



Evaluasi Pengendalian Persediaan WIP dengan Metode *Production Order Quantity* (POQ) di Perusahaan Manufaktur Ban

Luky Puspasari^{1*}, Sawarni Hasibuan²

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, Jakarta, 11650, Indonesia.

²Program Studi Magister Teknik Industri, Universitas Mercu Buana, Jakarta Barat, Jakarta, 11650, Indonesia

*Corresponding author: luky.pusspasari@gmail.com

ARTICLE INFO

Received: 30-07-2024
Revision: 18-09-2024
Accepted: 04-10-2024

Keywords:

ABC Analysis
Inventory control
Production Order Quantity
Work in Process

ABSTRACT

The inventory system throughout the supply chain network must be effectively controlled, making Work in Process (WIP) inventory control essential. In tire manufacturing, Green Tire inventory holds the highest WIP value and is consistently maintained. However, inconsistent order quantities have resulted in uncontrolled inventory levels, leading to overstock in the storage area. This study aims to analyze the priority categories of Green Tire inventory, evaluate the optimal order quantities, and compare total inventory costs to minimize the overall cost. The methods used include ABC Analysis and Production Order Quantity (POQ) with safety stock, applying service levels of 93%, 90%, and 80% for A, B, and C categories, respectively. The findings indicate that Green Tire inventory class A accounts for 65% of the volume and 67% of the total inventory value, class B for 23% of the volume and 28% of the value, and class C for 11.9% of the volume and 5% of the value. Implementing the POQ method standardizes order quantities across rim codes, reducing maximum inventory levels by up to 69.38%. Total storage cost savings reached 66.15%, with only a 0.2% increase in setup costs. The POQ method achieved total inventory cost savings of 52.37% for Green Tire inventory.

1. PENDAHULUAN

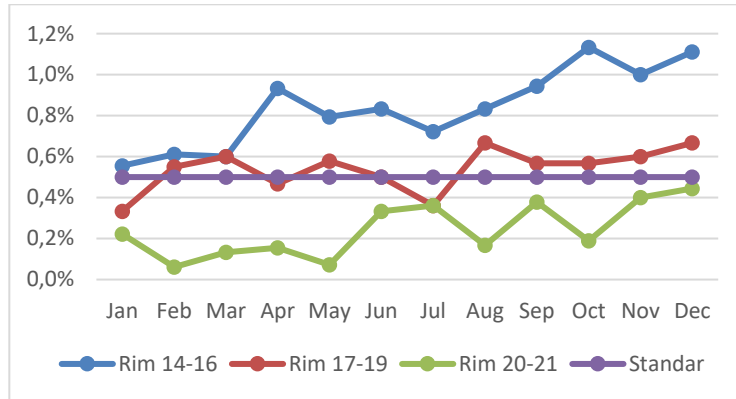
Persediaan memainkan peran penting dalam mengoordinasikan permintaan dan pasokan di perusahaan dan merupakan jantung bagi semua rantai pasokan [1]. Salah satu ukuran kinerja persediaan adalah rasio perputaran persediaan. Rasio perputaran yang tinggi menandakan pemanfaatan persediaan yang efisien, sebaliknya jika rasio perputaran rendah akan berpotensi menyebabkan keusangan dan peningkatan biaya penyimpanan [2]. Pengendalian persediaan yang baik akan membantu perusahaan dalam mengurangi biaya persediaan, meningkatkan layanan pelanggan, dan mengoptimalkan tingkat persediaan untuk menjalankan kegiatan produksi [3].

Dua keputusan mendasar dalam manajemen persediaan, yaitu kapan melakukan pemesanan persediaan dan berapa banyak persediaan yang harus dipesan. Sistem persediaan di jaringan rantai pasokan perusahaan perlu dikendalikan untuk memangkas biaya yang tidak diinginkan yang disebabkan oleh ukuran pesanan atau tingkat persediaan yang lebih besar atau lebih kecil dari yang diperlukan, termasuk pengendalian persediaan *Work in Process* (WIP) [4]. Persediaan WIP, mengacu pada persediaan yang telah memasuki proses produksi dan tidak lagi menjadi bagian dari persediaan bahan mentah, tetapi merupakan bagian dari persediaan bahan baku belum merupakan produk yang lengkap. Di bidang manufaktur, pengurangan WIP menghasilkan tingkat likuiditas yang lebih tinggi, arus kas yang lebih baik, dan risiko yang lebih rendah terhadap bisnis. Karenanya dinilai penting untuk pengendalian persediaan WIP dan menjaga aliran persediaan yang berkelanjutan dan menghindari penimbunan berlebih [5].

Pada perusahaan manufaktur produsen ban mobil jenis radial dan bias untuk kendaraan roda empat atau lebih, sistem produksi adalah *make to stock*, dengan sistem pengendalian *First In First Out* (FIFO). Kondisi persediaan selalu diupayakan dalam jumlah besar untuk kestabilan proses produksi, termasuk persediaan WIP *Green Tyre*. WIP *Green*

Tyre merupakan produk dari lini produksi konstruksi *building* dan merupakan masukan bagi lini produksi vulkanisasi *curing*.

Pada kasus salah satu perusahaan manufaktur ban mobil ditemukan WIP *Green Tyre* menumpuk dan hampir melampaui kapasitas penyimpanan. Perusahaan belum mempertimbangkannya laju produksi WIP *Green Tyre* di lini *curing* yang lebih rendah dibandingkan laju produksi pada lini *building*. Saat ini tingkat persediaan WIP *Green Tyre* untuk seluruh *code size* mencapai 90 unit menyebabkan tingginya kasus *Green Tyre* yang berada di luar area penyimpanan dan menghalangi aliran bahan dan material lainnya. Penumpukan persediaan WIP *Green Tyre* di area penyimpanan menyulitkan perusahaan menerapkan sistem FIFO, konsekuensinya *Green Tyre* yang cacat akibat lamanya dalam ruang penyimpanan tergolong tinggi seperti dapat dilihat pada Gambar 1. Tingkat cacat ban Rim 14-16 bahkan melampaui 1%.



Gambar 1. Persentase cacat pada persediaan WIP *Green*

Oleh karena itu perlu dilakukan analisis tingkat persediaan WIP *Green Tyre* yang mengoptimalkan persediaan dengan memperhatikan kapasitas di area penyimpanan dan fluktuasi permintaan. Pengendalian persediaan yang optimal memiliki dua tujuan, yaitu memenuhi target produksi dan meminimalkan biaya persediaan. Model kuantitas produksi ekonomi (EPQ) atau *Production Order Quantity* (POQ) dapat digunakan untuk meminimalkan biaya dan menentukan berapa banyak yang harus diproduksi dan kapan memproduksinya [6]. Kuantitas produksi dalam model persediaan POQ merupakan komponen yang akan dikontrol dalam sistem produksi dan pengadaan WIP yang menyatakan berapa jumlah yang harus dipesan dalam satu kali pemesanan [7].

Pengendalian persediaan WIP *Green Tyre* di perusahaan dilakukan terhadap 15 rim *Green Tyre* yang terdiri atas 175 *code size* yang memiliki frekuensi penggunaan dan pergerakan yang berbeda-beda. Setiap *code size* memiliki nilai persediaan yang berbeda. Akan tidak ekonomis jika perusahaan membuat kebijakan pengelolaan persediaan secara individual untuk masing-masing item. Perusahaan perlu mengklasifikasikan item-item ini berdasarkan kepentingannya dan menyesuaikan setiap item ke kelas aset tertentu. analisis ABC adalah metode untuk menentukan tingkat pengendalian dan frekuensi pemeriksaan persediaan [8]. Metode pengelompokan dan pengendalian persediaan yang tersedia dalam ABC diketahui meningkatkan laba bersih pabrik sebesar 8,53%. Selain itu, model yang diusulkan membantu mengelola *inventory* dengan lebih baik [9].

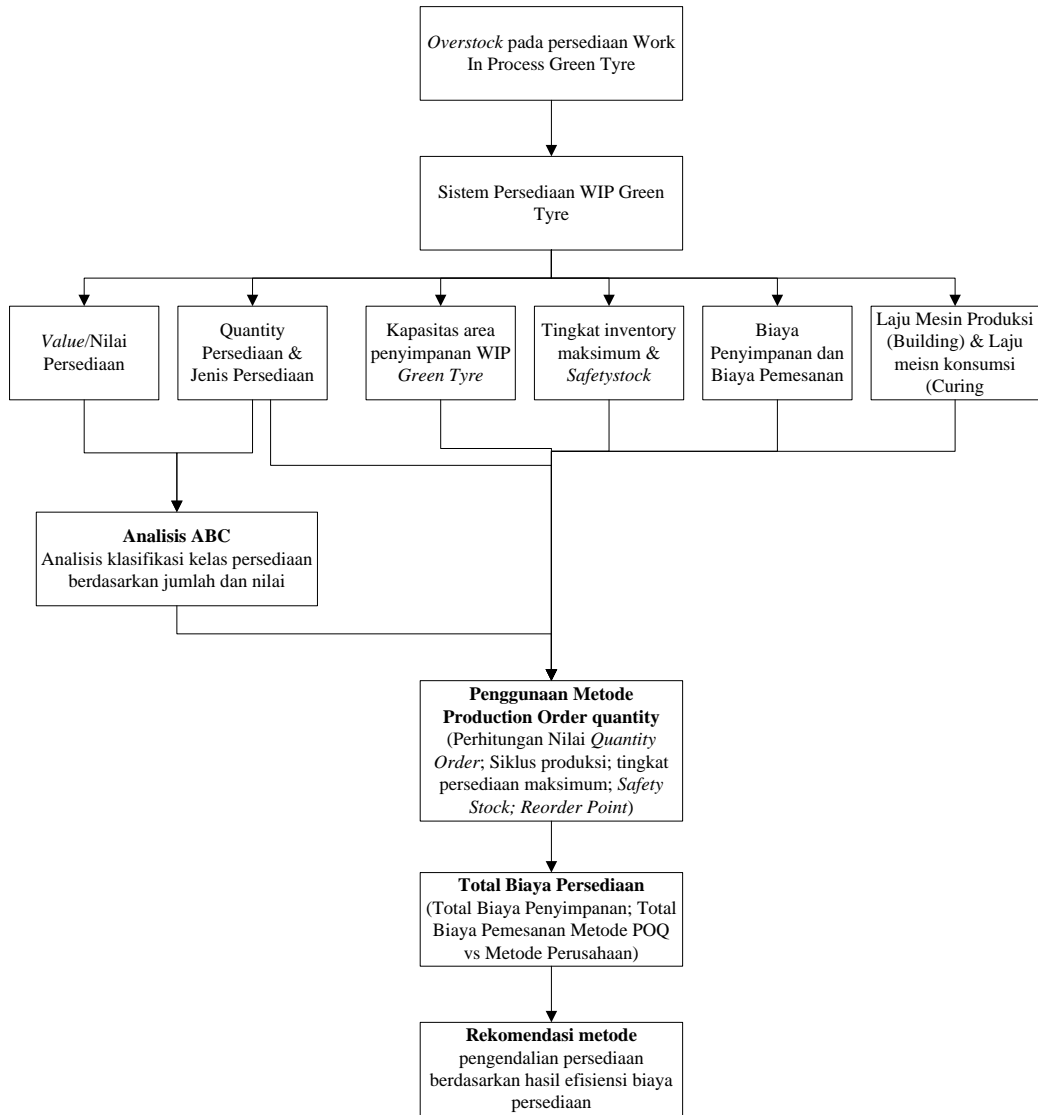
Penelitian Haji & Wee [10] telah membahas model pengendalian persediaan berbasis permintaan dengan mempertimbangkan barang dalam proses (WIP) dan mengadopsi POQ untuk meningkatkan efisiensi manajemen persediaan di rantai pasok. Penelitian Prack et al. [11] menemukan bahwa menerapkan pemesanan optimal dapat menghasilkan penghematan biaya sebesar 30–60 persen dibandingkan dengan metode pemesanan periodik murni. Yan et al. [12] membahas model optimasi untuk pengendalian persediaan WIP menggunakan pendekatan POQ di industri elektronik. Sementara Zhang & He [13] memfokuskan pada penggunaan POQ dalam pengendalian persediaan di industri otomotif, khususnya untuk komponen WIP di jalur produksi multi-tahap. Penelitian sebelumnya tersebut menunjukkan bahwa pendekatan POQ masih relevan dalam pengendalian WIP di berbagai industri, meskipun terkadang pendekatan ini dikombinasikan dengan teknik lain seperti optimasi stokastik atau model berorientasi permintaan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis prioritas kategori persediaan WIP *Green Tyre* dengan menggunakan metode analisis ABC, mengevaluasi kuantitas pesanan yang ekonomis dan optimal dengan menggunakan metode *Production Order Quantity* (POQ), dan membandingkan total biaya persediaan yang paling efisien bagi perusahaan.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif berlandaskan *positivistic* (data konkrit) persediaan yang dievaluasi untuk menemukan sistem pengendalian persediaan yang efektif dan efisien, selanjutnya dianalisa dengan cara mendeskripsikan data yang telah terkumpul untuk mencapai tujuan penelitian.

Proses penelitian diawali dengan identifikasi permasalahan *overstock* WIP *Green Tyre* di perusahaan. Selanjutnya dievaluasi sistem persediaan yang tepat untuk permasalahan *overstock* WIP di perusahaan tersebut, sehingga dapat ditentukan jumlah dan waktu optimal bagi persediaan WIP yang menghasilkan total biaya persediaan yang lebih efisien. Flowchart penelitian selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Penelitian

Adapun tahap pengolahan data yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Analisis ABC untuk pengklasifikasian persediaan. Jenis persediaan pada kelas A adalah yang paling prioritas dikendalikan dalam proses produksi dan dianalisis dengan metode pengendalian persediaan POQ.
2. Analisis *Production Order Quantity* (POQ) untuk menentukan tingkat persediaan optimum pada pengendalian persediaan WIP *Green Tyre* yang mampu memenuhi permintaan produksi sekaligus memberikan nilai optimum dalam ruang persediaan. Langkah-langkah dalam metode POQ adalah sebagai berikut [14]:

- a) Penentuan nilai *Q-value* yaitu jumlah pesanan persediaan yang optimal. Penentuan *Q-value* memperhitungkan rasio permintaan dan penawaran mesin produksi terhadap persediaan WIP.

$$Q = \frac{\sqrt{2 DC_o}}{C_h(1 - \frac{d}{p})}$$

D = Tingkat pemakaian persediaan

d = Tingkat pemakaian persediaan harian

p = Tingkat produksi persediaan harian

C_o = Biaya pemesanan (*ordering cost*)

C_h = Biaya penyimpanan (*carrying cost*)

- b) Penentuan waktu produksi ('t') yaitu waktu yang diperlukan oleh bagian produksi untuk mengisi

kembali persediaan sampai pada titik persediaan maksimum. Lamanya waktu produksi ditentukan oleh kapasitas produksi produk mesin dan kecepatan pengambilan yang menghabiskan persediaan.

- c) Penentuan frekuensi produksi ("N"), yaitu frekuensi pesanan pada mesin *building* untuk memproduksi *Green Tyre* selama suatu periode produksi. Frekuensi produksi dapat ditentukan dengan membagi jumlah permintaan dengan jumlah produksi optimal.
 - d) Penentuan waktu interval pemesanan ("T"), menunjukkan kapan produksi harus dilanjutkan diperoleh dengan membagi jumlah hari kerja (t) dengan frekuensi pemesanan pada hari kerja (N). Setelah batas persediaan minimum tercapai atau titik ROP tercapai, produksi akan dilanjutkan.
 - e) Penentuan stok Maksimum digunakan pada area penyimpanan untuk menghindari kondisi *overstock* yang berdampak pada kualitas. Kuantitas persediaan maksimum adalah jumlah total yang diproduksi selama masa produksi dikurangi jumlah total yang digunakan selama periode produksi.
3. Penentuan Biaya Total Persediaan berupa penjumlahan biaya pemesanan dan biaya penyimpanan berdasarkan hasil metode POQ untuk dianalisis lebih lanjut.

$$TC = \frac{D}{Q} C_o + \frac{Q}{2} C_h$$

Dimana:

D = Tingkat pemakaian persediaan

Q = Jumlah pemesanan optimum

C_o = Biaya pemesanan (*ordering cost*)

C_h = Biaya penyimpanan (*carrying cost*)

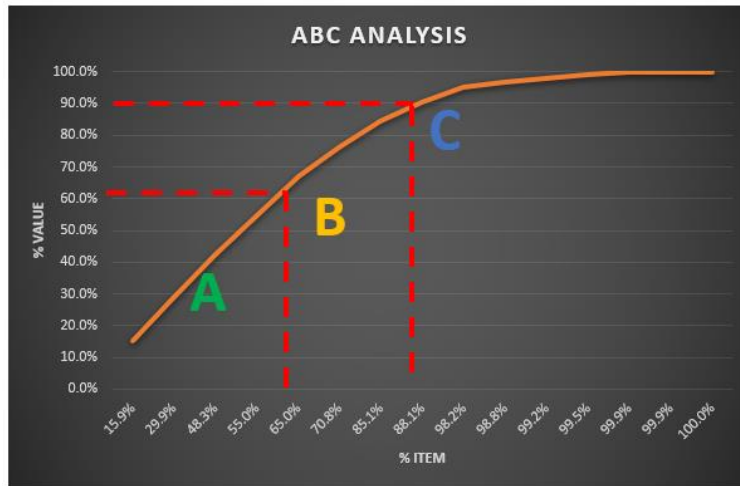
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis ABC

Berdasarkan pengolahan data analisis ABC yang dilakukan ke-15 *Code rim* diketahui bahwa persediaan WIP *Green Tyre* yang termasuk pada kelas A adalah *Code rim* 16, 17, 15, 20, dan 18 dengan total volume 65% dan total nilai persediaan hingga 67%, sedangkan persediaan dengan kelas B terdiri atas *Code rim* 19,14, dan 22 dengan total volume 23 % dan total nilai persediaan 28%. Persediaan *Green Tyre* pada kelas C yaitu *Code rim* 13, 16', 24, 20', 21, 24', dan 12 dengan total volume 11,9% dan total nilai persediaan yaitu 5%. Adapun pengelompokan ABC persediaan WIP *Green Tyre* dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 3.

Tabel 2. Analisis ABC

| No | Kode Rim | Jumlah WIP (Q) | Harga WIP (Rp.000) | Nilai Persediaan WIP (Rp.000) | Persentase Relatif (%) | Persentase Kumulatif (%) | Kelas |
|--------------|----------|------------------|--------------------|-------------------------------|------------------------|--------------------------|-------|
| 1 | 16 | 708.426 | 931 | 659.544.606 | 15,0 | 15,0 | A |
| 2 | 17 | 625.801 | 988 | 618.291.388 | 14,0 | 29,0 | |
| 3 | 15 | 820.099 | 719 | 589.651.181 | 13,4 | 42,4 | |
| 4 | 20 | 299.356 | 1.848 | 553.209.888 | 12,6 | 54,9 | |
| 5 | 18 | 446.933 | 1.192 | 532.744.136 | 12,1 | 67,0 | |
| 6 | 19 | 258.777 | 1.558 | 403.174.566 | 9,2 | 76,2 | B |
| 7 | 14 | 634.400 | 562 | 356.532.800 | 8,1 | 84,3 | |
| 8 | 22 | 134.172 | 2.014 | 270.222.408 | 6,1 | 90,4 | |
| 9 | 13 | 453.313 | 449 | 203.537.537 | 4,6 | 95,0 | C |
| 10 | 16' | 24.652 | 3.045 | 75.065.340 | 1,7 | 96,7 | |
| 11 | 24 | 16.108 | 3.260 | 52.512.080 | 1,2 | 97,9 | |
| 12 | 20' | 13.793 | 3.676 | 50.703.068 | 1,2 | 99,1 | |
| 13 | 21 | 17.479 | 1.956 | 34.188.924 | 0,8 | 99,9 | |
| 14 | 24' | 1.044 | 4.058 | 4.236.552 | 0,1 | 99,9 | |
| 15 | 12 | 5.166 | 431 | 2.226.546 | 0,1 | 100,0 | |
| Total | | 4,459,519 | | 4.405.841.020 | 100 | | |



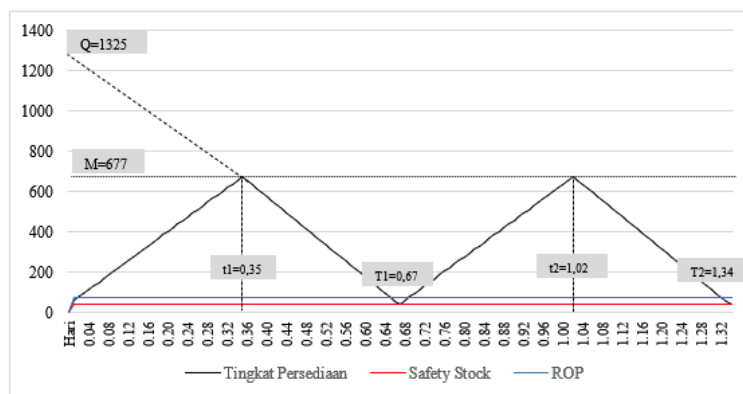
Gambar 3. Diagram Analisis ABC

Pengelompokan persediaan WIP *Green Tyre* dengan metode ABC akan menentukan jenis perlakuan dan pengendalian terhadap masing-masing kelas persediaan. Persediaan WIP *Green Tyre* dengan kelas A akan membutuhkan perhatian khusus dan pengawasan yang lebih sering karena memiliki nilai yang tinggi bagi perusahaan [15]. Persediaan dengan kelas B dengan nilai persediaan sedang dapat diperiksa dengan frekuensi menengah. Persediaan kelas C dengan nilai rendah hanya dibutuhkan pengawasan yang lebih sedikit dan lebih longgar [16]. Meskipun seluruh *Code rim* WIP *Green Tyre* dikendalikan dengan metode POQ, namun penentuan *safety stock* pada masing-masing kelas akan berbeda. Hasil klasifikasi ABC akan menentukan tingkat *safety stock* untuk masing-masing kelas [9]. *Safety stock* membantu memastikan bahwa permintaan pelanggan terpenuhi, bahkan ketika terjadi fluktuasi permintaan atau gangguan yang tidak terduga dalam rantai pasokan [17]. Tentunya penetapan *safety stock* ini akan menentukan titik *reorder point* yang dapat diartikan sebagai waktu yang tepat untuk melakukan pemesanan kembali dimana ROP berhubungan dengan *lead time* dan *safety stock* [18].

3.2 Production Order Quantity (POQ)

3.2.1 Siklus Persediaan

Hasil dari klasifikasi dengan metode ABC, WIP *Green Tyre* pada kelas A adalah *Code rim* 16, 17, 15, 20, dan 18. WIP *Green Tyre Code rim* 16 diketahui memiliki demand per-tahun 708.426 unit dengan laju produksi mesin building tersedia adalah 3.787 unit per hari, dan laju konsumsi dalam hal ini laju produksi mesin *curing* adalah 1989 unit per hari. Biaya penyimpanan WIP *Green Tyre Code rim* 16 adalah Rp. 274.766,11 dan biaya penyiapan (*set up*) sebesar Rp. 161.445,83. Dari data tersebut didapati nilai pesanan optimum (Q) adalah 1.325 unit dengan siklus persediaan dalam 2 (dua) siklus (T1-T2) dapat dilihat pada Gambar 4.

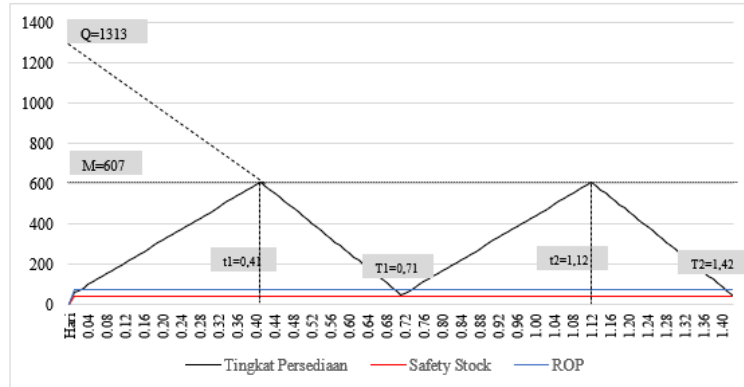


Gambar 4. Siklus Persediaan WIP *Green Tyre Rim* 16

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat kegiatan produksi dan konsumsi secara bersamaan dimulai pada hari ke-0 atau jam ke 0 hingga hari ke-0,35 atau jam ke-8,64 dan mulai dari jam ke-8,64 produksi berhenti dilakukan (t) dan hanya dilanjutkan dengan konsumsi persediaan WIP *Green Tyre* karena persediaan telah berada pada titik persediaan optimum (M), yaitu 677 unit. Kegiatan konsumsi sebelum dilakukan siklus produksi kembali (T) dilakukan hingga persediaan mencapai titik *safety stock* (ss) sebesar 45 unit, yaitu hari ke-0,64 atau jam ke-15,36. *Re-order point* (ROP) dilakukan saat tingkat persediaan berada pada level 76 unit atau jika dilihat dari waktu, yaitu Hari ke-0,63 atau jam ke-

15,12. Siklus pengadaan WIP *Green Tyre Code rim 16* terjadi sebanyak 535 kali dalam total hari kerja yang digunakan dalam satu tahun, yaitu 356 hari untuk dapat menyelesaikan seluruh siklus.

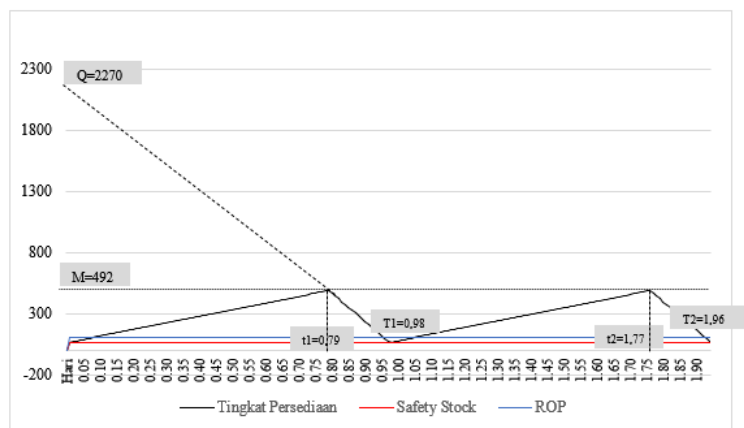
WIP *Geen Tyre Code rim 17* diketahui memiliki demand per-tahun 625.801 unit dengan laju produksi mesin *building* tersedia adalah 3.234 unit per hari, dan laju konsumsi dalam hal ini laju produksi mesin *curring* adalah 1.857 unit per hari. Biaya penyimpanan WIP *Geen Tyre Code rim 17* adalah Rp. 275.431,11 dan biaya penyiapan (*setup*) sebesar Rp. 161.445,83. Dari data tersebut didapati nilai pesanan optimum (Q) adalah 1,313 unit dengan siklus persediaan dalam 2 (dua) siklus (T1-T2) dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Siklus Persediaan WIP *Green Tyre Rim 17*

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat kegiatan produksi dan konsumsi secara bersamaan dimulai pada hari ke-0 atau jam ke 0 hingga hari ke-0,41 atau jam ke-9,84 dan mulai dari jam ke-9,84 produksi berhenti dilakukan (t) dan hanya dilanjutkan dengan konsumsi persediaan WIP *Green Tyre* karena persediaan telah berada pada titik persediaan optimum (M), yaitu 607 unit. Kegiatan konsumsi sebelum dilakukan siklus produksi kembali (T) dilakukan hingga persediaan mencapai titik *safety stock* (ss) sebesar 486unit, yaitu hari ke-0,69 atau jam ke-16,56. *Re-order point* (ROP) dilakukan saat tingkat persediaan berada pada level 76 unit atau jika dilihat dari waktu, yaitu hari ke-0,67 atau jam ke-16,08. Siklus pengadaan WIP *Green Tyre Code rim 17* terjadi sebanyak 477 kali dalam total hari kerja yang digunakan dalam satu tahun, yaitu 337 hari untuk dapat menyelesaikan seluruh siklus.

WIP *Geen Tyre Code rim 15* diketahui memiliki demand per-tahun 820,099 unit dengan laju produksi mesin *building* tersedia adalah 2,861 unit per hari, dan laju konsumsi dalam hal ini laju produksi mesin *curring* adalah 2,321 unit per hari. Biaya penyimpanan WIP *Geen Tyre Code rim 15* adalah Rp. 272,292.78 dan biaya penyiapan (*setup*) sebesar Rp. 161.445,83. Dari data tersebut didapati nilai pesanan optimum (Q) adalah 2.270 unit dengan siklus persediaan dalam 2 (dua) siklus (T1-T2) dapat dilihat pada Gambar 6.

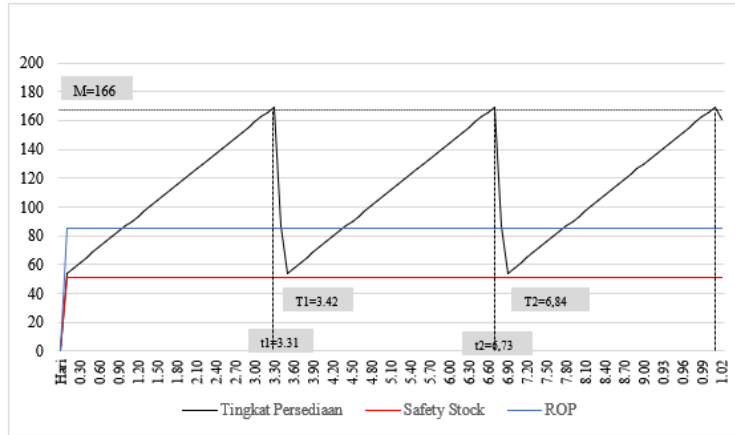


Gambar 6. Siklus Persediaan WIP *Green Tyre Rim 15*

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat kegiatan produksi dan konsumsi secara bersamaan dimulai pada hari ke-0 atau jam ke 0 hingga hari ke-0,79 atau jam ke-18,96 dan mulai dari jam ke-18,96 produksi berhenti dilakukan (t) dan hanya dilanjutkan dengan konsumsi persediaan WIP *Green Tyre* karena persediaan telah berada pada titik persediaan optimum (M), yaitu 2.270 unit. Kegiatan konsumsi sebelum dilakukan siklus produksi kembali (T) dilakukan hingga persediaan mencapai titik *safety stock* (ss) sebesar 62 unit, yaitu Hari ke-0,95 atau jam ke-22,8. *Re-order point* (ROP) dilakukan saat tingkat persediaan berada pada level 105 unit atau jika dilihat dari waktu, yaitu Hari ke-0,93 atau jam

ke-22,32. Siklus pengadaan *WIP Green Tyre Code rim 15* terjadi sebanyak 362 kali dalam total hari kerja yang digunakan dalam satu tahun, yaitu 353 hari untuk dapat menyelesaikan seluruh siklus.

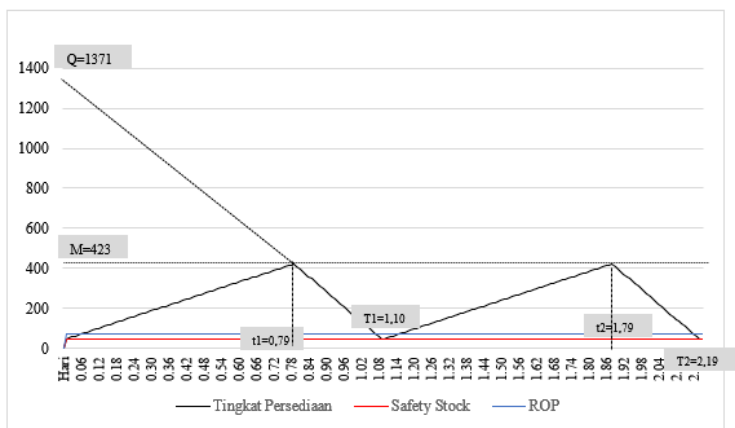
WIP Geen Tyre Code rim 20 diketahui memiliki demand per-tahun 299.356 unit dengan laju produksi mesin *building* tersedia adalah 861 unit per hari, dan laju konsumsi dalam hal ini laju produksi mesin *curring* adalah 825 unit per hari. Biaya penyimpanan *WIP Geen Tyre Code rim 20* adalah Rp. 285.464,45 dan biaya penyiapan (*setup*) sebesar Rp. 161.445,83. Dari data tersebut didapati nilai pesanan optimum (*Q*) adalah 1,313 unit dengan siklus persediaan dalam 2 (dua) siklus (T_1 - T_2) dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Siklus Persediaan *WIP Green Tyre Rim 20*

Berdasarkan Gambar 7 dapat dilihat kegiatan produksi dan konsumsi secara bersamaan dimulai pada hari ke-0 atau jam ke 0 hingga hari ke-3,31 dan mulai dari hari ke-3,31 produksi berhenti dilakukan (*t*) dan hanya dilanjutkan dengan konsumsi persediaan *WIP Green Tyre* karena persediaan telah berada pada titik persediaan optimum (*M*), yaitu 166 unit. Kegiatan konsumsi sebelum dilakukan siklus produksi kembali (*T*) dilakukan hingga persediaan mencapai titik *safety stock* (*ss*) sebesar 51 unit, yaitu hari ke-3,4. *Re-order point* (*ROP*) dilakukan saat tingkat persediaan berada pada level 86 unit atau jika dilihat dari waktu, yaitu Hari ke-3,3. Siklus pengadaan *WIP Green Tyre Code rim 20* terjadi sebanyak 106 kali dalam total hari kerja yang digunakan dalam satu tahun, yaitu 363 hari untuk dapat menyelesaikan seluruh siklus.

WIP Geen Tyre Code rim 18 diketahui memiliki demand per-tahun 446.933 unit dengan laju produksi mesin *building* tersedia adalah 1.731 unit per hari, dan laju konsumsi dalam hal ini laju produksi mesin *curring* adalah 1.252 unit per hari. Biaya penyimpanan *WIP Geen Tyre Code rim 18* adalah Rp. 277.811,11 dan biaya penyiapan (*setup*) sebesar Rp. 161.445,83. Dari data tersebut didapati nilai pesanan optimum (*Q*) adalah 1,371 unit dengan siklus persediaan dalam 2 (dua) siklus (T_1 - T_2) dapat dilihat pada Gambar 8.



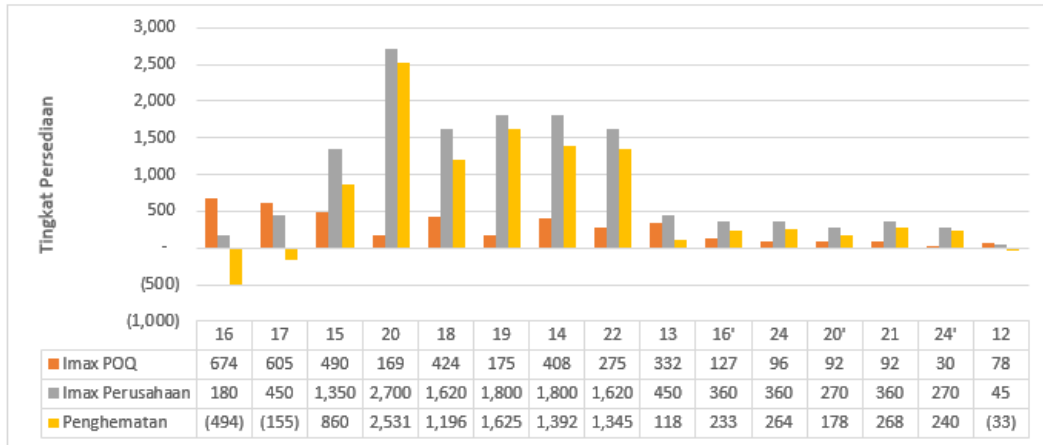
Gambar 8. Siklus Persediaan *WIP Green Tyre Rim 18*

Berdasarkan Gambar 8 dapat dilihat kegiatan produksi dan konsumsi secara bersamaan dimulai pada hari ke-0 atau jam ke 0 hingga hari ke-0,79 atau jam ke-18,96 dan mulai dari jam ke-18,96 produksi berhenti dilakukan (*t*) dan hanya dilanjutkan dengan konsumsi persediaan *WIP Green Tyre* karena persediaan telah berada pada titik persediaan optimum (*M*), yaitu 423 unit. Kegiatan konsumsi sebelum dilakukan siklus produksi kembali (*T*) dilakukan hingga persediaan mencapai titik *safety stock* (*ss*) sebesar 45 unit, yaitu hari ke-1,06. *Re-order point* (*ROP*) dilakukan saat tingkat persediaan berada pada level 76 unit atau jika dilihat dari waktu, yaitu Hari ke-1,03. Siklus pengadaan *WIP*

Green Tyre Code rim 18 terjadi sebanyak 326 kali dalam total hari kerja yang digunakan dalam satu tahun, yaitu 357 hari untuk dapat menyelesaikan seluruh siklus.

3.2.2 Hasil Efisiensi Tingkat Persediaan

Metode POQ diketahui dapat menurunkan tingkat persediaan maksimum di area penyimpanan WIP Green Tyre. Tingkat persediaan optimum didapati dari tingkat persediaan maksimum menggunakan metode POQ dan safety stock WIP Green Tyre yang sudah dihitung. Dengan penambahan dengan tingkat safety stock persediaan WIP Green Tyre perbandingan tingkat persediaan maksimum setiap code rim Green Tyre antara metode POQ dan metode yang digunakan perusahaan saat ini dapat dilihat pada Gambar 9.

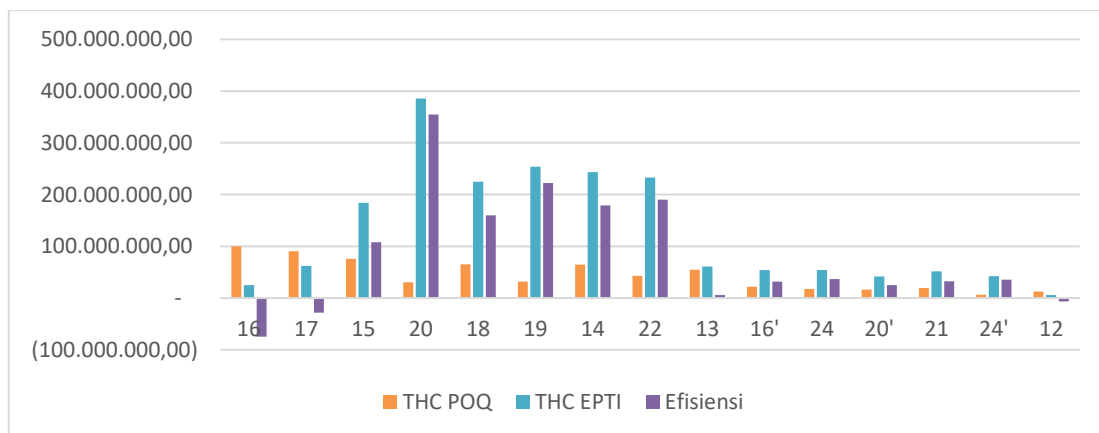


Gambar 9. Perbandingan Tingkat Persediaan Maksimum

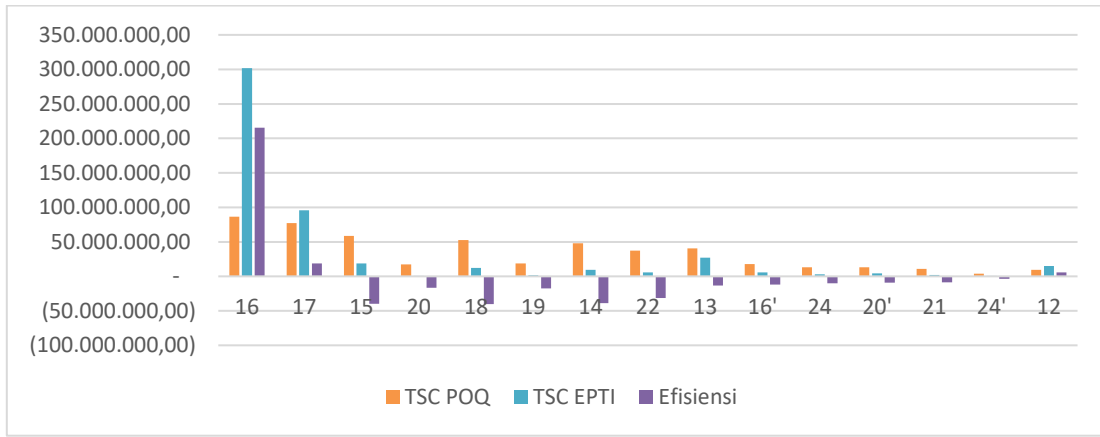
Berdasarkan Gambar 9 diketahui bahwa code rim 16 dan 17 tidak memberikan pengurangan tingkat persediaan melainkan penambahan tingkat persediaan dimana penambahan tingkat persediaan code rim 16, 17, dan 12 adalah 494 unit, 155 unit dan 33 unit. Namun untuk code rim lainnya penggunaan POQ diketahui memberikan hasil penurunan tingkat persediaan optimum, sehingga tingkat persediaan maksimum di area penyimpanan WIP turun sampai dengan 9.568 unit atau setara dengan 70,17%.

3.3 Total Biaya Persediaan

Penggunaan metode POQ pada seluruh code rim Green Tyre kelas A, B, dan C menghasilkan biaya penyimpanan Rp. 650.141.344,40, sedangkan biaya penyimpanan yang dihasilkan dengan metode perusahaan adalah Rp 1,920,885,350.93. Diketahui penghematan atau penghematan yang dihasilkan dengan menggunakan metode POQ adalah sebesar Rp. 1.270.744.006,53 dapat dilihat pada Gambar 10. Biaya Pemesanan yang dihasilkan dengan metode POQ diketahui sebesar Rp. 504,679,675.00 sedangkan biaya pemesanan yang diperoleh dengan metode perusahaan sata ini adalah Rp. 503,653,235.63, pada biaya pemesanan didapati pemborosan dimana biaya pemesanan POQ lebih besar dibanding biaya pemesanan dengan metode perusahaan dengan selisih sebesar Rp. 1,026,439.37 yang dapat dilihat pada Gambar 11.

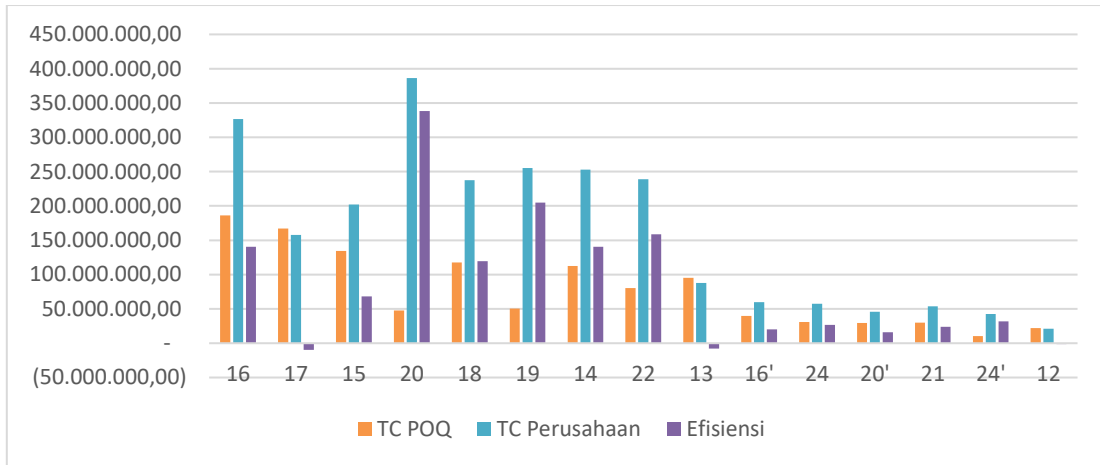


Gambar 10. Perbandingan Biaya Penyimpanan



Gambar 11. Perbandingan Biaya Pemesanan

Dengan menjumlahkan masing-masing biaya penyimpanan dan biaya pemesanan diperoleh total biaya pengendalian persediaan WIP *Green Tyre*. Didapati total biaya persediaan pengendalian persediaan *Green Tyre* dengan metode POQ diperoleh Rp. 1.154.821.019,40, sedangkan total biaya persediaan dengan metode perusahaan sebesar Rp. 2,424,538,586.56, maka dihasilkan total penghematan sebesar Rp. 1.269.717.567,16. Adapun penghematan total biaya persediaan WIP *Green Tyre* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Total Biaya Persediaan

3.4 Diskusi

Metode ABC digunakan untuk mengelompokkan persediaan WIP berdasarkan *quantity* dan *value* dari WIP *Green Tyre*. Hasil analisis terhadap WIP *Green Tyre* diperoleh kelas A dengan proporsi volume 65% dan nilai persediaan 67%; kelas B proporsi volume 23 % dan nilai persediaan 28%; kelas C proporsi volume 11,9% dan nilai persediaan 5%. Firdaus dan Hadining (2023) menerapkan prioritas pengawasan kebutuhan kemasan dengan metode ABC dan melakukan pengendalian persediaan yang ketat untuk kelas A, moderat untuk kelas B, dan lebih longgar terhadap kelas C [19].

Berdasarkan El Magfiroh (2017), metode POQ digunakan dalam kondisi atau syarat bahwa laju produksi lebih besar dari laju penggunaan persediaan ($p > d$), dengan biaya penyimpanan dan biaya pemesanan (*setup*) tetap untuk seluruh persediaan [20]. Metode ini menempatkan total biaya pemesanan sama dengan total biaya penyimpanan ($TCs = TCh$) untuk mendapatkan nilai order *quantity* yang paling efisien (Q). Metode POQ dapat menekan tingkat *inventory* di area penyimpanan WIP *Green Tyre* sehingga tidak terjadi *over stock*, tingkat persediaan maksimum turun hingga 70,38%. Untuk keberlanjutan proses produksi ditetapkan *safety stock* untuk dapat memenuhi permintaan di saat terjadi *unplanned downtime* pada mesin *building* dan permintaan yang tiba-tiba naik akibat gagal produksi pada mesin *curing*.

Titik *reorder point* ditentukan untuk menjamin persediaan diisi ulang tepat saat persediaan mencapai *safety stock*. Penentuan *safety stock* dan *reorder point* ditentukan untuk setiap kelas persediaan dengan *service level* yang berbeda. Mengacu pada penelitian yang ditulis oleh Piranti dkk tahun 2019 dengan judul Kombinasi Penentuan *Safety stock* dan *Reorder point* berdasarkan Analisis ABC sebagai Alat Pengendalian Persediaan Cutting Tools [21], pengelompokan WIP ini akan menghasilkan penentuan tingkat *safety stock* yang berbeda untuk setiap kelas. Kelas A memiliki *service level* lebih tinggi dan memiliki tingkat *safety stock* lebih tinggi dilanjutkan dengan kelas B, dan kelas C yang memiliki *service level* lebih rendah dan *safety stock* lebih rendah. Penerapan *safety stock* dan *reorder point* pada persediaan WIP *Green*

Tyre dengan *service level* yang mengacu pada pengelompokan persediaan WIP *Green Tyre* menggunakan analisis ABC menghasilkan penghematan akibat penurunan tingkat *safety stock* dibandingkan tingkat *safety stock* perusahaan. Dengan penetapan *service level* yang sama dengan studi kasus masalah pengendalian persediaan [9], yaitu A (93%), B (90%), dan C (80%) memberikan penghematan yang lebih besar mencapai 52,37% dibandingkan hasil penghematan dari pengendalian persediaan dengan analisis ABC, penentuan *safety stock*, dan *reorder point* untuk masing-masing kelompok persediaan oleh Abdolazimi, yaitu sebesar 8,53%.

Metode POQ memberikan alternatif yang lebih baik dalam sistem pengendalian persediaan WIP dibandingkan dengan metode yang digunakan oleh perusahaan. Penghematan biaya penyimpanan dengan metode POQ mencapai Rp. 1.270.744.006,53 setara 66,15% dari total biaya penyimpanan dengan metode perusahaan. Di sisi lain, penurunan biaya penyimpanan berimbas pada kenaikan biaya *setup* sebesar Rp. 1,026,439.37. Hal ini dikarenakan *set up* lebih sering dilakukan untuk menekan tingkat persediaan WIP *Green Tyre*, peningkatan biaya pemesanan dengan metode POQ setara dengan 0.2% dari total biaya pemesanan dengan metode perusahaan. Namun dari total biaya, metode POQ memberikan penghematan hingga 52,37% dari total biaya persediaan dengan metode perusahaan. Penghematan yang diperoleh pada penelitian ini lebih besar dari hasil dari penerapan *quantity order* dengan menggunakan metode EOQ probabilistik pada Produk *Air Conditioner* yang menghasilkan penurunan total biaya sebesar 8.2% dibandingkan dengan total biaya inventory yang dihasilkan dengan kebijakan perusahaan [22]. Adapun tetap lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan metode POQ pada kasus industri elektronik oleh Hishamuddin et al. (2019)[23] dengan penghematan sebesar 32,79% untuk *safety stock* dan penghematan total biaya 0,6%.

4. KESIMPULAN

Analisis ABC dilakukan untuk mengelompokkan persediaan berdasarkan nilai persediaan WIP *Green Tyre* untuk menentukan intensitas pengendalian pada persediaan. Dengan metode POQ dihasilkan tingkat persediaan maksimum WIP *Green Tyre* turun hingga 70,38%. *Safety stock* ditentukan untuk menghadapi adanya *unplanned downtime* dan kondisi rework akibat gagal produksi, *service level* untuk kelas A, B, dan C berturut-turut adalah 93%, 90%, dan 80% dan menghasilkan penurunan tingkat persediaan maksimum hingga 69,38%. Metode POQ memberikan alternatif yang lebih efisien dalam sistem pengendalian persediaan WIP *Green Tyre* dibandingkan dengan metode yang digunakan oleh perusahaan. Hasil penghematan pada total biaya penyimpanan sebesar 66,15% dengan peningkatan pada biaya *setup* adalah 0,2%. Metode POQ memberikan total biaya pengendalian persediaan WIP *Green Tyre* sebesar 52,37% dari total biaya persediaan dengan metode perusahaan.

Sebagai saran untuk penelitian berikutnya perlu dilakukan simulasi dengan berbagai skenario untuk menentukan parameter POQ yang optimal dalam berbagai kondisi, seperti fluktuasi permintaan dan gangguan produksi dan risiko *safety stock* dengan mempertimbangkan variabilitas permintaan dan lead time. Dapat diterapkan model statistik yang lebih kompleks, seperti simulasi *Monte Carlo* atau metode stokastik, untuk penentuan *safety stock* yang lebih akurat.

REFERENCES

- [1] L. Yang, K. Liu, J. Zhang, and P. J. Zelbst, "Inventory management with actual palletized transportation costs and lost sales," *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 184, p. 103462, 2024.
- [2] Firera, M. Al Musadieq, Solimun, and B. Hutahayan, "The impact of purchasing and inventory performance on sustainable financial performance with fiscal term as a moderating factor (A case study from oil and gas industry in Indonesia)," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 10, no. 1, p. 100225, 2024.
- [3] Y. Tadayonrad and A. B. Ndiaye, "A new key performance indicator model for demand forecasting in inventory management considering supply chain reliability and seasonality," *Supply Chain Analytics*, vol. 3, p. 100026, 2023.
- [4] Y.-B. Woo, I. Moon, and B. S. Kim, "Production-Inventory control model for a supply chain network with economic production rates under no shortages allowed," *Comput Ind Eng*, vol. 160, p. 107558, 2021.
- [5] C. Hemalatha, K. Sankaranarayananasamy, and N. Durairaj, "Lean and agile manufacturing for work-in-process (WIP) control," in *Materials Today: Proceedings*, 2021.
- [6] S. Ganesan and R. Uthayakumar, "EPQ models for an imperfect manufacturing system considering warm-up production run, shortages during hybrid maintenance period and partial backordering," *Advances in Industrial and Manufacturing Engineering*, vol. 1, p. 100005, 2020.

- [7] H. N. Nguyen, M. Godichaud, and L. Amodeo, "EPQ Inventory Model with Backorders and Energy Implications," in *IFAC-PapersOnLine*, Elsevier B.V., Jul, pp. 8598–8603, 2023.
- [8] R. D. Reid and N. R. Sanders, *Operations Management: An Integrated Approach*. Wiley, 2019.
- [9] O. Abdolazimi, D. Shishebori, F. Goodarzian, P. Ghasemi, and A. Appolloni, "Designing a new mathematical model based on ABC analysis for inventory control problem: A real case study," *RAIRO - Operations Research*, vol. 55, no. 4, pp. 2309–2335, Jul. 2021.
- [10] Sarkar B, Ahmed W, Choi SB, Tayyab M. Sustainable inventory management for environmental impact through partial backordering and multi-trade-credit-period. *Sustainability*. 2018 Dec 13;10(12):4761.
- [11] Prak D, Teunter R, Riezebos J. Periodic review and continuous ordering. *European Journal of Operational Research*. 2015 May 1;242(3):820-7.
- [12] Yan X, Chao X, Lu Y, Zhou SX. Optimal policies for selling new and remanufactured products. *Production and Operations Management*. 2017 Sep;26(9):1746-59.
- [13] Xiaobo Z, Xu D, Zhang H, He QM. Modeling and analysis of a supply–assembly–store chain. *European Journal of Operational Research*. 2007 Jan 1;176(1):275-94.
- [14] N. Slack and A. Brandon-Jones, *Operations and Process Management: Principles and Practice for Strategic Impact*. Pearson Education Limited, 2018.
- [15] M. N. Piranti and A. Sofiana, "Kombinasi Penentuan Safety Stock dan Reorder point Berdasarkan Analisis ABC sebagai Alat Pengendalian Persediaan Cutting Tools (Studi Kasus: PT. XYZ)," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 69–78, 2021.
- [16] C. W. Oktavia and C. Natalia, "Analisis Pengendalian Persediaan Gula Dengan Perbandingan EOQ dan Metode Min Max," vol. XVI, no. 2, pp. 160–170, 2022.
- [17] J. Barros, P. Cortez, and M. S. Carvalho, "A systematic literature review about dimensioning safety stock under uncertainties and risks in the procurement process," *Operations Research Perspectives*, vol. 8, p. 100192, 2021.
- [18] L. P. Wanti, R. H. Maharrani, N. W. Adi Prasetya, E. Tripustikasari, and G. N. Ikhtiangung, "Optimization economic order quantity method for a support system reorder point stock," *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, vol. 10, no. 5, pp. 4992–5000, 2020.
- [19] Ricky Muhammad Firdaus and Aulia Fashanah Hadining, "Analisis ABC dalam Menentukan Prioritas Pengawasan Kebutuhan Kemasan Produk Studi Kasus Di PT ABC," *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, vol. 9, no. 2, pp. 288–297, 2023..
- [20] R. El Maghfiroh, "Optimasi Inventory Cost Pada Model Matematika Epq (Economic Production Quantity) Dengan Backorder Dan Variasi Set Up Cost," *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik – Sistem*. 13(1), 30-39, 2017.
- [21] M. N. Piranti and A. Sofiana, "Kombinasi Penentuan Safety Stock Dan Reorder point Berdasarkan Analisis ABC sebagai Alat Pengendalian Persediaan Cutting Tools (Studi Kasus: PT. XYZ)," *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, vol. 7, no. 1, pp. 69–78, 2021.
- [22] Nirfison, "Pengendalian Persediaan untuk Material Kompresor Menggunakan Economic Order Quantity Probabilistik Pada Produk Air Conditioner," *Jurnal Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, vol. 9, pp. 282–289, 2017.
- [23] H. Hishamuddin, F. M. M. Sobri, F. A. N. Ghafar, and A. M. N. Darom, "A recovery model for an EPQ system subject to supply disruption with consideration of safety stock," in *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, IEEE, pp. 240–245, 2019.