baku. Adapun faktor-faktor tersebut adalah:

1. Perkiraan penggunaan.
2. Harga dari bahan.
3. Biaya-biaya persediaan.

Data biaya persediaan yaitu:

- a. Biaya penyimpanan (*holding cost/ carrying cost*)

Rumus:

$$\text{Biaya penyimpanan} = \frac{Q}{2}(hxC) \quad (16)$$

Dimana:

Q: Kuantitas bahan baku dalam setiap kali pembelian

h: Persentase biaya penyimpanan terhadap harga beli per unit bahan

C: Harga per unit bahan

- b. Biaya pemesanan atau pembelian (*ordering cost/ procurement cost*)

Rumus :

$$\text{Biaya pemesanan} = \frac{D}{Q}x(A) \quad (17)$$

Dimana:

D = *Demand*/ permintaan per periode perencanaan

Q = Ukuran pemesanan

A = Ongkos setiap kali pesan

Total biaya persediaan yang disebabkan dengan pemesanan sejumlah EOQ ini dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \text{Total Cost} &= \text{Biaya pemesanan} + \text{Biaya simpan} \\ &= \frac{AD}{Q} + \frac{hQ}{2} \end{aligned} \quad (18)$$

Dimana:

A = Ongkos setiap kali pesan

D = *Demand*/ permintaan per periode perencanaan

h = Ongkos simpan/unit/periode
 F = Frekuensi pemesanan
 Q = Ukuran pemesanan
 m = jumlah persediaan rata-rata

4. Pemakaian senyatanya
5. Waktu tunggu

Pengendalian persediaan dengan metode EOQ dapat ditentukan persediaan pengaman bahan baku di gudang. [3] Persediaan pengaman (*safety stock*) merupakan suatu persediaan yang dicadangkan sebagai pengaman dari kelangsungan proses produksi perusahaan. Persediaan pengaman diperlukan karena dalam kenyataannya jumlah bahan baku yang diperlukan untuk proses produksi tidak selalu tepat seperti yang direncanakan. Perhitungan *safety stock* adalah sebagai berikut:

$$SS = Z_{\alpha} \times SD \times I \quad (19)$$

Dimana:

SS = *Safety Stock*
 Z_α = *Service Level*
 SD = Standar Deviasi
 I = *Lead Time*

Reorder point adalah saat atau waktu tertentu perusahaan harus mengadakan pemesanan bahan dasar kembali, sehingga datangnya pesanan tersebut tepat dengan habisnya bahan dasar yang dibeli, khususnya dengan metode EOQ [3]. Perhitungan ROP adalah sebagai berikut:

$$ROP = \text{Safety Stock} + (\text{Lead Time} \times Q) \quad (20)$$

[3] Persediaan maksimum diperlukan oleh perusahaan agar kuantitas persediaan yang ada di gudang tidak berlebihan sehingga tidak terjadi pemborosan modal kerja yang dihitung dengan rumus:

$$MI = \text{Safety Stock} + EOQ \quad (21)$$

2.2.2. Metode POQ (Periodic Order Quantity)

Pendekatan menggunakan konsep jumlah pemesanan ekonomis agar dapat dipakai pada periode bersifat permintaan diskrit, teknik ini dilandasi oleh metode EOQ. Dengan mengambil dasar perhitungan pada metode pesanan ekonomis maka akan diperoleh besarnya jumlah pesanan yang harus dilakukan dan interval periode pemesanannya adalah setahun. Penggunaan rumus untuk metode ini adalah sebagai berikut [4].

$$EOI = \frac{EOQ}{R} = \sqrt{\frac{2C}{RPh}} \quad (22)$$

Dimana:

EOI = banyaknya periode pemesanan
 C = biaya pemesanan/pesan
 R = banyaknya pemakaian
 Ph = biaya penyimpanan

Perhitungan *safety stock* untuk metode POQ (*Periodic Order Quantity*) sama dengan perhitungan yang digunakan pada metode EOQ (*Economic Order Quantity*). Perhitungan biaya persediaan adalah dengan menggunakan rumus berikut ini [4].

$$\begin{aligned} &\text{Biaya total persediaan} \\ &= \text{Biaya pesan} + \text{Biaya simpan} \\ &= (\text{Frekuensi pesan} \times \text{Biaya pesan}) + \\ &\quad \left(\left(\frac{Q}{2} + \text{Safety Stock} \right) \times \text{Biaya simpan} \right) \quad (23) \end{aligned}$$

2.2.3. Metode Min-Max

Perhitungan yang digunakan dalam metode Min-Maks ini adalah:

1. *Safety Stock*

$$SS = A/N \quad (24)$$

Dimana :

SS = *Safety Stock*
 A = *Demand* (permintaan)
 N = Jumlah periode (frekuensi transaksi)

2. Minimum stok

$$\text{Min - Stock} = (A \times L) + SS \quad (25)$$

3. Maksimum stok

$$\text{Max - Stock} = 2 \times (A \times L) + SS \quad (26)$$

4. Kuantitas pesanan (*Order Quantity*)

$$Q = (\text{Max-Stock}) - (\text{Min-Stock}) \quad (27)$$

5. *Average Inventory Level*

$$I = SS + \left(\frac{1}{2} \right) \times Q \quad (28)$$

6. *Turn Over Ratio*

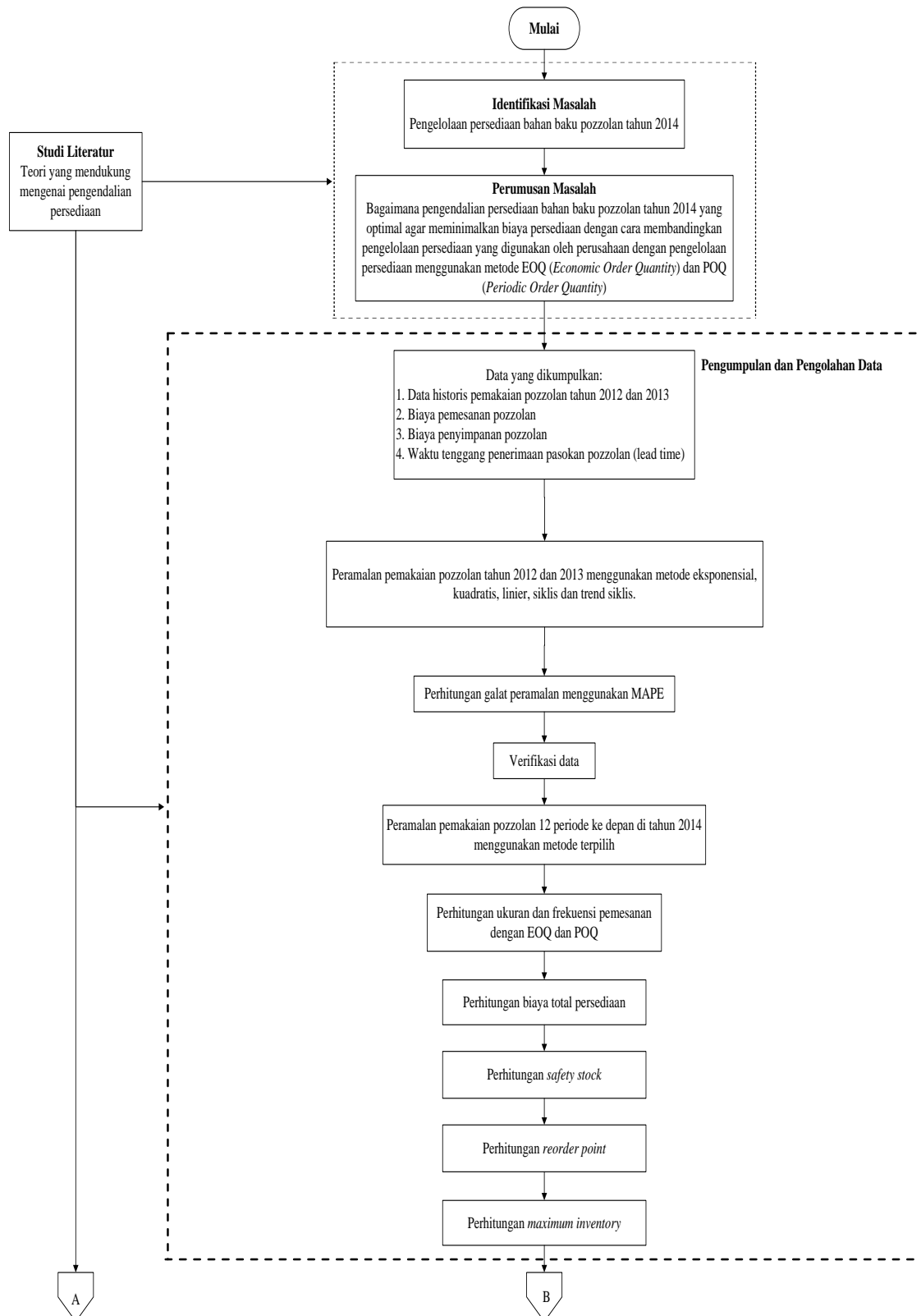
$$TOR = A/I \quad (29)$$

7. *Total Inventory Cost*

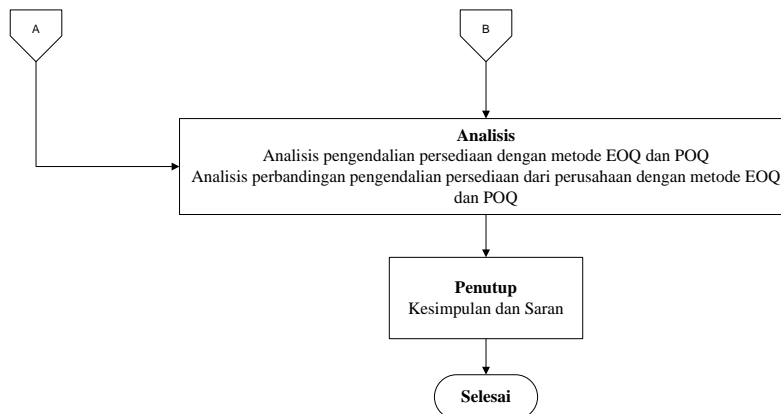
$$TC = A \times C + (A/Q) \times C_o + (i \cdot A \times C) \quad (30)$$

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian yang dilakukan digambarkan dalam *flowchart* berikut.



Gambar 3. Flowchart Metodologi Penelitian



Gambar 3. Flowchart Metodologi Penelitian (lanjutan)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penyelesaian kasus dilakukan dengan pengumpulan data dan pengolahan data. Berikut ini akan dijelaskan penyelesaian kasus tersebut.

4.1. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penyelesaian kasus ini diantaranya data historis pemakaian pozzolan, biaya pemesanan, biaya penyimpanan dan waktu tenggang (*lead time*).

4.1.1. Data Historis Pemakaian Pozzolan

Data historis pemakaian pozzolan yang digunakan untuk pengolahan data adalah pemakaian pada tahun 2012-2013 yang akan ditunjukkan pada Tabel 1. Data historis tersebut dapat dilihat grafiknya pada Gambar 4.

4.1.2. Biaya Pemesanan Pozzolan

Pozzolan di PT Semen Padang dipesan ke beberapa pemasok, diantaranya CV. Farel, PT. Yasiga Sarana Utama, Aur Serumpun, Saribana, PT. Sosma Karya, PT. Kasumi Sejati, PT. Sumbang Perkasa Jaya, Kogapen-SP. Biaya pemesanan pozzolan untuk masing-masing pemasok ini berbeda-beda dengan rata-rata estimasi biaya pemesanan sebesar Rp 13.886,93 untuk sekali pesan.

4.1.3. Biaya Penyimpanan Pozzolan

Rekap rata-rata biaya penyimpanan pozzolan per ton per tahun disajikan dalam Tabel 2.

4.1.4. Lead Time Penerimaan Pozzolan

Pemesanan pozzolan terhadap pemasok yang berbeda-beda dan dengan kuantitas yang berbeda-beda pula. *Lead time* yang diberikan untuk seluruh pemasok adalah sama, yaitu selama 1 bulan atau 30 hari.

4.1.5. Data Safety Stock yang Digunakan Perusahaan

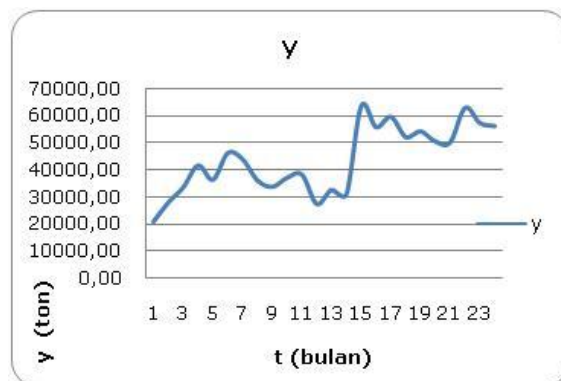
PT Semen Padang menerapkan metode *min-max* untuk menentukan *stock* minimum dan maksimum yang semestinya ada di gudang. *Stock* minimum untuk pozzolan ditetapkan sebanyak 30.000 ton dan 60.000 ton untuk *stock* maksimumnya.

4.2. Pengolahan Data

Pengolahan data mengenai pengendalian produksi untuk tahun 2014 akan dijelaskan di bawah ini.

Tabel 1. Data Historis Pemakaian Pozzolan

Tahun	Bulan	Periode (t)	Jumlah Pemakaian (y) (Ton)
2012	Januari	1	20698.48
	Februari	2	27844.69
	Maret	3	33422.56
	April	4	41614.88
	Mei	5	36270.80
	Juni	6	46235.38
	Juli	7	43902.60
	Agustus	8	36031.33
	September	9	33622.64
	Oktober	10	37000.33
	Nopember	11	38170.42
	Desember	12	27221.46
2013	Januari	13	32541.23
	Februari	14	30806.18
	Maret	15	63649.68
	April	16	55799.41
	Mei	17	59689.00
	Juni	18	52166.05
	Juli	19	54229.47
	Agustus	20	50500.63
	September	21	50155.56
	Oktober	22	63034.81
	Nopember	23	57368.8
	Desember	24	56223.92

**Gambar 4.** Grafik Pemakaian Pozzolan Tahun 2012-2013**Tabel 2.** Biaya Penyimpanan Pozzolan

Biaya simpan		
2012	2013	Rata-rata
Rp 2,992.21	Rp 2,798.36	Rp 2,895.29

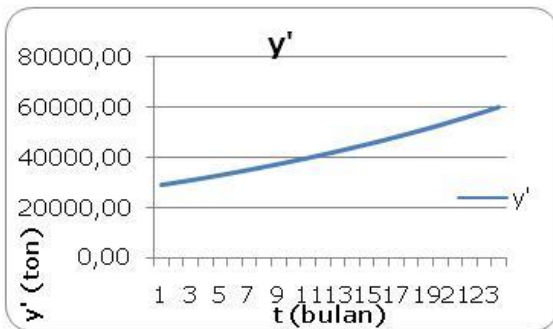
4.2.1. Peramalan Pemakaian Pozzolan

Berikut ini perhitungan dari masing-masing metode yang digunakan.

1. Peramalan Pemakaian Pozzolan Metode Eksponensial
Hasil peramalan yang diperoleh dengan metode eksponensial adalah seperti yang tampak pada Gambar 5.

Tabel 3. Peramalan Metode Eksponensial

Tahun	Bulan	t	t ²	y	ln y	t x ln y	y'
2012	Januari	1	1	20698.48	9.94	9.94	29127.00
	Februari	2	4	27844.69	10.23	20.47	30061.89
	Maret	3	9	33422.56	10.42	31.25	31026.78
	April	4	16	41614.88	10.64	42.54	32022.65
	Mei	5	25	36270.80	10.50	52.49	33050.48
	Juni	6	36	46235.38	10.74	64.45	34111.30
	Juli	7	49	43902.60	10.69	74.83	35206.16
	Agustus	8	64	36031.33	10.49	83.94	36336.18
	September	9	81	33622.64	10.42	93.81	37502.46
	Oktober	10	100	37000.33	10.52	105.19	38706.17
	Nopember	11	121	38170.42	10.55	116.05	39948.52
	Desember	12	144	27221.46	10.21	122.54	41230.75
2013	Januari	13	169	32541.23	10.39	135.07	42554.13
	Februari	14	196	30806.18	10.34	144.70	43919.99
	Maret	15	225	63649.68	11.06	165.92	45329.69
	April	16	256	55799.41	10.93	174.87	46784.63
	Mei	17	289	59689.00	11.00	186.95	48286.28
	Juni	18	324	52166.05	10.86	195.52	49836.12
	Juli	19	361	54229.47	10.90	207.12	51435.71
	Agustus	20	400	50500.63	10.83	216.59	53086.64
	September	21	441	50155.56	10.82	227.28	54790.56
	Oktober	22	484	63034.81	11.05	243.13	56549.17
	Nopember	23	529	57368.80	10.96	252.02	58364.23
	Desember	24	576	56223.92	10.94	262.49	60237.54
Total		300	4900	1048200.31	255.43	3229.15	1029505.03

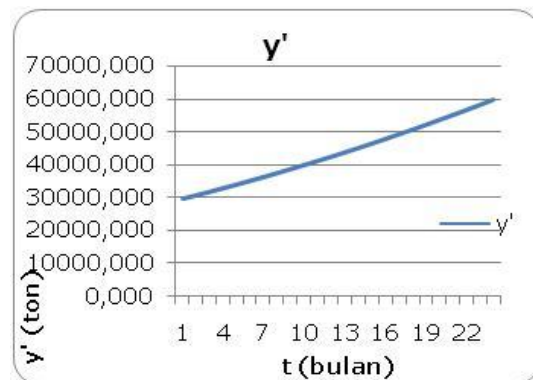
**Gambar 5.** Grafik Peramalan Metode Eksponensial

2. Peramalan Pemakaian Pozzolan Metode Kuadratis

Tabel 4 menunjukkan peramalan pemakaian pozzolan dengan metode kuadratis. Hasil peramalan yang diperoleh dengan metode kuadratis adalah seperti yang tampak pada Gambar 6.

Tabel 4. Peramalan Metode Kuadratis

Tahun	Bulan	t	t ²	t ³	t ⁴	y	yt	yt ²	y'
2012	Januari	1	1	1	1	20698.48	20698.48	20698.48	29527.803
	Februari	2	4	8	16	27844.69	55689.38	111378.76	30576.802
	Maret	3	9	27	81	33422.56	100267.68	300803.04	31650.509
	April	4	16	64	256	41614.88	166459.52	665838.08	32748.924
	Mei	5	25	125	625	36270.80	181354.00	906770	33872.047
	Juni	6	36	216	1296	46235.38	277412.28	1664473.68	35019.878
	Juli	7	49	343	2401	43902.60	307318.20	2151227.4	36192.418
	Agustus	8	64	512	4096	36031.33	288250.64	2306005.12	37389.666
	September	9	81	729	6561	33622.64	302603.76	2723433.84	38611.622
	Oktober	10	100	1000	10000	37000.33	370003.30	3700033	39858.286
	Nopember	11	121	1331	14641	38170.42	419874.62	4618620.82	41129.659
	Desember	12	144	1728	20736	27221.46	326657.52	3919890.24	42425.739
2013	Januari	13	169	2197	28561	32541.23	423035.99	5499467.87	43746.528
	Februari	14	196	2744	38416	30806.18	431286.52	6038011.28	45092.026
	Maret	15	225	3375	50625	63649.68	954745.20	14321178	46462.231
	April	16	256	4096	65536	55799.41	892790.56	14284648.96	47857.144
	Mei	17	289	4913	83521	59689.00	1014713.00	17250121	49276.766
	Juni	18	324	5832	104976	52166.05	938988.90	16901800.2	50721.096
	Juli	19	361	6859	130321	54229.47	1030359.93	19576838.67	52190.134
	Agustus	20	400	8000	160000	50500.63	1010012.60	20200252	53683.881
	September	21	441	9261	194481	50155.56	1053266.76	22118601.96	55202.335
	Oktober	22	484	10648	234256	63034.81	1386765.82	30508848.04	56745.498
	Nopember	23	529	12167	279841	57368.80	1319482.40	30348095.2	58313.369
	Desember	24	576	13824	331776	56223.92	1349374.08	32384977.92	59905.948
Total		300	4900	90000	1763020	1048200.31	14621411.140	252522013.6	1048200.310

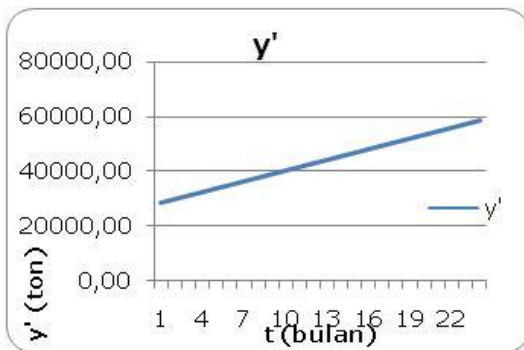
**Gambar 6.** Grafik Peramalan Metode Kuadratis

3. Peramalan Pemakaian Pozzolan dengan Metode Linier

Tabel 5 menunjukkan peramalan pemakaian pozzolan dengan metode linier. Hasil peramalan yang diperoleh dengan metode linier adalah seperti yang tampak pada Gambar 7.

Tabel 5. Peramalan Metode Linier

Tahun	Bulan	t	t ²	y	ty	y'
2012	Januari	1	1	20698.48	20698.48	28485.94
	Februari	2	4	27844.69	55689.38	29806.73
	Maret	3	9	33422.56	100267.68	31127.52
	April	4	16	41614.88	166459.52	32448.31
	Mei	5	25	36270.80	181354	33769.10
	Juni	6	36	46235.38	277412.28	35089.88
	Juli	7	49	43902.60	307318.2	36410.67
	Agustus	8	64	36031.33	288250.64	37731.46
	September	9	81	33622.64	302603.76	39052.25
	Oktober	10	100	37000.33	370003.3	40373.04
	Nopember	11	121	38170.42	419874.62	41693.83
	Desember	12	144	27221.46	326657.52	43014.62
2013	Januari	13	169	32541.23	423035.99	44335.41
	Februari	14	196	30806.18	431286.52	45656.20
	Maret	15	225	63649.68	954745.2	46976.99
	April	16	256	55799.41	892790.56	48297.77
	Mei	17	289	59689.00	1014713	49618.56
	Juni	18	324	52166.05	938988.9	50939.35
	Juli	19	361	54229.47	1030359.93	52260.14
	Agustus	20	400	50500.63	1010012.6	53580.93
	September	21	441	50155.56	1053266.76	54901.72
	Oktober	22	484	63034.81	1386765.82	56222.51
	Nopember	23	529	57368.80	1319482.4	57543.30
	Desember	24	576	56223.92	1349374.08	58864.09
Total		300	4900	1048200.31	14621411.14	1048200.31

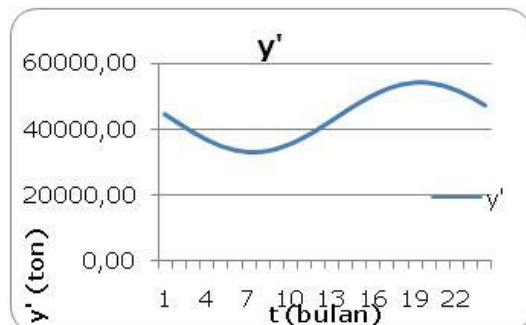
**Gambar 7.** Grafik Peramalan Metode Linier

4. Peramalan Pemakaian Pozzolan dengan Metode Siklis

Peramalan pemakaian pozzolan dengan metode siklis ditampilkan dalam Tabel 6. Hasil peramalan yang diperoleh dengan metode siklis adalah seperti yang tampak pada Gambar 8.

Tabel 6. Peramalan Metode Siklis

Tahun	Bulan	t	y	$\sin \frac{2\pi t}{n}$	$\cos \frac{2\pi t}{n}$	$y \sin \frac{2\pi t}{n}$	$y \cos \frac{2\pi t}{n}$	$\sin^2 \frac{2\pi t}{n}$	$\cos^2 \frac{2\pi t}{n}$	$\sin \frac{2\pi t}{n} \cos \frac{2\pi t}{n}$	y'
2012	Januari	1	20698.48	0.26	0.97	5357.16	19993.20	0.07	0.93	0.25	44583.87
	Februari	2	27844.69	0.50	0.87	13922.35	24114.21	0.25	0.75	0.43	41834.11
	Maret	3	33422.56	0.71	0.71	23633.32	23633.32	0.50	0.50	0.50	39209.80
	April	4	41614.88	0.87	0.50	36039.54	20807.44	0.75	0.25	0.43	36889.80
	Mei	5	36270.80	0.97	0.26	35034.90	9387.57	0.93	0.07	0.25	35032.19
	Juni	6	46235.38	1.00	0.00	46235.38	0.00	1.00	0.00	0.00	33763.58
	Juli	7	43902.60	0.97	-0.26	42406.66	-11362.83	0.93	0.07	-0.25	33170.41
	Agustus	8	36031.33	0.87	-0.50	31204.05	-18015.67	0.75	0.25	-0.43	33293.12
	September	9	33622.64	0.71	-0.71	23774.80	-23774.80	0.50	0.50	-0.50	34123.34
	Oktober	10	37000.33	0.50	-0.87	18500.17	-32043.23	0.25	0.75	-0.43	35604.48
	Nopember	11	38170.42	0.26	-0.97	9879.23	-36869.79	0.07	0.93	-0.25	37635.62
	Desember	12	27221.46	0.00	-1.00	0.00	-27221.46	0.00	1.00	0.00	40078.34
2013	Januari	13	32541.23	-0.26	-0.97	-8422.29	-31432.41	0.07	0.93	0.25	42766.16
	Februari	14	30806.18	-0.50	-0.87	-15403.09	-26678.93	0.25	0.75	0.43	45515.92
	Maret	15	63649.68	-0.71	-0.71	-45007.12	-45007.12	0.50	0.50	0.50	48140.22
	April	16	55799.41	-0.87	-0.50	-48323.71	-27899.71	0.75	0.25	0.43	50460.23
	Mei	17	59689.00	-0.97	-0.26	-57655.15	-15448.65	0.93	0.07	0.25	52317.84
	Juni	18	52166.05	-1.00	0.00	-52166.05	0.00	1.00	0.00	0.00	53586.45
	Juli	19	54229.47	-0.97	0.26	-52381.65	14035.62	0.93	0.07	-0.25	54179.61
	Agustus	20	50500.63	-0.87	0.50	-43734.83	25250.32	0.75	0.25	-0.43	54056.90
	September	21	50155.56	-0.71	0.71	-35465.34	35465.34	0.50	0.50	-0.50	53226.69
	Oktober	22	63034.81	-0.50	0.87	-31517.41	54589.75	0.25	0.75	-0.43	51745.54
	Nopember	23	57368.80	-0.26	0.97	-14848.14	55414.01	0.07	0.93	-0.25	49714.40
	Desember	24	56223.92	0.00	1.00	0.00	56223.92	0.00	1.00	0.00	47271.69
Total		300	1048200.31	0.00	0.00	-118937.21	43160.09	12.00	12.00	0.00	1048200.31

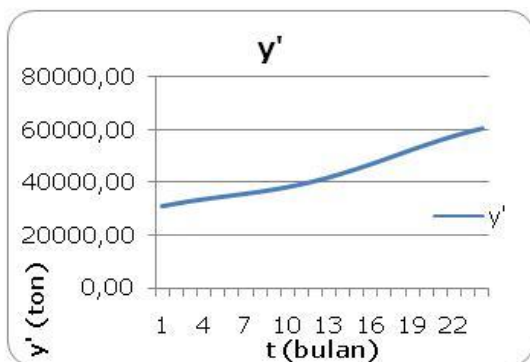
**Gambar 8.** Grafik Peramalan Metode Siklis

5. Peramalan Pemakaian Pozzolan dengan Metode Trend Siklis

Hasil peramalan pemakaian pozzolan dengan metode trend siklis ditampilkan dalam Tabel 7. Hasil peramalan yang diperoleh dengan metode trend siklis adalah seperti yang tampak pada Gambar 9.

Tabel 7. Peramalan Metode Trend Siklis

Tahun	Bulan	t	t ²	y	yt	$\sin \frac{2\pi t}{n}$	$\cos \frac{2\pi t}{n}$	$t \sin \frac{2\pi t}{n}$	$t \cos \frac{2\pi t}{n}$	$y \sin \frac{2\pi t}{n}$	$y \cos \frac{2\pi t}{n}$	$\sin^2 \frac{2\pi t}{n}$	$\cos^2 \frac{2\pi t}{n}$	$\sin \frac{2\pi t}{n} \cos \frac{2\pi t}{n}$	y'
2012	Januari	1	1	20698.48	20698.48	0.26	0.97	0.26	0.97	5357.16	19993.20	0.07	0.93	0.25	31099.29
	Februari	2	4	27844.69	55689.38	0.50	0.87	1.00	1.73	13922.35	24114.21	0.25	0.75	0.43	32114.75
	Maret	3	9	33422.56	100267.68	0.71	0.71	2.12	2.12	23633.32	23633.32	0.50	0.50	0.50	32999.07
	April	4	16	41614.88	166459.52	0.87	0.50	3.46	2.00	36039.54	20807.44	0.75	0.25	0.43	33779.50
	Mei	5	25	36270.80	181354	0.97	0.26	4.83	1.29	35034.90	9387.57	0.93	0.07	0.25	34490.39
	Juni	6	36	46235.38	277412.28	1.00	0.00	6.00	0.00	46235.38	0.00	1.00	0.00	0.00	35170.80
	Juli	7	49	43902.60	307318.2	0.97	-0.26	6.76	-1.81	42406.66	-11362.83	0.93	0.07	-0.25	35861.88
	Agustus	8	64	36031.33	288250.64	0.87	-0.50	6.93	-4.00	31204.05	-18015.67	0.75	0.25	-0.43	36604.06
	September	9	81	33622.64	302603.76	0.71	-0.71	6.36	-6.36	23774.80	-23774.80	0.50	0.50	-0.50	37434.27
	Oktober	10	100	37000.33	370003.3	0.50	-0.87	5.00	-8.66	18500.17	-32043.23	0.25	0.75	-0.43	38383.47
	Nopember	11	121	38170.42	419874.62	0.26	-0.97	2.85	-10.63	9879.23	-36869.79	0.07	0.93	-0.25	39474.47
	Desember	12	144	27221.46	326657.52	0.00	-1.00	0.00	-12.00	0.00	-27221.46	0.00	1.00	0.00	0.00
2013	Januari	13	169	32541.23	423035.99	-0.26	-0.97	-3.36	-12.56	-8422.29	-31432.41	0.07	0.93	0.25	42124.04
	Februari	14	196	30806.18	431286.52	-0.50	-0.87	-7.00	-12.12	-15403.09	-26678.93	0.25	0.75	0.43	43677.07
	Maret	15	225	63649.68	954745.2	-0.71	-0.71	-10.61	-10.61	-45007.12	-45007.12	0.50	0.50	0.50	45361.24
	April	16	256	55799.41	892790.56	-0.87	-0.50	-13.86	-8.00	-48323.71	-27899.71	0.75	0.25	0.43	47149.30
	Mei	17	289	59689.00	1014713	-0.97	-0.26	-16.42	-4.40	-57655.15	-15448.65	0.93	0.07	0.25	49006.90
	Juni	18	324	52166.05	938988.9	-1.00	0.00	-18.00	0.00	-52166.05	0.00	1.00	0.00	0.00	50894.98
	Juli	19	361	54229.47	1030359.93	-0.97	0.26	-18.35	4.92	-52381.65	14035.62	0.93	0.07	-0.25	52772.39
	Agustus	20	400	50500.63	1010012.6	-0.87	0.50	-17.32	10.00	-43734.83	25250.32	0.75	0.25	-0.43	54598.71
	September	21	441	50155.56	1053266.76	-0.71	0.71	-14.85	14.85	-35465.34	35465.34	0.50	0.50	-0.50	56336.98
	Oktober	22	484	63034.81	1386765.82	-0.50	0.87	-11.00	19.05	-31517.41	54589.75	0.25	0.75	-0.43	57956.28
	Nopember	23	529	57368.80	1319482.4	-0.26	0.97	-5.95	22.22	-14848.14	55414.01	0.07	0.93	-0.25	59433.76
	Desember	24	576	56223.92	1349374.08	0.00	1.00	0.00	24.00	0.00	56223.92	0.00	1.00	0.00	0.00
Total		300	4900	1048200.31	14621411.14	0.00	0.00	-91.15	12.00	-118937.21	43160.09	12.00	12.00	0.00	1048200.31

**Gambar 9.** Grafik Peramalan Metode Trend Siklis

Berdasarkan perhitungan dengan metode-metode di atas, diperoleh rekap pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekap Peramalan Pozzolan

Tahun	Bulan	Periode (t)	Jumlah Pemakaian (y) (Ton)	Peramalan Pemakaian (y') (Ton)				
				Eksponensial	Kuadratis	Linier	Siklis	Trend Siklis
2012	Januari	1	667.69	29127.00	29527.80304	28485.94	44583.87	31099.29
	Februari	2	960.16	30061.89	30576.80168	29806.73	41834.11	32114.75
	Maret	3	1078.15	31026.78	31650.50852	31127.52	39209.80	32999.07
	April	4	1387.16	32022.65	32748.92358	32448.31	36889.80	33779.50
	Mei	5	1170.03	33050.48	33872.04684	33769.10	35032.19	34490.39
	Juni	6	1541.18	34111.30	35019.87831	35089.88	33763.58	35170.80
	Juli	7	1416.21	35206.16	36192.41798	36410.67	33170.41	35861.88
	Agustus	8	1162.30	36336.18	37389.66587	37731.46	33293.12	36604.06
	September	9	1120.75	37502.46	38611.62196	39052.25	34123.34	37434.27
	Oktober	10	1193.56	38706.17	39858.28627	40373.04	35604.48	38383.47
	Nopember	11	1272.35	39948.52	41129.65878	41693.83	37635.62	39474.47
	Desember	12	878.11	41230.75	42425.73949	43014.62	40078.34	40720.46
2013	Januari	13	1049.72	42554.13	43746.52842	44335.41	42766.16	42124.04
	Februari	14	1100.22	43919.99	45092.02555	45656.20	45515.92	43677.07
	Maret	15	2053.22	45329.69	46462.2309	46976.99	48140.22	45361.24
	April	16	1859.98	46784.63	47857.14445	48297.77	50460.23	47149.30
	Mei	17	1925.45	48286.28	49276.76621	49618.56	52317.84	49006.90
	Juni	18	1738.87	49836.12	50721.09617	50939.35	53586.45	50894.98
	Juli	19	1749.34	51435.71	52190.13435	52260.14	54179.61	52772.39
	Agustus	20	1629.05	53086.64	53683.88073	53580.93	54056.90	54598.71
	September	21	1671.85	54790.56	55202.33532	54901.72	53226.69	56336.98
	Oktober	22	2033.380968	56549.17	56745.49812	56222.51	51745.54	57956.28
	Nopember	23	1912.293333	58364.23	58313.36913	57543.30	49714.40	59433.76
	Desember	24	1813.674839	60237.54	59905.94834	58864.09	47271.69	60756.26
Total			34384.70	1029505.03	1048200.31	1048200.31	1048200.31	1048200.31

4.2.2. Galat Peramalan Pemakaian Pozzolan

Berdasarkan perhitungan galat masing-masing metode, dipilih satu metode dengan nilai galat MAPE terkecil pada Tabel 9.

Tabel 9. Metode Terpilih Berdasarkan Galat

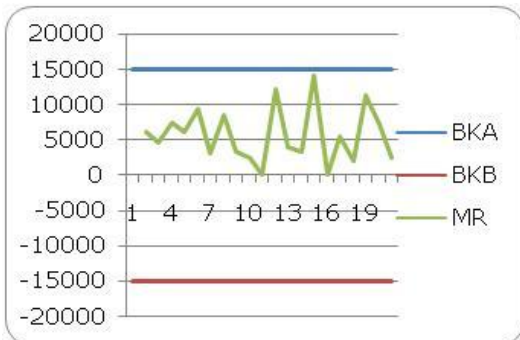
No.	Metode	MAPE	Galat
1	Eksponensial	0.1614	0.1588
2	Kuadratis	0.1658	
3	Linier	0.1655	
4	Siklis	0.2080	
5	Trend Siklis	0.1588	

4.2.3. Verifikasi Data Peramalan Metode Terpilih

Setelah terpilih satu metode peramalan berdasarkan galat di atas, dilakukan verifikasi terhadap data-data tersebut agar data yang akan diolah nantinya seragam atau berada dalam batas kontrol. Tabel 10 menunjukkan hasil verifikasi yang dilakukan. Hasil akhir verifikasi dapat dilihat pada Gambar 11.

Tabel 10. Verifikasi Peramalan Metode Terpilih

t	y	y'	z	MR
1	20698.48	31099.29	-10400.81	
2	27844.69	32114.75	-4270.06	6130.75
3	33422.56	32999.07	423.49	4693.55
4	41614.88	33779.50	7835.38	7411.88
5	36270.80	34490.39	1780.41	6054.96
6	46235.38	35170.80	11064.58	9284.17
7	43902.60	35861.88	8040.72	3023.86
8	36031.33	36604.06	-572.73	8613.45
9	33622.64	37434.27	-3811.63	3238.91
10	37000.33	38383.47	-1383.14	2428.50
11	38170.42	39474.47	-1304.05	79.08
12	27221.46	40720.46	-13499.00	12194.95
13	32541.23	42124.04	-9582.81	3916.19
14	30806.18	43677.07	-12870.89	3288.08
15	52166.05	50894.98	1271.07	14141.96
16	54229.47	52772.39	1457.08	186.01
17	50500.63	54598.71	-4098.08	5555.15
18	50155.56	56336.98	-6181.42	2083.34
19	63034.81	57956.28	5078.53	11259.95
20	57368.80	59433.76	-2064.96	7143.49
21	56223.92	60756.26	-4532.34	2467.38
Total				113195.64
MR Rata-rata				5659.78
BKA				15055.0195
BKB				-15055.0195

**Gambar 11.** Verifikasi Peramalan Metode Terpilih

4.2.4. Peramalan dengan Metode Terpilih

Berdasarkan hasil verifikasi di atas, kemudian dilakukan perhitungan peramalan menggunakan metode terpilih dengan data-data yang masuk pada batas kontrol tersebut. Peramalan ini dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Peramalan Metode Terpilih

Bulan	t	t ²	y	yt	$\sin \frac{2\pi t}{n}$	$\cos \frac{2\pi t}{n}$	$t \sin \frac{2\pi t}{n}$	$t \cos \frac{2\pi t}{n}$	$y \sin \frac{2\pi t}{n}$	$y \cos \frac{2\pi t}{n}$	$\sin^2 \frac{2\pi t}{n}$	$\cos^2 \frac{2\pi t}{n}$	$\sin \frac{2\pi t}{n} \cos \frac{2\pi t}{n}$	y'
Januari	1	1	20698.48	20698.48	0.29	0.96	0.29	0.96	6100.98	19778.90	0.09	0.91	0.28	17791.18
Februari	2	4	27844.69	55689.38	0.56	0.83	1.13	1.65	15685.47	23006.36	0.32	0.68	0.47	24009.77
Maret	3	9	33422.56	100267.68	0.78	0.62	2.35	1.87	26130.81	20838.63	0.61	0.39	0.49	29340.54
April	4	16	41614.88	166459.52	0.93	0.37	3.72	1.46	38738.20	15203.62	0.87	0.13	0.34	33568.46
Mei	5	25	36270.80	181354	1.00	0.07	4.99	0.37	36169.38	2710.52	0.99	0.01	0.07	36576.45
Juni	6	36	46235.38	277412.28	0.97	-0.22	5.85	-1.34	45076.16	-10288.34	0.95	0.05	-0.22	38355.87
Juli	7	49	43902.60	307318.2	0.87	-0.50	6.06	-3.50	38020.77	-21951.30	0.75	0.25	-0.43	39007.23
Agustus	8	64	36031.33	288250.64	0.68	-0.73	5.44	-5.86	24507.53	-26412.83	0.46	0.54	-0.50	38731.26
September	9	81	33622.64	302603.76	0.43	-0.90	3.90	-8.11	14588.32	-30292.95	0.19	0.81	-0.39	37811.09
Oktober	10	100	37000.33	370003.3	0.15	-0.99	1.49	-9.89	5514.61	-36587.07	0.02	0.98	-0.15	36587.11
Nopember	11	121	38170.42	419874.62	-0.15	-0.99	-1.64	-10.88	-5689.01	-37744.09	0.02	0.98	0.15	35426.68
Desember	12	144	27221.46	326657.52	-0.43	-0.90	-5.21	-10.81	-11810.95	-24525.69	0.19	0.81	0.39	34691.53
Januari	13	169	32541.23	423035.99	-0.68	-0.73	-8.84	-9.53	-22133.66	-23854.41	0.46	0.54	0.50	34705.60
Februari	14	196	30806.18	431286.52	-0.87	-0.50	-12.12	-7.00	-26678.93	-15403.09	0.75	0.25	0.43	35726.25
Juni	15	225	52166.05	782490.75	-0.97	-0.22	-14.62	-3.34	-50858.14	-11608.04	0.95	0.05	0.22	37921.41
Juli	16	256	54229.47	867671.52	-1.00	0.07	-15.96	1.20	-54077.83	4052.57	0.99	0.01	-0.07	41354.64
Agustus	17	289	50500.63	858510.71	-0.93	0.37	-15.82	6.21	-47009.71	18449.95	0.87	0.13	-0.34	45979.49
September	18	324	50155.56	902800.08	-0.78	0.62	-14.07	11.22	-39213.20	31271.48	0.61	0.39	-0.49	51643.66
Oktober	19	361	63034.81	1197661.39	-0.56	0.83	-10.70	15.70	-35508.77	52081.80	0.32	0.68	-0.47	58102.46
Nopember	20	400	57368.80	1147376	-0.29	0.96	-5.90	19.11	-16909.75	54820.07	0.09	0.91	-0.28	65040.62
Desember	21	441	56223.92	1180702.32	0.00	1.00	0.00	21.00	0.00	56223.92	0.00	1.00	0.00	72100.26
Total	231	3311	869062.22	10608124.66	0.00	0.00	-69.66	10.50	-59357.72	59770.02	10.50	10.50	0.00	844471.57

4.2.5. Peramalan 12 Periode Ke Depan

Berdasarkan perhitungan peramalan dengan metode terpilih di atas, dapat diketahui peramalan untuk 12 periode ke depan di tahun 2014 pada Tabel 12.

Tabel 12. Peramalan 12 Periode Ke Depan

Tahun	Bulan	Periode (t)	Peramalan Jumlah Pemakaian (y) (Ton)
2014	Januari	25	78912.73
	Februari	26	85131.32
	Maret	27	90462.09
	April	28	94690.00
	Mei	29	97698.00
	Juni	30	99477.42
	Juli	31	100128.78
	Agustus	32	99852.80
	September	33	98932.64
	Oktober	34	97708.66
	Nopember	35	96548.23
	Desember	36	95813.08

4.2.6. Perhitungan Ukuran dan Frekuensi Pemesanan dengan EOQ

Ukuran dan frekuensi pemesanan yang ekonomis dihitung dengan menggunakan metode EOQ (*Economic Order Quantity*) sebagai berikut.

Ukuran pemesanan untuk sekali pesan:

$$\begin{aligned} \text{EOQ} = Q^* &= \sqrt{\frac{2AD}{H}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 13886,93 \times 1135355,77}{2895,29}} \\ &= 3300,19 \text{ ton} \\ &= 3301 \text{ ton} \end{aligned}$$

Frekuensi pemesanan dalam setahun:

$$f = \frac{D}{Q} = \frac{1135355,77}{3301} = 343,94 = 344 \text{ kali}$$

4.2.7. Perhitungan Biaya Persediaan dengan EOQ

Berikut ini perhitungan biaya persediaan pozzolan.

$$\begin{aligned} \text{Biaya total persediaan} &= \text{Biaya pesan} + \text{Biaya simpan} \\ &= (\text{Frekuensi pesan} \times \text{Biaya pesan}) + \\ &\quad \left(\left(\sum \frac{Q}{2} + \text{Safety Stock} \right) \times \text{Biaya simpan} \right) \\ &= (344 \times \text{Rp } 13.886,93) + ((16.505 + 59.582,44) \times \text{Rp } 2.895,29) \\ &= \text{Rp } 1.772.868.065,13 \end{aligned}$$

4.2.8. Perhitungan Ukuran dan Frekuensi Pemesanan dengan POQ

POQ (*Period Order Quantity*) merupakan perkembangan dari EOQ (*Economic Order Quantity*), dimana menggunakan konsep persediaan dengan jumlah pemesanan yang ekonomis. Berikut ini perhitungan persediaan pozzolan dengan metode POQ.

$$\begin{aligned} \text{EOI} = \frac{\text{EOQ}}{R} &= \sqrt{\frac{2C}{RPh}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 13886,93}{1135355,77 \times 2895,29}} \\ &= 1,13 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari (pembulatan ke bawah)} \end{aligned}$$

Sehingga frekuensi pemesanan adalah setiap hari, yaitu sebanyak 365 kali dengan ukuran pemesanan sebanyak 3111 ton.

4.2.9. Perhitungan Biaya Persediaan dengan POQ

$$\begin{aligned} \text{Biaya total persediaan} &= \text{Biaya pesan} + \text{Biaya simpan} \\ &= (\text{Frekuensi pesan} \times \text{Biaya pesan}) + \\ &\quad \left(\left(\sum \frac{Q}{2} + \text{Safety Stock} \right) \times \text{Biaya simpan} \right) \\ &= (365 \times \text{Rp } 13.886,93) + ((15552,8 + 59.582,44) \times \text{Rp } 2.895,29) \\ &= \text{Rp } 1.775.179.959,61 \end{aligned}$$

4.2.10. Perhitungan Safety Stock (SS)

Perhitungan *safety stock* adalah seperti di bawah ini:

$$\begin{aligned} \text{SS} &= Z \times \text{SD} \times \sqrt{I} \\ &= 1,65 \times 6592,858 \times \sqrt{30} \text{ ton} \\ &= 59582,44 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.2.11. Perhitungan Reorder Point

ROP pozzolan dapat ditentukan dengan perhitungan berikut ini:

$$\begin{aligned} \text{ROP} &= \text{SS} \times (I \times Q) \\ &= 59582,44 \times (30 \times 3110,56) \text{ ton} \\ &= 62693 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.2.12. Perhitungan Maximum Inventory

Maximum inventory pozzolan di gudang dapat ditentukan dengan melakukan perhitungan:

$$\begin{aligned} \text{MI} &= \text{SS} + \text{EOQ} \\ &= 59582,44 + 3301 \text{ ton} \\ &= 62883,44 \text{ ton} \end{aligned}$$

4.2.13. Perhitungan Metode Min-Max

Perusahaan menerapkan metode *min-max* dimana pada metode ini dapat dihitung stok minimum, stok maksimum, stok pengaman (*safety stock*) dan titik pemesanan kembali (*reorder point*). Berdasarkan metode ini, perusahaan dari tahun ke tahun telah menetapkan ukuran stok minimum sebesar 30.000 ton dan stok maksimum 60.000 ton. Di bawah ini akan dilakukan perhitungan dengan menggunakan metode *min-max* sebagai acuan perhitungan persediaan yang dilakukan oleh perusahaan.

Tahun 2012:

$$\begin{aligned} \text{Safety Stock} &= (\text{maksimum pemakaian} - \text{rata-rata pemakaian}) \times \text{lead time} \\ &= (46235,38 \text{ ton} - 35169,63 \text{ ton}) \times 1 \text{ bulan} \\ &= 11065,75 \text{ ton} \end{aligned}$$

Min stock

$$= (\text{rata-rata pemakaian} \times \text{lead time}) + \text{safety stock}$$

$$= (35169,63 \text{ ton} \times 1 \text{ bulan}) + 11065,75 \text{ ton}$$

$$= 46235,4 \text{ ton}$$

Max stock

$$= 2 \times (\text{rata-rata pemakaian} \times \text{lead time})$$

$$= 2 \times ((35169,63 \text{ ton} \times 1 \text{ bulan}))$$

$$= 70339,3 \text{ ton}$$

Reorder Point

$$= \text{max stock} - \text{min stock}$$

$$= 70339,3 \text{ ton} - 46235,4 \text{ ton}$$

$$= 24103,9 \text{ ton}$$

Biaya Persediaan

$$= ((\text{total pemakaian/reorder point}) \times \text{biaya pesan}) + (\text{biaya simpan} \times \text{total pemakaian})$$

$$= ((422035,57 \text{ ton} / 24103,9 \text{ ton}) \times \text{Rp } 34.717,33) + (\text{Rp } 2.895,29 \times 422035,57 \text{ ton})$$

$$= \text{Rp } 1.222.521.122,09$$

Tahun 2013:

Safety Stock

$$= (\text{maksimum pemakaian} - \text{rata-rata pemakaian}) \times \text{lead time}$$

$$= (63649,68 \text{ ton} - 52180,40 \text{ ton}) \times 1 \text{ bulan}$$

$$= 11469,3 \text{ ton}$$

Min stock

$$= (\text{rata-rata pemakaian} \times \text{lead time}) + \text{safety stock}$$

$$= (52180,40 \text{ ton} \times 1 \text{ bulan}) + 11469,3 \text{ ton}$$

$$= 63649,7 \text{ ton}$$

Max stock

$$= 2 \times (\text{rata-rata pemakaian} \times \text{lead time})$$

$$= 2 \times ((52180,40 \text{ ton} \times 1 \text{ bulan}))$$

$$= 104361 \text{ ton}$$

Reorder Point

$$= \text{max stock} - \text{min stock}$$

$$= 104361 \text{ ton} - 63649,7 \text{ ton}$$

$$= 40711,1 \text{ ton}$$

Biaya Persediaan

$$= ((\text{total pemakaian/reorder point}) \times \text{biaya pesan}) + (\text{biaya simpan} \times \text{total pemakaian})$$

$$= ((626164,74 \text{ ton} / 40711,1 \text{ ton}) \times \text{Rp } 34.717,33) + (\text{Rp } 2.895,29 \times 626164,74 \text{ ton})$$

$$= \text{Rp } 1.813.459.355,60$$

Tahun 2014:

Safety Stock

$$= (\text{maksimum pemakaian} - \text{rata-rata pemakaian}) \times \text{lead time}$$

$$= (100128,78 \text{ ton} - 94612,98 \text{ ton}) \times 1 \text{ bulan}$$

$$= 5515,8 \text{ ton}$$

Min stock

$$= (\text{rata-rata pemakaian} \times \text{lead time}) + \text{safety stock}$$

$$= (94612,98 \text{ ton} \times 1 \text{ bulan}) + 5515,8 \text{ ton}$$

$$= 100128,78 \text{ ton}$$

Max stock

$$= 2 \times (\text{rata-rata pemakaian} \times \text{lead time})$$

$$= 2 \times ((94612,98 \text{ ton} \times 1 \text{ bulan}))$$

$$= 189225,96 \text{ ton}$$

Reorder Point

$$= \text{max stock} - \text{min stock}$$

$$= 189225,96 \text{ ton} - 100128,78 \text{ ton}$$

$$= 89097,183 \text{ ton}$$

Biaya Persediaan

$$= ((\text{total pemakaian/reorder point}) \times \text{biaya pesan}) + (\text{biaya simpan} \times \text{total pemakaian})$$

$$= ((1135355,77 \text{ ton} / 89097,183 \text{ ton}) \times \text{Rp } 34.717,33) + (\text{Rp } 2.895,29 \times 1135355,77 \text{ ton})$$

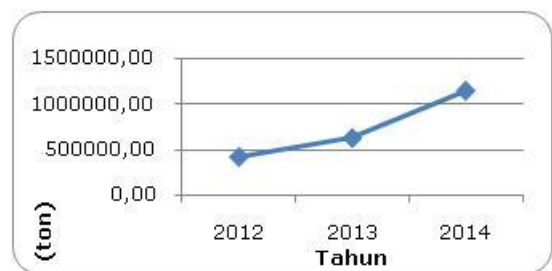
$$= \text{Rp } 3.287.620.918,97$$

4.3. Analisis

Analisis dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan di atas akan dijelaskan pada bagian ini.

4.3.1. Analisis Peramalan Pemakaian Pozzolan

Diperoleh kombinasi peramalan pemakaian pozzolan tahun 2014 dan pemakaian aktual tahun 2012-2013 pada Gambar 12.



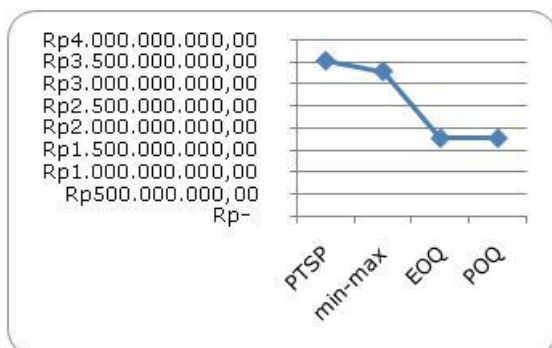
Gambar 12. Perbandingan Total Pemakaian Pozzolan

Jumlah pemakaian pozzolan yang terus meningkat dari tahun ke tahun dikarenakan seiring dengan jumlah permintaan konsumen yang semakin banyak membutuhkan semen dan wilayah distribusi yang semakin luas menyebabkan semen yang diproduksi juga semakin banyak dan pemakaian bahan baku yang semakin banyak pula. Selain itu, penggunaan pozzolan di PT Semen Padang ini merupakan

bahan baku tambahan untuk tipe semen PPC dimana tipe semen ini adalah yang paling laku di pasaran dan paling banyak diminati konsumen. Pembuktian ini bisa juga dilihat dari proyek yang sedang dilakukan PT Semen Padang saat ini, yaitu proyek pembangunan Indarung VI sebagai tambahan pabrik baru agar perusahaan bisa memproduksi semen lebih banyak dalam rangka meningkatkan kapasitas produksi agar mempunyai kapasitas yang akan mampu memenuhi permintaan konsumen serta dalam rangka beradaptasi terhadap pertambahan permintaan atas produk yang dijual.

4.3.2. Analisis Perbandingan Pengendalian Persediaan oleh Perusahaan dengan Hasil Pengolahan Data

PT Semen Padang menerapkan metode *min-max* untuk menentukan banyaknya *stock* minimum dan *stock* maksimum yang semestinya tersedia di gudang. Sedangkan pada pengolahan data digunakan metode perbandingan dengan EOQ (*Economic Order Quantity*) dan POQ (*Periodic Order Quantity*). Tampak perbandingan kasarnya dengan grafik pada Gambar 13.



Gambar 13. Perbandingan Total Biaya Persediaan

Berdasarkan pengolahan data dengan menggunakan metode EOQ dan POQ diperoleh biaya total persediaan yang lebih minimum daripada metode yang digunakan oleh perusahaan. Namun, kedua metode ini menyebabkan seringnya pemesanan bahan

baku, terutama dengan metode POQ yaitu pemesanan dilakukan setiap hari yang berarti bahwa PO (*Purchase Order*) dikeluarkan kepada pemasok setiap hari. Hal ini dapat mengakibatkan berkurangnya efisiensi dari pemesanan bahan baku itu sendiri. Bila efisiensi terganggu, maka bisa pula berdampak buruk pada pengendalian persediaan itu sendiri ke depannya.

Selain itu, tampak adanya perbedaan jumlah stok antara yang ditetapkan oleh perusahaan dengan jumlah stok yang diperoleh dengan pengolahan data padahal metode yang digunakan adalah sama, yaitu metode *min-max*. Penyebab timbulnya perbedaan ini diantaranya:

1. Perusahaan menggunakan standar stok maksimum dan minimum yang sama dari tahun ke tahun. Sedangkan stok yang diperoleh dari perhitungan berdasarkan pada kondisi aktual dan perubahan yang terjadi tiap waktu. Semestinya dilakukan pembaruan tiap tahun untuk menyesuaikan dengan perubahan yang ada, ditambah lagi terjadinya penambahan permintaan yang dialami perusahaan tiap tahun.
2. Pengendalian stok yang dilakukan perusahaan dengan mempertimbangkan kapasitas gudang sedangkan pada pengolahan data di atas tidak mempertimbangkan kapasitas gudang karena pendekatan yang digunakan adalah pencapaian persediaan sesuai permintaan.
3. Pengendalian persediaan oleh perusahaan khusus untuk bahan baku pozzolan dipengaruhi oleh faktor klinker. Faktor klinker ini berperan dalam pemakaian pozzolan untuk produksi. Hal ini dikarenakan pozzolan merupakan bahan baku tambahan yang porsi penggunaannya disesuaikan dengan banyaknya penggunaan klinker.

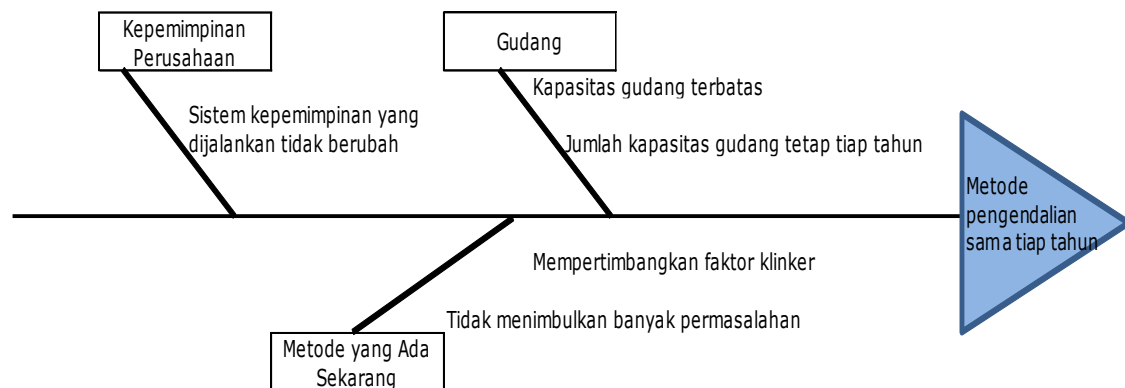
Berdasarkan penjelasan di atas, diketahui bahwa masing-masing metode memiliki keunggulan dan kekurangan masing-masing. Perbedaan ini dapat dilihat rangkumannya pada Tabel 13.

Tabel 13. Perbedaan Masing-masing Metode Persediaan

Kategori	Perusahaan	Pengolahan Data		
	<i>min-max</i> PTSP	<i>min-max</i>	EOQ	POQ
Biaya	Rp 3.000.000.000-Rp 4.000.000.000	Rp 3,287,620,918.97	Rp 1,777,645,170.20	Rp 1,775,179,959.61
Faktor Klinker	ya	tidak	tidak	tidak
Stok beradaptasi terhadap perubahan <i>demand</i>	tidak	ya	ya	ya
Ukuran pesan	3000-5000 ton	3000 ton	3301 ton	3111 ton

Perbandingan di atas menunjukkan adanya keunggulan yang diberikan oleh metode EOQ dan POQ, yaitu minimasi biaya. Namun hingga saat ini perusahaan masih

menggunakan metode yang sama dari tahun ke tahun disebabkan oleh beberapa faktor yang ditunjukkan pada Gambar 14.

**Gambar 14.** Fishbone Diagram

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Bagian ini berisi kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan. Berikut ini akan akan dipaparkan.

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan yaitu:

1. Peramalan pemakaian pozzolan di tahun 2014 akan lebih banyak dibanding tahun-tahun sebelumnya, yaitu sebanyak 1048200,31 ton.
2. Pengendalian persediaan dengan metode EOQ (*Economic Order Quantity*) menghasilkan ukuran pemesanan 3301 ton dengan frekuensi pemesanan 344 kali, *safety stock* sebanyak 59582,44 ton, *reorder point* pada persediaan sebanyak 62693 ton dan *maximum inventory* sebanyak 62883,44 ton. Pengendalian persediaan dengan metode POQ (*Periodic Order Quantity*) menghasilkan ukuran pemesanan 3111 ton dengan frekuensi pemesanan 365 kali.

5.2. Saran

Sebagai perbaikan untuk penelitian selanjutnya, terdapat beberapa saran diantaranya:

1. Sebaiknya pengolahan data tidak hanya terbatas untuk bahan baku pozzolan sebagai pemakaian terbanyak saja, tapi juga semua bahan baku yang terlibat dalam proses produksi agar perbandingan metode pengendalian persediaan akan terlihat lebih jelas.
2. Data historis yang digunakan sebaiknya ditambah agar data lebih tinggi tingkat keakuratannya.
3. Akan lebih baik jika peramalan dilakukan untuk lebih dari 1 tahun namun beberapa tahun ke depan sebagai perencanaan jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Handoko, T Hani., *Manajemen Personalia dan Sumberdaya Manusia*, Yogyakarta, 1995.

- [2] Hamzah, Bayu Dwiputra. *Perhitungan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Karet Masak Panas Tipe 178 dan 185 pada PT Gunung Pulo Sari*, Universitas Andalas, Padang, 2012.
- [3] Ruauw, Eyverson. "Pengendalian Persediaan Bahan Baku (Contoh Pengendalian pada Usaha Grenda Bakery Lianli, Manado)", *ASE*, Vol. 7, No. 1, pp. 1-11, 2011.
- [4] Henmaidi. "Evaluasi dan Penentuan Kebijakan Persediaan Bahan Baku Kantong Semen Tipe Pasted pada PT Semen Padang", *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, Universitas Andalas, Padang, 2007.