

ANALISIS PENGENDALIAN PERSEDIAAN BAHAN BAKU SULFURIC ACID DENGAN METODE CONTINUOUS (Q) DAN PERIODIC (P) REVIEW DI PT. PETROKIMIA GRESIK

Bagues Prayogik¹⁾, Dira Ernawati²⁾

^{1, 2)}Program Studi Teknik Industri Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jl. Rungkut Madya, Gn. Anyar, Kec. Gn. Anyar, Kota SBY, Jawa Timur 60294
e-mail: baguesprayogik@gmail.com¹⁾, dira.ti@upnjatim.ac.id²⁾

ABSTRAK

PT. Petrokimia Gresik adalah salah satu pabrik pupuk dan produk kimia terbesar di Indonesia. Sampai saat ini PT. Petrokimia Gresik mengembangkan produk asam sulfat yang berasal dari bahan baku belerang/sulfur antara lain industri pupuk, kimia, industri makanan, industri tekstil, spiritus, utilitas pabrik dan pertambangan. Permasalahan yang sering terjadi adalah pengendalian persediaan bahan baku sulfuric acid, yaitu sulfur/belerang. Masalah tersebut terjadi karena kurangnya estimasi dalam perencanaan dan pemenuhan jumlah permintaan konsumen yang fluktuatif dimana permintaan tertinggi sebesar 33.000/ton, sedangkan permintaan terendah sebesar 16.000/ton sehingga selisih fluktuasi sangat besar yaitu mencapai 17.000/ton dan siklus pesanan yang tidak tetap karena adanya penyesuaian dari permintaan konsumen yang belum terencana dengan baik, sehingga permintaan konsumen tidak terpenuhi bahkan mengalami kekurangan dan kelebihan kapasitas persediaan. Tujuan dari penelitian adalah mengendalikan persediaan bahan baku Sulfuric Acid untuk meminimasi total biaya persediaan di PT. Petrokimia Gresik. Metode yang digunakan adalah metode Continuous (Q) dan Periodic (P) Review. Hasil perhitungan diperoleh dengan total biaya persediaan minimal adalah dengan metode Continuous Review (Q) Lost Sales sebesar Rp.308.914.071.890 dengan metode perusahaan sebesar Rp. 317.872.715.680 sehingga penghematan biaya sebesar Rp. 8.958.643.790,- atau 3%. Setelah dilakukan peramalan pada bulan Oktober 2021- September 2022 diperoleh total kebutuhan mencapai 263.481 ton, maka pengendalian persediaan bahan baku sulfuric acid diperoleh jumlah pemesanan sebesar 1.428 ton dengan total biaya persediaan sebesar Rp.307.906.572.637,-.

Kata Kunci: Continuous Review, Periodic Review, Persediaan.

ABSTRACT

PT. Petrokimia Gresik is one of the largest fertilizer and chemical product manufacturers in Indonesia. Until now PT. Petrokimia Gresik develops sulfuric acid products derived from sulfur/sulfur raw materials, including the fertilizer industry, chemical industry, food industry, textile industry, spirits, factory utilities and mining. The problem that often occurs is controlling the supply of sulfuric acid raw materials, namely sulfur. This problem occurs because estimates in planning and fulfilling consumer demand are fluctuating where the highest demand is 33,000/ton, while the lowest demand is 16,000/ton so that the fluctuation is very large, reaching 17,000/ton and the order cycle is not fixed due to adjustments from consumer demand. has not been planned properly, so that consumer demand is not met and even experiences shortages and excess supplies. The purpose of this research is to control the supply of sulfuric acid raw materials to minimize the total cost of inventory at PT. Gresik Petrochemicals. The method used is the Continuous (Q) and Periodic (P) Review method. The result of the calculation with the minimum total cost of inventory is the Continuous Review (Q) Lost Sales method of Rp.308,914,071,890 with the company's method of Rp. 317,872,715,680 so that the savings of Rp. 8,958,643,790,- or 3%. After forecasting in October 2021-September 2022, the total demand reached 263,481 tons, inventory control of sulfuric acid raw materials obtained a total order of 1,428 tons with a total inventory cost of Rp.307,906,572.

Keywords: Continuous Review, Periodic Review, Inventory.

I. PENDAHULUAN

Persediaan merupakan solusi yang dipakai untuk menangani kendala yang terlibat dengan pengendalian bahan baku ataupun *finished goods* dalam suatu proses perusahaan. Pengendalian bahan baku merupakan hal yang sangat penting untuk produktivitas perusahaan dimana setiap perusahaan memiliki target untuk mendapatkan keuntungan yang semaksimal mungkin dengan biaya produksi yang minimum tanpa mengurangi kualitas produk yang dihasilkan (Syukron, 2014).

PT. Petrokimia Gresik merupakan salah satu pabrik pupuk dan produk kimia terbesar di Indonesia dengan distribusi bahan-bahan kimia pertanian. Sampai saat ini PT. Petrokimia Gresik telah mengembangkan produknya Asam Sulfat yang berasal dari bahan baku sulfur/belerang diantaranya yaitu industri pupuk, bahan kimia, industri makanan, industri tekstil, spiritus, utilitas pabrik, dan pertambangan. Masalah yang sering terjadi adalah pengendalian persediaan bahan baku *Sulfuric Acid*, yaitu sulfur/belerang. Permasalahan ini dikarenakan kurangnya estimasi dalam perencanaan dan pemenuhan jumlah permintaan konsumen yang fluktuatif dimana permintaan tertinggi yaitu mencapai 33.000/ton, sedangkan permintaan terendah sebesar 16.000/ton sehingga selisih fluktuasi sangat besar yaitu mencapai 17.000/ton dan siklus pemesanan yang tidak tetap karena adanya penyesuaian dari permintaan konsumen yang belum terencana dengan baik. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya kekurangan persediaan bahan baku yang menyebabkan permintaan konsumen tidak dapat terpenuhi, karena bahan tidak bisa didatangkan secara mendadak dan sebesar yang dibutuhkan. Selain itu kelebihan persediaan untuk jenis bahan sulfur/belerang juga masih sering terjadi dengan nilai kelebihan persediaan mencapai 203.107/ton, dimana persediaan yang terlalu besar mengakibatkan beban biaya penyimpanan dan pemeliharaan semakin bertambah, sehingga akan mempengaruhi total biaya persediaan. Metode yang digunakan adalah metode *Continuous (Q)* dan *Periodic (P) Review* yang bertujuan untuk mengendalikan persediaan bahan baku *Sulfuric Acid* untuk meminimasi *total inventory cost* di PT. Petrokimia Gresik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengendalian Persediaan

Menurut Haizer dan Render (2015), perencanaan ialah kejelian untuk memastikan urutan peristiwa yang diperlukan untuk mencapai tujuan tertentu. Dimana pengendalian memerlukan analisis retrospektif, menentukan apa yang sebenarnya terjadi dan membandingkannya dengan hasil rencana sebelumnya. Dengan demikian, pengendalian persediaan ialah seperangkat peraturan yang menentukan jumlah minimum persediaan yang harus dipelihara, pesanan besar wajib diadakan, serta jumlah persediaan yang dibutuhkan atau tingkat produksi setiap perusahaan pastinya berbeda. Rahayuningtyas (2017), berpendapat bahwa *inventory control* mempengaruhi *inventory cost* dan juga mempengaruhi laba yang diperoleh. Cukupnya bahan baku yang dibutuhkan dalam proses produksi, maka proses produksi bisa berjalan dengan lancar, tidak akan terjadi *out of stock*, tidak terjadi kelebihan persediaan, dan biaya perolehan persediaan dapat diminimalkan merupakan tujuan dari pengendalian bahan baku.

B. Persediaan

Persediaan menurut Syukron dan Kholil (2014), ialah sumber daya menganggur (*idle resources*) yang akan diproses lebih lanjut, berupa kegiatan produksi dalam sistem manufaktur, kegiatan pemasaran dalam sistem distribusi atau kegiatan pangan dalam sistem rumah tangga. Menurut Ristono (2012), menjabarkan bahwasanya persediaan ialah suatu model untuk memecahkan masalah yang berkaitan dengan upaya suatu perusahaan untuk mengendalikan bahan baku dan barang jadi dalam kegiatannya. Model persediaan menampilkan solusi ideal yang berfokus pada biaya persediaan serendah mungkin. Definisi

Persediaan menurut Tampubolon (2014), adalah elemen yang sangat berperan dari proses perusahaan yang kontinu didapatkan, diolah, dan menjualnya kembali. Mengontrol bahan baku sangat penting untuk efisiensi produksi perusahaan, karena setiap bisnis bertujuan untuk memaksimalkan keuntungan sambil mengeluarkan biaya produksi yang paling sedikit tanpa mengurangi kualitas produk yang dihasilkan. Persediaan tetap berhubungan dengan permintaan dan kapasitas produksi.

Menurut Caesarramzy, et al (2017), persediaan juga tercipta karena perbedaan masa jumlah yang diminta dan jumlah yang dijual. Menurut Azizah (2017), permintaan penawaran yang fluktuatif, waktu pengiriman yang tidak tepat, dan ketidakandalan manajer dalam menanggapi masalah dan hal ini tercermin dari faktor risiko yang menyebabkan persediaan perusahaan mengalami fenomena persediaan yang bersifat probabilistik. Alam (2018), mengemukakan bahwa semestinya *inventory* akan mempermudah efektifitas perusahaan, serta perusahaan perlu memproduksi barang dan memberikannya kepada konsumen. Kushartini dan Almahdhy (2017), mengemukakan bahwa manajemen persediaan memiliki tujuan untuk menyediakan bahan yang sesuai dengan kebutuhan, waktu tunggu yang tepat serta *cost* yang minimum. Awaliyah dan Michayatin (2019), menyatakan bahwa pandangan manajemen sebagai proses bisnis adalah aktivitas dari persiapan, pengelolaan, mengarahkan, mengontrol, serta menggunakan kapasitas dari organisasi lain dengan tujuan terhadap organisasi tertentu

Keseluruhan biaya operasi dalam sistem persediaan merupakan *inventory cost* dalam lingkup perusahaan. Menurut Ishak (2012), dalam model persediaan, biaya merupakan variabel pengambilan keputusan. Biaya yang terkait dengan sistem manajemen persediaan dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu biaya set up, biaya pemesanan, dan biaya penyimpanan. Biaya tersebut tidak bisa diabaikan, tetapi tingkat efisiensi masih bisa dipertimbangkan saat menentukan strategi *inventory*. Menurut Sulaiman dan Nanda (2017), biaya yang dipakai pada keputusan manajemen persediaan adalah sebagai berikut:

1) *Biaya Pembelian (Purchased Cost)*

Purchased cost digunakan untuk membeli ongkos pokok barang dari setiap bagian dari sumber luar ataupun apabila barang tersebut berasal dari biaya produksi unit dalam perusahaan. Jika pemasok menawarkan diskon untuk jumlah pesanan yang lebih besar, biaya pembelian ini akan bervariasi untuk jumlah pesanan yang berbeda.

2) *Biaya Pengadaan (Procurement cost)*

Biaya pengadaan ialah ongkos pengadaan barang yang diperlukan, menurut sumber barangnya dibedakan menjadi dua jenis biaya, yakni pembiayaan pemesanan (*ordering cost*) untuk memperoleh barang yang diperlukan dari luar dan (*set up cost*) untuk memperoleh barang yang diperlukan melalui manufaktur. Biaya pengadaan dibagi menjadi dua jenis menurut asal barangnya yaitu meliputi:

a. *Biaya Pembuatan (Set Up Cost)*

Keseluruhan biaya yang dibayarkan pada persiapan bahan atau barang untuk produksi.

b. *Biaya pemesanan (Ordering Cost)*

Keseluruhan biaya yang terkait dengan membawa barang dari luar.

3) *Biaya Penyimpanan (Inventory-Carrying Cost)*

Semua ongkos yang terkait dengan menyimpan produk perusahaan yang dikeluarkan sebagai konsekuensi dari penyimpanan persediaan.

4) *Biaya Kekurangan (Stock Out Cost)*

Biaya tambahan untuk memproduksi ulang produk yang dipesan. Apabila permintaan dalam *lead time* melampaui perkiraan, akan ada situasi *stockout*. Apabila konsumen melakukan pemesanan tetapi barang tidak dapat dikirim, maka akan timbul biaya tambahan karena adanya biaya *backorder*, *lost sales*, bahkan kehilangan konsumen.

C. Metode Persediaan

Menurut Wahyuni (2018), model persediaan probabilistik adalah parameter yang menunjukkan ketidakpastian (variabel acak) dalam bentuk kuantitas yang diminta dan *lead time*. Menurut Bramanti (2018), mengemukakan bahwa metode *continuous review* adalah model pengendalian tingkat persediaan dengan cara *reordering* pada saat stok mencapai atau turun di bawah titik pemesanan ulang yang dilakukan secara terus menerus. Metode pengendalian persediaan probabilistik digunakan ketika permintaan ataupun waktu tunggu tidak bisa ditentukan dengan pasti. Salah satu aspek dari metode probabilistik yang harus ditangani adalah potensi kehabisan *stock* karena konsumsi persediaan bahan baku yang tidak terduga ataupun dikarenakan waktu penerimaan melebihi *lead time* yang diperkirakan. Untuk mencegah kemungkinan kehabisan *stock*, diperlukan fungsi pengendalian *stock* pengaman, yang mencakup peningkatan persediaan untuk menjaga atau mempertahankan risiko kehabisan *stock* (Sofyan, 2013).

Sistem Q memecahkan masalah probabilitas dengan menambahkan *safety stock* untuk memeriksa apakah barang yang tersedia di gudang sama dengan *stock*. Menurut Wicaksono, et al (2019), spesifikasi model ini ditentukan oleh besarnya *order lot size* (q_0) yang selalu tetap untuk setiap *order*, dan *reorder point* ditempatkan pada saat *stock* mencapai nilai tertentu (r) dengan mempunyai cadangan pengaman persediaan. Menurut Nasution dan Yudha (2012), model Q merupakan metode yang mengikuti prosedur dengan jumlah pemesanan setiap pesan selalu tetap sehingga akan berbeda ketika pesanan dilakukan. Menurut Perdana (2020), ketika mencari jawaban q_0 terbaik, kriteria kinerja sebagai fungsi tujuan dari model Q ialah minimalisasi *total inventory cost* (O_T).

D. Metode Continuous Review (Q) Lost Sales

Rumus ini ditangani apabila kehabisan *stock* dan barang tidak terjual, dalam mendapat pemecahan yang optimal maka dilakukan dengan cara metode Hadley-Within.

1. Formulasi dan Solusi Model

- a. Kekurangan persediaan diberlakukan dengan *lost sales* maka diatasi dengan:

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k \quad (1)$$

$$O_T = Dp + \frac{AD}{q_0} + h \left(\frac{1}{2} q_0 + r - D_L \right) + \left(\frac{c_u D}{q_0} \right) N \quad (2)$$

Dimana:

A : Biaya setiap kali pesan (Rp per sekali pesan)

L : Waktu tunggu/*Lead time* (per tahun)

p : Harga bahan baku *sulfuric acid* per satuannya (Rp)

h : Biaya simpan per satuan per tahun (Rp)

D : Kebutuhan bahan baku *sulfuric acid* (ton)

N : Jumlah kekurangan bahan baku *sulfuric acid* (ton)

q_0 : Ukuran lot setiap kali pesanan usulan (ton)

c_u : Biaya kekurangan setiap bahan baku *sulfuric acid* (Rp)

r : Titik *reorder point* usulan (ton)

- b. Untuk syarat agar total biaya persediaan (OT) minimal:

$$q_0^* = \sqrt{\frac{2D[A + c_u \int_r^\infty (x-r)f(x)dx]}{h}} \quad (3)$$

- c. Untuk kemungkinan terjadinya kekurangan persediaan:

$$\alpha = \frac{h q_0}{c_u D + h q_0} \quad (4)$$

- d. Tingkat layanan yang diperoleh ialah:

$$\eta = 1 - \frac{N}{D_L} \times 100\% \quad (5)$$

2. Solusi dengan Metode Hadley-Within

Sukanta (2017), mengemukakan ada cara iteratif untuk menetapkan nilai q^* dan r^* . Metode Q dalam pengendalian persediaan bahan baku dapat menyelesaikan permasalahan ketidakpastian permintaan dikarenakan ditinjau secara kontinu, alhasil

mencegah terjadinya kelebihan persediaan begitupun *stock out*. Menurut Saiful dan Achmadi (2019), pencarian solusi dengan metode Hadley-Within adalah sebagai berikut.

a. Menghitung nilai $q_{01}^* = q_{0w}^*$ pada formula berikut:

$$q_{01}^* = q_{0w}^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}} \quad (6)$$

b. Setelah nilai q_{01}^* didapat, selanjutnya mencari nilai kemungkinan kekurangan persediaan a .

$$\alpha = \int_r^\infty f(x) dx = \frac{hq_0}{c_u D + hq_0} \quad (7)$$

Setelah didapatkan nilai a , kemudian mencari nilai Z_α yang dilihat dari tabel nilai kemungkinan kekurangan.

Nilai r_1^* bisa didapatkan dengan mencari formula berikut:

$$r_1^* = D_L + Z_\alpha S\sqrt{L} \quad (8)$$

c. Setelah didapatkan r_1^* kemudian dihitung nilai q_{02}^* dengan formula persamaan berikut.

$$q_{02}^* = \sqrt{\frac{2D [A + c_u \int_{r_1^*}^\infty (x - r_1^*) f(x) dx]}{h}} \quad (9)$$

Dimana

$$\int_{r_1^*}^\infty (x - r_1^*) f(x) dx = S_L [f(Z_\alpha) - Z_\alpha \Psi(Z_\alpha)] \quad (10)$$

Nilai $f(Z_\alpha)$ & (ΨZ_α) dapat diketahui dari tabel nilai kemungkinan kekurangan.

d. Menghitung ulang nilai α dan nilai r_2^*

$$\alpha = \int_r^\infty f(x) dx = \frac{hq_0}{c_u D + hq_0} \quad (11)$$

$\int_r^\infty f(x) dx \rightarrow$ Lanjutkan untuk menghitung:

$$r_2^* = DL + Z_\alpha S\sqrt{L} \quad (12)$$

e. Membandingkan nilai r_1^* dan r_2^* ; jika harga r_2^* relatif sama dengan r_1^* iterasi selesai dan akan diperoleh $r^* = r_2^*$ dan $q_0^* = q_{02}^*$. Jika tidak kembali ke langkah 3 (c) dengan mensubstitusi nilai $r_1^* = r_2^*$ dan $q_{01}^* = q_{02}^*$.

Kebijakan Model Q dihitung untuk persediaan optimal seperti berikut:

1) Nilai *Safety Stock*:

$$SS = Z_\alpha S\sqrt{L} \quad (13)$$

2) Tingkat Pelayanan:

$$\eta = 1 - \frac{N}{D_L} \times 100 \%$$

3) Biaya Total:

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k$$

Dimana:

O_T : Biaya total persediaan (Rp)

O_b : Biaya pembelian sulfur/belerang (Rp)

O_p : Biaya pemesanan sulfur/belerang (Rp)

O_s : Biaya simpan sulfur/belerang (Rp)

O_k : Biaya kekurangan sulfur/belerang (Rp)

III. METODE PENELITIAN

Adapun langkah-langkah penelitian adalah sebagai berikut:

A. Pengumpulan Data

Kebutuhan data terdiri dari penggunaan serta pemenuhan permintaan dalam pemakaian bahan baku *Sulfuric Acid* yaitu sulfur/belerang, biaya pemesanan, biaya persediaan (harga belerang), jumlah persediaan rata-rata, biaya penyimpanan, frekuensi pemesanan, *lead time*, dan biaya kekurangan.

B. Menghitung lot pemesanan menggunakan metode Continuous (Q) Review

Kebutuhan pesan dalam metode *Continuous Review* (Q) dilakukan dengan menghitung besarnya jumlah pesanan per pembelian, kemungkinan kehabisan stok, dan titik pemesanan ulang. Setelah perhitungan dilakukan, hitung strategi persediaan optimal, *service level*, dan gunakan metode *Continuous Review* (Q) untuk memperoleh *total inventory cost*

C. Perbandingan antara total inventory cost Metode (Q) dengan total inventory cost perusahaan

Apabila *total inventory cost* metode *Continuous Review* (Q) lebih kecil dari *total inventory cost* perusahaan, maka metode tersebut diterima. Jika sebaliknya metode ditolak. Sehingga didapatkan *total inventory cost* yang minimum.

D. Forecasting kebutuhan Bahan Baku Sulfuric Acid

Peramalan dilakukan apabila metode *Continuous* (Q) menghasilkan minimum *total inventory cost*, kemudian dilakukan *forecast* dengan menghitung kebutuhan bahan baku *Sulfuric Acid* untuk periode mendatang

E. Pengendalian Persediaan Bahan Baku Sulfuric Acid dengan Metode Continuous (Q) Review

Setelah didapatkan *forecast* untuk periode mendatang, kemudian menghitung pengendalian persediaan bahan baku *Sulfuric Acid* dengan metode *Continuous Review* (Q) untuk menentukan minimum *total inventory cost*.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan solusi Hadley-Within untuk perhitungan model (Q) *lost sales* sulfur/belerang dilakukan dengan beberapa tahap iterasi sebagai berikut:

$$\frac{\sum(Xi)}{n} = \frac{297.018}{12} = 24.752 \text{ ton}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(Xi - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum((24.736-24.752)^2+(33.311-24.752)^2+\dots+(23.216-24.752)^2)}{12-1}} = 4.993 \text{ ton}$$

Iterasi I

Menghitung nilai q_{01}^* dengan persamaan (6).

$$q_{01}^* = q_{02}^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

$$q_{01}^* = \sqrt{\frac{2(680.000)(297.018)}{256.680}} = 1.254 \text{ ton}$$

Berdasarkan nilai q_{01}^* , selanjutnya dapat dicari α dan nilai r_1^* dengan persamaan (7).

$$\alpha = \frac{hq_{01}^*}{c_u D + hq_{01}^*}$$

$$\alpha = \frac{(256.680)(1.254)}{(323.640)(297.018)+(256.680)(1.254)} = 0,0033$$

Didapatkan nilai α adalah 0,0033, maka diperoleh bahwa nilai z_α adalah 2,715 maka r_1^* bisa didapat dengan menggunakan persamaan (8)

$$r_1^* = D_L + z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_1^* = (297.018)(1/9) + (2,715)(4.993\sqrt{1}/9)$$

$$= 37.521 \text{ ton}$$

Selanjutnya menghitung nilai q_{02}^* sesuai persamaan (9)

$$q_{02}^* = \sqrt{\frac{2D \left[A + c_u \int_{r_1^*}^{\infty} (x - r_1^*) f(x) dx \right]}{h}}$$

$$N = \int_{r_1^*}^{\infty} (x - r_1^*)(x) dx = S_L [f(z_\alpha) - z_\alpha \psi(z_\alpha)]$$

Nilai $f(z_\alpha) = 0,0104$ dan $\psi(z_\alpha) = 0,0011$, selanjutnya menghitung nilai N dan q_{02}^* :

$$N = S_L [f(z_\alpha) - z_\alpha \psi(z_\alpha)]$$

$$N = (4.993)(1/9)[(0,0104) - (2,715)(0,0011)]$$

$$N = 4,1128$$

$$q_{02}^* = \sqrt{\frac{2(297.018)[680.000 + (323.640)(4,1228)]}{256.680}}$$

$$q_{02}^* = 2.157 \text{ ton}$$

Menghitung ulang nilai α dan r_2^* .

$$\alpha = \frac{hq_{02}^*}{c_u D + hq_{02}^*}$$

$$\alpha = \frac{(256.680)(2.157)}{(323.640)(297.018) + (256.680)(2.157)} \alpha = 0,0057 \rightarrow z_\alpha = 2,53$$

$$r_2^* = D_L + z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_2^* = 297.018(1/9) + (2,53)(4.993 \sqrt{1/9})$$

$$r_2^* = 37.213 \text{ ton}$$

Pada iterasi pertama, nilai $r_1^* = 37.521$ dengan $r_2^* = 37.213$ memiliki nilai yang relatif sama, maka iterasi tidak dilanjutkan/ selesai, sehingga diperoleh:

- Kebijakan persediaan optimal

$$q_0^* = q_{02}^* = 2.157 \text{ ton/pesan}$$

$$r^* = r_2^* = 37.213 \text{ ton/ pesan}$$

$$ss = z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$= (2,53) \left(4.993 \sqrt{\frac{1}{9}} \right)$$

$$= 4.211 \text{ ton}$$

- Tingkat pelayanan

$$\eta = 1 - \frac{N}{D_L} \times 100\%$$

$$= 1 - \frac{4,1128}{(297.018) \left(\frac{1}{9} \right)} \times 100\%$$

$$= 99,98 \%$$

- Ekspektasi total biaya per tahun

- Biaya Pembelian

$$O_b = b \times p$$

$$= (275.340) (\text{Rp. } 1.116.000)$$

$$= \text{Rp. } 307.279.440.000,-$$

- Biaya Pengadaan

$$O_p = \frac{AD}{q_0}$$

$$= \frac{(680.000)(297.018)}{2.157}$$

$$= \text{Rp. } 93.635.716,-$$

- Biaya Penyimpanan

$$O_s = h \left(\frac{q_0}{2} + r - D_L \right)$$

$$= 256.680 \left(\frac{2.157}{2} + 37.213 - ((297.018)(1/9)) \right)$$

$$= \text{Rp. } 1.357.708.860,-$$

- Biaya Kekurangan

$$O_k = \left(\frac{c_u D}{q_0} \right) \int_r^\infty (x - r)(x) dx$$

$$= \left(\frac{(323.640)(297.018)}{2.157} \right) \times 4,1128$$

$$= \text{Rp } 183.287.314,-$$

- Biaya Total

$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k$$

$$= (\text{Rp}307.279.440.000) + (\text{Rp} 93.653.716) + (\text{Rp} 1.357.708.860) + (\text{Rp} 183.287.314)$$

$$= \text{Rp} 308.914.071.890,-$$

Berdasarkan perhitungan diatas diperoleh *total inventory cost* sulfur/belerang sebesar Rp. 308.914.071.890.

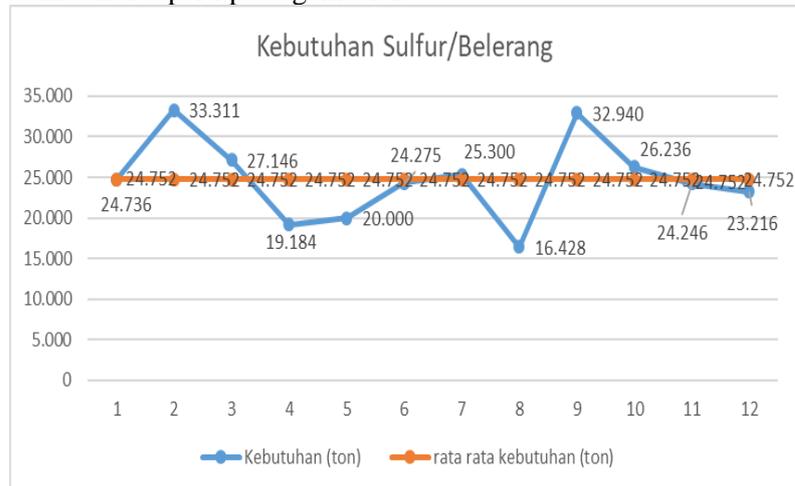
Setelah itu membandingkan hasil nilai *total inventory cost* metode perusahaan dengan metode *Continuous Review (Q) Lost Sales* seperti Tabel I berikut :

TABEL I
HASIL PERBANDINGAN METODE PERUSAHAAN DENGAN METODE *CONTINUOUS REVIEW (Q)*

Bahan	Metode Perusahaan(Rp)	<i>Continuous Review</i> (Rp)	Presentase Penghematan Biaya (%)
Sulfur/Belerang	317.872.715.680	308.914.071.890	3 %

Hasil *total inventory cost* dengan metode perusahaan sebesar Rp. 317.872.715.680 dan *total inventory cost* dengan metode *Continuous Review (Q) Lost Sales* sebesar Rp.308.914.071.890, maka metode *Continuous Review (Q) Lost Sales* memberikan penghematan biaya mencapai Rp. 8.958.643.790 atau 3%.

Berdasarkan dari kebutuhan *sulfur/belerang* bulan Okt 2020 – Sept 2021, bentuk pola datanya bisa diketahui seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Plot Data Kebutuhan Sulfur/Belerang Bulan Okt 2020 – Sept 2021

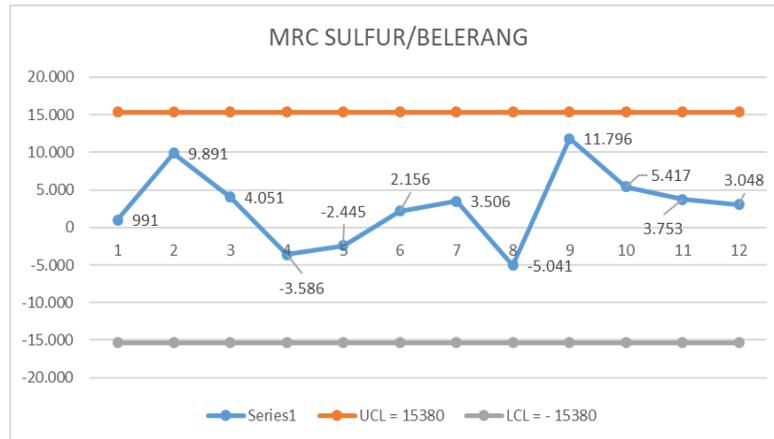
Dari Gambar 1, disimpulkan untuk pola data yaitu bersifat probabilistik untuk kebutuhan sulfur/belerang pada bulan Okt 2020 – Sept 2021.

Kebutuhan sulfur/belerang bulan Oktober 2020 - September 2021, kemudian dilakukan perhitungan *Mean Square Error (MSE)*, maka didapatkan hasil pada Tabel II berikut :

TABEL II
HASIL MSE KEBUTUHAN SULFUR/BELERANG

Bahan	<i>Mean Square Error (MSE)</i>		
	(WMA) <i>Weight Moving Average</i>	(SES) <i>Single Exponential Smoothing</i>	ARIMA
<i>Sulfur/belerang</i>	4,1585	4,9932	2,0142

Dari Tabel II, metode ARIMA menunjukkan bahwa metode peramalan dengan MSE terkecil, selanjutnya dilakukan *Moving Range Chart (MRC)* untuk verifikasi peramalan dengan hasil berikut:



Gambar 2. Nilai *Moving Range Chart* Sulfur/Belerang

Dari Gambar 2, disimpulkan data dalam batas kontrol yang diartikan dapat digunakan untuk meramalkan kebutuhan sulfur/belerang Oktober 2021 – September 2022. Dengan hasil pada tabel III berikut:

TABEL III
FORCASTING KEBUTUHAN SULFUR/BELERANG

No.	Bulan	Forcasting
1	Oktober 2021	23.745
2	November 2021	23.420
3	Desember 2021	23.095
4	Januari 2022	22.770
5	Februari 2022	22.445
6	Maret 2022	22.119
7	April 2022	21.794
8	Mei 2022	21.469
9	Juni 2022	21.114
10	Juli 2022	20.819
11	Agustus 2022	20.493
12	September 2022	20.168
Total		263.481

Dapat disimpulkan dari Tabel III, hasil peramalan kebutuhan sulfur/belerang didapatkan total sebesar 263.481 ton, kemudian bisa dilanjutkan dengan melakukan perhitungan model *Continuous (Q) Review lost sales*.

Dengan solusi Hadley-Within untuk perhitungan model (Q) *lost sales* dilakukan dengan beberapa tahap iterasi, kebutuhan sulfur/belerang bulan Oktober 2021 – September 2022 adalah sebagai berikut:

$$\frac{\sum(X_i)}{n} = \frac{263.481}{12} = 21.957 \text{ ton}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum((23.745-21.957)^2 + (23.420-21.957)^2 + \dots + (20.168-21.957)^2)}{12-1}} = 1.172 \text{ ton}$$

Iterasi 1

Menghitung nilai q_{01}^* dengan persamaan (6)

$$q_{01}^* = q_{02}^* = \sqrt{\frac{2AD}{h}}$$

$$q_{01}^* = \sqrt{\frac{2(680.000)(263.481)}{256.680}}$$

$$= 1.182 \text{ ton}$$

Berdasarkan nilai q_{01}^* , selanjutnya menghitung nilai α dan nilai r_1^* sesuai persamaan (7).

$$\alpha = \frac{hq_{01}^*}{c_u D + hq_{01}^*}$$

$$= \frac{(256.680)(1.182)}{(323.640)(263.481) + (256.680)(1.182)}$$

$$= 0,0035$$

Diperoleh nilai α adalah 0,0035 maka diperoleh bahwa nilai z_α adalah sebesar 2,70, maka nilai r_1^* bisa didapat dengan menggunakan persamaan (8)

$$r_1^* = D_L + z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_1^* = (263.481)(1/9) + (2,70)(1.172\sqrt{1/9}) = 30.330 \text{ ton}$$

Setelah didapatkan nilai r_1^* maka dapat dihitung nilai q_{02}^* berdasarkan persamaan (9)

$$q_{02}^* = \sqrt{\frac{2D[A+c_u \int_{r_1^*}^{\infty} (x-r_1^*)f(x)dx]}{h}}$$

$$N = \int_{r_1^*}^{\infty} (x-r_1^*)(x)dx = S_L[f(z_\alpha) - z_\alpha\psi(z_\alpha)]$$

Nilai $f(z_\alpha) = 0,0104$ dan $\psi(z_\alpha) = 0,0011$, selanjutnya menghitung nilai N dan q_{02}^*

$$N = S_L[f(z_\alpha) - z_\alpha\psi(z_\alpha)]$$

$$N = 1.172(1/9)[(0,0104) - (2,70)(0,0011)]$$

$$N = 0,9676$$

$$q_{02}^* = \sqrt{\frac{2(263.481)[680.000 + (323.640)(0,9676)]}{256.680}}$$

$$q_{02}^* = 1.428 \text{ ton}$$

Menghitung ulang nilai α dan r_2^*

$$\alpha = \frac{hq_{02}^*}{c_u D + hq_{02}^*}$$

$$= \frac{(256.680)(1.428)}{(323.640)(263.640) + (256.680)(1.428)}$$

$$\alpha = 0,0043 \rightarrow z_\alpha = 2,60$$

$$r_2^* = D_L + z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$r_2^* = (263.481)(1/9) + (2,60)(1.172\sqrt{1/9})$$

$$r_2^* = 30.291 \text{ ton}$$

Pada iterasi kedua, nilai $r_1^* = 30.330$ dengan $r_2^* = 30.291$ memiliki nilai yang relatif sama, maka iterasi tidak dilanjutkan/ selesai, sehingga diperoleh:

- Kebijakan persediaan optimal

$$q_0^* = q_{02}^* = 1.428 \text{ ton/pesan}$$

$$r^* = r_2^* = 30.291 \text{ ton/pesan}$$

$$ss = z_\alpha S\sqrt{L}$$

$$= (2,60) \left(1.172 \sqrt{\frac{1}{9}} \right) = 1.016 \text{ ton}$$

- Tingkat pelayanan

$$\eta = 1 - \frac{N}{D_L} \times 100\%$$

$$= 1 - \frac{0,9676}{(263.481)(\frac{1}{9})} \times 100\%$$

$$= 99,99 \%$$

- Ekspektasi total biaya per tahun
- Biaya Pembelian
$$O_b = b \times p$$
$$= (275.340) (\text{Rp. } 1.116.000)$$
$$= \text{Rp.}307.279.440.000,-$$
- Biaya Pengadaan
$$O_p = \frac{AD}{q_0}$$
$$= \frac{(680.000)(263.481)}{1.428}$$
$$= \text{Rp. } 125.467.143,-$$
- Biaya Penyimpanan
$$O_s = h \left(\frac{q_0}{2} + r - D_L \right)$$
$$= 256.680 \left(\frac{1.428}{2} + 30.291 - (263.481 \times 1/9) \right)$$
$$= \text{Rp. } 443.885.280,-$$
- Biaya Kekurangan
$$O_k = \left(\frac{c_u D}{q_0} \right) \int_r^\infty (x - r)(x) dx$$
$$= \left(\frac{(323.640)(263.481)}{1.428} \right) \times 0,9676$$
$$= \text{Rp. } 57.780.214,-$$
- Biaya Total
$$O_T = O_b + O_p + O_s + O_k$$
$$= (\text{Rp}307.279.440.000) + (\text{Rp } 125.467.143) + (\text{Rp } 443.885.280) + (\text{Rp.}57.780.214)$$
$$= \text{Rp. } 307.906.572.637,-$$

Dari hasil perhitungan diatas, didapatkan *total inventory cost* sulfur/belerang sebesar Rp. 307.906.572.637,-

V. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa pengendalian persediaan bahan baku *Sulfuric Acid* bulan Oktober 2020- September 2021 dengan metode perusahaan sebesar Rp. 317.872.715.680 dan *metode Continuous Review (Q) Lost Sales* sebesar Rp. 308.914.071.890 dengan penghematan biaya sebesar Rp. 8.958.643.790,- atau sebesar 3%. Setelah dilakukannya peramalan untuk bulan Oktober 2021- September 2022, diperoleh total kebutuhan mencapai 263.481 ton, sehingga pengendalian persediaan bahan baku *Sulfuric Acid* diperoleh jumlah pemesanan sebesar 1.428 ton dengan *total inventory cost* sebesar Rp.307.906.572.637,-.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, W.P. (2018), "Perencanaan Persediaan Bahan Baku Wajan Dengan Metode MRP (Material Requirement Planning) Pada Perusahaan Cor Aluminium Bintang Dua di Kec. Cikoneng Kab.Ciamis," *Jurnal Media Teknologi*, Vol. 05, No. 01, pp. 41-62.
- Awaliyah, T., dan Muchayatin. (2019), "Pengelolaan Persediaan Barang Jadi Untuk Mendukung Pusat Pertanggungjawaban Pendapatan Pada PT. Fukuryo Indonesia," *Jurnal Ilmiah UNTAG Semarang*, Vol. 8, No. 1, pp. 27-40.
- Azizah, I. (2017), "Kebijakan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Obat Nyamuk Bakar Berupa Tepung dan Material Packaging," *Jurnal Teknik Industri*, Vol. 3, No. 2, pp.17-20
- Bramanti. (2018), "Kebijakan Persediaan Spare Part (Studi Kasus : Pabrik Perakitan Sepeda Motor)," *Jurnal Teknik*, Vol. 7, No. 1, pp. 2337-3520.
- Caesarramzy, D., Luciana, A., dan Murni, D. A. (2017), "Usulan Kebijakan Persediaan Produk Kategori Suplemen dan Kebutuhan Harian di BM PT XYZ Untuk Mengurangi Total Biaya Persediaan Menggunakan Metode Periodic Review (R,s,S)," *Jurnal Integrasi Sistem Industri*, Vol. 4, No. 2, pp.10-15
- Heizer, J., dan Render, B. (2015), *Manajemen Operasi Manajemen Keberlangsungan dan Rantai Pasokan*, Salemba Empat, Jakarta
- Ishak, A. (2012), *Manajemen Operasi*, Graha Ilmu, Yogyakarta..
- Kushartini, D., dan Almahdy, I. (2017), "Sistem Persediaan Bahan Baku Produk Dispersant di Industri Kimia," *Jurnal PASTI*, Vol. X, No. 2, pp. 217-234.

- Nasution, A. H., dan Yudha, P. (2012), *Perencanaan & Pengendalian Produksi*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Perdana, I. J. (2020), "Analisis Pengendalian Persediaan Untuk Mengoptimalkan Biaya Bahan Baku Dengan Menggunakan Metode Periodic Review Pada CV. Arya Duta," *Scientific Journal of Industrial Engineering*, Vol. 1, No.2, pp. 45-52.
- Rahayuningtyas, N. (2017), "Perencanaan Persediaan Spare Part Mobil pada Bidang Servis dengan Menggunakan Metode Continuous Review di PT. UMC (United Motors Centre)," *Jurnal Teknik Mesin*, Vol.04, No. 02, pp. 205-211.
- Ristono, A. (2012), *Manajemen Persediaan*, Graha Ilmu, Yogyakarta
- Saiful, M., dan Achmadi, F. (2019), "Penentuan Quantity Order, Reorder Point Dan Safety Stock Melalui Continuous Review System dalam Situasi Ketidakpastian Permintaan (Studi Kasus : Persediaan Bahan Baku Produksi PT. X)," *Jurnal Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi*, Vol. 7. No.3, pp. 236-242.
- Sofyan, D. K. (2013), *Perencanaan & Pengendalian Produksi*, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Sukanta. (2017), "Pengendalian Persediaan Bahan Baku Menggunakan Metode Continuous Review System di Moga Toys Home Industry," *JIEM*, Vol.2 No. 1, pp. 25-30.
- Sulaiman, F., dan Nanda. (2017), "Pengendalian Persediaan Bahan Baku dengan Menggunakan Metode EOQ Pada UD. Adi Mabel," *Jurnal Teknovasi*, Vol. 02, No.1, pp. 1 –11.
- Syukron, A., dan Kholil, M. (2014), *Pengantar Teknik Industri*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- Tampubolon, M. P. (2014), *Manajemen Operasi & Rantai Pemasok*, Mitra Wacana Media, Jakarta
- Wahyuni, K. C. (2018), "Penentuan Kebijakan Persediaan Auto Part Menggunakan Metode Continuous Review (s,S) Untuk Meningkatkan Service Level dan Meminimasi Biaya Akibat Backorder Price Discount Pada PT. XYZ," *Journal Industrial Servicess*, Vol. 3, No. 2, pp.210-203
- Wicaksono, A., Andrawina, L., dan Santosa, B. (2019), "Usulan Kebijakan Pengendalian Persediaan Bahan Kimia Menggunakan Distribution Free Continous Review (Q,R) Untuk Meminimasi Biaya Persediaan Pada Unit Pengolahan Air Pendingin," *e-Proceeding of Engineering*, Vol.6, No.1, pp. 20-22.