

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

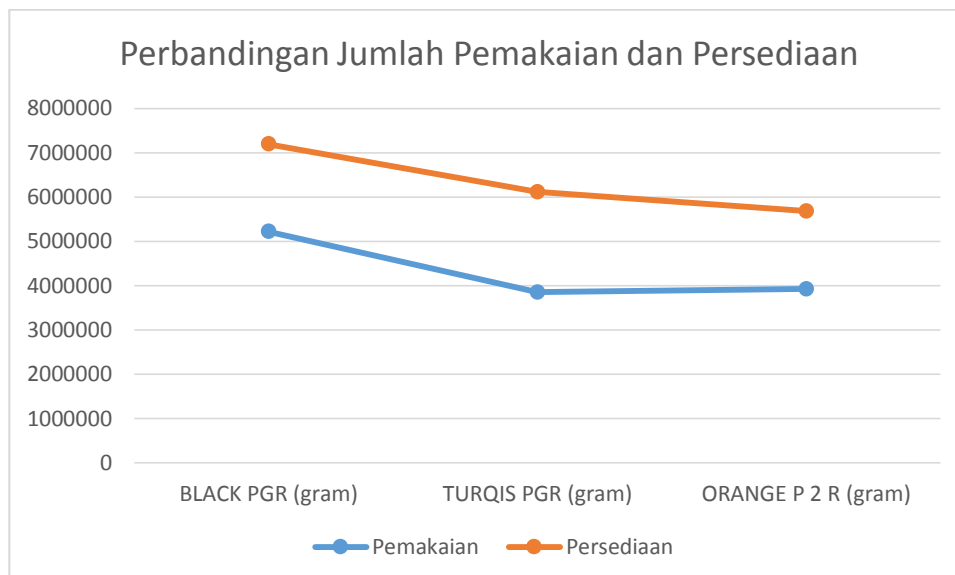
Pengendalian pengadaan persediaan perlu diperhatikan karena berkaitan langsung dengan biaya yang harus ditanggung oleh perusahaan. Oleh karena keberadaannya, persediaan yang ada harus seimbang dengan kebutuhan. Persediaan yang terlalu banyak akan mengakibatkan perusahaan menanggung resiko kerusakan dan biaya penyimpanan yang tinggi selain biaya investasi yang besar. Mengefektifkan sistem persediaan bahan, efisiensi operasional perusahaan dapat ditingkatkan melalui fungsi persediaan (Tampubolon, 2004). Biaya penyimpanan yang ditimbulkan oleh hal-hal yang berhubungan dengan penyimpanan barang. Resiko-resiko penyimpanan diantaranya adalah diantaranya adalah modal yang ditanamkan, kerusakan barang yang disimpan, kadaluarsa kualitas, dan kadaluarsa barang persediaan. Resiko-resiko ini menimbulkan biaya-biaya yang menjadi komponen *holding costs* (Fogarty, Blackstoner Hoffman., 1991). Jika terjadi kelebihan persediaan akan berakibat kepada tinggi biaya persediaan pada perusahaan tersebut. Oleh karenanya diharapkan terjadi keseimbangan dalam pengadaan persediaan sehingga biaya dapat ditekan seminimal mungkin dan dapat memperlancar jalannya proses produksi (Ristono, 2008)

CV Ranotex merupakan perusahaan yang bergerak di bidang industri textile nasional. Perusahaan ini melaksanakan kegiatan pengolahan dari bentuk grey hingga menjadi kain *printing* yang meliputi beberapa proses yaitu *pre-treatment*, *dying*, *printing*, *finishing*. Tingginya permintaan pada CV Ranotex membuat perusahaan harus bekerja ekstra untuk mencapai target produksi. Hal ini menuntut perusahaan untuk membuat perencanaan yang baik dan pengaplikasian yang tepat untuk mencapai target tersebut. Perencanaan yang dibutuhkan oleh CV Ranotex salah satunya ialah perencanaan kebutuhan material atau bahan baku karena bahan baku merupakan bahan penunjang produksi sesuai dengan kutipan yang ada pada paragraf sebelumnya. Selain itu juga mempertimbangkan kebutuhan dalam sekali pengiriman,

sehingga tidak melampaui kemampuan kapasitas yang ada diperusahaan (Kristanto T & Arief R, 2013).

Produk yang dihasilkan oleh perusahaan membutuhkan bahan baku berupa kain, zat kimia pembantu produksi, pewarna reaktif, pigmen dispers dan lain-lain. Adapun terkadang terjadi penumpukan bahan baku pewarna yang terdapat pada gudang. Hal ini menyebabkan permasalahan dari pembayaran pembeli kepada pihak CV Ranotex. Karena itu perlunya menjaga jangan sampai perusahaan kehabisan persediaan sehingga menyebabkan proses produksi terhenti (Assauri, 2008).

Faktor yang menyebabkan penumpukan persediaan pewarna reaktif karena pengaruh dari banyaknya variasi warna yang ada, dikarenakan oleh setiap produk yang dihasilkan memiliki komposisi dan ragam warna yang berbeda-beda. Adapun siklus pembelian yang diterapkan oleh CV Ranotex saat ini adalah pemesanan saat bahan baku dirasa perlu untuk ditambah, menggunakan insting dari PPIC. Akan tetapi pesanan masuk ke bagian produksi sewaktu-waktu, dan sistem penentuan banyaknya kebutuhan didasarkan pada order dari *marketing* Lalu jika terjadi pemesanan persediaan, perusahaan harus menunggu selama 3 hari untuk pengiriman barang jika tersedia di *supplier*. Kelebihan *stock* bahan baku terjadi beberapa kali karena tidak adanya perencanaan bahan baku yang tepat, dan hanya berdasarkan oleh insting dari manajemen PPIC saja. Hal ini tentu merugikan perusahaan karena menambah biaya penyimpanan dan menghambat produksi yang dapat berakibat pada keterlambatan pengiriman. Persediaan atau stock yang ada tidak akan mengalami kekurangan dan dapat dijaga tingkat yang optimal sehingga biaya persediaan dapat minimal (Assauri,2008). Adapun permasalahan yang ada dapat dilihat pada grafik dibawah.



Gambar 1.1 Perbandingan Jumlah Pemakaian dan Persediaan

Dari permasalahan yang ada, perencanaan kebutuhan dinilai akurat dengan pengaplikasian metode EOQ probabilistik. Metode EOQ probabilistik banyak direkomendasikan untuk digunakan dalam menentukan persediaan bahan baku perusahaan karena metode ini memperhitungkan jumlah persediaan bahan baku yang harus dimiliki oleh perusahaan dengan ukuran paling ekonomis dengan nilai *demand* yang tidak pasti. Dengan pemilihan metode pengendalian bahan baku yang tepat diharapkan dapat meningkatkan efisiensi biaya dalam perusahaan itu sendiri. Secara sederhana semua ini dapat diketahui dengan rumus EOQ (*Economic Order Quantity*), yaitu jumlah dimana setiap kali pembelian akan memperoleh total biaya persediaan yang paling murah (Sukamdiyo, 2004). Dengan metode EOQ probabilistik ini dapat pula menentukan frekuensi pembelian atau pemesanan bahan baku yang optimal. Selain itu dapat menentukan *reorder point* dan *safety stock* agar tidak terjadi *stock out*. Jumlah persediaan tidak dalam jumlah terlalu banyak dan terlalu sedikit karena keduanya mengandung resiko. Pembelian yang paling ekonomis yaitu dengan melakukan pembelian secara teratur sebesar EOQ itu maka perusahaan akan menanggung biaya-biaya pengadaan bahan yang minimal (Gitosudarmo, 2002).

Penggunaan model probabilistik dapat diaplikasikan pada perusahaan sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Bayu Wuryaning Sundhari, Rosleini Ria Putri Zendrato (2014) mengenai Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pembuatan Jaket Tommy Hilfiger dengan Metode *Continuous Review System (Q)* dan *Periodic Review System (P)* di PT. X. Dalam hal

pemenuhan persediaan bahan baku pembuatan jaket Tommy Hilfiger terdapat keterlambatan pengiriman dari buyer luar negeri, untuk bahan baku kain yang seharusnya sudah ada dalam satu atau dua minggu bisa menjadi satu bulan. Telah terbukti menggunakan metode probabilistik P dan Q dapat digunakan untuk melakukan pengendalian persediaan. Adapun bedanya dengan penelitian yang ini adalah banyaknya objek yang diteliti, adanya perbandingan metode *Forecasting* yang digunakan untuk perencanaan, dan permasalahan yang ada dari perusahaan merupakan kelebihan persediaan.

1.2 Rumusan Masalah

1. Kapan dan berapa banyak persediaan sebaiknya dipesan ?
2. Berapakah penghematan biaya persediaan ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui waktu dan jumlah persediaan yang sebaiknya dipesan.
2. Mengetahui penghematan biaya persediaan.

1.4 Batasan Masalah

1. Lokasi penelitian diadakan di CV Ranotex.
2. Penelitian tertuju pada tiga jenis pewarna reaktif, yaitu *Black* PGR, *Turqis* PGR, dan *Orange* P2R.
3. Peramalan pesanan dilakukan dalam bentuk bulanan selama 12 bulan pada tahun 2017.
4. Data penelitian yang digunakan adalah data pemakaian bahan baku pewarna yang diperoleh dari masa lampau dari tahun 2015-2016 (2 tahun).
5. Tidak memperhatikan ketersediaan bahan baku di *supplier*.
6. Penelitian hanya dibatasi pada penggunaan di departemen printing saja.
7. Biaya simpan untuk masa perencanaan kebutuhan pada perusahaan dianggap sama dengan tahun sebelumnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif pemecahan masalah berupa penentuan frekuensi pengadaan bahan baku pada perusahaan, atau penentuan

kuantitas bahan baku yang sebaiknya dipesan, sehingga dapat memberikan penghematan biaya persediaan untuk perusahaan yang diteliti.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dibuat untuk membantu memberikan gambaran umum tentang penelitian yang akan dilakukan. Secara garis besar sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini akan menguraikan secara singkat mengenai latar belakang, rumusan masalah, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan TA.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab kedua ini memuat kajian literatur deduktif dan induktif yang dapat membuktikan bahwa topik TA yang diangkat memenuhi syarat dan kriteria yang telah dijelaskan di atas.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat obyek penelitian, data yang digunakan dan tahapan yang telah dilakukan dalam penelitian secara ringkas dan jelas. Metode ini dapat meliputi metode pengumpulan data, alat bantu analisis data, dan penggunaan model.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan proses pengolahan data dengan prosedur tertentu, termasuk gambar dan grafik yang diperoleh dari hasil penelitian. Apabila topik TA adalah pembangunan sistem, maka langkah detail pembangunan sistem diuraikan secara jelas.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan kritis mengenai hasil dari bab sebelumnya dan belum dipaparkan di bab selanjutnya. Contoh isi pembahasan adalah ditemukannya kelemahan atau ketidak normalan dari penelitian yang diusulkan. Hasil pembahasan

seharusnya dapat dijadikan sebagai dasar dalam penentuan usulan penelitian selanjutnya di bab berikut.

BAB VI PENUTUP

Bab ini berisi kesimpulan dan saran. Kesimpulan memuat pernyataan singkat dan tepat yang dijabarkan dari hasil penelitian serta pembahasan untuk membuktikan hipotesis atau menjawab permasalahan. Saran dibuat berdasarkan pengalaman dan pertimbangan penulis, ditujukan kepada para peneliti dalam bidang yang sejenis, yang ingin melanjutkan dan mengembangkan penelitian yang telah dilakukan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Setiap produksi memiliki persediaan bahan baku kimia berupa zat padat maupun cair. Persediaan yang dimiliki oleh sebuah produksi ini lah yang memberikan *support* bahan baku yang dibutuhkan oleh produksi tersebut. Bahan baku yang dibutuhkan oleh setiap produksi dipengaruhi oleh banyaknya permintaan dari konsumen dan kriteria produk yang akan diproduksi. Dalam produksi tekstil, persediaan bahan baku untuk produksi juga dipengaruhi oleh karakteristik ketebalan warna. Dikarenakan oleh pentingnya persediaan disetiap produksi, maka diperlukannya penelitian untuk merencanakan dan menetapkan jumlah persediaan khususnya pada persediaan bahan baku kimia pada perusahaan textile dengan variasi permintaan yang acak dan dipengaruhi dengan karakteristik warna yang dapat mempengaruhi penggunaannya. Oleh karena itu, kebutuhan untuk perencanaan dan pengendalian persediaan merupakan kebutuhan urgent agar tidak mengalami kekurangan di tiap periodenya.

Penelitian oleh Bayu Wuryaning Sundhari, Rosleini Ria Putri Zendrato (2014) mengenai Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pembuatan Jaket Tommy Hilfiger dengan Metode *Continuous Review System* (Q) dan *Periodic Review System* (P) di PT. X. Dalam hal pemenuhan persediaan bahan baku pembuatan jaket Tommy Hilfiger terdapat keterlambatan, maka model pengendalian persediaan yang diusulkan dalam permasalahan ini adalah model pengendalian persediaan *Continuous Review System* (Q) dan metode *Periodic Review System* (P) tanpa *stock out* maupun dengan *stock out*. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa solusi optimal jika diterapkan dalam pengendalian persediaan bahan baku pembuatan jaket Tommy Hilfiger adalah dengan metode P dengan *stock out* yang memberikan total biaya persediaan paling minimum dan tetap dapat memenuhi kebutuhan bahan baku pada kondisi ketidakpastian dibandingkan dengan metode *Continuous Review System* (Q) maupun dengan kebijakan perusahaan. Adapun bedanya dengan penelitian yang ini adalah banyaknya objek yang diteliti, adanya perbandingan metode *Forecasting* yang digunakan untuk perencanaan, dan permasalahan yang ada dari perusahaan merupakan kelebihan persediaan.

Penelitian oleh Fila Dristiana, Tedjo Sukmono (2015) mengenai Pengendalian Persediaan Bahan Baku Obat Dengan Menggunakan Metode Eoq Probabilistik Berdasarkan Peramalan *Exponential smoothing* Pada PT. XYZ yang merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang farmasi. Permasalahan yang sering dihadapi adalah kelebihan dan kekurangan bahan baku. Dengan metode *exponential smoothing* dapat merencanakan demand yang akan datang dan EOQ Probabilistik untuk mengetahui seberapa besar jumlah pemesanan optimal, jumlah persediaan cadangan dan titik pemesanan ulang sehingga dapat meminimalkan biaya persediaan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui metode peramalan *exponential smoothing* apakah representatif atau sesuai untuk perusahaan dan memberikan rekomendasi terkait penelitian ini. Hasil dari penelitian ini adalah metode peramalan *exponential smoothing* representatif atau sesuai digunakan untuk perusahaan. Adapun bedanya dengan penelitian yang ini adalah adanya perbandingan metode *Forecasting* yang digunakan untuk perencanaan, dan membandingkan hasil teroptimal dari model *periodic review* (P), dan *continous review* (Q).

Penelitian oleh Dhanu Dwi Prastyo (2014) mengenai Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Pendekatan Model Probabilistik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah bahan baku yang optimal untuk dipesan, menentukan persediaan pengaman, dan menentukan besarnya total biaya persediaan yang optimal. Penelitian ini dilakukan pada PT. Tiga Serangkai Pustaka Mandiri. Penelitian ini diawali dengan melakukan peramalan kebutuhan bahan baku untuk 1 tahun kedepan., dan menghasilkan pemesanan teroptimal pada bahan baku kertas belle 60 gram adalah 7387,284 kg dengan total biaya persediaan bahan baku sebesar Rp 372.909.256 dan saat pemesanan kembali apabila persediaan bahan baku telah mencapai 2243,915 kg. Adapun bedanya dengan penelitian yang akan dilakukan adalah banyaknya objek yang diteliti, dan akan membandingkan model probabilistik P dengan model probabilistik Q untuk mencapai biaya persediaan teroptimal.

Penelitian oleh Tri Wahyu Ningsih, Achmad Bahauddin, Ratna Ekawati (2014) mengenai Pengendalian Persediaan Bahan Baku Semen Dengan Kendala Kapasitas Gudang Menggunakan Model Probabilistik Q. PT.XYZ merupakan perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur yang kegiatan utamanya adalah memproduksi semen dengan menggunakan empat macam bahan baku yaitu

klinker, pozzolan, limestone dan gypsum. Permasalahan yang terjadi pada PT. XYZ yaitu proses produksi yang tidak didukung oleh ketersediaan bahan baku yang mencukupi sehingga mengakibatkan kontinuitas produksi terganggu. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan jumlah pemesanan bahan baku dengan menggunakan model inventori probabilistik *Q backorder* policy dengan kendala kapasitas gudang bahan baku sehingga persediaan akan bahan baku dapat terpenuhi. Model inventori probabilistik *Q backorder* policy merupakan solusi dari permasalahan pengendalian inventori yang digunakan untuk menetapkan jumlah pemesanan optimal, jumlah *reorder point* dan *safety stock* untuk bahan baku pembuatan semen pada PT. XYZ. Adapun bedanya dengan penelitian yang ini adalah adanya perbandingan metode *Forecasting* yang digunakan untuk perencanaan, dan membandingkan hasil teroptimal dari model *periodic review* (P), dan *continous review* (Q).

Penelitian oleh Kurniawan Susanto, Erwin Gunadhi (2014) mengenai Pengendalian Persediaan Bahan Baku Lilin Dengan Model *Probabilistic Q* pada CV. Taruna Jaya yang merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang pembuatan lilin yang terletak di Sanding Atas Garut. Dalam mengelola persediaan bahan baku lilin, perusahaan belum bisa dikatakan baik karena karakteristik kebutuhan yang cenderung fluktuasi dan tidak bisa diprediksi dengan pasti dapat menyebabkan jumlah bahan baku yang disediakan tidak dapat memenuhi kebutuhan atau melebihi dari kebutuhan. Digunakan model-model peramalan yang sesuai berdasarkan plot data yang cenderung naik (*Trend*), metode peramalan tersebut diantaranya: *Double Exponential Smoothing* (DES), *Single Exponential Smoothing* (SES), dan *Regresi Linier* (RL). Untuk menyelesaikan permasalahan pengendalian persediaan yang pada CV. Taruna Jaya digunakan metode Probabilistik Q yang dinilai cocok digunakan. Adapun bedanya dengan penelitian yang ini adalah banyaknya basis data yang digunakan, dan membandingkan hasil teroptimal dari model *periodic review* (P), dan *continous review* (Q).

Dythia Rointan Sianturi, Ary Arvianto (2014) mengenai Implementasi Model Pengendalian Persediaan EOQ Multi Item Dengan Mempertimbangkan Masa *Deathstock* Pada Non-Konstan *Demand*. Pengelolaan persediaan sangat penting dalam menangani kasus non konstan demand seperti permintaan obat. Setiap tahunnya, jumlah *deathstock* meningkat setiap tahunnya sehingga meningkatkan

biaya simpan digudang. Hal ini disebabkan karena pemesanan obat tidak terjadwal sehingga menimbulkan penumpukan obat (deathstock) digudang dan menyebabkan obat menjadi kadaluwarsa. Pengendalian persediaan pada penelitian ini menggunakan Model EOQ Multi Item dengan mempertimbangkan kondisi deathstock dan masa kadaluwarsa sehingga rumah sakit memiliki jadwal pemesanan obat yang tepat yaitu setiap 0,406 tahun atau setiap 149 sehingga menurunkan total biaya simpan sebesar Rp 10.274.584,52 per siklus. Adapun bedanya dengan penelitian yang ini adalah adanya perbandingan metode *Forecasting* yang digunakan untuk perencanaan, dan membandingkan hasil teroptimal dari model *periodic review* (P), dan *continous review* (Q).

Intan Maesti Gani, Marheni Eka Saputri (2015) mengenai Analisis Peramalan Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode EOQ Pada Optimalisasi Kayu Di Perusahaan Purezento. Peramalan terdiri dari berbagai metode, untuk menentukan metode terbaik pada Purezento dilakukan pengecekan akurasi peramalan menggunakan MAD (*Mean Absolute Deviation*), MSE (*Mean Square Error*) dan MAPE (*Mean Absolute Percent Error*) dengan bantuan Software Minitab 17. Dengan penerapan Metode EOQ dapat diketahui frekuensi pemesanan yang optimal, total biaya persediaan, *safety stock* dan *reorder point*. Penerapan metode EOQ menghasilkan perbedaan yang cukup signifikan dengan kebijakan perusahaan, dimana total biaya persediaan bahan baku mengalami penghematan sebesar Rp 6.887.451,73, frekuensi pemesanan berkurang menjadi 2 kali setahun yang berakibat lebih besarnya jumlah pemesanan bahan baku setiap kali pesannya sebesar 4258 papan kayu dan penerapan *safety stock* sebesar 44 papan kayu serta *reorder point* sebesar 70 papan kayu yang sebelumnya tidak ada pada kebijakan perusahaan. Kesimpulan yang diperoleh bahwa penerapan Peramalan serta metode EOQ dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan persediaan, penghematan biaya serta pengendalian bahan baku yang dapat menunjang kelancaran aktifitas produksi. Adapun bedanya dengan penelitian yang ini adalah membandingkan hasil teroptimal dari model *periodic review* (P), dan *continous review* (Q).

Retno Setyorini (2014) meneliti mengenai penggunaan EOQ untuk memanfaatkan bahan baku secara efektif dan efisien dengan pengendalian persediaan di restoran Ranjang Bandung. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan kuantitas pemesanan dan frekuensi pemesanan bahan baku yang optimal dan untuk mengetahui

besar nilai total biaya persediaan bahan baku sebelum dan sesudah menggunakan metode *Economic Order Quantity* (EOQ). Hasil penelitian ini adalah menghemat total biaya pada bahan baku daging sebesar Rp 6.978.550 dan sebesar Rp 7.619.588 pada bahan baku ayam. Adapun bedanya dengan penelitian yang ini adalah adanya perbandingan metode *Forecasting* yang digunakan untuk perencanaan, dan membandingkan hasil teroptimal dari model *periodic review* (P), dan *continuous review* (Q).

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

Peneliti (Tahun)	Masalah	Metode	Hasil
Bayu Wuryaning Sundhari, Rosleini Ria Putri Zendrato (2014).	Terdapat keterlambatan bahan baku.	<i>Continuous Review System</i> (Q) dan <i>Periodic Review System</i> (P).	Solusi optimal menggunakan metode P dengan <i>stock out</i> yang memberikan total biaya persediaan paling minimum dan tetap dapat memenuhi kebutuhan bahan baku pada kondisi ketidakpastian.
Penelitian oleh Fila Dristiana, Tedjo Sukmono (2015).	Kelebihan dan kekurangan bahan baku.	<i>Continuous Review System</i> (Q) dan Peramalan <i>Exponential smoothing</i>	Metode peramalan <i>exponential smoothing</i> representatif atau sesuai digunakan untuk perusahaan.
Dhanu Dwi Prastyo (2014).	Optimisasi persediaan kertas belle, menentukan persediaan pengaman, dan menentukan	<i>Periodic Review System</i> (P)	menghasilkan pemesanan teroptimal pada bahan baku kertas belle 60 gram adalah 7387,284

Peneliti (Tahun)	Masalah	Metode	Hasil
	besarnya total biaya persediaan yang optimal.		kg dengan total biaya persediaan bahan baku sebesar Rp 372.909.256 dan saat pemesanan kembali apabila persediaan bahan baku telah mencapai 2243,915 kg.
Tri Wahyu Ningsih, Achmad Bahauddin, Ratna Ekawati (2014)	Proses produksi yang tidak didukung oleh ketersediaan bahan baku yang mencukupi sehingga kontinuitas produksi terganggu, dengan kapasitas gudang terbatas.	Model inventori probabilistik Q <i>backorder</i> policy	Model inventori probabilistik Q <i>backorder</i> policy merupakan solusi dari permasalahan pengendalian inventori yang digunakan untuk menetapkan jumlah pemesanan optimal, jumlah <i>reorder point</i> dan <i>safety stock</i> untuk bahan baku pembuatan semen pada PT. XYZ.
Kurniawan Susanto, Erwin Gunadhi (2014).	Karakteristik kebutuhan yang cenderung fluktuasi dan tidak bisa diprediksi	Model <i>Probabilistic Exponential Smoothing</i> (DES), <i>Single Exponential</i>	Model probabilistik Q dinilai dapat meminimasi biaya persediaan dan

Peneliti (Tahun)	Masalah	Metode	Hasil
	dengan pasti dapat menyebabkan jumlah bahan baku yang disediakan tidak dapat memenuhi kebutuhan atau melebihi dari kebutuhan.	<i>Smooting</i> (SES), dan <i>Regresi Linier</i> (RL)	dinilai tepat untuk mengatasi permasalahan yang ada pada CV Taruna Jaya.
Dythia Rointan Sianturi, Ary Arvianto (2014).	Non konstan demand, jumlah <i>deathstock</i> meningkat setiap tahunnya sehingga meningkatkan biaya simpan digudang.	Model EOQ Multi Item mempertimbangkan kondisi <i>deathstock</i> dan masa kadaluwarsa	menurunkan total biaya simpan sebesar Rp 10.274.584,52 per siklus.
Intan Gani, Maesti Marheni Eka Saputri (2015)	Optimisasi biaya persediaan, karena frekuensi pemesanan yang cenderung banyak/tahun.	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	Total biaya persediaan bahan baku mengalami penghematan sebesar Rp 6.887.451,73, frekuensi pemesanan berkurang menjadi 2 kali setahun
Retno Setyorini (2014).	Pemanfaatkan bahan baku secara efektif dan efisien dengan	<i>Economic Order Quantity</i> (EOQ)	Hasil penelitian ini adalah menghemat total biaya pada bahan baku daging

Peneliti (Tahun)	Masalah	Metode	Hasil
	pengendalian persediaan di restoran Ranjang Bandung.		sebesar Rp 6.978.550 dan sebesar Rp 7.619.588 pada bahan baku ayam.

Adapun perbedaan penelitian-penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan ialah, pada penelitian ini menggunakan perbandingan 2 metode yaitu *Continuous Review System* (Q) dan *Periodic Review System* (P). Sedangkan pada peramalan peneliti membandingkan 12 metode yaitu *simple average*, *moving average*, *weighted moving average*, *moving average with linier trend*, *single exponential smoothing*, *single exponential smoothing with trend*, *double exponential smoothing*, *double exponential smoothing with trend*, *adaptive exponential smooothing*, *linier regresion with time*, *holt-winters additive algorithm*, dan *holt-winters multiplicative algorithm*. Karena permasalahan yang terdapat pada perusahaan adalah non konstan demand dengan perencanaan kebutuhan yang kurang baik sehingga mengakibatkan kelebihan persediaan.

2.2 Kajian Deduktif

2.2.1 Perencanaan produksi

Metode perencanaan produksi modern dan *toolsnya* telah dikembangkan sejak akhir abad ke-19. Di bawah manajemen ilmiah, karya untuk setiap pria atau setiap mesin dipetakan di muka. Asal perencanaan produksi kembali berjalan abad lain. (Kaplan, M Robert, Saccuzzo, P. Dennis, 1982) disimpulkan bahwa "permintaan untuk informasi untuk perencanaan internal dan kontrol tampaknya muncul pada paruh pertama abad ke-19 ketika perusahaan, seperti pabrik tekstil dan rel kereta api, harus menyusun prosedur administrasi internal untuk mengkoordinasikan beberapa proses yang terlibat dalam kinerja kegiatan dasar (konversi bahan baku menjadi barang jadi oleh pabrik tekstil, transportasi penumpang dan barang dengan kereta api. " (Hermann, 1996) lebih lanjut menjelaskan keadaan di mana metode baru untuk perencanaan internal dan kontrol berevolusi: "Pabrik-pabrik pertama yang cukup sederhana dan relatif kecil Mereka menghasilkan sejumlah kecil produk dalam batch besar Produktivitas keuntungan datang dari

menggunakan bagian dipertukarkan untuk menghilangkan memakan waktu operasi pas. Melalui akhir 1800-an, perusahaan-perusahaan manufaktur prihatin dengan memaksimalkan produktivitas peralatan mahal di pabrik. Menjaga pemanfaatan yang tinggi adalah tujuan penting. Mandor memerintah toko mereka, mengkoordinasikan semua kegiatan yang diperlukan untuk jumlah terbatas produk yang mereka bertanggung jawab. Mereka memperkerjakan operator, membeli material, mengelola produksi, dan menyampaikan produk. Para ahli dengan keterampilan teknis yang baik, dan mereka (bukan staf terpisah dari pegawai) yang merencanakan produksi. Bahkan seiring dengan pertumbuhan pabrik, perusahaan hanya lebih besar, tidak lebih kompleks. Perencanaan produksi dengan cepat menjadi salah satu kebutuhan yang paling penting dari manajemen. Memang benar bahwa setiap pendirian, tidak peduli seberapa besar atau seberapa kecil memiliki perencanaan produksi dalam beberapa bentuk, tetapi persentase besar ini tidak memiliki perencanaan yang membuat aliran material, dan jumlah minimum uang diikat dalam persediaan (Owens, 1995).

Perencanaan produksi adalah perencanaan dibidang produksi dan manufaktur dalam sebuah perusahaan atau industri. Ini menggunakan alokasi sumber daya kegiatan karyawan, bahan dan kapasitas produksi, dalam rangka untuk melayani pelanggan yang berbeda. Perencanaan produksi merupakan rencana untuk produksi masa depan, di mana fasilitas yang dibutuhkan ditentukan dan diatur (Telsang, 2006).

Rencana produksi harus mengacu pada permintaan total, sehingga formula umum untuk rencana produksi adalah:

Rencana Produksi = (Permintaan Total- Inventori Awal)+Inventory Akhir

Formula diatas adalah formula umum dengan masih menggunakan toleransi pada penyimpanan inventori akhir sebagai tindakan pengaman untuk menjaga kemungkinan hasil aktual lebih rendah dari permintaan total. Menurut (Vincent, 1998), pada dasarnya dalam sistem MRP II terdapat tiga alternatif strategy perencanaan produksi, yaitu :

a. *Level Method*

Didefinisikan sebagai metode perencanaan yang mempunyai distribusi meata dalam produksi. *Level method* akan mempertahankan tingkat kestabilan

produksi sementara menggunakan inventori yang bervariasi untuk mengakumulasi *output* bila terjadi kelebihan permintaan total

b. *Chase Method*

Didefinisikan sebagai metode perencanaan produksi yang mempertahankan tingkat kestabilan inventory, sementara produksi bervariasi mengikuti permintaan total.

c. *Compromise Strategy*.

Merupakan kompromi antara kedua metode perencanaan produksi di atas.

2.2.2 Klasifikasi ABC

Analisis ABC adalah metode dalam manajemen persediaan (*inventory management*) untuk mengendalikan sejumlah kecil barang, tetapi mempunyai nilai investasi yang tinggi.

Analisis ABC didasarkan pada sebuah konsep yang dikenal dengan nama Hukum Pareto (*Ley de Pareto*), dari nama ekonom dan sosiolog Italia, Vilfredo Pareto (1848-1923). Hukum Pareto menyatakan bahwa sebuah grup selalu memiliki persentase terkecil (20%) yang bernilai atau memiliki dampak terbesar (80%). Pada tahun 1940-an, Ford Dickie dari General Electric mengembangkan konsep Pareto ini untuk menciptakan konsep ABC dalam klasifikasi barang persediaan.

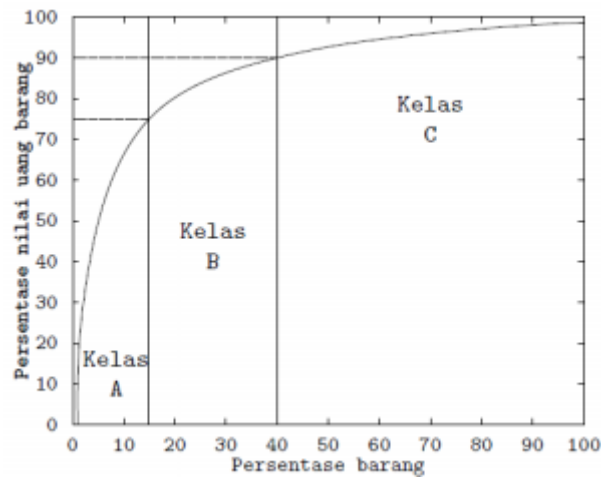
Berdasarkan hukum Pareto, analisis ABC dapat menggolongkan barang berdasarkan peringkat nilai dari nilai tertinggi hingga terendah, dan kemudian dibagi menjadi kelas-kelas besar terprioritas; biasanya kelas dinamai A, B, C, dan seterusnya secara berurutan dari peringkat nilai tertinggi hingga terendah, oleh karena itu analisis ini dinamakan "Analisis ABC". Umumnya kelas A memiliki jumlah jenis barang yang sedikit, namun memiliki nilai yang sangat tinggi.

Dalam hal ini, saya akan menggunakan tiga kelas, yaitu: A, B, dan C, di mana besaran masing-masing kelas ditentukan sebagai berikut (Sutarman, 2003):

1. Kelas A, merupakan barang-barang dalam jumlah unit berkisar 15-20% dari total seluruh barang, tetapi merepresentasikan 75-80% dari total nilai uang.
2. Kelas B, merupakan barang-barang dalam jumlah unit berkisar 20-25% dari total seluruh barang, tetapi merepresentasikan 10-15% dari total nilai uang.

3. Kelas C, merupakan barang-barang dalam jumlah unit berkisar 60-65% dari total seluruh barang, tetapi merepresentasikan 5-10% dari total nilai uang.

Besaran masing-masing kelas di atas akan membentuk suatu kurva sebagaimana terlihat pada Gambar 1 di bawah ini.



Sumber: (Kusnadi, 2009)

Gambar 2.1 Kurva Analisis ABC

Adapun langkah-langkah atau prosedur klasifikasi barang dalam analisis ABC adalah sebagai berikut:

1. Menentukan jumlah unit untuk setiap tipe barang.
2. Menentukan harga per unit untuk setiap tipe barang.
3. Mengalikan harga per unit dengan jumlah unit untuk menentukan total nilai uang dari masing-masing tipe barang.
4. Menyusun urutan tipe barang menurut besarnya total nilai uang, dengan urutan pertama tipe barang dengan total nilai uang paling besar.
5. Menghitung persentase kumulatif barang dari banyaknya tipe barang.
6. Menghitung persentase kumulatif nilai uang barang dari total nilai uang.
7. Membentuk kelas-kelas berdasarkan persentase barang dan persentase nilai uang barang.
8. Menggambarkan kurva analisis ABC (bagan Pareto) atau menunjuk tingkat kepentingan masalah.

Dengan analisis ABC, kita dapat melihat tingkat kepentingan masalah dari suatu barang. Dengan begitu, kita dapat melihat barang mana saja yang perlu diberikan perhatian terlebih dahulu.

2.2.3 Peramalan (*Forecasting*)

Pengetian peramalan adalah memperkirakan kejadian masa mendatang menggunakan input atau informasi berupa data kejadian masa lalu. Input yang digunakan dalam peramalan bisa dalam bentuk perhitungan atau perkiraan dari data sebelumnya dan informasi yang lainnya untuk perkiraan. Permalan (*Forecasting*) selalu dilakukan untuk pendugaan permintaan yang juga merupakan alat bantu demi terbentuknya perencanaan yang efektif dan efisien. Peramalan merupakan prediksi, proyeksi atau estimasi tingkat kejadian yang tidak pasti dimasa yang akan datang. Ketepatan secara mutlak tidak mungkin dicapai, oleh karena itu ketika perusahaan tidak dapat melihat kejadian yang akan datang secara pasti, diperlukan waktu dan tenaga yang besar agar dapat memiliki kekuatan untuk menarik kesimpulan terhadap kejadian yang akan datang (Yamit, 2001).

Terdapat pendekatan umum yang digunakan dalam peramalan, (Barry, 2001) yaitu:

1. Metode Kualitatif

Metode ini dapat diterapkan bila tersedia informasi mengenai data masa lalu, informasi dapat dihitung dalam bentuk angka, dan berlaku asumsi beberapa aspek pola masa lalu yang akan berlanjut.

2. Metode Kuantitatif

Metode kuantitatif lebih jauh lagi dapat dibagi menjadi dua yaitu:

- a. Prakiraan deret waktu(*time series*) merupakan prakiraan dimasa yang akan datang. Prakiraan ini menggunakan input data yang lalu dari suatu variabel untuk memprediksi masa depan.
- b. Sebab akibat, bertujuan untuk menemukan bentuk hubungan dan menggunakannya untuk meramalkan nilai mendatang dari *dependent variable*. Metode kuantitatif terdiri dari metode *double Moving Average*, *tripple exponensial smoothing*, *regresi linier*, dan *double exponensial smoothing* dua parameter.

2.2.4 Pola data

Pola data yang umum terbentuk adalah (Lili, 2011):

1. Pola Horizontal (H)

Pola horizontal atau stationer terjadi bilamana data berfluktuasi disekitar nilai rata-rata yang konstan. Suatu produk yang penjualannya tidak meningkat atau menurun selama waktu tertentu termasuk jenis ini.

2. *Trend*/Kecenderungan (T)

Trend merupakan sifat dari permintaan di masa lalu terhadap waktu terjadinya, apakah permintaan tersebut cenderung naik, turun, atau konstan.

3. *Cycle*/Siklus (C)

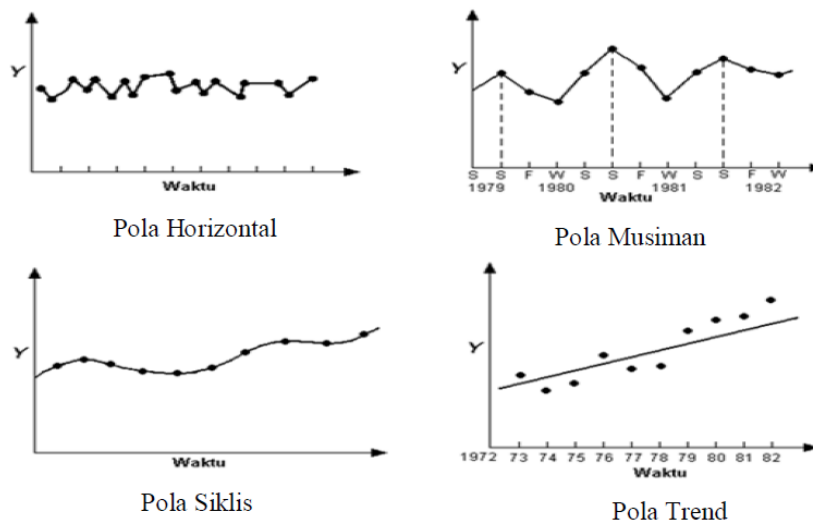
Permintaan suatu produk dapat memiliki siklus yang berulang secara periodik, biasanya lebih dari satu tahun, sehingga pola ini tidak perlu dimasukkan dalam peramalan jangka menengah dan jangka panjang.

4. *Season*/Pola Musiman (S)

Fluktuasi permintaan suatu produk dapat naik turun di sekitar garis *trend* dan biasanya berulang setiap tahun. Pola ini biasanya disebabkan oleh faktor cuaca, musim libur panjang, dan hari raya keagamaan yang akan berulang secara periodik setiap tahunnya.

5. *Random*/Variasi Acak (R)

Permintaan suatu produk dapat mengikuti pola bervariasi secara acak karena faktor-faktor adanya bencana alam, bangkrutnya perusahaan pesaing, promosi khusus, dan kejadian-kejadian lain yang tidak mempunyai pola tertentu. Variasi acak ini diperlukan dalam rangka menentukan persediaan pengaman untuk mengantisipasi kekurangan persediaan bila terjadi lonjakan permintaan.



Gambar 2.2 Macam-Macam Pola Data

2.2.5 Teknik-teknik peramalan

Terdapat teknik-teknik untuk meramalkan permintaan, diantaranya sebagai berikut (Kusrianto, 2010):

1. Rata-rata (*simple Average*)

Metode rata-rata secara sederhana menghitung rata-rata dari data yang tersedia (sejumlah T), persamaan metode rata-rata yaitu:

$$F_t = \frac{\sum_{t=1}^n A}{n} \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana

A = data aktual

F_t = peramalan untuk periode t

n = jumlah periode peramalan

Metode sederhana ini cocok jika datanya tidak memiliki *trend* dan tidak mengandung faktor musiman.

2. *Single exponential smoothing*

Peramalan *single exponential smoothing* dihitung berdasarkan hasil peramalan ditambah dengan peramalan periode sebelumnya. Jadi kesalahan peramalan sebelumnya digunakan untuk mengoreksi peramalan berikutnya. Persamaannya adalah:

$$F_0 = A_1 \dots \dots \dots (2.3)$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_{t-1} \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana, α = parameter *smoothing*

Semakin besar α , *smoothing* yang dilakukan semakin kecil, sebaliknya semakin kecil α maka *smoothing* yang dilakukan semakin besar. Masalah yang dihadapi dalam melakukan peramalan metode ini adalah mencari α optimum, karena akan membuat MSE, MAPE atau pengukuran yang lainnya dalam nilai minimum.

3. Double exponential smoothing

$$F_0 = F'_0 = A_1 \dots \dots \dots (2.5)$$

$$F_t = \alpha A_t + (1 - \alpha) F_{t-1}$$

$$F'_t = \alpha F_t + (1 - \alpha) F'_{t-1} \dots \dots \dots (2.6)$$

4. Triple Exponential smoothing (Winter-Holt Model)

Metode ini digunakan ketika data menunjukkan adanya trend dan perilaku musiman (Makridakis, Spyros, C, S., Whelwright, & E, V., 1980). Tergantung pada tipe musimannya yaitu *Multiplicative seasonal model* dan *Additive seasonal model*, memilih *multiplicative model* ketika pola musiman dalam data tergantung pada ukuran data. Dengan kata lain, besarnya pola musiman meningkat ketika pola data naik dan menurun ketika pola data menurun. Memilih *additive model* ketika pola musiman dalam data tidak tergantung pada ukuran data. Rumus yang digunakan untuk *triple exponential smoothing* adalah:

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \dots \dots \dots (2.7)$$

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \dots \dots \dots (2.8)$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L} \dots \dots \dots (2.9)$$

$$F_{t+p} = (A_t + pT_t)S_{t-L+p} \dots \dots \dots (2.10)$$

Dimana :

A_t = nilai baru yang telah dimuluskan

α = konstanta pemulusan untuk data ($0 \leq \alpha \leq 1$)

Y_t = data aktual pada periode t

β = konstanta pemulusan untuk estimasi trend ($0 \leq \beta \leq 1$)

T_t = estimasi trend

γ = konstanta pemulusan untuk estimasi musiman ($0 \leq \gamma \leq 1$)

S_t = estimasi musiman

- p = periode yang diramalkan
 F_{t+p} = nilai ramalan pada periode p

2.2.6 Akurasi dan Kontrol Pengamatan

Ukuran akurasi dari hasil peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Terdapat empat ukuran yang biasa digunakan, (Baroto, 2002) yaitu :

1. Rata-Rata Deviasi Mutlak (*Mean Absolute Deviation = MAD*)

MAD merupakan rata-rata kesalahan mutlak selama periode tertentu tanpa memperhatikan apakah hasil peramalan lebih besar atau lebih kecil dibanding kenyataannya. Secara matematis, dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAD = \sum \left| \frac{A_t - F_t}{n} \right| \dots \dots \dots (2.11)$$

dimana:

A_t : Permintaan aktual pada periode- t

F_t : Peramalan permintaan (*forecast*) pada periode- t

n : Jumlah periode peramalan yang terlibat

2. Rata-Rata Kuadrat Kesalahan (*Mean Square Error = MSE*)

MSE dihitung dengan menjumlahkan kuadrat semua kesalahan peramalan pada setiap periode dan membaginya dengan jumlah periode ramalan. *MSE* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \sum \frac{(A_t - F_t)^2}{n} \dots \dots \dots (2.12)$$

3. Rata-Rata Kesalahan Peramalan (*Mean Forecast Error = MFE*)

MFE sangat efektif untuk mengetahui apakah suatu hasil peramalan selama periode tertentu terlalu tinggi atau terlalu rendah. Bila hasil peramalan tidak bias, maka nilai *MFE* akan mendekati nol. *MFE* dihitung dengan menjumlahkan semua kesalahan peramalan selama periode peramalan dan membaginya dengan jumlah periode peramalan. *MFE* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MFE = \sum \frac{(A_t - F_t)}{n} \dots \dots \dots (2.13)$$

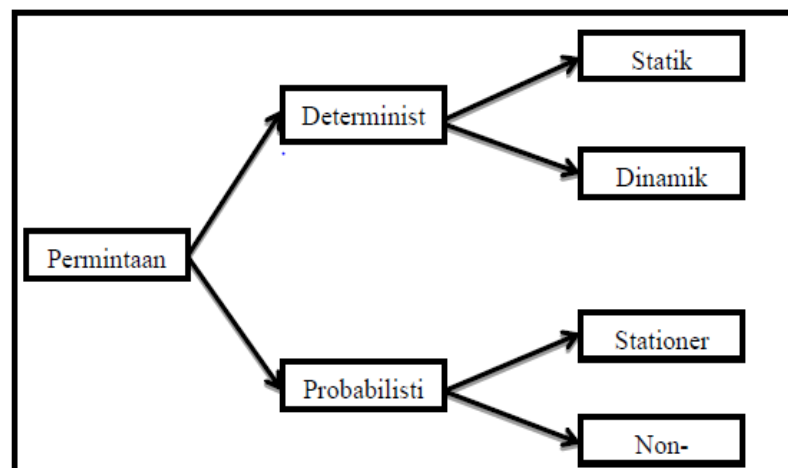
4. Rata-Rata Persentase Kesalahan Absolut (*Mean Absolute Percentage Error = MAPE*)

MAPE menyatakan persentase kesalahan hasil peramalan terhadap permintaan aktual selama periode tertentu yang akan memberikan informasi persentase kesalahan terlalu tinggi atau terlalu rendah. *MAPE* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MAPE = \left(\frac{100}{n}\right) \sum \left|A_t - \frac{F_t}{A_t}\right| \dots\dots\dots (2.14)$$

2.2.7 Model Persediaan

Menurut Maskun (2016) Dalam manajemen persediaan terdapat berbagai jenis model yang dapat digunakan untuk perencanaan dan pengawasan. Dari berbagai model yang tersedia perusahaan dapat memilih satu atau beberapa model yang sesuai dengan keadaan dilapangan. Secara umum model persediaan berdasarkan permintaanya, dibagi menjadi dua yaitu permintaan deterministik dan permintaan probabilistik.



Gambar 2.3 Model Persediaan

Model permintaan deterministik adalah model dimana variabel permintaan dapat diketahui dengan pasti atau deterministik, sedangkan model permintaan probabilistik adalah model dengan anggapan bahawa permintaan merupakan variabel random yang bersifat probabilistik.

Berdasarkan laju deman yang terjadi, model permintaan deterministik dapat dibedakan menjadi dua yaitu (Sukendar, 2007) :

1. *Static Deterministic Inventory Models*

Yaitu model dengan *demand* bersifat deterministik serta laju laju *demand* sama untuk setiap periode.

2. *Dynamic Deterministic Inventory Models*

Yaitu model permintaan dimana *demand* diketahui dan konstan, tapi laju *demand* berbeda-beda untuk tiap periode.

Dan model permintaan probabilistik dapat dibedakan menjadi dua yaitu :

1. *Static Probabilistic Inventory Models*

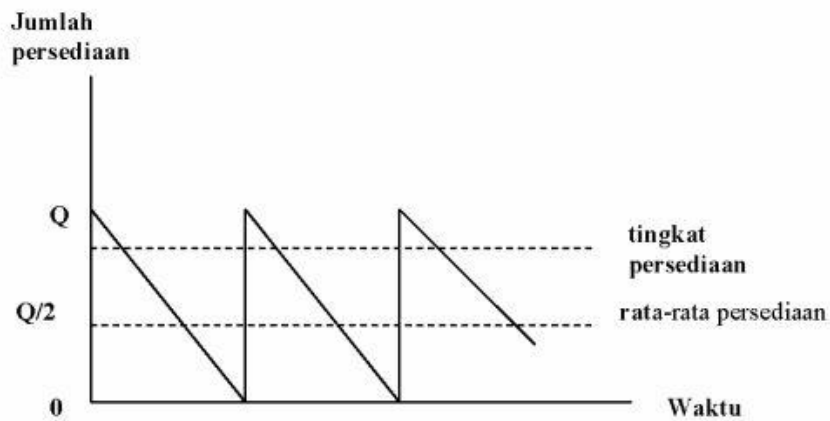
Yaitu model permintaan dimana variabel *demand* bersifat *random* dan berdistribusi probabistik yang tergantung pada panjang periode. Distribusi probabilitas *demand* adalah sama untuk masing-masing periode.

2. *Dynamic Probabilistic Inventory Models*

Yaitu model permintaan dimana variabel *demand* bersifat *random* dan berdistribusi probabilistik yang tergantung pada panjang periode. Pembedanya dengan model statis adalah distribusi probabilitas *demand* berbeda-beda untuk tiap periodenya.

Kenyataanya, sangat jarang ditemukan situasi dimana seluruh variabel dapat diketahui dengan pasti. Pada umumnya, sistem persediaan di perusahaan-perusahaan akan lebih menggunakan model persediaan probabilistik yang mempertimbangkan ketidakpastian pada variabel-variabel tersebut. sehingga diantara keempat model tersebut, model persediaan *Dynamic Probabilistic* merupakan model yang paling sesuai dengan kasus didunia nyata.

2.2.8 Model Persediaan Deterministik



Gambar 2.4 Grafik Model EOQ (Herjanto, 2007)

Pada gambar 2.4, grafik persediaan dalam model ini berbentuk gigi gergaji.

Karena permintaan dianggap konstan.

Q = jumlah barang dipesan (tingkat persediaan maksimum)

$Q/2$ = persediaan rata-rata ditangan

0 = persediaan minimum

Karena permintaannya konstan sepanjang waktu, persediaan menurun dengan tingkat yang sama sepanjang waktu. Pada saat persediaan mencapai 0. Pesanan untuk kelompok baru tepat diterima, sehingga tingkat persediaan naik kembali sampai Q . Untuk menghitung EOQ terlebih dahulu dihitung biaya pesan dan biaya simpan per satuan bahan baku dengan rumus sebagai berikut (Heizer dan Render, 2011 : 323):

$$\text{Biaya Pemesanan} = \frac{\text{Total Biaya Pesan}}{\text{Frekuensi Pemesanan}}$$

$$\text{Biaya Penyimpanan} = \frac{\text{Total Biaya Simpan}}{\text{Total Kebutuhan Bahan Baku}}$$

Perhitungan EOQ menurut Handoko (1999 : 340) adalah sebagai berikut :

$$EOQ = \sqrt{\frac{2SD}{H}}$$

Dimana:

EOQ : Kuantitas pembelian optimal

S : Biaya pemesanan setiap kali pesan

D : Penggunaan bahan baku per tahun

H : Biaya penyimpanan per unit

Sedangkan untuk menentukan ROP (*Reorder point*) dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Rop = L \cdot D_l$$

Dimana :

L = Lead Time

D = Permintaan / jumlah yang akan dibeli

2.2.9 Model Persediaan Probabilistik

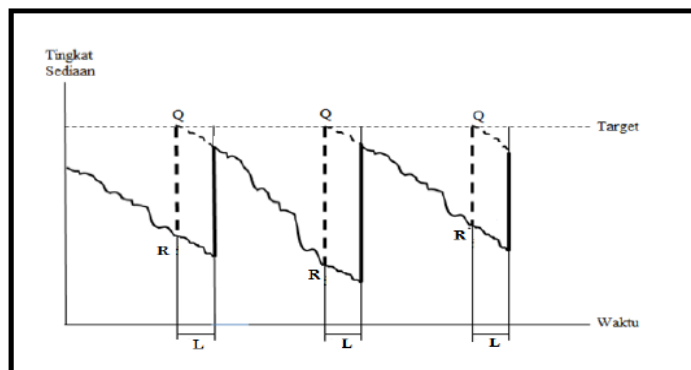
Model persediaan untuk permintaan probabilistik terbagi dua, yaitu model persediaan perobabilistik metode Q dan model persediaan probabilsitik metode P (Maskun, 2016).

1. Model Persediaan Probabilistik Metode P

Pada metode P, persediaan diperiksa secara berkala (*periodic*) setiap satu jangka waktu tertentu, dan panjang waktu ini tidak berubah dari waktu ke waktu. Pemesanan kembali dilakukan dengan jumlah pemesanan yang berubah-ubah, tetapi dengan jarak waktu yang tetap antara dua pemesanan yang berurutan. Karena jarak waktu yang tetap ini, maka metode P disebut juga sistem pemesanan berkala (*Periodic Review System*), sistem pemesanan dengan jarak tetap (*Fixed Interval Reorder System*) atau sistem pemesanan kembali berkala (*Periodic Reorder System*). Pada metode P ini ditetapkan satu target sediaan, yaitu tingkat sediaan yang harus dicapai setiap kali pemesanan dilakukan.

Pada setiap kali pemeriksaan, yang dilakukan secara berkala, pemesanan diajukan sebesar Q. Karena jarak waktu antara pemesanan tidak

berbeda dan tingkat permintaan atau pemakaian tidak tetap, maka tentu saja Q akan berubah-ubah. Namun demikian masa tunggu harus sama untuk setiap pemesanan. Situasi untuk model ini dapat digambarkan sebagai berikut :

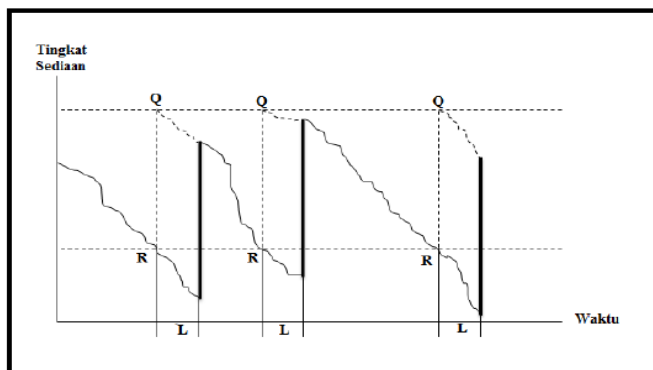


Gambar 2.5 Persediaan Metode P dalam Grafis.

Pada gambar 2.5 diperlihatkan jumlah pemesanan (Q) untuk setiap kali pemesanan pada metode P dilakukan pada setiap saat, sehingga kedudukan sediaan awal pada suatu kurun waktu harus cukup untuk memenuhi kebutuhan hingga diterimanya pemesanan pada kurun waktu berikutnya.

2. Model Persediaan Probabilistik Metode Q

Salah satu model inventory klasik yang banyak digunakan adalah metode Q, yang juga disebut sistem pemeriksaan terus menerus (*continuous review system*) atau sistem jumlah pesanan tetap (*fixed order quantity system*). Dengan metode Q, setiap kali dilakukan penggunaan persediaan maka jumlah persediaan yang tersedia harus dihitung untuk menentukan apakah pemesanan kembali sudah atau belum perlu untuk dilakukan. Pada saat pemeriksaan tersebut, harus ditetapkan apakah jumlah persediaan yang tersisa, ditambah dengan jumlah yang sudah dipesan tetapi belum diterima, masih cukup untuk memenuhi permintaan yang ditaksir akan terjadi dimasa yang akan datang. Aturan penggunaan model ini adalah melakukan pemesanan kembali apabila kedudukan persediaan sudah sama dengan titik pemesanan kembali. Pada model ini jumlah setiap pemesanan adalah sama, akan tetapi waktu antara pemesanan yang berurutan adalah berbeda-beda. Disamping itu, masa tunggu (*lead time*) adalah sama untuk setiap putaran produksi. Secara grafis Metode Q dapat juga dijelaskan seperti pada gambar berikut :



Gambar 2.6 Persediaan Metode Q dalam Grafis.

Pada gambar diatas pemesanan selalu dilakukan pada saat jumlah persediaan berada pada titik (R), dengan banyaknya pemesanan sebesar (Q) dan masa tunggu (L) sama untuk setiap pemesanan, namun jarak antara dua pemesanan yang berurutan.

2.2.10 Model Persediaan Probabilistik *Periodic Review*

Menurut Ristono (2009) model persediaan probabilistik *periodic review* merupakan bagian dari model persediaan probabilistik sistem P, yaitu sistem persediaan dengan jangka waktu antar dua pesanan tetap sedangkan jumlah barang yang dipesan berubah-ubah. Persediaan pengaman dalam sistem ini tidak hanya dibutuhkan untuk mengatasi fluktuasi selama *lead time* tetapi juga seluruh konsumsi persediaan, sehingga dalam sistem ini cenderung dibutuhkan jumlah persediaan yang lebih besar.

1. Biaya *Review* dan Biaya Pesan

Sejak adanya pengulangan yang terjadi setiap T unit dari waktu yang ada, maka ini akan diulang untuk tiap tahunnya. Jika kita menghilangkan permintaan secara terus menerus ini layak untuk dijadikan asumsi bahwa pesanan akan ditempatkan pada masing-masing pengulangan serta biaya pesan adalah

$$\text{Biaya Pesan} = (V + A) T$$

Dimana :

V = Biaya pengulangan pesanan (Rp).

A = Biaya penempatan pesanan (Rp).

T = Periode *review* (Hari).

2. Biaya Simpan

Ekspektasi *level inventory* saat sebuah periode siklus adalah :

$$E[z] = \int_0^x (R - x)g(x, I + T)dx + \int_R^x (x - R)g(x, I + T)d$$

$$E[z] = R \int_0^x g(x, I + T)dx - \int_R^x xg(x, I + T)dt + \int_R^x (x - R)g(x, I + T)d$$

$$E[z] = R - E(x, I + T) + \bar{S}(R, T)$$

$$E[z] = R - D(I + T) + \bar{S}(R, T)$$

Dengan $\bar{S}(R, T)$ adalah *lost sale* per periode.

Ekspektasi *level on hand inventory* pada awal siklus adalah sebagai berikut :

$$E[y] = E[z] + DT$$

Rata-rata *level inventory* dapat dihitung menggunakan model sebagai berikut :

$$I = E[z] + 1/2(E[y] + E[z])$$

$$I = R - D + \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T)$$

Rata-rata biaya simpan dapat dihitung menggunakan model sebagai berikut :

$$hI = h(R - D - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T))$$

Keterangan :

R = *Reorder level* (Unit).

T = Periode *review* (Hari).

D = Jumlah permintaan (Unit).

I = Rata-rata *level inventory*.

h = Biaya simpan (Rp).

$\bar{S}(R, T)$ = *Lost sale* per periode.

3. Biaya Kehabisan Persediaan (*Stockout*)

Kehabisan persediaan terjadi diakibatkan karena jumlah permintaan melebihi *level inventory*, maka dapat dirumuskan :

$$\bar{S}(R, T) = \int_R^x (x - R)g(x, I + T)dx$$

Sehingga total biaya kehabisan pesediaan setiap tahun dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$TC_x = \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T}$$

Dimana :

TC_x = Total biaya kehabisan persediaan pertahun (Rp).

π = Biaya kehabisan persediaan (Rp).

$\bar{S}(R, T)$ = Ekspektasi *safety stock* (unit).

T = Periode *review* (Hari).

4. Total Biaya *Annual TC(R, T)*

Didapatkan dengan penjumlahan total biaya *review* dan total *cost*, yaitu :

$$TC(R, T) = \frac{V + A}{T} + h \left(R - D - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) \right) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T}$$

Nilai optimal R dengan T diketahui dapat dicari dengan persamaan :

$$\frac{\partial TC(R, T)}{\partial R} = h + \left(h + \frac{\pi}{T} \right) \frac{\partial}{\partial R} \bar{S}(R, T) = 0$$

Sehingga didapatkan persamaan :

$$\int_0^r g(x, 1 + T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT}$$

$TC(R, T)$ = Total *annual cost* (Rp).

π = Biaya kehabisan persediaan (Rp).

$\bar{S}(R, T)$ = Ekspektasi *safety stock* (unit).

T = Periode *review* (Hari).

2.2.11 Model Persediaan Probabilistik Metode *Continous Review*

Model probabilistik memperhitungkan ketidakpastian perilaku permintaan, dan ketidakpastian *lead time* yang tidak pasti atau tidak bisa ditentukan sebelumnya secara pasti (Siswanto, 2007). Karena pemakaian selama *lead time* adalah probabilistik, maka akanterdapat beberapa tingkat kemungkinan pemakaian (D_{Li})

dengan probabilitas $P(D_{Li})$. Oleh karena itu, kemungkinan kehabisan persediaan yang diharapkan untuk setiap periode adalah :

$$\text{Kemungkinan Kehabisan Persediaan} = \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Sehingga Kemungkinan Biaya Kehabisan Persediaan =

$$\pi \cdot \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Dalam 1 tahun terdapat N "reorder cycle", dimana $N = D/Q$ maka :

Kemungkinan Biaya Kehabisan Persediaan Pertahun =

$$\frac{D}{Q} \pi \cdot \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

$$\text{Safety stock} = R - ED_L$$

Karena biaya simpan perunit perperiode adalah h maka :

$$\text{Biaya simpan cadangan persediaan} = h \cdot (R - ED_L)$$

Sehingga biaya total persediaan dapat dinyatakan sebagai berikut :

TIC = Biaya Pesan + Biaya Simpan + Biaya kehabisan Persediaan

$$\text{TIC} = \frac{D}{Q} A + \frac{Q}{2} h + h \cdot (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Sehingga didapat Q atau :

$$Q = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$$

2.2.12 Biaya Persediaan

Secara umum dapat dikatakan bahwa biaya sistem persediaan adalah semua pengeluaran dan kerugian yang timbul akibat adanya persediaan (Nasution, 2003). Biaya sistem persediaan terdiri dari biaya pembelian, biaya pemesanan, biaya simpan dan biaya kekurangan persediaan. Berikut ini akan diuraikan secara singkat masing-masing komponen biaya diatas.

1. Biaya Pembelian (*Purchasing Cost*)

Biaya pembelian adalah biaya yang dikeluarkan untuk membeli barang. Besarnya biaya pembelian ini tergantung pada jumlah barang yang dibeli dan harga satuan barang. Biaya pembelian menjadi faktor penting ketika harga barang yang dibeli tergantung pada ukuran pembelian. Situasi ini akan diistilahkan sebagai *quantity discount* atau *price break*. Dimana harga barang per unit akan turun bila jumlah barang yang dibeli meningkat.

2. Biaya Pengadaan (*Procurement Cost*)

Biaya pengadaan dibedakan menjadi dua jenis sesuai asal-usul barang, yaitu biaya pemesanan (*ordering cost*) bila barang yang diperlukan diperoleh dari pihak luar (*supplier*) dan biaya pembuatan (*set up cost*) bila barang diperoleh dengan memproduksi barang sendiri.

a. Biaya Pemesanan (*Ordering Cost*)

Biaya pemesanan adalah semua pengeluaran yang timbul untuk mendatangkan barang dari luar. Biaya ini meliputi biaya untuk menentukan pemasok, pengetikan pesanan, biaya pengangkutan, biaya penerimaan, dan lain sebagainya. Biaya ini diasumsikan konstan untuk setiap kali pesan.

b. Biaya Pembuatan (*Set up Cost*)

Biaya pembuatan adalah semua pengeluaran yang timbul dalam mempersiapkan produksi suatu barang. Biaya ini timbul di dalam pabrik yang meliputi biaya menyusun peralatan produksi, menyetel mesin, mempersiapkan gambar kerja, dan sebagainya.

Karena kedua biaya tersebut mempunyai peran yang sama, yaitu pengadaan barang, maka kedua biaya tersebut disebut sebagai biaya pengadaan (*procurement cost*).

3. Biaya Penyimpanan (*Holding Cost/Carrying Cost*)

Biaya simpan adalah semua pengeluaran yang timbul akibat menyimpan barang, biaya ini meliputi :

a. Biaya Memiliki Persediaan/Biaya Modal

Penumpukan barang di gudang berarti penumpukan modal, dimana modal perusahaan mempunyai ongkos yang dapat diukur dengan suku bunga bank. Oleh karena itu, biaya yang ditimbulkan karena memiliki persediaan harus diperhitungkan dalam biaya sistem persediaan. Biaya modal diukur sebagai prosentase nilai persediaan untuk periode tertentu.

b. Biaya Gudang

Barang yang disimpan memerlukan tempat penyimpanan sehingga timbul biaya gudang. Bila gudang dan peralatannya disewa maka biaya

gudang merupakan biaya sewa sedangkan bila perusahaan mempunyai gudang sendiri maka biaya gudang merupakan biaya depresiasi.

c. Biaya Kerusakan/Penyusutan

Barang yang disimpan dapat mengalami kerusakan dan penyusutan karena beratnya berkurang ataupun jumlahnya berkurang karena bukan proses produksi. Biaya kerusakan dan penyusutan biasanya diukur dari pengalaman sesuai dengan persentasenya.

d. Biaya Kadaluwarsa

Barang yang disimpan dapat mengalami penurunan nilai karena perubahan teknologi dan model barang-barang elektronik. Biaya kadaluwarsa biasanya diukur dengan besarnya penurunan nilai jual dari barang tersebut.

e. Biaya Asuransi

Barang yang disimpan diasuransikan untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan seperti kebakaran. Biaya asuransi tergantung jenis barang yang diasuransikan dan perjanjian dengan perusahaan asuransi.

f. Biaya Administrasi dan Pemindahan

Biaya ini dikeluarkan untuk mengadministrasi persediaan barang yang ada, baik pada saat pemesanan, penerimaan barang maupun penyimpanannya dan biaya untuk memindahkan barang dari, ke, dan di dalam tempat penyimpanan, termasuk upah buruh dan biaya peralatan *handling*.

Dalam manajemen persediaan, terutama yang berhubungan dengan masalah kuantitatif, biaya simpan per unit diasumsikan linier terhadap jumlah barang yang disimpan (misalnya : Rp/Unit/Tahun).

4. Biaya Kekurangan Persediaan (*Shortage Cost*)

Bila perusahaan kehabisan barang pada saat adanya permintaan, maka akan terjadi keadaan kekurangan persediaan. Keadaan ini akan menimbulkan kerugian karena proses produksi akan terganggu dan kehilangan kesempatan mendapat keuntungan atau kehilangan konsumen pelanggan karena kecewa sehingga beralih ke tempat lain. Biaya kekurangan persediaan dapat diukur dari :

- a. Kuantitas yang tidak dapat dipenuhi.
- b. Waktu pemenuhan.
- c. Biaya pengadaan darurat.

Kadang-kadang biaya ini disebut juga biaya kesempatan (*opportunity cost*). Ada perbedaan pengertian antara biaya persediaan aktual yang dihitung secara akuntansi dengan biaya persediaan yang digunakan dalam menentukan kebijaksanaan persediaan. Biaya persediaan yang digunakan dalam menentukan kebijaksanaan persediaan hanyalah biaya-biaya yang bersifat variabel (*incremental cost*), sedangkan biaya yang bersifat *fixed* seperti biaya pembelian tidak akan mempengaruhi hasil optimal yang diperoleh sehingga tidak perlu diperhitungkan.

2.2.13 Persediaan

Menurut Sofyan Assauri (2005:50), menerangkan bahwa persediaan adalah sebagai suatu aktiva lancar yang meliputi barang – barang milik perusahaan dengan maksud untuk dijual dalam suatu periode usaha normal atau persediaan barang – barang yang masih dalam pekerjaan proses produksi ataupun persediaan bahan baku yang menunggu penggunaannya dalam suatu proses produksi.

Adapun jenis – jenis persediaan yang ada dalam perusahaan akan tergantung pada jenis perusahaan yaitu (Sartono, 2001) :

1. Perusahaan Jasa persediaan yang biasanya timbul seperti persediaan bahan pembantu atau persediaan habis pakai, yang termasuk didalamnya adalah kertas, karton, stempel, tinta, buku kwitansi, materai.
2. Perusahaan Manufaktur jenis persediaannya meliputi persediaan bahan pembantu, persediaan barang jadi, persediaan barang dalam proses dan persediaan bahan baku.

Ada tiga bentuk utama dari persediaan perusahaan yaitu (Syamsuddin, 2000):

1. Persediaan Bahan Mentah

Bahan mentah adalah merupakan yang dibeli oleh perusahaan untuk diproses menjadi barang setengah jadi dan akhirnya barang jadi atau produk akhir dari perusahaan.

2. Persediaan Barang dalam Proses

Persediaan barang dalam proses terdiri dari keseluruhan barang-barang yang digunakan dalam proses produksi tetapi masih membutuhkan proses lebih lanjut untuk menjadi barang yang siap untuk dijual (barang jadi).

3. Persediaan Barang Jadi

Persediaan barang jadi adalah merupakan persediaan barang-barang yang telah selesai diproses oleh perusahaan tetapi masih belum terjual.

Menurut Zulian Yamit (2003:6), menerangkan bahwa macam persediaan dapat dikategorikan dalam satu atau lebih kategori berikutnya :

1. Persediaan pengaman (Safety Stock)

a. Persediaan pengaman atau sering kali disebut butter stock adalah persediaan yang dilakukan untuk mengantisipasi unsur ketidakpastian permintaan dan penyediaan. Apabila persediaan pengaman tidak mampu mengantisipasi tersebut akan kekurangan persediaan (*stockout*). *Safety stock* memiliki rumus :

$$SS = Z \times Sdl \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana Z adalah *service level* dan Sdl merupakan standar deviasi permintaan dan *lead time*. Perhitungan Sdl dapat dilihat pada gambar dibawah ini:

variabel permintaan	$Sdl = Sd \times \sqrt{l}$ Safety stock ditentukan oleh ketidakpastian permintaan	$Sdl = \sqrt{(d^2 \times Sl^2) + (l \times Sd^2)}$ Safety stock ditentukan oleh interaksi dua ketidakpastian
	$Sdl = 0$ Tidak diperlukan safety stock	$Sdl = d \times Sl$ Safety stock ditentukan oleh ketidakpastian lead time
konstant	konstant	variabel

Gambar 2.7 Perhitungan *safety stock* (Pujawan, 2005)

Keterangan:

l = rata-rata periode *lead time*

d = rata-rata permintaan perperiode

Sl = standar deviasi *lead time*

Sd = standar deviasi permintaan per periode

2. Persediaan antisipasi (Anticipation Stock)

Persediaan antisipasi atau berjaga-jaga atau sering pula disebut stabilization stock adalah persediaan yang dilakukan untuk menghadapi fluktuasi permintaan yang sudah dapat diperkirakan sebelumnya.

3. Persediaan dalam pengiriman (Transit Stock)

Persediaan dalam pengiriman atau yang sering disebut work in process stock adalah persediaan yang masih dalam pengiriman atau transit.

Menurut Manahan P. Tampubolon (2005:86) menerangkan bahwa dalam menentukan kebijaksanaan tingkat persediaan barang secara optimal perlu diketahui faktor – faktor yang menentukan yaitu :

1. Biaya Persediaan.
2. Seberapa besar permintaan barang oleh pelanggan dapat diketahui? Apabila permintaan barang dapat diketahui, maka korporasi dapat menentukan barang dalam suatu periode.
3. Lama penyerahan barang antara saat dipesan dengan barang tiba atau disebut sebagai lead time atau delivery time.
4. Terdapat atau tidak ada kemungkinan untuk menunda pemenuhan dari pembeli atau disebut sebagai backloging.
5. Kemungkinan diperolehnya discount atas pembelian dalam jumlah yang besar.

2.2.14 Titik Pemesanan Kembali (*Re-Order Point* atau ROP)

Re-Order Point (ROP) adalah “saat titik dimana harus diadakan pemesanan lagi sedemikian rupa sehingga kedatangannya atau penerimaan material yang dipesan itu adalah tempat waktu” (Riyanto, 2011). Jadi dapat disimpulkan bahwa sebelum persediaan bahan baku habis pakai dalam produksi, perusahaan harus melakukan pemesanan kembali yang maksudnya agar pada saat pemesanan datang persediaan bahan masih berada atau tepat diatas persediaan pengaman.

$$ROP = d \times l + SS$$

Dimana :

d = Permintaan rata-rata per periode (unit)

l = Rata-rata *lead time* (hari).

SS = *Safety stock* (unit).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan di bagian produksi CV Ranotex Kebakkramat, Karanganyar Jawa Tengah, Indonesia. Sedangkan objek penelitian tertuju pada tiga jenis pewarna reaktif yaitu *Black* PGR, *Turqis* PGR, dan *Orange* P2R.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Studi literatur

Dilakukan dari kepustakaan umum seperti *textbook* ataupun sumber-sumber dari literatur-literatur yang relevan. Selain itu, studi kepustakaan ini juga dipakai sebagai dasar teori dan asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian. Literatur ini penggunaannya untuk pedoman dalam pengumpulan data, cara pemecahan masalah, dasar dalam melakukan analisis dan memberi masukan dalam hasil penelitian.

2. Studi lapangan

Melakukan studi lapangan guna mengumpulkan data penelitian yang relevan secara langsung pada objek penelitian. Pada Studi lapangan ini data yang didapatkan berupa data primer. Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data pembelian bahan baku pewarna reaktif pada 2 tahun terakhir, data ini digunakan untuk mengetahui pola pembelian yang dilakukan oleh perusahaan dan untuk mengetahui selisihnya dengan yang dibutuhkan.
2. Data Kebutuhan bahan baku untuk periode 2015-2016 (2 tahun) dan periode yang akan diteliti yaitu 2017, data ini digunakan untuk menjadi dasar peramalan, dan juga untuk melihat akurasi metode peramalan yang dipakai.
3. *Lead time*, jeda waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan barang.

4. Biaya-biaya yang terkait dengan pewarna reaktif seperti biaya pemesanan dan biaya penyimpanan, data ini akan digunakan untuk pertimbangan dalam keputusan menentukan kuantitas pemesanan.

3.3 Pengolahan Data

Berdasarkan hasil pengumpulan data, akan dilakukan pengolahan data dengan tahap-tahap sebagai berikut:

1. Klasifikasi ABC

Pada tahap membagi persediaan menjadi tiga kelas berdasarkan atas nilai persediaan sehingga dapat diketahui item mana yang harus mendapat perhatian lebih dibandingkan dengan item yang lainnya. Sedangkan nilai yang dimaksud dalam klasifikasi ABC ini bukan lah harga persediaan per unit, melainkan volume persediaan yang dibutuhkan dalam satu periode dikalikan dengan harga per unitnya.

2. Perhitungan kebutuhan bahan baku pewarna reaktif

Pada tahap ini akan dihitung persediaan teroptimal dengan menggunakan metode probabilistik P dari masing-masing jenis pewarna dan masing-masing tahun. Selanjutnya dilakukan *lotting* untuk menentukan ukuran pemesanan, dimana pada kali ini akan menggunakan metode probabilistik Q. Penentuan lot akan dilakukan dengan mempertimbangkan ketersediaan bahan baku, dan kebutuhan produk untuk periode selanjutnya, sehingga apabila jumlah barang yang dipesan akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan kedepan tidak akan mengalami kekurangan. Hasil total biaya persediaan dari perhitungan kedua metode akan dibandingkan dan akan dipilih metode teroptimal untuk melakukan perencanaan kebutuhan ditahun mendatang.

3. Peramalan Kebutuhan Bahan Baku

Pada tahap ini data penjualan masa lalu digunakan sebagai dasar peramalan periode kedepannya. Data penjualan tersebut di plot ke dalam grafik untuk mendapatkan pola data penjualan tersebut sehingga dapat ditentukan metode peramalan yang sesuai. Perhitungan peramalan sendiri akan dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 17 dan WinQSB, dimana masing-masing hasil peramalan selanjutnya akan dihitung parameter kesalahannya dengan menggunakan parameter MAPE lalu dilihat kontrol pengamatannya dengan

tracking signal. Metode peramalan dengan MAPE terkecil dan nilai *tracking signal* yang mendekati nol adalah metode peramalan yang akan digunakan sebagai permintaan barang pada perencanaan distribusi.

4. Perencanaan Kebutuhan

Perencanaan kebutuhan menggunakan model probabilistik terpilih, dan menggunakan data hasil peramalan dengan error terkecil.

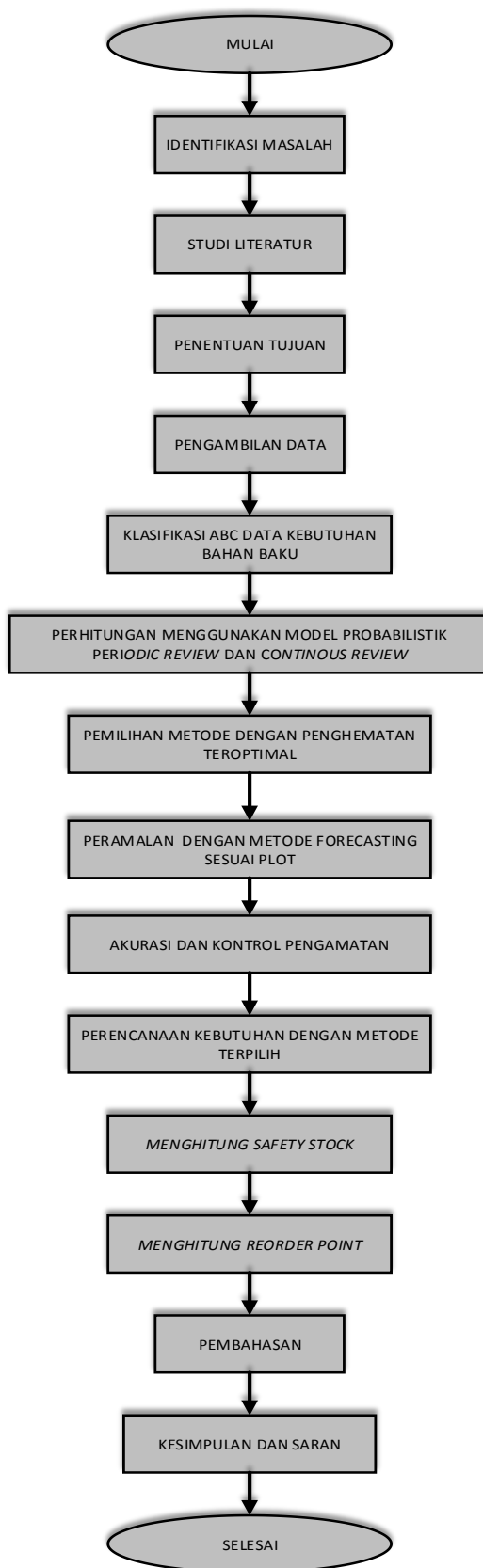
5. Perhitungan *Safety stock* Dan *Reorder point*

Setelah dilakukannya perencanaan kebutuhan akan dilakukan perhitungan persediaan pengaman dan titik pemesanan kembali, agar tidak terjadi kekurangan persediaan jika model ini diaplikasikan pada perusahaan.

3.4 Alat-alat Bantu Penelitian

Pada penelitian ini digunakan *software* Minitab 17 dan WinQSB untuk mengolah data peramalan pada CV Ranotex.

3.5 Diagram Alur Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Adapun penjelasan dari *flowchart* diatas sebagai berikut:

a. Mulai

Memulai penelitian yang akan dijadikan syarat untuk meraih gelar sarjana.

b. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi permasalahan yang ada di CV Ranotex yaitu mengenai perencanaan kebutuhan pewarna reaktif dengan mempertimbangkan waktu kadaluarsa dan pengaruh oksidasi untuk mempercepat waktu kadaluarsa. Adapun permasalahan yang ada didapatkan dari keluhan bagian material karena seringnya kekurangan bahan baku pewarna reaktif ditengah-tengah waktu produksi, sedangkan jatah pemesanan perbulan hanya satu kali.

c. Studi Literatur

Studi literatur didapatkan dari kepustakaan umum seperti *textbook* ataupun sumber-sumber dari literatur-literatur yang relevan. Selain itu, studi kepustakaan ini juga dipakai sebagai dasar teori dan asumsi-asumsi yang digunakan dalam penelitian. Literatur ini penggunaannya untuk pedoman dalam pengumpulan data, cara pemecahan masalah, dasar dalam melakukan analisis dan memberi masukan dalam hasil penilitian

d. Penentuan Tujuan

Tujuan dari penelitian diperuntukkan menyelesaikan masalah yang ada pada CV Ranotex, yaitu masalah pada perencanaan kebutuhan dari pewarna reaktif. Adapun tujuan secara rinci seperti berikut:

1. Mengetahui metode yang teroptimal yang dapat diusulkan perusahaan.
2. Mengetahui total biaya persediaan yang didapatkan dengan menggunakan metode terpilih.
3. Mengetahui perbedaan total biaya persediaan antara yang biasa digunakan perusahaan dengan yang digunakan peneliti.
4. Mengetahui nilai persediaan pengaman dan titik pemesanan kembali pada perusahaan.

e. Pengambilan Data

1. Data pembelian bahan baku pewarna reaktif pada 2 tahun terakhir, data ini digunakan untuk mengetahui pola pembelian yang dilakukan oleh perusahaan dan untuk mengetahui selisihnya dengan yang dibutuhkan.
2. Data Kebutuhan bahan baku untuk periode 2015-2016 (2 tahun) dan periode yang akan diteliti yaitu 2017, data ini digunakan untuk menjadi dasar peramalan, dan juga untuk melihat akurasi metode peramalan yang dipakai.
3. *Lead time*, jeda waktu yang dibutuhkan untuk perpindahan barang.
4. Biaya-biaya yang terkait dengan pewarna reaktif seperti biaya pemesanan dan biaya penyimpanan, data ini akan digunakan untuk pertimbangan dalam keputusan menentukan kuantitas pemesanan.

f. Klasifikasi ABC Data Penjualan

Pengelompokkan data penjualan produk berdasarkan tingkat kepentingan yang dijunjung oleh perusahaan. Pengelompokkan akan didasarkan pada pendapat atau permintaan dari perusahaan berupa produk apa yang dinilai prioritas untuk di teliti untuk meningkatkan efisiensi biaya dan waktu produksi.

g. Perhitungan Menggunakan Metode Probabilistik P Dan Q

Metode ini dipilih karena menurut studi literatur yang ada, model probabilistik adalah metode ini cocok untuk menyelesaikan permasalahan perencanaan bahan baku pada CV Ranotex dengan kondisi kebutuhan bahan baku yang fluktuatif .

h. Pemilihan Metode Dengan Penghematan Teroptimal

Setelah dilakukan perhitungan dengan menggunakan kedua metode, maka akan dipilih salah satu metode dengan penghematan teroptimal yang nantinya akan digunakan untuk melakukan perencanaan kebutuhan ditahun mendatang menggunakan data hasil peramalan.

i. Peramalan Dengan Metode *Forecasting* Sesuai Plot

Peramalan dengan beberapa metode *Forecasting* untuk dibandingkan dengan data asli dari perusahaan yang telah di *plotting*.

j. Akurasi dan Kontrol Pengamatan

Akurasi dari hasil peramalan merupakan ukuran tentang tingkat perbedaan antara hasil peramalan dengan permintaan yang sebenarnya terjadi. Hal ini dilakukan untuk memilih metode yang paling tepat digunakan pada pola data yang terdapat di perusahaan tersebut.

k. Perencanaan Kebutuhan Dengan Metode Terpilih

Perencanaan ini dilakukan untuk memberikan masukan kepada perusahaan agar model terpilih dapat diaplikasikan dalam sistem perencanaan kebutuhan yang ada. Data yang akan digunakan merupakan data hasil peramalan terpilih.

l. Menghitung *Safety Stock*

Menghitung *safety stock* pada perusahaan diperuntukkan sebagai pengaman persediaan yang dilakukan untuk mengantisipasi umur ketidakpastian permintaan dan penyediaan. Apabila persediaan pengaman tidak mampu mengantisipasi tersebut akan kekurangan persediaan

m. Menghitung *Reorder point*

Hal ini ditujukan untuk mengetahui kapan perusahaan harus melakukan pemesanan bahan baku kembali agar tidak terjadi kekurangan persediaan saat menunggu kedatangan bahanbaku tersebut.

n. Pembahasan

Melakukan pembahasan dari perhitungan yang telah dilakukan dengan berbagai metode, dan menganalisis penyelesaian dari masalah yang ada di CV Ranotex.

o. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari penelitian yang dilakukan berupa hasil yang digapai oleh peneliti. Saran perbaikan ditujukan kepada perusahaan dan saran untuk penelitian selanjutnya agar memperoleh hasil yang lebih akurat dari penelitian yang dilakukan.

p. Selesai

Penelitian yang dilakukan selesai dan diajukan sebagai syarat meraih gelar sarjana.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

4.1.1 Sejarah Singkat Perusahaan

CV RANOTEX berdiri tahun 1991 dengan tanah seluas 10.140m² dan bangunan 6,684m² terletak di jalan Solo Sragen KM 13 Kebakkramat, Karanganyar. Sejalan dengan pertumbuhan dan perkembangan dunia usaha yang pesat, CV RANOTEX merupakan perusahaan skala menengah berorientasi pada pasar dalam dan luar negeri yang bergerak dibidang printing dan finishing dengan jumlah karyawan sebanyak 250 orang. Pada awal berdirinya, CV RANOTEX menggunakan sistem tradisional sejak tahun 2002 sudah mulai mengganti sistem produksinya menggunakan mesin. Mesin yang pertama didatangkan adalah *flat ichinose*. Pada tahun 2010 CV RANOTEX sudah menggunakan full mesin mulai dari proses awal hingga proses akhirnya.

Adapun produksi printing yang dihasilkan berupa sarung dewasa terbuat dari kain rayon kualitas pertama panjang 210 cm dengan berbagai merk, motif dan warna, pasar dalam dan luar negeri, adapun sarung anak terbuat dari kain rayon kualitas pertama panjang 210 cm dengan berbagai merk, motif dan warna, pasar dalam dan luar negeri, *long dress*/daster terbuat dari kain rayon kualitas pertama dengan panjang 210 cm dengan berbagai merk, motif dan warna, pasar dalam dan luar negeri, sprei terbuat dari kain *cotton* ukuran *bed sheet* dengan merk, motif dan warna, pasar dalam dan luar negeri, sarung prada (*gold*) dari kain rayon kwalitas pertama panjang 200 cm dengan berbagai merk, motif dan warna, pasar dalam dan luar negeri, bahan bahan rayon dengan design tekstil, *scarf* (sarung pantai).

4.1.2 Bahan Baku Yang Digunakan Oleh Perusahaan

CV RANOTEX yang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *printing* dan *finishing* menggunakan beragam macam bahan baku untuk menunjang proses produksinya antara lain berupa kain dengan beragam konstuksi, pewarna reaktif, pewarna pigment, pewarna dispers, dan bahan baku kimia pembantu untuk melarutkan pewarna. Dibawah ini merupakan tabel pewarna reaktif :

Tabel 4.1 Klasifikasi Pewarna Reaktif

Nama Pewarna	Total Kebutuhan	Volume %	Biaya %
BLACK PGR	5.218.768	13.75%	17.17%
TURQIS PGR	3.849.220	10.14%	12.66%
ORANGE P 2 R	3.919.842	10.33%	8.06%
YELLOW P- FG	3.879.060	10.22%	4.83%
RED P 8 B	3.913.425	10.31%	6.70%
BLUE P 3 R	34.09.881	8.98%	10.62%
BLACK N	2.973.779	7.83%	8.99%
YELLOW P 3 R	2.386.572	6.29%	4.09%
BLUE P 5 R HC	1.870.778	4.93%	6.41%
YELLOW P 4 GN	1.683.823	4.44%	3.00%
Novacron RED P-BN GR	1.039.363	2.74%	3.77%
BLACK PN	916.585	2.41%	4.24%
RED P 4 BN	768.300	2.02%	3.16%
GOLDEN YELLOW P 2 RN	538.689	1.42%	1.38%
RED P 6 B GR	426.127	1.12%	1.46%
YELLOW P 6 GN	434.599	1.14%	1.12%
BLUE P 5 R	466.392	1.23%	1.66%
RED X 3 B	178.621	0.47%	0.45%
BLACK B	83.985	0.22%	0.22%
BLUE R	30	0.00%	0.00%
Novacron BLACK NN	0	0.00%	0.00%
BROWN GR	0	0.00%	0.00%
YELLOW HE 4 R	0	0.00%	0.00%
BLACK KWNN	0	0.00%	0.00%
Jumlah total	37.957.838	100%	100%

Adapun terpilihnya objek yang diteliti berdasarkan dari rekomendasi perusahaan dengan mempertimbangkan banyaknya penggunaan bahan baku dan nilai modal yang digunakan untuk membeli bahan baku tersebut. Sesuai dengan rekomendasi perusahaan berdasarkan urgensi pemakaian dan pencermatan peneliti, maka didapatkan objek untuk diteliti berupa 3 pewarna reaktif antara lain *Black* PGR, *Turqis* PGR dan *Orange* P2R.

4.1.3 Data Kebutuhan Bahan Baku

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, peneliti memperoleh data kebutuhan tiga bahan baku pewarna reaktif pada CV RANOTEX mulai dari Januari 2015 hingga Desember 2016 sebagai berikut :

Tabel 4.2 Data Kebutuhan Bahan Baku Pewarna Reaktif Bulan Januari 2015
hingga Desember 2016

No	Bulan	<i>BLACK</i> PGR (gram)	<i>TURQIS</i> PGR (gram)	<i>ORANGE P 2</i> R (gram)
1	Januari-15	620.156	177.051	256.866
2	Februari-15	697.000	187.018	342.169
3	Maret-15	514.027	125.010	252.980
4	Apil-15	209.870	139.542	237.976
5	Mei-15	212.060	104.463	215.556
6	Juni-15	138.034	105.000	293.471
7	Juli-15	57.850	102.004	219.954
8	Agustus-15	32.298	67.142	145.300
9	Septembr-15	31.505	84.624,85	113.815,3
10	Oktober-15	36.500	114.790	122.986
11	Novembr-15	49.632	85.798	73.483
12	Desember-15	94.100	468.623	108.777
13	Januari-16	74.635	108.740	117.561
14	Februari-16	60.479	119.601	110.981
15	Maret-16	75.360	163.525	130.352
16	Apil-16	109.170	49.733	99.096
17	Mei-16	159.449	137.132	113.836
18	Juni-16	242.245	254.133	127.903
19	Juli-16	62.447	63.080	35.306
20	Agustus-16	103.008	255.590	124.498
21	Septembr-16	195.470	188.492	88.626
22	Oktober-16	537.265	208.413	171.107
23	Novembr-16	403.610	331.707	246.813
24	Desember-16	502.598	208.008	170.430
Jumlah Total Pemakaian		5.218.768	3.849.219,85	3.919.842,3
Pemakaian Tahun 2015		2.693.032	1.761.065,85	2.383.333,3
Pemakaian Tahun 2016		2.525.736	2.088.154	1.536.509
Rata-rata Total Pemakaian		21.744.867	160.384,16	163.326,76
Rata-rata Pemakaian 2015		22.4419.333	146.755,4875	198.611,1083
Rata-rata Pemakaian 2016		210.478	174.012,8	128.042,4

Kebijakan dari CV RANOTEX untuk menetapkan lead time bahan baku 3 hari.

4.1.4 Data Biaya-biaya Persediaan

Biaya-biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk persediaan bahan baku pewarna reaktif pada CV RANOTEX antara lain sebagai berikut :

a. Biaya Pembelian

Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk membeli bahan baku pewarna reaktif sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Harga Bahan Baku

Item	Harga/Gram
<i>Black Pgr</i>	Rp 142.57
<i>Turqis Pgr</i>	Rp 142.57
<i>Orange P2r</i>	Rp 89.10

b. Biaya Pemesanan

Biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan untuk melakukan pemesanan bahan baku pewarna reaktif sebagai berikut :

Tabel 4.4 Biaya Pemesanan Bahan Baku Pewarna Reaktif

Item	Biaya
Proses Pemesanaan	Rp 250
Ekspedisi	Rp 70.000
Administrasi	Rp 2.500
Total Biaya Pemesanan	Rp 72.750

Jadi total biaya yang dikeluarkan oleh perusahaan pada sekali pesan adalah Rp 72.750,-/pemesanan.

Adapun pemesanan bahan baku pewarna reaktif pada tahun 2015 dan 2016 masing-masing adalah sebagai berikut:

Tabel 4.5 Jumlah Pemesanan Bahan Baku pada tahun 2015 dan 2016

Item	2015	2016
<i>Black PGR</i>	27	35
<i>Turqis PGR</i>	22	33
<i>Orange P2R</i>	27	25

Frekuensi pembelian bahan baku yang dilakukan oleh CV RANOTEX pada tahun 2015 lebih sedikit dibandingkan dengan tahun 2016. Pemesanan bahan baku terkadang dua kali dalam satu bulan, atau bahkan lebih. Sedangkan pada tahun 2016 pemesanan 1 bulan dapat dilakukan hingga 6 kali pemesanan.

c. Biaya Penyimpanan

Biaya simpan merupakan biaya yang timbul akibat adanya persediaan barang yang disimpan. Adapun atribut dari biaya simpan yang ada pada CV RANOTEX adalah biaya modal, depresiasi gudang, biaya administrasi, biaya tenaga kerja, depresiasi timbangan, penyusutan dan kerusakan, dan kadaluarsa. Adapun rincian biayanya sebagai berikut :

1. Biaya Modal (*capital*)

• *Black* PGR

Harga Bahan Baku	= Rp 142.57,-
Suku Bunga per Tahun	= 6%
Biaya modal /gram/tahun	= Harga bahan baku/gram x Suku bunga/tahun
Biaya modal /gram/tahun	= Rp 142.57,- x 6% = Rp 8.55,-
Biaya modal	= Rp 8.55,-/gram /tahun
Biaya modal /bulan	= $\frac{\text{Rp 8.55,-/gram /tahun}}{12 \text{ bulan}}$
	= Rp 0,71/gram /bulan

Tabel 4.6 Biaya Modal Masing-masing Pewarna

Pewarna	Depresiasi Timbangan
<i>Black</i> PGR	Rp 0,71
<i>Orange</i> P2R	Rp 0,71
<i>Turqis</i> PGR	Rp 0,45

2. Depresiasi Gudang

Depresiasi gudang yang ada pada perusahaan CV RANOTEX ialah Rp 325.000,-/bulan untuk semua persediaan bahan baku pewarna. Sedangkan prosentase keberadaan masing-masing pewarna adalah sebagai berikut :

Tabel 4.7 Prosentase Keberadaan Bahan Baku tahun 2015 dan 2016

Pewarna	Prosentase
<i>Black</i> PGR 2015	1,84%
<i>Orange</i> P2R 2015	1,63%
<i>Turqis</i> PGR 2015	1,20%
<i>Black</i> PGR 2016	1,82%
<i>Orange</i> P2R 2016	1,11%

Pewarna	Prosentase
<i>Turqis</i> PGR 2016	1,50%

Adapun biaya untuk masing-masing pewarna yang diteliti sebagai berikut:

Tabel 4.8 Biaya Depresiasi Gudang Untuk Masing-masing

Pewarna/bulan	
Pewarna	Depresiasi gudang
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 5.980
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 3.237
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 1.761
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 5.915
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 3.608
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 4.875

Biaya depresiasi gudang /gram /bulan =

$$\frac{\text{Biaya Depresiasi gudang/bulan}}{\text{Kebutuhan rata-rata bahan baku/bulan}}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya depresiasi gudang } \textit{Black} \text{ PGR 2015} &= \frac{\text{Rp 5.890,-/bulan}}{224419.333} \\ &= \text{Rp 0.0266,-/gram /bulan} \end{aligned}$$

Tabel 4.9 Biaya Depresiasi Gudang /Gram /Bulan

Pewarna	Depresiasi gudang
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 0,0266
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 0,0163
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 0,0120
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 0,0281
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 0,0282
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 0,0280

3. Biaya Administrasi

Biaya administrasi yang dikeluarkan oleh perusahaan CV RANOTEX ialah Rp 45.000,-/bulan untuk semua persediaan bahan baku pewarna. Adapun untuk masing-masing pewarna yang diteliti sebagai berikut :

Tabel 4.10 Biaya Administrasi Untuk Masing-masing

Pewarna/bulan	
Pewarna	Administrasi
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 828
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 734
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 540
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 819
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 500
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 675

Biaya administrasi /gram /bulan =

$$\frac{\text{Biaya Administrasi/bulan}}{\text{Kebutuhan rata-rata bahan baku/bulan}}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya administrasi } \textit{Black} \text{ PGR 2015} &= \frac{\text{Rp 828,-/bulan}}{224419.333} \\ &= \text{Rp 0.0037,-/gram /bulan} \end{aligned}$$

Tabel 4.11 Biaya Administrasi /Gram /Bulan

Pewarna	Administrasi
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 0.0037
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 0.0037
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 0.0037
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 0.0039
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 0.0039
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 0.0039

4. Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja yang dikeluarkan oleh CV RANOTEX ialah Rp 3.200.000,- /bulan untuk 2 orang tenaga kerja. Adapun untuk masing-masing pewarna yang diteliti sebagai berikut :

Tabel 4.12 Biaya Tenaga Kerja Untuk Masing-masing

Pewarna/bulan	
Pewarna	Tenaga Kerja
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 66.240
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 58.680
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 43.200
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 65.520
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 39.960
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 54.000

Biaya tenaga kerja /gram /bulan =

$$\frac{\text{Biaya tenaga kerja /bulan}}{\text{Kebutuhan rata-rata bahan baku/bulan}}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya tenaga kerja Black PGR 2015} &= \frac{\text{Rp 66.240,-/bulan}}{224419.333} \\ &= \text{Rp 0.2952,-/gram /bulan} \end{aligned}$$

Tabel 4.13 Biaya Tenaga Kerja /Gram /Bulan

Pewarna	Tenaga Kerja
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 0.2952
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 0.2955
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 0.2944
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 0.3113
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 0.3121
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 0.3103

5. Depresiasi Timbangan

Depresiasi timbangan yang ada pada perusahaan CV RANOTEX ialah Rp 17.800,-/bulan. Adapun untuk masing-masing pewarna yang diteliti sebagai berikut :

Tabel 4.14 Biaya Depresiasi Timbangan Untuk Masing-masing Pewarna/bulan

Pewarna	Depresiasi Timbangan
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 327,52
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 290,14
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 213,60
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 323,96
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 197,58
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 267

Biaya depresiasi timbangan /gram /bulan =

$$\frac{\text{Biaya Depresiasi timbangan/bulan}}{\text{Kebutuhan rata-rata bahan baku/bulan}}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya depresiasi timbangan Black PGR 2015} &= \frac{\text{Rp 327,52,-/bulan}}{224419.333} \\ &= \text{Rp 0.0015,-/gram /bulan} \end{aligned}$$

Tabel 4.15 Biaya Depresiasi Timbangan /Gram /Bulan

Pewarna	Depresiasi Timbangan
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 0.0015

Pewarna	Depresiasi Timbangan
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 0.0015
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 0.0015
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 0.0015
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 0.0015
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 0.0015

6. Penyusutan dan Kerusakan

Black PGR

Harga Bahan Baku = Rp 142.57,-

Penyusutan dan kerusakan/tahun = 10%

Biaya Penyusutan dan kerusakan /gram/tahun =

Harga bahan baku/gram x Penyusutan dan kerusakan /tahun

Penyusutan dan kerusakan /gram/tahun = Rp 142.57,- x 10%

Biaya Penyusutan dan kerusakan = Rp 14.26,-/gram /tahun

Biaya Penyusutan dan kerusakan /bulan = $\frac{\text{Rp } 14.26,-/\text{gram /tahun}}{12 \text{ bulan}}$

= Rp 1.19,- /gram /bulan

Tabel 4.16 Penyusutan dan Kerusakan Masing-masing Pewarna

Pewarna	Penyusutan dan Kerusakan
<i>Black</i> PGR	Rp 1.19
<i>Orange</i> P2R	Rp 1.19
<i>Turqis</i> PGR	Rp 0.74

7. Kadaluarsa

Black PGR

Harga Bahan Baku = Rp 142.57,-

Kadaluarsa /tahun = 10%

Biaya Kadaluarsa /gram/tahun = Harga bahan baku/gram x Suku bunga/tahun

Kadaluarsa /gram/tahun = Rp 142.57,- x 10%

Biaya Kadaluarsa = Rp 14.26,-/gram /tahun

Biaya Kadaluarsa /bulan = $\frac{\text{Rp } 14.26,-/\text{gram /tahun}}{12 \text{ bulan}}$

= Rp 1.19,- /gram /bulan

Tabel 4.17 Kadaluarsa Masing-masing Pewarna

Pewarna	Kadaluarsa	
<i>Black</i> PGR	Rp	1,19
<i>Orange</i> P2R	Rp	1,19
<i>Turqis</i> PGR	Rp	0,74

Biaya simpan = Biaya modal + Depresiasi Gudang + Biaya Administrasi + Biaya Tenaga Kerja + Depresiasi Timbangan + Penyusutan dan Kerusakan + Kadaluarsa

Biaya simpan *Black* PGR 15 = Rp 0,71,- + Rp 0,0266,- + Rp 0,0037,- + Rp 0,2952,- + Rp 0,0015,- + Rp 1,19,- + Rp 1,19,-

= Rp 3,4170,- /gram/bulan

Tabel 4.18 Biaya Penyimpanan

Pewarna	Biaya Penyimpanan (/gram/bulan)
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 3,4170
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 3,4015
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 2,2469
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 3,4348
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 3,4338
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 2,2757

4.2 Pengolahan Data

4.2.1 Analisis Total Biaya Persediaan Bahan Baku Menurut Kebijakan Perusahaan

Berdasarkan dari Pengumpulan data yang telah dilakukan, maka diperoleh biaya dasar yang dijadikan sebagai parameter untuk mencari total biaya persediaan bahan baku, sebagai berikut:

1. Perhitungan Total Persediaan Bahan Baku Pewarna mulai Januari 2015 hingga Desember 2015.

- a. Total Biaya Pembelian

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Black* PGR (D_1) = 2693032 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Turqis* PGR (D_2) = 1761065,85 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Orange* P2R (D_3) = 2383333,3gram

Harga bahan baku *Black* PGR (P_1) = Rp 142,57,-/gram

Harga bahan baku *Turqis* PGR (P_2) = Rp 142,57,-/gram

Harga bahan baku *Orange* P2R (P_3) = Rp 89,10,-/gram

Total biaya kebutuhan (TP) = D x P

TP *Black* PGR = 2693032 gram x Rp142,57,-/gram

TP *Black* PGR = Rp 383.945.572,-

TP *Turqis* PGR = 1761065.85 gram x Rp142,57,-/gram

TP *Turqis* PGR = Rp 251.075.158,-

TP *Orange* P2R = 2383333.3 gram x Rp 89,10,-/gram

TP *Orange* P2R = Rp 212.354.997,-

b. Total Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan (S) = Rp 72.750,-/pemesanan

Frekuensi pembelian pewarna *Black* PGR selama tahun 2015 (F_1) = 27 kali

Frekuensi pembelian pewarna *Turqis* PGR selama tahun 2015 (F_2) = 27 kali

Frekuensi pembelian pewarna *Orange* P2R selama tahun 2015 (F_3) = 22 kali

$$F = \frac{D}{Q}$$

Rata-rata Kebutuhan (Q) = $\frac{D}{F}$

$$Q \text{ Black PGR} = \frac{2693032}{27} = 99741,9 \text{ gram/bulan}$$

$$Q \text{ Turqis PGR} = \frac{1761065.85}{22} = 80048,4 \text{ gram/bulan}$$

$$Q \text{ Orange P2R} = \frac{2383333,3}{27} = 88271,6 \text{ gram/bulan}$$

Total biaya pesan selama 12 bulan (TS) = $\left(\frac{D}{Q}\right) S$

$$TS \text{ Black PGR} = \left(\frac{2693032}{99741,9}\right) \times \text{Rp } 72.750, - /\text{pemesanan}$$

TS *Black* PGR = Rp 1.964.250,-

$$TS \text{ Turqis PGR} = \left(\frac{1761065.85}{80048,4}\right) \times \text{Rp } 72.750, - /\text{pemesanan}$$

TS *Turqis* PGR = Rp 1.600.500,-

$$TS \text{ Orange P2R} = \left(\frac{2383333,3}{88271,6} \right) \times \text{Rp } 72.750, - / \text{pemesanan}$$

$$TS \text{ Orange P2R} = \text{Rp } 1.964.250,-$$

c. Total Biaya Penyimpanan (TH)

$$\text{Biaya simpan } \textit{Black} \text{ PGR per unit (H}_1\text{)} = \text{Rp } 3,4170 / \text{gram /bulan}$$

$$\text{Biaya simpan } \textit{Turqis} \text{ PGR per unit (H}_2\text{)} = \text{Rp } 3,4015 / \text{gram /bulan}$$

$$\text{Biaya simpan } \textit{Orange} \text{ P2R per unit (H}_3\text{)} = \text{Rp } 2,2469 / \text{gram /bulan}$$

$$\text{Total biaya penyimpanan (TH)} = \left(\frac{Q}{2} \right) H$$

$$TH \text{ Black PGR} = \left(\frac{99741,9}{2} \right) \times \text{Rp } 3.4170 / \text{gram /bulan}$$

$$TH \text{ Black PGR} = \text{Rp } 170.407,-$$

$$TH \text{ Turqis PGR} = \left(\frac{80048,4}{2} \right) \times \text{Rp } 3.4015 / \text{gram /bulan}$$

$$TH \text{ Turqis PGR} = \text{Rp } 136.142,-$$

$$TH \text{ Orange P2R} = \left(\frac{88271,6}{2} \right) \times \text{Rp } 2.2469 / \text{gram /bulan}$$

$$TH \text{ Orange P2R} = \text{Rp } 99.169,-$$

Berdasarkan perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan diatas, maka total biaya persediaan yang didapatkan sebagai berikut :

TC = Total biaya pembelian (TP) + Total biaya pemesanan (TS) + Total biaya penyimpanan (TH)

$$TC \text{ Black PGR} = \text{Rp } 383.945.572,- + \text{Rp } 1.964.250,- + \text{Rp } 170.407,-$$

$$TC \text{ Black PGR} = \text{Rp } 386.080.229,-$$

$$TC \text{ Turqis PGR} = \text{Rp } 251.075.158,- + \text{Rp } 1.600.500,- + \text{Rp } 136.142,-$$

$$TC \text{ Turqis PGR} = \text{Rp } 252.811.000,-$$

$$TC \text{ Orange P2R} = \text{Rp } 212.354.997,- + \text{Rp } 1.964.250,- + \text{Rp } 99.169,-$$

$$TC \text{ Orange P2R} = \text{Rp } 214.418.416,-$$

2. Perhitungan Total Persediaan Bahan Baku Pewarna mulai Januari 2016 hingga Desember 2016.

a. Total Biaya Pembelian

$$\text{Total kebutuhan bahan baku pewarna } \textit{Black} \text{ PGR (D}_1\text{)} = 2525736 \text{ gram}$$

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Turqis* PGR (D_2) = 2088154 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Orange* P2R (D_3) = 1536509 gram

Harga bahan baku *Black* PGR (P_1) = Rp 142.57,-/gram

Harga bahan baku *Turqis* PGR (P_2) = Rp 142.57,-/gram

Harga bahan baku *Orange* P2R (P_3) = Rp 89.10,-/gram

Total biaya kebutuhan (TP) = $D \times P$

TP *Black* PGR = 2525736 gram x Rp142.57,-/gram

TP *Black* PGR = Rp 360.094.182,-

TP *Turqis* PGR = 2088154 gram x Rp142.57,-/gram

TP *Turqis* PGR = Rp 297.708.116,-

TP *Orange* P2R = 1536509 gram x Rp 89.10,-/gram

TP *Orange* P2R = Rp 136.902.952,-

b. Total Biaya Pemesanan

Biaya pemesanan (S) = Rp 72.750,-/pemesanan

Frekuensi pembelian pewarna *Black* PGR selama tahun 2016 (F_1) = 35 kali

Frekuensi pembelian pewarna *Turqis* PGR selama tahun 2016 (F_2) = 33 kali

Frekuensi pembelian pewarna *Orange* P2R selama tahun 2016 (F_3) = 25 kali

$$F = \frac{D}{Q}$$

Rata-rata Kebutuhan (Q) = $\frac{D}{F}$

$$Q \text{ Black PGR} = \frac{2525736}{35} = 72163,9 \text{ gram/bulan}$$

$$Q \text{ Turqis PGR} = \frac{2088154}{22} = 63277,4 \text{ gram/bulan}$$

$$Q \text{ Orange P2R} = \frac{1536509}{27} = 61460,4 \text{ gram/bulan}$$

Total biaya pesan selama 12 bulan (TS) = $\left(\frac{D}{Q}\right) S$

$$TS \text{ Black PGR} = \left(\frac{2525736}{72163,9}\right) \times \text{Rp } 72.750,- \text{ /pemesanan}$$

TS *Black* PGR = Rp 2.456.250,-

$$TS \text{ Turqis PGR} = \left(\frac{2088154}{63277,4} \right) \times \text{Rp } 72.750, - / \text{pemesanan}$$

$$TS \text{ Turqis PGR} = \text{Rp } 2.400.750,-$$

$$TS \text{ Orange P2R} = \left(\frac{1536509}{61460,4} \right) \times \text{Rp } 72.750, - / \text{pemesanan}$$

$$TS \text{ Orange P2R} = \text{Rp } 1.818.750,-$$

c. Total Biaya Penyimpanan (TH)

$$\text{Biaya simpan Black PGR per unit (H}_1\text{)} = \text{Rp } 3,4348 / \text{gram /bulan}$$

$$\text{Biaya simpan Turqis PGR per unit (H}_2\text{)} = \text{Rp } 3,4338 / \text{gram /bulan}$$

$$\text{Biaya simpan Orange P2R per unit (H}_3\text{)} = \text{Rp } 2,2757 / \text{gram /bulan}$$

$$\text{Total biaya penyimpanan (TH)} = \left(\frac{Q}{2} \right) H$$

$$TH \text{ Black PGR} = \left(\frac{72163,9}{2} \right) \times \text{Rp } 3,4348 / \text{gram /bulan}$$

$$TH \text{ Black PGR} = \text{Rp } 123.935,-$$

$$TH \text{ Turqis PGR} = \left(\frac{63277,4}{2} \right) \times \text{Rp } 3,4338 / \text{gram /bulan}$$

$$TH \text{ Turqis PGR} = \text{Rp } 108.641,-$$

$$TH \text{ Orange P2R} = \left(\frac{61460,4}{2} \right) \times \text{Rp } 2,2757 / \text{gram /bulan}$$

$$TH \text{ Orange P2R} = \text{Rp } 69.933 , -$$

Berdasarkan perhitungan-perhitungan yang telah dilakukan diatas, maka total biaya persediaan yang didapatkan sebagai berikut :

$$TC = \text{Total biaya pembelian (TP)} + \text{Total biaya pemesanan (TS)} + \text{Total biaya penyimpanan (TH)}$$

$$TC \text{ Black PGR} = \text{Rp } 360.094.182,- + \text{Rp } 2.456.250,- + \text{Rp } 123.935,-$$

$$TC \text{ Black PGR} = \text{Rp } 362.674.367,-$$

$$TC \text{ Turqis PGR} = \text{Rp } 297.708.116,- + \text{Rp } 2.400.750,- + \text{Rp } 108.641,-$$

$$TC \text{ Turqis PGR} = \text{Rp } 300.217.507,-$$

$$TC \text{ Orange P2R} = \text{Rp } 136.902.952,- + \text{Rp } 1.818.750,- + \text{Rp } 69.933,-$$

$$TC \text{ Orange P2R} = \text{Rp } 138.791.635,-$$

4.2.2 Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Sistem P (*Periodic Riview*)

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengumpulan data yang dilakukan, perhitungan pengendalian persediaan bahan baku pewarna reaktif pada CV RANOTEX menggunakan sistem P adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan total biaya persediaan pada bulan Januari 2015 hingga bulan Desember 2015.

Parameter yang digunakan pada perhitungan antara lain :

- a. Kebutuhan bahan baku (D) pewarna reaktif selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Black* PGR (D_1) = 2.693.032 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Turqis* PGR (D_2) = 1.761.065,85 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Orange* P2R (D_3) = 2.383.333,3gram

- b. Harga bahan baku (P) pewarna reaktif selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Harga bahan baku *Black* PGR (P_1) = Rp 142.57,-/gram

Harga bahan baku *Turqis* PGR (P_2) = Rp 142.57,-/gram

Harga bahan baku *Orange* P2R (P_3) = Rp 89.10,-/gram

- c. Biaya pemesanan (A) = Rp 72.500,-

- d. Biaya penyimpanan (h) pewarna reaktif selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Biaya simpan *Black* PGR per unit (h_1) = Rp 3,4170 /gram /bulan

Biaya simpan *Turqis* PGR per unit (h_2) = Rp 3,4015 /gram /bulan

Biaya simpan *Orange* P2R per unit (h_3) = Rp 2,2469 /gram /bulan

- e. Biaya kekurangan persediaan (π) = 5% dari harga bahan baku pewarna antara lain sebagai berikut :

Biaya kekurangan persediaan *Black* PGR (π_1) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Turqis* PGR (π_2) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Orange* P2R (π_3) = Rp 4,46,-

- f. *Lead time* (I) = 3 hari = 3/365 hari = 0,00829

- g. Kebutuhan saat *lead time* masing-masing pewarna sebagai berikut :

Black PGR = 22.441,9333 gram

Turqis PGR = 14.675,54875 gram

$$\text{Orange P2R} = 19.861,11083 \text{ gram}$$

- *Black PGR*

$$T1 = 30 \text{ hari} = 30/365 \text{ hari} = 0,0829$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4170(0,0829)} = 0,9618$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 2693032 (0,00829 + 0,0829) = 245577,59$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 22441,9333 (0,00829 + 0,0829) = 2046,48$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9618)$$

$$\frac{R - 245577,59}{\sqrt{2046,48}} = 1,78$$

$$R = 245658,11 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,78) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,78^2/2} = 0,0327$$

$$\bar{S}(245658,11; 0,0829) =$$

$$\begin{aligned} &\sqrt{2046,48} \phi(1,78) - [(245658,11 - 245577,59)(1 - \Phi(1,78))] \\ &= (45,24)(0,0327) - [(80,52)(1 - 0,9618)] = -1,60 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(245658,11; 0,0829) &= \frac{72500}{0,0829} + 3,4170 \left[245658,11 - \right. \\ &(2693032)(0,00829) - \frac{1}{2}(2693032)(0,0829) + (-1,60) + \left. \frac{7,13(-1,60)}{0,0829} \right] \\ &= \text{Rp } 1.255.774,- \end{aligned}$$

$$T2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4170(0,164)} = 0,9271$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 2693032 (0,00829 + 0,164) = 463982,5$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 22441,9333 (0,00829 + 0,164) = 3866,52$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9271)$$

$$\frac{R - 463982,5}{\sqrt{3866,52}} = 1,46$$

$$R = 464073,27 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,46) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,46^2/2} = 0,055$$

$$\bar{S}(464073,27 ; 0,164) =$$

$$\begin{aligned} &\sqrt{3866,52} \phi(1,46) - [(464073,27 - 463982,5)(1 - \Phi(1,46))] \\ &= (62,18)(0,055) - [(90,78)(1 - 0,9271)] = -3,2 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(464073,27 ; 0,164) &= \frac{72500}{0,164} + 3,4170 \left[464073,27 - \right. \\ &(2693032)(0,00829) - \frac{1}{2}(2693032)(0,164) + (-3,2) + \left. \frac{7,13(-3,2)}{0,164} \right] \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 1.196.469,-$$

$$T3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4170(0,246)} = 0,8945$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = 2693032 (0,00829 + 0,246) = 684811,1

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = 22441,9333 (0,00829 + 0,246) = 5706,759

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,8945)$

$$\frac{R - 684811,1}{\sqrt{5706,759}} = 1,26$$

R = 684906,29 gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,26) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,26^2/2} = 0,072$$

$$\bar{S}(684906,29 ; 0,246) =$$

$$\sqrt{5706,759} \phi(1,26) - [(684906,29 - 684811,1)(1 - \Phi(1,26))]$$

$$= (75,54)(0,072) - [(95,18)(1 - 0,8945)] = -4,60$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$TC(684906,29 ; 0,246) = \frac{72500}{0,246} + 3,4170 \left[684906,29 - (2693032)(0,00829) - \frac{1}{2}(2693032)(0,246) + (-4,60) + \frac{7,13(-4,60)}{0,246} \right]$$

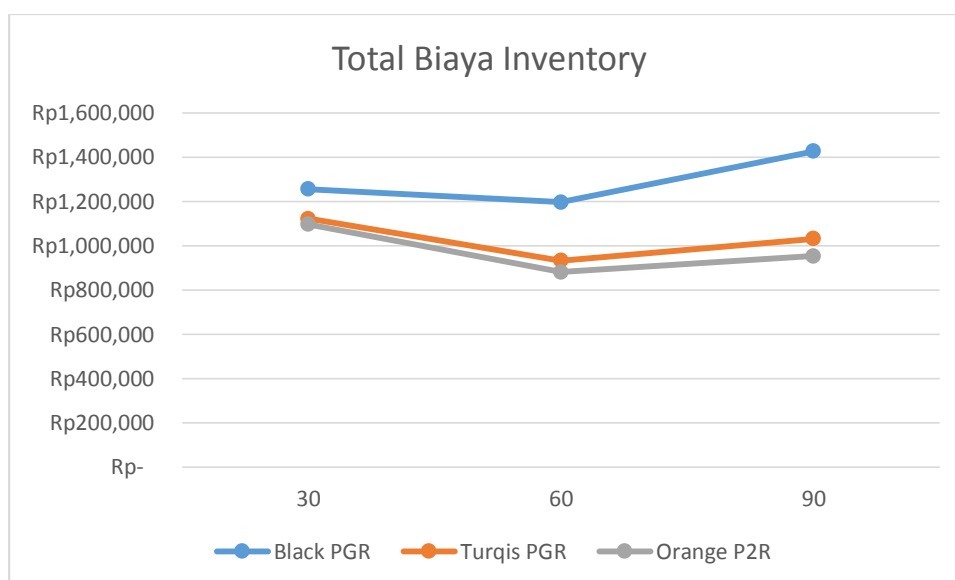
$$= \text{Rp } 1.426.429,-$$

Untuk perhitungan perwarna Turqis PGR , dan Orange P2R 2015 dapat dilihat di lampiran.

Tabel 4.19 Total Biaya Inventory Januari 2015-Desember 2015 Dengan Sistem P

No	Pewarna	T (hari)	R (gram)	Total Biaya Inventory
1		30	245.658,11	Rp 1.255.774

No	Pewarna	T (hari)	R (gram)	Total Biaya Inventory
2	<i>Black</i> PGR	60	464.073,27	Rp 1.196.469
		90	684.906,29	Rp 1.426.427
	<i>Turqis</i> PGR	30	160.656,71	Rp 1.122.687
		60	303.487,45	Rp 933.137
		90	447.898,41	Rp 1.031.404
3	<i>Orange</i> P2R	30	217.410,64	Rp 1.096.495
		60	410.708,73	Rp 881.186
		90	606.145,24	Rp 953.405



Gambar 4.1 Grafik Total Biaya *Inventory* Pada Januari 2015-Desember 2015 Dengan Sistem P

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa biaya *inventory* dengan nilai terkecil didapatkan dengan $T = 60$ hari dengan biaya masing-masing bahan baku pewarna *Black* PGR dengan biaya Rp 1.196.469,- sedangkan *Turqis* PGR Rp 933.137,- dan *Orange* P2R dengan biaya Rp 881.186,-, sehingga biaya pembelian ditambah dengan biaya persediaan selama bulan Januari 2015 hingga Desember 2015.

TC *Black* PGR tahun 2015 = Rp 383.945.572,- + Rp 1.196.469,- = Rp 385.142.041,-

TC *Turqis* PGR tahun 2015 = Rp 251.075.158,- + Rp 933.137,- = Rp 252.008.295,-

TC *Orange* P2R tahun 2015 = Rp 212.354.997,- + Rp 881.186,- = Rp 213.236.183,-

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P adalah:

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana : TC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TC_P = Total biaya persediaan menurut perhitungan sistem P

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Black} \text{ PGR } 2015 &= \frac{\text{Rp } 386.080.229 - \text{Rp } 385.142.041}{\text{Rp } 386.080.229} \times 100\% \\ &= 0,243\% = \text{Rp } 938.118,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Turqis} \text{ PGR } 2015 &= \frac{\text{Rp } 252.811.000 - \text{Rp } 252.008.295}{\text{Rp } 252.811.000} \times 100\% \\ &= 0,318\% = \text{Rp } 802.705,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Orange} \text{ P2R } 2015 &= \frac{\text{Rp } 214.418.416 - \text{Rp } 213.236.183}{\text{Rp } 214.418.416} \times 100\% \\ &= 0,551\% = \text{Rp } 1.182.233,- \end{aligned}$$

2. Perhitungan total biaya persediaan pada bulan Januari 2016 hingga bulan Desember 2016.

Parameter yang digunakan pada perhitungan antara lain :

- a. Kebutuhan bahan baku (D) pewarna reaktif selama tahun 2016 antara lain sebagai berikut :

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Black* PGR (D_1) = 2.525.736 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Turqis* PGR (D_2) = 2.088.154 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Orange* P2R (D_3) = 1.536.509 gram

- b. Harga bahan baku (P) pewarna reaktif selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Harga bahan baku *Black* PGR (P_1) = Rp 142.57,-/gram

Harga bahan baku *Turqis* PGR (P_2) = Rp 142.57,-/gram

Harga bahan baku *Orange* P2R (P_3) = Rp 89.10,-/gram

- c. Biaya pemesanan (A) = Rp 72.500,-

- d. Biaya penyimpanan (h) pewarna reaktif selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Biaya simpan *Black* PGR per unit (h_1) = Rp 3,4348 /gram /bulan

Biaya simpan *Turqis* PGR per unit (h_2) = Rp 3,4338 /gram /bulan

Biaya simpan *Orange* P2R per unit (h_3) = Rp 2,2757 /gram /bulan

e. Biaya kekurangan persediaan (π) = 5% dari harga bahan baku pewarna antara lain sebagai berikut :

Biaya kekurangan persediaan *Black* PGR (π_1) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Turqis* PGR (π_2) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Orange* P2R (π_3) = Rp 4,46,-

f. *Lead time* (I) = 3 hari = 3/365 hari = 0,00829

g. Kebutuhan saat *lead time* masing-masing pewarna sebagai berikut :

Black PGR = 21.047,8 gram

Turqis PGR = 17.401,28333 gram

Orange P2R = 12.804,24167 gram

- *Black* PGR

T1 = 30 hari = 30/365 hari = 0,0829

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4348(0,0829)} = 0,9616$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = 2525736 (0,00829 + 0,0829) = 230321,9

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = 21047,8 (0,00829 + 0,0829) = 1919,349

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9616)$

$$\frac{R - 230321,9}{\sqrt{1919,349}} = 1,77$$

R = 230399,41 gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,77) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,77^2/2} = 0,0332$$

$$\bar{S}(230399,41; 0,0829) =$$

$$\sqrt{1919,349} \phi(1,77) - [(230399,41 - 230321,9)(1 - \Phi(1,77))]$$

$$= (43,81)(0,0332) - [(77,54)(1 - 0.9616)] = -1,52$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$TC(230399,41; 0,0829) = \frac{72500}{0,0829} + 3,4348 \left[230399,41 - (2525736)(0,00829) - \frac{1}{2}(2525736)(0,0829) + (-1,52) + \frac{7,13(-1,52)}{0,0829} \right]$$

$$= \text{Rp } 1.233.954,-$$

$$T2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4348(0,164)} = 0,9268$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 2525736 (0,00829 + 0,164) = 435159,1$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 21047,8 (0,00829 + 0,164) = 3626,325$$

$$\text{Jadi, } \frac{R - \mu}{\sigma} = z(0,9268)$$

$$\frac{R - 435159,1}{\sqrt{3626,325}} = 1,46$$

$$R = 435246,98 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\bar{S}(R, T) = \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx$$

$$= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi} \right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,46) = \left(\frac{1}{2(3,14)} \right) e^{-1,46^2/2} = 0,055$$

$$\bar{S}(435246,98 ; 0,164) =$$

$$\sqrt{3626,325} \phi(1,46) - [(435246,98 - 435159,1)(1 - \Phi(1,46))]$$

$$= (60,22)(0,055) - [(87,92)(1 - 0.9268)] = -3,13$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned} \text{TC}(R,T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R,T) + \frac{\pi \bar{S}(R,T)}{T} \right] \\ \text{TC}(435246,98 ; 0,164) &= \frac{72500}{0,164} + 3,4348 \left[435246,98 - \right. \\ & \left. (2525736)(0,00829) - \frac{1}{2}(2525736)(0,164) + (-3,13) + \frac{7,13(-3,13)}{0,164} \right] \\ &= \text{Rp } 1.153.280,- \end{aligned}$$

$$T3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$$

$$\int_0^R g(x, 1+T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4348(0,246)} = 0,8940$$

$$\begin{aligned} \text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) &= 2525736 (0,00829 + 0,246) = \\ & 642269,4 \end{aligned}$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 21047,8 (0,00829 + 0,246) = 5352,245$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,8940)$$

$$\frac{R - 642269,4}{\sqrt{5352,245}} = 1,25$$

$$R = 642360,86 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R,T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1+T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi} \right) e^{-r^2/2}$$

$$\phi(1,25) = \left(\frac{1}{2(3,14)} \right) e^{-1,25^2/2} = 0,073$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(642360,86 ; 0,246) &= \\ & \sqrt{5352,245} \phi(1,25) - [(642360,86 - 642269,4)(1 - \Phi(1,25))] \\ &= (73,16)(0,073) - [(91,45)(1 - 0,8940)] = -4,35 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\text{TC}(R,T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R,T) + \frac{\pi \bar{S}(R,T)}{T} \right]$$

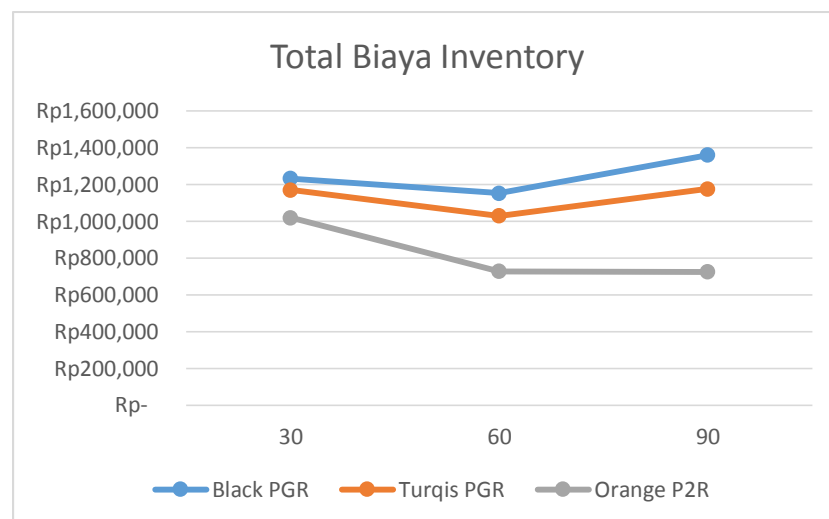
$$TC(642360,86; 0,246) = \frac{72500}{0,246} + 3,4348 \left[642360,86 - (2525736)(0,00829) - \frac{1}{2}(2525736)(0,246) + (-4,35) + \frac{7,13(-4,35)}{0,246} \right]$$

$$= \text{Rp } 1.361.656,-$$

Untuk perhitungan Turqis PGR dan Orange P2R 2016 dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.20 Total Biaya Inventory Januari 2016-Desember 2016 Dengan Sistem P

No	Pewarna	T (hari)	R (gram)	Total Biaya Inventory
1	<i>Black</i> PGR	30	230.399,41	Rp 1.233.954
		60	435.246,98	Rp 1.153.280
		90	642.360,86	Rp 1.361.656
2	<i>Turqis</i> PGR	30	190.489,27	Rp 1.171.585
		60	359.847,99	Rp 1.029.879
		90	531.079,83	Rp 1.176.541
3	<i>Orange</i> P2R	30	140.174,05	Rp 1.019.461
		60	264.792,30	Rp 728.789
		90	390.788,49	Rp 724.811



Gambar 4.2 Grafik Total Biaya *Inventory* Pada Januari 2016-Desember 2016 Dengan Sistem P

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa biaya *inventory* dengan nilai terkecil didapatkan dengan $T = 60$ hari untuk *Black* PGR dan *Turqis* PGR, sedangkan untuk *Orange* P2R $T = 90$ hari dengan biaya masing-

masing bahan baku pewarna *Black* PGR dengan biaya Rp 1.153.280,- sedangkan *Turqis* PGR Rp 1.029.879,- dan *Orange* P2R dengan biaya Rp 724.811,-, sehingga biaya pembelian ditambah dengan biaya persediaan selama bulan Januari 2016 hingga Desember 2016.

TC *Black* PGR tahun 2016 = Rp 360.094.182,- + Rp 1.153.280,- = Rp 361.247.462,-

TC *Turqis* PGR tahun 2016 = Rp 297.708.116,- + Rp 1.029.879,- = Rp 298.737.995,-

TC *Orange* P2R tahun 2016 = Rp 136.902.952,- + Rp 728.789,- = Rp 137.631.741,-

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P adalah:

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana : TC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TC_P = Total biaya persediaan menurut perhitungan sistem P

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Black} \text{ PGR } 2016 &= \frac{\text{Rp } 362.674.367 - \text{Rp } 361.247.462}{\text{Rp } 362.674.367} \times 100\% \\ &= 0,393\% = \text{Rp } 1.426.905,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Turqis} \text{ PGR } 2016 &= \frac{\text{Rp } 300.217.507 - \text{Rp } 298.737.995}{\text{Rp } 300.217.507} \times 100\% \\ &= 0,493\% = \text{Rp } 1.479.512,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Orange} \text{ P2R } 2016 &= \frac{\text{Rp } 138.791.635 - \text{Rp } 137.631.741}{\text{Rp } 138.791.635} \times 100\% \\ &= 0,836\% = \text{Rp } 1.159.894,- \end{aligned}$$

4.2.3 Jumlah Pemakaian Bahan Baku Yang Diharapkan (*Expected Demand*)

Jumlah pemakaian yang diharapkan didapatkan dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut :

- *Black* PGR 2015

1. Menentukan Kelas Interval

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log 12$$

$$K = 1 + 3,56$$

$$K = 4,56$$

$$K \approx 5$$

2. Menentukan Jarak Kelas Interval

$$I = \frac{(X1 - X2)}{K}$$

$$I \text{ Black PGR 2015} = \frac{(697000 - 31505)}{5}$$

$$I \text{ Black PGR 2015} = 133099$$

3. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Tabel 4.21 Distribusi Frekuensi Pemakaian Bahan Baku

Distribusi (Gram)	Titik Tengah	Frekuensi	Probabilitas
31505-164604	98054.5	7	0.58
164604.1-297703.1	231153.6	2	0.17
297703.2-430802.2	364252.7	0	0.00
430802.2-563901.3	497351.8	1	0.08
563901.4-697000.4	630450.9	2	0.17
jumlah		12	1

4. Jumlah Pemakain Yang Diharapkan

= Titik tengah interval kelas distribusi frekuensi x Probabilitas

$$= (98054.5 \times 0.58) + (231153.6 \times 0.17) + (364252.7 \times 0) + (497351.8 \times 0.08) + (630450.9 \times 0.17)$$

$$= (57198.46) + (38525.6) + (0) + (41445.98) + (105075.15)$$

$$= 242245.19 \text{ gram/bulan}$$

$$= 242245.19 \times 12$$

$$= 2906942.28 \text{ gram/tahun}$$

Untuk perhitungan Turqis PGR dan Orange P2R dapat dilihat pada lampiran.

4.2.4 Menentukan Distribusi Probabilitas Lead Time Bahan Baku

Dari penelitian yang telah dilakukan pada CV RANOTEX, didapatkan data bahwa, jarak antara pemesanan dan kedatangan bahan baku ialah 3 hari. Jadi probabilitas *lead time* pada perusahaan tersebut 1.

4.2.5 Menyusun Distribusi Pemakaian Selama *Lead Time*

Distribusi pemakaian selama lead time untuk setiap pewarna yang diteliti dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini :

- *Black* PGR 2015

- a. Perhitungan distribusi probabilitas

Tabel 4.22 Distribusi Probabilitas

Demand Selama Lead Time	Probabilitas
98054.5	0.58
231153.6	0.17
364252.7	0.00
497351.8	0.08
630450.9	0.17

- b. Distribusi probabilitas selama lead time

Tabel 4.23 Distribusi pemakaian selama lead time

Demand Selama Lead Time	Probabilitas	Probabilitas kehabisan persediaan untuk setiap R
D_{Li}	$P(D_{Li})$	P_s
98054.5	0.58	$1 - 0.58 = 0.42$
231153.6	0.17	$0.42 - 0.17 = 0.25$
364252.7	0.00	$0.25 - 0 = 0.25$
497351.8	0.08	$0.25 - 0.08 = 0.17$
630450.9	0.17	$0.17 - 0.17 = 0.00$

- c. Menentukan *expected number of stock out* (E_s) untuk setiap kemungkinan *reorder point*

Tabel 4.24 Perhitungan E_s untuk $R = 98054.5$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
98054.5	532396.4	0.17	88732.73
	399297.3	0.08	33274.78
	266198.2	0.00	0.00
	133099.1	0.17	22183.18
	Total		144190.69

Tabel 4.25 Perhitungan E_s untuk $R = 133099.1$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
---	----------------	-------------	--------------------------------

231153.6	399297.3	0.17	66549.55
	266198.2	0.08	22183.18
	133099.1	0.00	0.00
	Total		88732.73

Tabel 4.26 Perhitungan E_s untuk $R = 364252.7$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
364252.7	266198.2	0.17	44366.37
	133099.1	0.08	11091.59
	Total		55457.96

Tabel 4.27 Perhitungan E_s untuk $R = 497351.8$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
497351.8	133099.1	0.17	22183.18
	Total		22183.18

Tabel 4.28 Perhitungan E_s untuk $R = 630450.9$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
630450.9	0.0	0.17	0.00
	Total		0.00

Untuk perhitungan Turqis PGR dan Orange P2R dapat dilihat pada lampiran.

4.2.6 Menentukan Jumlah Pemesanan Dengan *Reorder point* Yang Optimal

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengumpulan data yang dilakukan, perhitungan pengendalian persediaan bahan baku pewarna reaktif pada CV RANOTEX menggunakan sistem Q adalah sebagai berikut :

1. Perhitungan total biaya persediaan pada bulan Januari 2015 hingga bulan Desember 2015.

Parameter yang digunakan pada perhitungan antara lain :

- a. Kebutuhan bahan baku (D) pewarna reaktif selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Black* PGR (D_1) = 2693032 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Turqis* PGR (D_2) = 1761065.85 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Orange* P2R (D_3) = 2383333.3gram

- b. Biaya pemesanan (A) = Rp 72.500,-
 c. Biaya penyimpanan (h) pewarna reaktif selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Biaya simpan *Black* PGR per unit (h_1) = Rp 3,4170 /gram /bulan

Biaya simpan *Turqis* PGR per unit (h_2) = Rp 3,4015 /gram /bulan

Biaya simpan *Orange* P2R per unit (h_3) = Rp 2,2469 /gram /bulan

- d. Biaya kekurangan persediaan (π) = 5% dari harga bahan baku pewarna antara lain sebagai berikut :

Biaya kekurangan persediaan *Black* PGR (π_1) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Turqis* PGR (π_2) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Orange* P2R (π_3) = Rp 4,46,-

- *Black* PGR 2015

1. Menentukan Q optimal dengan $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) = 0$

$$Q = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 2693032 (72500 + (7,13 \times 0))}{3,4170}}$$

$$= 338051,034$$

2. Menentukan P_s (*Probabilitas Stockout*)

$$Q = 338051,034$$

$$P_s = \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{3,4170 \times 338051,034}{7,13 \times 2693032}$$

$$= 0,06$$

3. Menentukan R agar dapat ditentukan $\sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$

Kemudahan menentukan *reorder point* sebagai berikut :

Dapat dilihat pada tabel 4.17 $P_s = 0,06$ yang berada diantara $D_{Li} = 497351,8$ dengan $D_{Li} = 630450,9$. Untuk menentukan R yang terbaik, maka ditentukan P_s untuk masing-masing kemungkinan R. Adapun tabel perbandingan kemungkinannya sebagai berikut :

Tabel 4.29 berbandingan Ps untuk kemungkinan R

R	Ps
497351.8	0.17
630450.9	0.00

Semakin besar R maka akan semakin kecil kemungkinan untuk kehabisan persediaan, sehingga dipilihlah R = 630450,9.

4. $E_s = \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$ yang didapat disubstitusi kedalam Q agar optimal.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Optimal}} &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 2693032 (72500 + (7,13 \times 0) \times (0,17))}{3,4170}} \\
 &= 338051,034
 \end{aligned}$$

5. Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$Q_{\text{Optimal}} = 312891,7$$

$$\begin{aligned}
 P_{S_{\text{Optimal}}} &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{3,4170 \times 338051,034}{7,13 \times 2693032} \\
 &= 0,06
 \end{aligned}$$

Karena $D_{Li} - R$ yang dihasilkan adalah 0, maka hasil Q yang diperoleh sama dengan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya total persediaan minimum yang diharapkan atau TIC telah tercapai.

$$TIC = \frac{D}{Q} A + \frac{Q}{2} h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Parameter ED_L dapat ditentukan langsung dari tabel 4.57 dimana $ED_L = \sum D_{Li} \cdot P(D_{Li}) = 242245,2$. setelah itu, dapat dilanjutkan ke perhitungan TIC untuk Q_{optimal} . Adapun TIC perbandingan Q dengan R = 630450.9 dapat dilihat dibawah ini :

$$\begin{aligned}
 TIC &= \frac{D}{Q} A + \frac{Q}{2} h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) \\
 TIC &= \frac{2693032}{338051,034} x 72500 + \frac{338051,034}{2} x 3,417 + 3,417 x (630450,9 - \\
 &242245,2) + \frac{2693032}{312891,7} x 7,13 x 0 \\
 TIC &= 577560,2 + 577560,2 + 1326499 + 0 = \text{Rp } 2.481.619,-
 \end{aligned}$$

6. Menentukan Persediaan Cadangan (*Safety Stock*)

Berikut adalah *Expected Demand During Lead Time* (ED_L) yang terdapat di tabel dibawah ini :

Tabel 4.30 *Expected Demand During Lead Time* (ED_L)

D_{Li}	$P(D_{Li})$	ED_L
98054.5	0.58	57198.4583
231153.6	0.17	38525.6
364252.7	0.00	0
497351.8	0.08	41445.9833
630450.9	0.17	105075.15
Jumlah		242245.2

$$\begin{aligned} \text{Cadangan persediaan} &= R - ED_L \\ &= 630450,9 - 242245,2 \\ &= 388205,7 \end{aligned}$$

Cadangan persediaan ini akan optimal jika *marginal cost = marginal saving*.

$$\begin{aligned} \text{Marginal Cost (h)} &= 3,417 \\ \text{Marginal Saving} &= \frac{D}{Q} \cdot \pi \cdot Ps \\ &= \frac{2693032}{338051,034} \times 7,13 \times 0,06 \\ &= 3,417 \end{aligned}$$

Ternyata *marginal cost = marginal saving*, sehingga cadangan persediaan sebesar 388205,7 gram adalah optimal.

Untuk perhitungan Turqis PGR dan Orange P2R 2015 dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.31 Total Biaya Persediaan Januari 2015-Desember 2015 Dengan Q optimal

No	Pewarna	Q	R	TIC
1	<i>Black</i> PGR	338051.0	630450.9	Rp 2.481.619
2	<i>Turqis</i> PGR	273991.2	428475.3	Rp 1.910.135
3	<i>Orange</i> P2R	392179.17	315300.8	Rp 1.142.796

Dari perhitungan dengan sistem Q, didapatkan masing-masing Q optimal dengan masing-masing R optimal, sehingga didapatkan total biaya persediaan yang optimal. Adapun untuk mengetahui total *cost*, maka biaya

pembelian ditambah dengan total biaya persediaan setelah menggunakan sistem Q sebagai berikut :

$$TC \text{ Black PGR tahun 2015} = \text{Rp } 383.945.572,- + \text{Rp } 2.481.619,- = \text{Rp } 386.427.191,-$$

$$TC \text{ Turqis PGR tahun 2015} = \text{Rp } 251.075.158,- + \text{Rp } 1.910.135,- = \text{Rp } 252.985.293,-$$

$$TC \text{ Orange P2R tahun 2015} = \text{Rp } 212.354.997,- + \text{Rp } 1.142.796,- = \text{Rp } 213.497.793,-$$

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P adalah:

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana : TC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TC_P = Total biaya persediaan menurut perhitunagn sistem P

$$\text{Penghematan Black PGR 2015} = \frac{\text{Rp } 386.080.229 - \text{Rp } 386.427.191}{\text{Rp } 386.080.229} \times 100\%$$

$$= -0,090\% = \text{Rp } 346.962,-$$

$$\text{Penghematan Turqis PGR 2015} = \frac{\text{Rp } 252.811.000 - \text{Rp } 252.985.293}{\text{Rp } 252.811.000} \times 100\%$$

$$= -0,069\% = \text{Rp } 174.293,-$$

$$\text{Penghematan Orange P2R 2015} = \frac{\text{Rp } 214.418.416 - \text{Rp } 213.497.793}{\text{Rp } 214.418.416} \times 100\%$$

$$= 0,429\% = \text{Rp } 920.623,-$$

2. Perhitungan total biaya persediaan pada bulan Januari 2016 hingga bulan Desember 2016.

Parameter yang digunakan pada perhitungan antara lain :

- a. Kebutuhan bahan baku (D) pewarna reaktif selama tahun 2016 antara lain sebagai berikut :

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Black* PGR (D_1) = 2525736 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Turqis* PGR (D_2) = 2088154 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Orange* P2R (D_3) = 1536509 gram

- b. Biaya pemesanan (A) = Rp 72.500,-

- c. Biaya penyimpanan (h) pewarna reaktif selama tahun 2015 antara lain sebagai berikut :

Biaya simpan *Black* PGR per unit (h_1) = Rp 3,4348 /gram /bulan

Biaya simpan *Turqis* PGR per unit (h_2) = Rp 3,4338 /gram /bulan

Biaya simpan *Orange* P2R per unit (h_3) = Rp 2,2757 /gram /bulan

- d. Biaya kekurangan persediaan (π) = 5% dari harga bahan baku pewarna antara lain sebagai berikut :

Biaya kekurangan persediaan *Black* PGR (π_1) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Turqis* PGR (π_2) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Orange* P2R (π_3) = Rp 4,46,-

- *Black* PGR 2016

1. Menentukan Q optimal dengan $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) = 0$

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 2525736 (72500 + (7,13 \times 0))}{3,4348}} \\ &= 326533,13 \end{aligned}$$

2. Menentukan P_s (*Probabilitas Stockout*)

$$Q = 326533,13$$

$$\begin{aligned} P_s &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{3,4348 \times 326533,13}{7,13 \times 2525736} \\ &= 0,06 \end{aligned}$$

3. Menentukan R agar dapat ditentukan $\sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$

Kemudahan menentukan *reorder point* sebagai berikut :

Dapat dilihat pada tabel 4.38 $P_s = 0,06$ yang berada diantara $D_{Li} = 394229.5$ dengan $D_{Li} = 489586.8$. Untuk menentukan R yang terbaik, maka ditentukan P_s untuk masing-masing kemungkinan R. Adapun tabel perbandingan kemungkinannya sebagai berikut :

Tabel 4.32 berbandingan P_s untuk kemungkinan R

R	P_s
394229.5	0.17
489586.8	0.00

Semakin besar R maka akan semakin kecil kemungkinan untuk kehabisan persediaan, sehingga dipilihlah $R = 489586.8$.

4. $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$ yang didapat disubstitusi kedalam Q agar optimal.

$$\begin{aligned} Q_{\text{Optimal}} &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 2525736 (72500 + (7,13 \times 0))}{3,4348}} \\ &= 326533,13 \end{aligned}$$

5. Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$\begin{aligned} Q_{\text{Optimal}} &= 326533,13 \\ P_{S_{\text{Optimal}}} &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{3,4348 \times 326533,13}{7,13 \times 2525736} \\ &= 0,06 \end{aligned}$$

Karena $D_{Li} - R$ yang dihasilkan adalah 0, maka hasil Q yang diperoleh sama dengan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya total persediaan minimum yang diharapkan atau TIC telah tercapai.

$$TIC = \frac{D}{Q} A + \frac{Q}{2} h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Parameter ED_L dapat ditentukan langsung dari tabel 4.57 dimana $ED_L = \sum D_{Li} \cdot P(D_{Li}) = 219407,8$. setelah itu, dapat dilanjutkan ke perhitungan TIC untuk Q_{optimal} . Adapun TIC perbandingan Q dengan $R = 489586,8$ dapat dilihat dibawah ini :

$$\begin{aligned} TIC &= \frac{D}{Q} A + \frac{Q}{2} h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) \\ TIC &= \frac{2525736}{326533,13} \times 72500 + \frac{326533,13}{2} \times 3,4348 + \\ &3,4348 \times (489586,8 - 219407,8) + \frac{2525736}{326533,13} \times 7,13 \times 0 \\ TIC &= 560788 + 560788 + 928010,9 + 0 = \text{Rp } 2.049.587,- \end{aligned}$$

6. Menentukan Persediaan Cadangan (*Safety Stock*)

Berikut adalah *Expected Demand During Lead Time* (ED_L) yang terdapat di tabel dibawah ini :

Tabel 4.33 *Expected Demand During Lead Time* (ED_L)

D_{Li}	$P(D_{Li})$	ED_L
108157.6	0.50	54078.8
203514.9	0.25	50878.725

298872.2	0.00	0
394229.5	0.08	32852.4583
489586.8	0.17	81597.8
Jumlah		219407,8

$$\begin{aligned}\text{Cadangan persediaan} &= R - ED_L \\ &= 489586.8 - 219407,8 \\ &= 270179\end{aligned}$$

Cadangan persediaan ini akan optimal jika *marginal cost = marginal saving*.

$$\begin{aligned}\text{Marginal Cost (h)} &= 3,4348 \\ \text{Marginal Saving} &= \frac{D}{Q} \cdot \pi \cdot Ps \\ &= \frac{2525736}{326533,13} \times 7,13 \times 0,06 \\ &= 3,4348\end{aligned}$$

Ternyata *marginal cost = marginal saving*, sehingga cadangan persediaan sebesar 270179 gram adalah optimal.

Untuk perhitungan Turqis PGR dan Orange P2R 2015 dapat dilihat pada lampiran.

Tabel 4.34 Total Biaya Persediaan Januari 2016-Desember 2016 Dengan Q optimal

No	Pewarna	Q	R	TIC
1	<i>Black</i> PGR	326533.13	489586.8	Rp 2.049.587
2	<i>Turqis</i> PGR	296946.2	303510	Rp 1.455.364
3	<i>Orange</i> P2R	312891.71	225662.7	Rp 928.645

Dari perhitungan dengan sistem Q, didapatkan masing-masing Q optimal dengan masing-masing R optimal, sehingga didapatkan total biaya persediaan yang optimal. Adapun untuk mengetahui total *cost*, maka biaya pembelian ditambah dengan total biaya persediaan setelah menggunakan sistem Q sebagai berikut :

$$\text{TC } \textit{Black} \text{ PGR tahun 2016} = \text{Rp } 360.094.182,- + \text{Rp } 2.049.587,- = \text{Rp } 362.143.769,-$$

$$\text{TC } \textit{Turqis} \text{ PGR tahun 2016} = \text{Rp } 297.708.116,- + \text{Rp } 1.455.364,- = \text{Rp } 299.163.480,-$$

TC *Orange* P2R tahun 2016 = Rp 136.902.952,- + Rp 928.645,- = Rp 137.783.597,-

Dari perhitungan diatas, maka didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P adalah:

$$\text{Penghematan} = \frac{TC_N - TC_P}{TC_N} \times 100\%$$

Dimana : TC_N = Total biaya persediaan menurut kebijakan perusahaan

TC_P = Total biaya persediaan menurut perhitungan sistem P

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Black} \text{ PGR } 2016 &= \frac{\text{Rp } 362.674.367 - \text{Rp } 362.143.769}{\text{Rp } 362.674.367} \times 100\% \\ &= 0,146\% = \text{Rp } 530.598,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Turqis} \text{ PGR } 2016 &= \frac{\text{Rp } 300.217.507 - \text{Rp } 299.163.480}{\text{Rp } 300.217.507} \times 100\% \\ &= 0,351\% = \text{Rp } 1.054.027,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Penghematan } \textit{Orange} \text{ P2R } 2016 &= \frac{\text{Rp } 138.791.635 - \text{Rp } 137.783.597}{\text{Rp } 138.791.635} \times 100\% \\ &= 0,726\% = \text{Rp } 1.008.038,- \end{aligned}$$

4.2.7 Perbandingan Optimasi Antara Sistem P Dengan Sistem Q

Dari perhitungan yang telah dilakukan, peneliti telah mendapatkan hasil optimasi biaya persediaan pewarna dari masing-masing pewarna yang diteliti. Adapun perbandingannya dapat dilihat dari tabel dibawah ini :

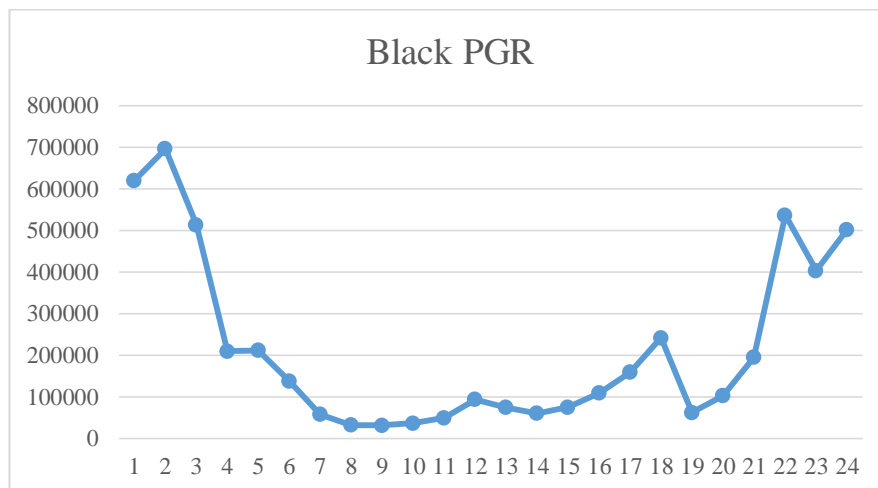
Tabel 4.35 Perbandingan hasil optimasi

Pewarna	Kebijakan Perusahaan	Model P	Model Q
<i>Black</i> PGR 2015	Rp 386.080.229	Rp 385.142.041	Rp 386.427.191
<i>Turqis</i> PGR 2015	Rp 252.811.000	Rp 252.008.295	Rp 252.985.293
<i>Orange</i> P2R 2015	Rp 214.418.416	Rp 213.236.183	Rp 213.497.793
<i>Black</i> PGR 2016	Rp 362.674.367	Rp 361.247.462	Rp 362.143.769
<i>Turqis</i> PGR 2016	Rp 300.217.507	Rp 298.737.995	Rp 299.163.480
<i>Orange</i> P2R 2016	Rp 138.791.635	Rp 137.631.741	Rp 137.783.597

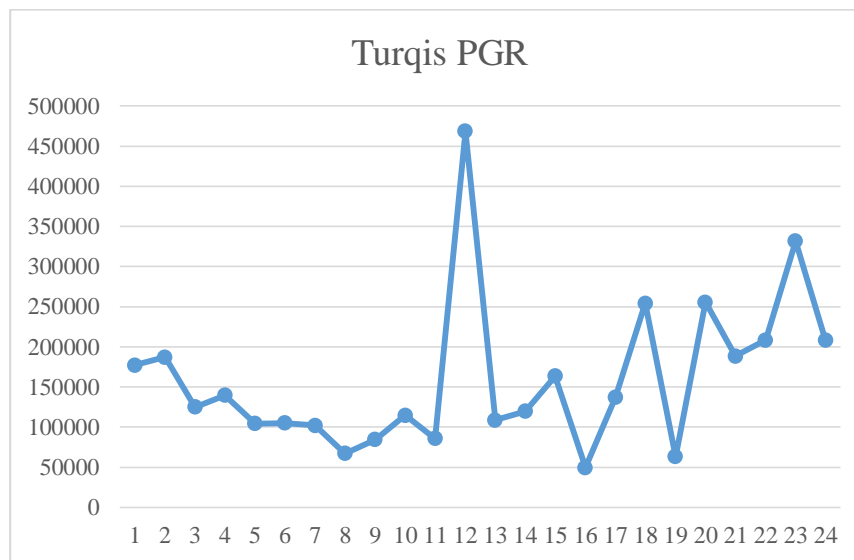
Dapat dilihat dari tabel diatas, bahwa minimasi paling optimal dihasilkan dari perhitungan menggunakan model P.

4.2.8 Plotting Data Penggunaan Bahan Baku Pewarna

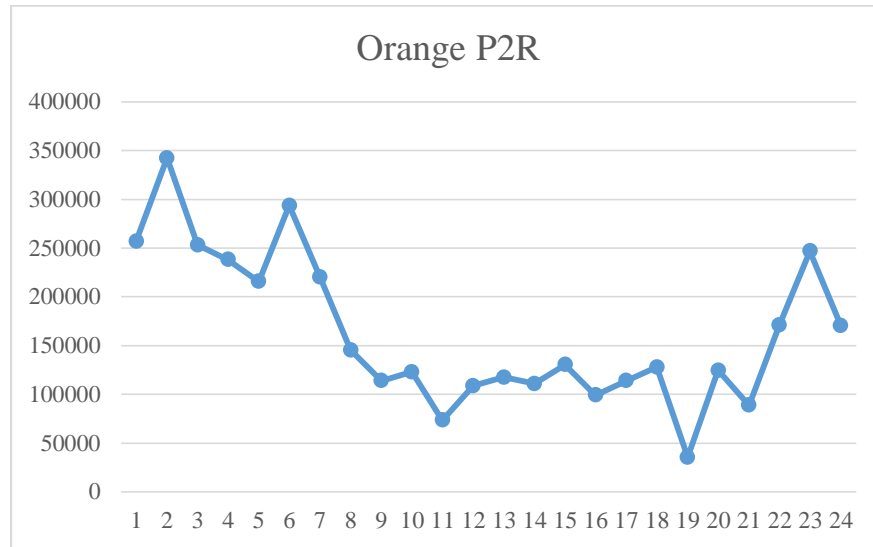
Data historis penjualan yang sudah didapatkan perlu *diplotting* untuk mengetahui pola datanya, sehingga dapat ditentukan metode peramalan yang bisa digunakan. Berikut adalah *plotting* data permintaan dari masing-masing pewarna reaktif yang diteliti :



Gambar 4.3 Pola Data Penggunaan Bahan Baku Pewarna Reaktif *Black* PGR



Gambar 4.4 Pola Data Penggunaan Bahan Baku Pewarna Reaktif *Turqis* PGR



Gambar 4.5 Pola Data Penggunaan Bahan Baku Pewarna Reaktif *Orange P2R*

4.2.9 Peramalan

Data historis yang sudah dimiliki sebelumnya digunakan sebagai dasar untuk melakukan peramalan untuk periode kedepan. Berikut peramalan dari masing-masing bahan baku pewarna reaktif menggunakan *software* minitab dan WinQSB:

Tabel 4.36 Peramalan Perwarna Reaktif *Black PGR*

No	Bulan	BLACK PGR (gram)	<i>Double Exponentia l Smoothing</i>	<i>Double Exponentia l Smoothing with Trend</i>	<i>Holt Winters' Additive Algorithm</i>	<i>Holt Winters' Multiplicative Algorithm</i>
1	Januari-15	620.156	971.711		711.097	
2	Februari-15	697.000	791.708	620.156	572.500	
3	Maret-15	514.027	563.434	690.853	347.983	
4	April-15	209.870	447.060	544.433	439.761	
5	Mei-15	212.060	161.598	215.479	65.880	620.156
6	Juni-15	138.034	72.719	120.384	135.738	146.604
7	Juli-15	57.850	6.503	43.949	-3.340	-102.420
8	Agustus-15	32.298	-58.524	-32.200	-4.566	-47.705
9	September-15	31.505	-79.832	-58.859	-3.492	9.263
10	Oktober-15	36.500	-65.622	-48.073	11.714	50.044
11	November-15	49.632	-37.009	-23.494	14.434	38.614
12	Desember-15	94.100	-1.146	8.450	53.325	59.279
13	Januari-16	74.635	59.302	67.389	154.469	167.090
14	Februari-16	60.479	70.994	72.320	92.325	122.716
15	Maret-16	75.360	63.828	61.224	23.593	301.53
16	April-16	109.170	73.259	71.522	77.643	54.786
17	Mei-16	159.449	105.663	106.442	166.568	170.564
18	Juni-16	242.245	160.389	163.458	252.939	229.335
19	Juli-16	62.447	249.650	255.408	191.814	193.675
20	Agustus-16	103.008	127.098	114.022	12.327	67.696

No	Bulan	BLACK PGR (gram)	<i>Double Exponential Smoothing</i>	<i>Double Exponential Smoothing with Trend</i>	<i>Holt Winters' Additive Algorithm</i>	<i>Holt Winters' Multiplicative Algorithm</i>
21	September-16	195.470	105.502	991.96	131.042	97.404
22	Oktober-16	537.265	175.813	180.745	318.904	210.310
23	November-16	403.610	494.279	522.091	491.700	423.520
24	Desember-16	502.598	501.498	501.876	441.642	526.200

Tabel 4.37 Peramalan Perwarna Reaktif *Turqis* PGR

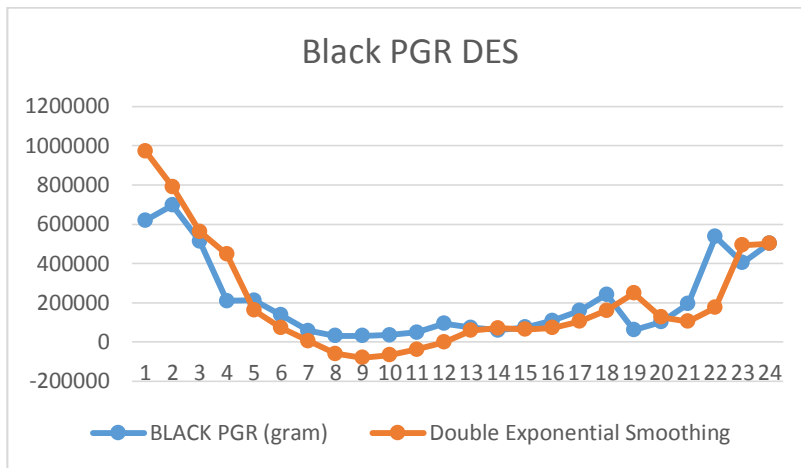
No	Bulan	TURQIS PGR (gram)	<i>Double Exponential Smoothing</i>	<i>Double Exponential Smoothing with Trend</i>	<i>Holt Winters' Additive Algorithm</i>	<i>Holt Winters' Multiplicative Algorithm</i>
1	Januari-15	177.051	126.646		138.930	
2	Februari-15	187.018	118.948	177.051	172.019	
3	Maret-15	125.010	118.786	179.842	195.579	177.051
4	April-15	139.542	117.308	164.684	107.039	177.464
5	Mei-15	104.463	117.903	156.765	124.636	158.447
6	Juni-15	105.000	114.836	140.748	121.080	151.529
7	Juli-15	102.004	111.842	128.342	71.522	126.743
8	Agustus-15	67.142	108.587	117.869	72.270	116.803
9	September-15	84.625	101.302	100.051	64.178	88.963
10	Oktober-15	114.790	95.868	91.124	37.865	75.806
11	November-15	85.798	94.235	92.839	36.124	61.461
12	Desember-15	468.623	89.843	86.421	35.500	54.215
13	Januari-16	108.740	131.383	188.853	70.096	106.699
14	Februari-16	119.601	135.141	169.327	73.526	125.985
15	Maret-16	163.525	139.144	156.740	155.150	130.568
16	April-16	49.733	147.492	159.001	82.141	156.605
17	Mei-16	137.132	141.929	128.901	80.373	144.739
18	Juni-16	254.133	144.849	129.558	157.822	159.529
19	Juli-16	63.080	161.240	162.953	82.760	173.717
20	Agustus-16	255.590	155.808	135.944	101.197	176.747
21	September-16	188.492	171.362	168.443	219.138	186.080
22	Oktober-16	208.413	179.716	175.400	95.708	208.134
23	November-16	331.707	189.904	186.380	179.048	207.783
24	Desember-16	208.008	214.337	229.455	299.606	253.547

Tabel 4.38 Peramalan Perwarna Reaktif *Orange* P2R

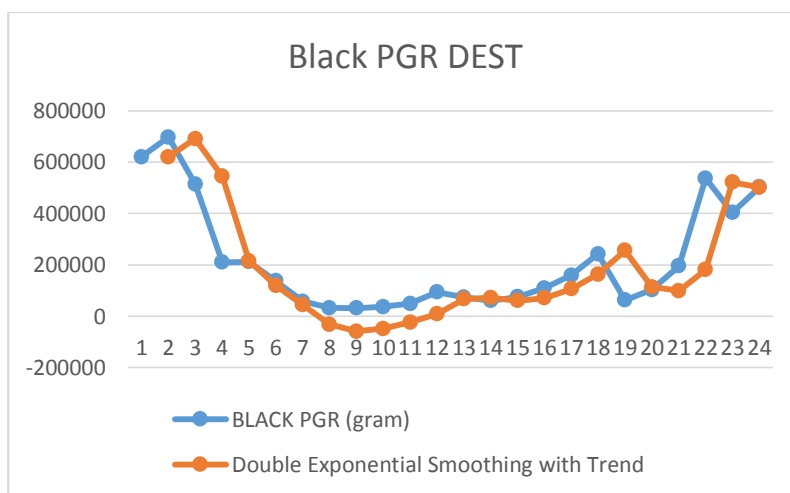
N o	Bulan	ORANGE P 2 R (gram)	<i>Double Exponential Smoothing</i>	<i>Double Exponential Smoothing with Trend</i>	<i>Holt Winters' Additive Algorithm</i>	<i>Holt Winters' Multiplicative Algorithm</i>
1	Januari-15	256.866	357.281		268.849	
2	Februari-15	342.169	303.337	256.866	323.282	
3	Maret-15	252.980	283.876	309.754	261.375	
4	April-15	237.976	255.181	282.752	225.759	256.866
5	Mei-15	215.556	230.628	257.732	215.381	334.620
6	Juni-15	293.471	205.409	230.022	270.189	220.990
7	Juli-15	219.954	234.437	263.746	216.486	233.486
8	Agustus-15	145.300	217.264	237.078	196.462	232.648
9	September-15	113.815	167.434	176.450	154.068	255.887
10	Oktober-15	122.986	119.919	125.071	158.489	162.670
11	November-15	73.483	97.420	105.214	89.950	112.236
12	Desember-15	108.777	60.625	66.776	49.672	94.559
13	Januari-16	117.561	60.328	71.002	57.080	115.220
14	Februari-16	110.981	70.046	82.091	100.985	77.266
15	Maret-16	130.352	76.999	86.699	75.163	123.767
16	April-16	99.096	95.009	103.237	104.211	135.073
17	Mei-16	113.836	91.992	94.337	92.960	103.743
18	Juni-16	127.903	99.022	99.696	118.494	123.437
19	Juli-16	35.306	112.175	112.328	107.993	103.095
20	Agustus-16	124.498	71.126	62.429	63.492	92.372
21	September-16	88.626	92.460	91.364	88.948	113.385
22	Oktober-16	171.107	88.469	86.084	99.371	364.436
23	November-16	246.813	130.893	134.952	91.306	245.348
24	Desember-16	170.430	200.087	208.631	258.114	187.234

4.2.10 Kontrol dan Akurasi Peramalan

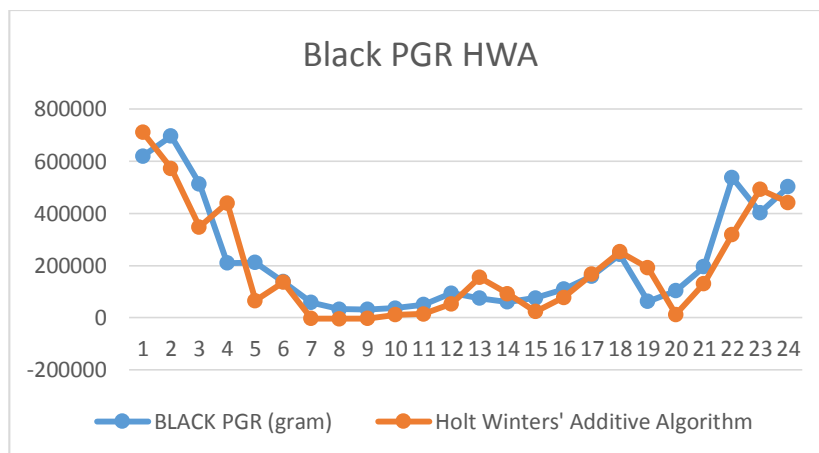
Setelah dilakukannya peramalan data dengan menggunakan berbagai metode diatas, maka dilakukan kontrol dan akurasi peramalan untuk memilih metode peramalan terbaik yang memiliki tingkat eror terkecil. Pertama-tama dilakukan perbandingan data antara peramalan dengan data riil untuk melihat seberapa besar eror dari peramalan. Perbandingan dari masing-masing metode pada masing-masing pewarna dapat dilihat pada gambar-gambar berikut :



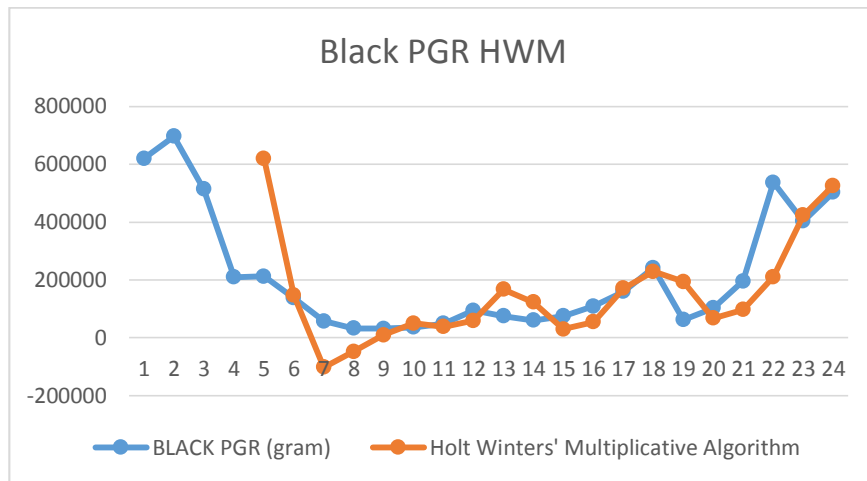
Gambar 4.6 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Black PGR* Dengan Metode *Double Exponential Smoothing*



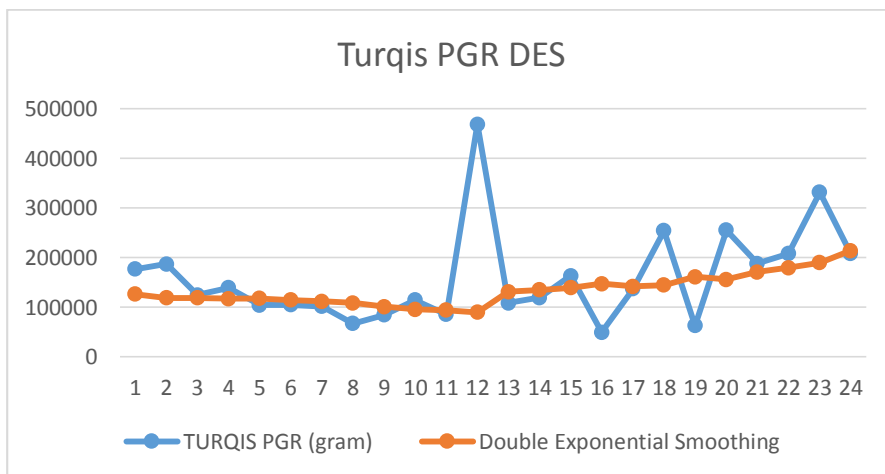
Gambar 4.7 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Black PGR* Dengan Metode *Double Exponential smoothing with Trend*



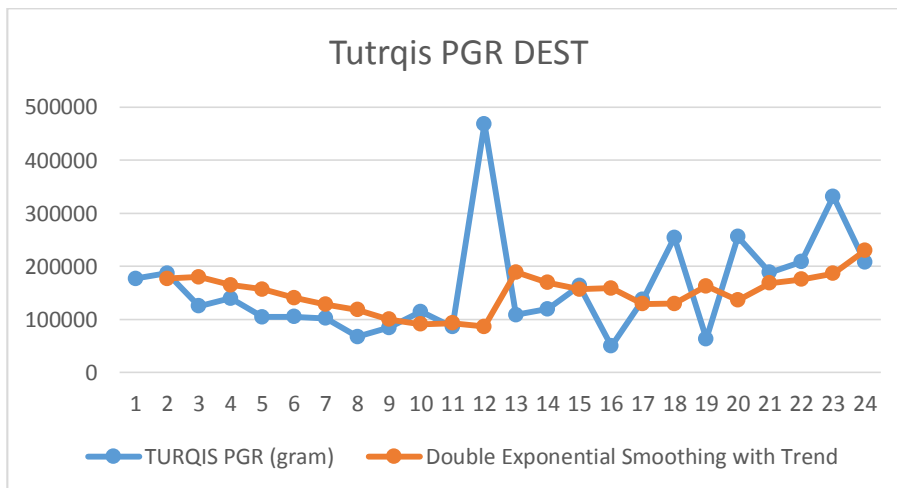
Gambar 4.8 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Black PGR* Dengan Metode *Holt Winters Additive Algorithm*



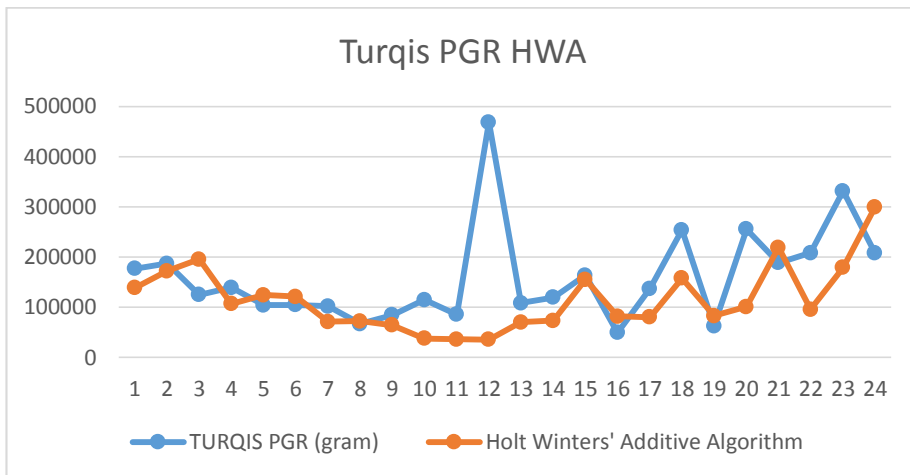
Gambar 4.9 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Black* PGR Dengan Metode *Holt Winters Multiplicative Algorithm*



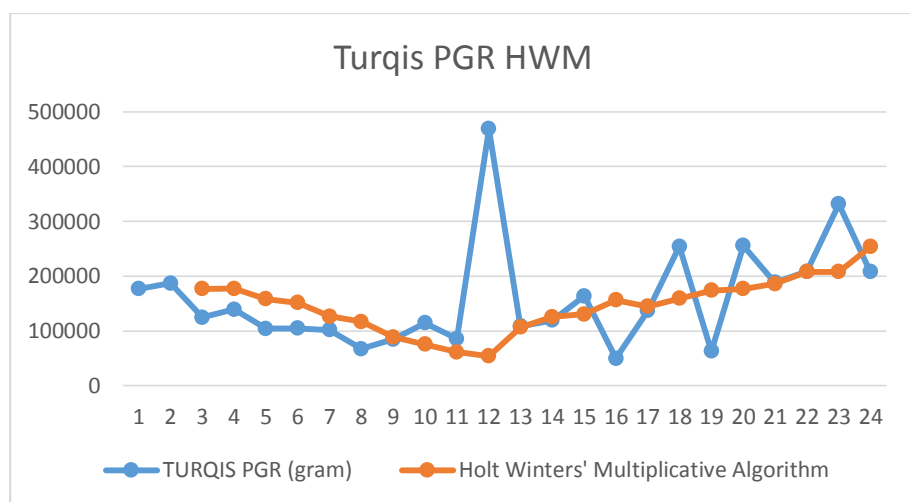
Gambar 4.10 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Turqis* PGR Dengan Metode *Double Exponential Smoothing*



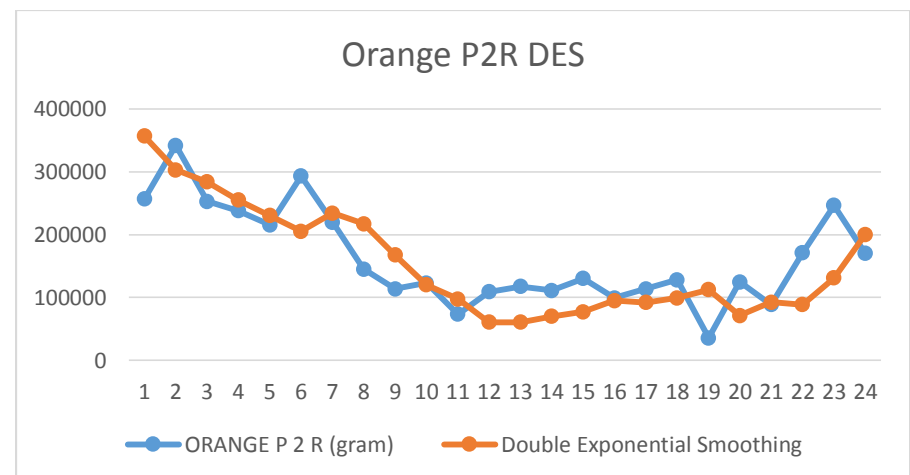
Gambar 4.11 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Turqis* PGR Dengan Metode *Double Exponential smoothing with Trend*



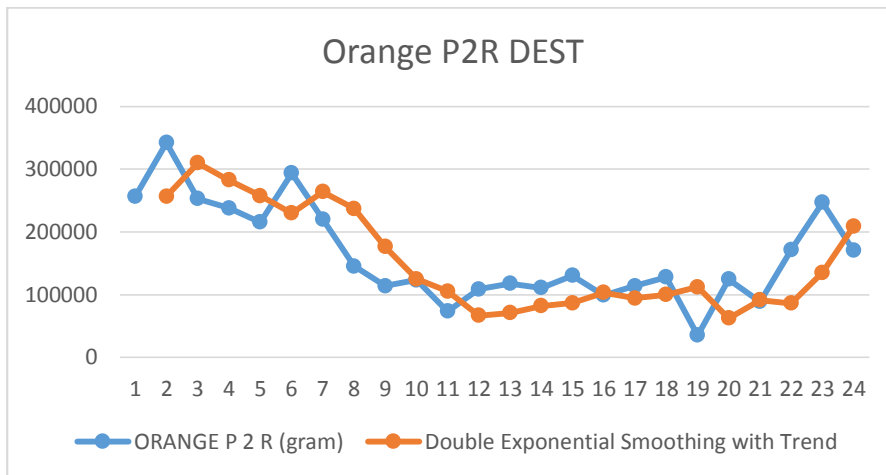
Gambar 4.12 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Turqis* PGR Dengan Metode *Holt Winters Additive Algorithm*



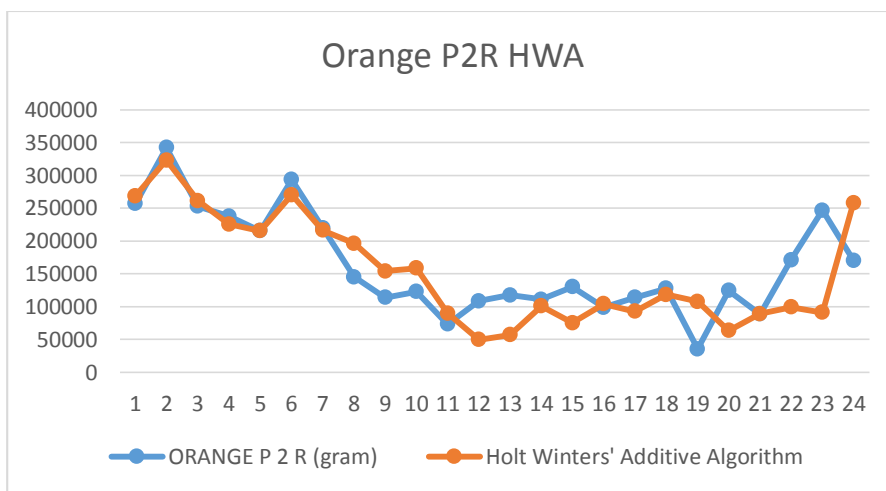
Gambar 4.13 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Turqis* PGR Dengan Metode *Holt Winters Multiplicative Algorithm*



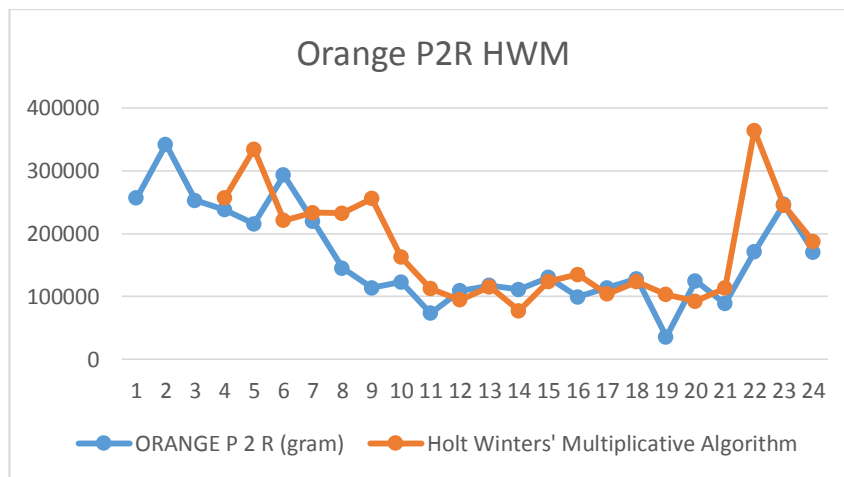
Gambar 4.14 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Orange* P2R Dengan Metode *Double Exponential Smoothing*



Gambar 4.15 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Orange P2R* Dengan Metode *Double Exponential smoothing with Trend*



Gambar 4.16 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Orange P2R* Dengan Metode *Holt Winters Additive Algorithm*



Gambar 4.17 Perbandingan Antara Pemakaian Bahan Baku *Orange P2R* Dengan Metode *Holt Winters Multiplicative Algorithm*

Setelah mengetahui eror dari masing-masing metode peramalan pada masing-masing pewarna, maka dilakukan perhitungan parameter akurasi penelitian untuk memilih metode peramalan terbaik. Penelitian kali ini memperhatikan akurasi pengamatan dengan tiga parameter, yaitu MAPE, MAD, dan MSD.

Tabel 4.39 Perbandingan Parameter

Jenis Pewarna	Parameter	Double Exponential Smoothing	Double Exponential Smoothing with Trend	Holt Winters' Additive Algorithm	Holt Winters' Multiplicative Algorithm
Black PGR	MAPE	89.8228	78.82	59	80.21
	MAD	97898.7	86958.8	77430	82597.26
	MSD	18429700000	16538230000	9787561006	17718260000
Turqis PGR	MAPE	36	46.14	37.4405	44.13
	MAD	54609	65280.21	68686.5	61774.7
	MSD	9071226942	10511690000	12188700000	11073770000
Orange P2R	MAPE	35	37.4	31	38
	MAD	44764	48450.5	37121	43658.85
	MSD	2959678040	3149702000	2663063799	3729789000

Dari tabel diatas dapat didapatkan bahwa peramalan terbaik pada pewarna reaktif *Black PGR* dilakukan dengan metode *Holt Winters' Additive Algorithm*, sedangkan *Turqis PGR* dilakukan dengan metode *double exponential smoothing*, dan pada *Orange P2R* dilakukan dengan *Holt Winters' Additive Algorithm*. Hal ini didapatkan dari nilai error terkecil pada masing-masing metode peramalan yang digunakan. Adapun hasil peramalan kebutuhan material terpilih dengan data yang sudah dibulatkan keatas sebagai berikut :

Tabel 4.40 Data Hasil Peramalan Terpilih

No	Bulan	<i>Black PGR</i>	<i>Turqis PGR</i>	<i>Orange P2R</i>
1	Januari-17	731.159	224.881	208.998
2	Februari-17	1.141.317	236.012	296.266
3	Maret-17	890.163	247.143	235.227
4	April-17	923.957	258.273	265.322
5	Mei-17	1.238.902	269.404	273.753
6	Juni-17	1.816.647	280.535	381.460
7	Juli-17	1.349.006	291.666	298.332
8	Agustus-17	1.345.852	302.796	332.027
9	September-17	1.746.646	313.927	338.508
10	Oktober-17	2.491.977	325.058	466.654
11	November-17	1.807.850	336.188	361.438

No	Bulan	<i>Black</i> PGR	<i>Turqis</i> PGR	<i>Orange</i> P2R
12	Desember-17	1.767.748	347.319	398.731

4.2.11 Perencanaan Kebutuhan

Pada perencanaan kebutuhan ini, peneliti akan menggunakan data dari hasil peramalan terpilih, dan akan diolah menggunakan metode terpilih yaitu model P agar optimasi yang dilakukan dapat maksimal.

Sedangkan biaya-biaya yang digunakan merupakan biaya dari tahun 2017 sebagai berikut :

- a. Kebutuhan bahan baku (D) pewarna reaktif selama tahun 2017 antara lain sebagai berikut :

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Black* PGR (D_1) = 17.251.224 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Turqis* PGR (D_2) = 3.433.202 gram

Total kebutuhan bahan baku pewarna *Orange* P2R (D_3) = 3.856.716 gram

- b. Harga bahan baku (P) pewarna reaktif selama tahun 2017 antara lain sebagai berikut :

Harga bahan baku *Black* PGR (P_1) = Rp 142.57,-/gram

Harga bahan baku *Turqis* PGR (P_2) = Rp 142.57,-/gram

Harga bahan baku *Orange* P2R (P_3) = Rp 89.10,-/gram

- c. Biaya pemesanan (A) = Rp 72.500,-

- d. Biaya penyimpanan (h) pewarna reaktif selama tahun 2017 antara lain sebagai berikut :

Biaya simpan *Black* PGR per unit (h_1) = Rp 3,4348 /gram /bulan

Biaya simpan *Turqis* PGR per unit (h_2) = Rp 3,4338 /gram /bulan

Biaya simpan *Orange* P2R per unit (h_3) = Rp 2,2757 /gram /bulan

- e. Biaya kekurangan persediaan (π) = 5% dari harga bahan baku pewarna antara lain sebagai berikut :

Biaya kekurangan persediaan *Black* PGR (π_1) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Turqis* PGR (π_2) = Rp 7,13,-

Biaya kekurangan persediaan *Orange* P2R (π_3) = Rp 4,46,-

- f. *Lead time* (I) = 3 hari = 3/365 hari = 0,00829

- g. Kebutuhan saat *lead time* masing-masing pewarna sebagai berikut :

Black PGR = 143.760,2 gram

Turqis PGR = 28.610,016gram

Orange P2R = 32.139,3gram

- *Black* PGR

T1 = 30 hari = 30/365 hari = 0,0829

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4348(0,0829)} = 0,9616$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = 17251224 (0,00829 + 0,0829) = 1573139,12

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = 143760,2 (0,00829 + 0,0829) = 13109,49

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9616)$

$$\frac{R - 1573139,12}{\sqrt{13109,49}} = 1,77$$

R = 1573341,78gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,77) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,77^2/2} = 0,0332$$

$\bar{S}(1573341,78; 0,0829) =$

$$\begin{aligned} &\sqrt{13109,49} \phi(1,77) - [(1573341,78 - 1573139,12)(1 - \Phi(1,77))] \\ &= (114,5)(0,0332) - [(202,66)(1 - 0,9616)] = -3,98 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(1573341,78; 0,0829) &= \frac{72500}{0,0829} + 3,4348 \left[1573341,78 - \right. \\ &(17251224)(0,00829) - \frac{1}{2}(17251224)(0,0829) + (-3,98) + \\ &\left. \frac{7,13(-3,98)}{0,0829} \right] \end{aligned}$$

= Rp 3.330.153,-

$T_2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4348(0,164)} = 0,9268$$

Ekspektasi Kebutuhan saat $I + T$ (μ) = $17251224 (0,00829 + 0,164) = 2972213,38$

Variasi kebutuhan saat $I + T$ (σ^2) = $143760,2(0,00829 + 0,164) = 24768,44$

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9268)$

$$\frac{R - 2972213,38}{\sqrt{24768,44}} = 1,46$$

$R = 2972443,16 \text{ gram}$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R) g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,46) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,46^2/2} = 0,055$$

$\bar{S}(2972443,16 ; 0,164) =$

$$\begin{aligned} &\sqrt{24768,44} \phi(1,46) - [(2972443,16 - 2972213,38)(1 - \Phi(1,46))] \\ &= (157,38)(0,055) - [(229,77)(1 - 0,9268)] = -8,17 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(2972443,16 ; 0,164) &= \frac{72500}{0,164} + 3,4348 \left[2972443,16 - \right. \\ &(17251224)(0,00829) - \frac{1}{2}(17251224)(0,164) + (-8,17) + \left. \frac{7,13(-8,17)}{0,164} \right] \\ &= \text{Rp } 5.300.484,- \end{aligned}$$

$T_3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4348(0,246)} = 0,8940$$

Ekspektasi Kebutuhan saat $I + T$ (μ) = $17251224 (0,00829 + 0,246) = 4386813,75$

Variasi kebutuhan saat $I + T$ (σ^2) = $143760,2(0,00829 + 0,246) = 36556,78$

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,8940)$

$$\frac{R - 4386813,75}{\sqrt{36556,78}} = 1,25$$

$R = 4387052,75$ gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,25) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,25^2/2} = 0,073$$

$$\bar{S}(4387052,75; 0,246) =$$

$$\begin{aligned} &\sqrt{36556,78} \phi(1,25) - [(4387052,75 - 4386813,75)(1 - \Phi(1,25))] \\ &= (191,2)(0,073) - [(239)(1 - 0,8940)] = -11,36 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

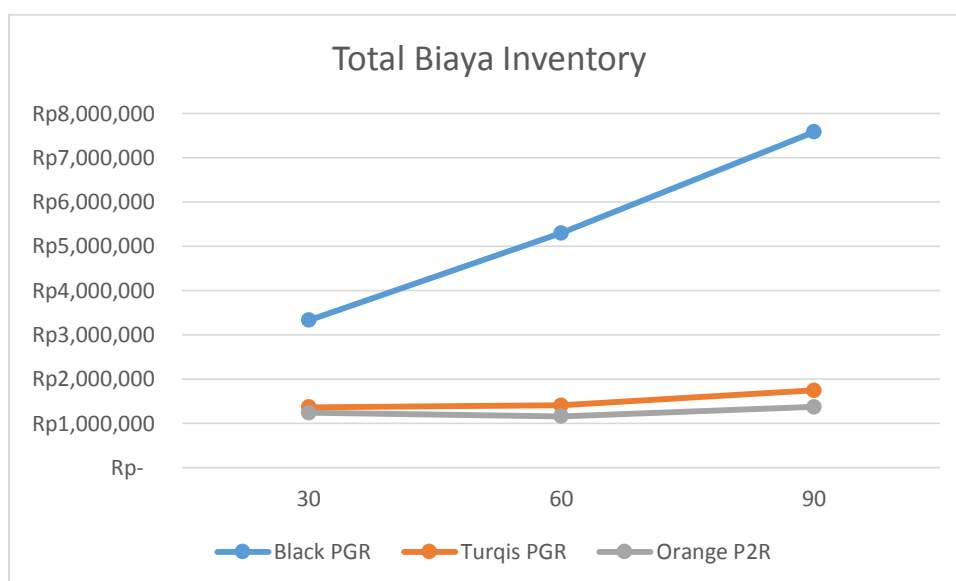
$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(4387052,75; 0,246) &= \frac{72500}{0,246} + 3,4348 \left[4387052,75 - \right. \\ &(17251224)(0,00829) - \frac{1}{2}(17251224)(0,246) + (-6,74) + \left. \frac{7,13(-6,74)}{0,246} \right] \\ &= \text{Rp } 7.582.670,- \end{aligned}$$

Perhitungan *Turqis* PGR dan *Orange* P2R 2017 dapat dilihat di lampiran.

Tabel 4.41 Total Biaya Inventory Januari 2017-Desember 2017 Dengan Sistem P

No	Pewarna	T (hari)	R (gram)	Total Biaya Inventory
1	<i>Black</i> PGR	30	1.573.341,78	Rp 3.330.153
		60	2.972.443,16	Rp 5.300.484
		90	4.387.052,75	Rp 7.582.670
2	<i>Turqis</i> PGR	30	313.164,10	Rp 1.362.979
		60	591.608,88	Rp 1.408.561
		90	873.135,56	Rp 1.744.598
3	<i>Orange</i> P2R	30	351.788,67	Rp 1.238.162
		60	664.580,01	Rp 1.161.605
		90	980.834,61	Rp 1.374.134



Gambar 4.18 Grafik Total Biaya *Inventory* Pada Januari 2017-Desember 2017 Dengan Sistem P

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa biaya *inventory* dengan nilai terkecil didapatkan dengan $T = 30$ hari untuk *Black* PGR dan *Turqis* PGR, sedangkan untuk *Orange* P2R $T = 60$ hari dengan biaya masing-masing bahan baku pewarna *Black* PGR dengan biaya Rp 3.330.153,- sedangkan *Turqis* PGR Rp 1.362.979,- dan *Orange* P2R dengan biaya Rp 1.161.605,-, sehingga biaya pembelian ditambah dengan biaya persediaan selama bulan Januari 2017 hingga Desember 2017.

TC *Black* PGR tahun 2017 = Rp 2.459.507.006,- + Rp 3.330.153,- = Rp 2.462.837.159,-

TC *Turqis* PGR tahun 2017 = Rp 489.471.609,- + Rp 1.362.979,- = Rp 490.834.588,-

TC *Orange* P2R tahun 2017 = Rp 343.633.396,- + Rp 1.161.605,- = Rp 344.795.001,-

4.2.12 Persediaan Pengaman (*Safety Stock*)

Perhitungan *safety stock* dilakukan pada masing-masing pewarna yang diteliti. Pada CV RANOTEX *safety stock* ditentukan oleh ketidakpastian permintaan. Sedangkan nilai *service level* yang ditentukan oleh perusahaan sebesar 80%. Berikut perhitungan *safety stock* pada masing-masing pewarna:

- dl *Black* PGR = $Sd \times \sqrt{l}$

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

$$= \sqrt{\frac{2803086071342}{12-1}} \times \sqrt{1}$$

$$= \sqrt{254826006485.636} \times 1$$

$$= 504802.94$$

$$\text{Safety stock} = Z \times Sdl$$

$$= 0.8 \times 504802.94 = 403842.35 \approx 403.843 \text{ gram}$$

- dl *Turqis* PGR = $Sd \times \sqrt{l}$

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

$$= \sqrt{\frac{17716667293,67}{12-1}} \times \sqrt{1}$$

$$= \sqrt{1610606117,61} \times 1$$

$$= 40.132,36$$

$$\text{Safety stock} = Z \times Sdl$$

$$= 0.8 \times 40132,36 = 32105.88 \approx 32.106 \text{ gram}$$

- dl *Orange* P2R = $Sd \times \sqrt{l}$

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

$$= \sqrt{\frac{59333494132}{12-1}} \times \sqrt{1}$$

$$= 5393954012 \times 1$$

$$= 73.443,54$$

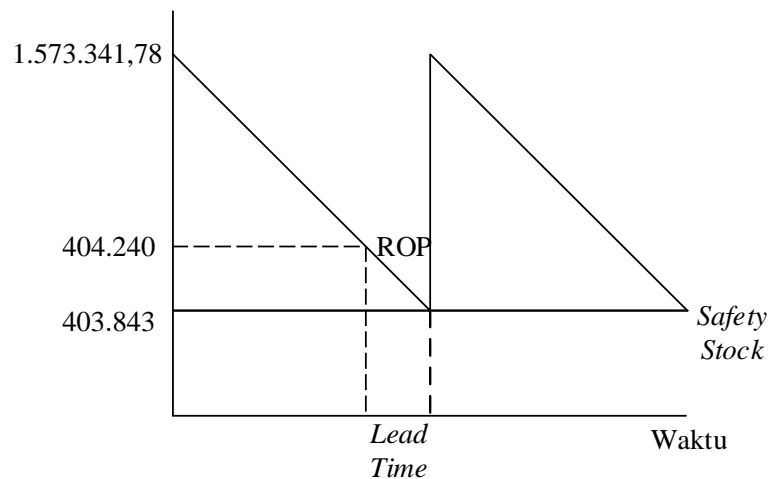
$$\begin{aligned} \text{Safety stock} &= Z \times S_{dl} \\ &= 0.8 \times 73443.54 = 58754.83 \approx 58.755 \text{ gram} \end{aligned}$$

4.2.13 Reorder point

Reorder point adalah saat untuk memesan kembali barang yang dibutuhkan, agar barang dapat datang sesuai dengan *lead time* yang diharapkan :

- *Black PGR*

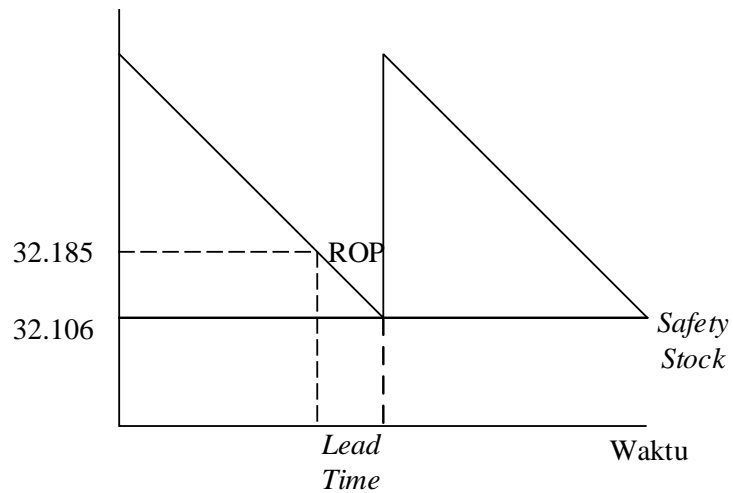
$$\begin{aligned} \text{ROP} &= D \times l + \text{Safety Stock} \\ \text{ROP} &= \left(\frac{17251224}{365} \right) \times 0,00829 + 403843 \\ \text{ROP} &= 47920,07 \times 0,00829 + 403843 \\ \text{ROP} &= 397,25 + 403843 \\ \text{ROP} &= 404239.6 \approx 404.240 \text{ gram} \end{aligned}$$



Gambar 4.19 Grafik Inventory *Black PGR*

- *Turqis PGR*

$$\begin{aligned} \text{ROP} &= D \times l + \text{Safety Stock} \\ \text{ROP} &= \left(\frac{3433202}{365} \right) \times 0,00829 + 32106 \\ \text{ROP} &= 9536.67 \times 0,00829 + 32106 \\ \text{ROP} &= 79.059 + 32106 \\ \text{ROP} &= 32185.1 \approx 32.185 \text{ gram} \end{aligned}$$

Gambar 4.20 Grafik Inventory *Turqis* PGR

- *Orange* P2R

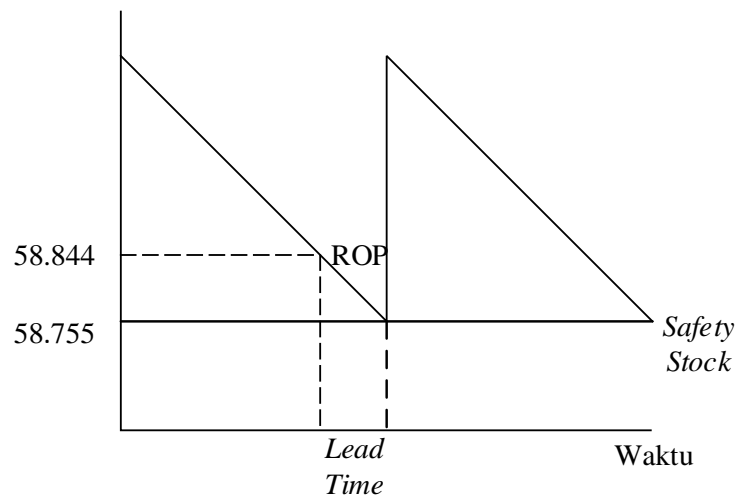
$$\text{ROP} = D \times l + \text{Safety Stock}$$

$$\text{ROP} = \left(\frac{3856716}{365} \right) \times 0,00829 + 58755$$

$$\text{ROP} = 10713,1 \times 0,00829 + 58755$$

$$\text{ROP} = 88,82 + 58755$$

$$\text{ROP} = 58843,6 \approx 58.844 \text{ gram}$$

Gambar 4.21 Grafik Inventory *Orange* P2R

BAB V

PEMBAHASAN

Pada BAB V ini, peneliti akan membahas hasil penelitian yang dilakukan di CV RANOTEX dengan cara melakukan identifikasi secara langsung dan melakukan diskusi dan wawancara terhadap *staff* yang ada di perusahaan untuk memastikan kebenaran pengamatan yang dilakukan. Penelitian ini difokuskan kepada 3 bahan baku pewarna yaitu *Black PGR*, *Turqis PGR*, dan *Orange P2R*.

5.1 Analisis Total Biaya Persediaan Menurut Kebijakan Perusahaan

Pada penelitian ini, perhitungan biaya ersediaan dibedakan pertahunnya, karena didapatkan prosentase keberadaan bahan baku yang diteliti berubah-ubah sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Maka didapatkan total biaya persediaan pada tahun 2015 untuk *Black PGR* Rp 386.080.229,-, sedangkan untuk *Turqis PGR* adalah Rp 252.811.000,-, dan untuk *Orange P2R* adalah Rp 214.418.416,-. Adapun untuk total biaya persediaan tahun 2016 untuk *Black PGR* Rp 362.674.367,-, sedangkan untuk *Turqis PGR* adalah Rp 300.217.507,-, dan untuk *Orange P2R* adalah Rp 138.791.635,-.

5.2 Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Sistem P (*Periodic Review*)

Perhitungan menggunakan sistem P dilakukan pertahun selama 2 tahun sesuai dengan data historis yaitu dua tahun. Sedangkan untuk setiap perhitungan yang dilakukan akan dibandingkan dengan 3 periode *review* yaitu 30 hari, 60 hari dengan 90.

Pada tahun 2015, seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.19 bahwa *Black PGR* dengan periode *review* 60 hari memiliki *reorder level* sebesar 464.073,27 gram, dengan total biaya *inventory* sebesar Rp 1.196.469,-. Sedangkan untuk *Turqis PGR* dengan periode *review* 60 hari memiliki *reorder level* sebesar 303.487,45 gram, dengan total biaya *inventory* sebesar Rp 933.137,-. Dan untuk *Orange P2R* dengan periode *review* 60 hari memiliki *reorder level* sebesar 410.709,73 gram, total biaya *inventory* sebesar Rp 881.186,-. Dengan biaya total persediaan menggunakan sistem *periodic review* untuk *Black PGR* tahun 2015 Rp 385.142.041,-, sedangkan untuk *Turqis PGR* Rp 252.008.295,-, dan untuk *Orange P2R* tahun adalah Rp 213.236.183,-.

Didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P untuk *Black* PGR sebesar 0,243% atau Rp 938.118,-, sedangkan untuk *Turqis* PGR sebesar 0,318% atau Rp 802.705,-, dan untuk *Orange* P2R adalah sebesar 0,551% atau Rp 1.182.233,-.

Sedangkan pada tahun 2016, seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.20 untuk *Black* PGR dengan periode *review* 60 hari memiliki *reorder level* sebesar 435.246,98 gram, dengan total biaya *inventory* sebesar Rp 1.153.280,-. Sedangkan untuk *Turqis* PGR dengan periode *review* 60 hari memiliki *reorder level* sebesar 359.847,99 gram, dengan total biaya *inventory* sebesar Rp 1.029.879,-. Dan untuk *Orange* P2R dengan periode *review* 60 hari memiliki *reorder level* sebesar 264.792,3 gram, total biaya *inventory* sebesar Rp 728.789,-.

Dari perhitungan yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa biaya *inventory* dengan nilai terkecil didapatkan dengan $T = 60$ hari untuk semua pewarna reaktif *Black* PGR dan *Turqis* PGR, sedangkan untuk *Orange* P2R $T = 90$ hari. Karena hanya terpaut Rp 3.978,- maka diambil T yang sama dengan pewarna lainnya dengan mempertimbangkan kemudahan saat pemesanan. Adapun Total biaya setelah menggunakan sistem *periodic review* untuk *Black* PGR tahun 2016 adalah Rp 361.247.462,-, untuk *Turqis* PGR adalah Rp 298.737.995,-, dan untuk *Orange* P2R adalah Rp 137.631.741,-

Didapatkan penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P untuk *Black* PGR 2016 sebesar 0,393% atau sebesar Rp 1.426.905,-, sedangkan untuk *Turqis* PGR 2016 sebesar 0,493% atau Rp 1.479.512,-, dan untuk *Orange* P2R sebesar 0,836% atau Rp 1.159.894,-.

5.3 Analisis Pengendalian Persediaan Menggunakan Sistem *Continous Review*

Pada pengendalian persediaan menggunakan sistem Q dilakukan pertahun selama 2 tahun sama seperti sistem P. Berdasarkan perhitungan menggunakan metode *continous review* yang dapat dilihat pada tabel 4.31, didapatkan hasil berupa pewarna *Black* PGR dan *Turqis* PGR malah menambah biaya dari persediaan yang masing-masing Rp 346.962,- dan Rp 174.293,-. Hal ini dapat dikarenakan kuantitas pembelian lebih kecil dibandingkan titik pesan kembali, sehingga perusahaan akan banyak melakukan pemesanan. Adapun untuk *Orange* P2R didapatkan penghematan sebesar 0,429% atau Rp 920.623,-.

Pada tahun 2016 perhitungan menggunakan metode *continous review* dapat dilihat pada tabel 4.34, didapatkan hasil berupa penghematan biaya untuk *Black* PGR sebesar 0,146% atau sebesar Rp 530.598,-. Sedangkan untuk *Turqis* PGR sebesar 0,351% atau Rp 1.054.027,-. Adapun untuk *Orange* P2R didapatkan penghematan sebesar 0,726% atau Rp 1.008.038,-.

5.4 Perbandingan Antara Metode Sistem P dan Sistem Q

Seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.35 didapatkan perbandingan total biaya persediaan antara kebijakan persediaan dengan metode sistem *periodic review* dan sistem *continous review*. Setelah dibandingkan, didapatkan metode yang paling optimal untuk meminimalisir biaya persediaan adalah dengan menggunakan metode probabilistik sistem *periodic review* yaitu dengan mengatur skala pemesanan pada perusahaan yang diteliti.

5.5 Peramalan

Peramalan yang dilakukan menggunakan *software* minitab 17 dan Win QSB dengan semua 12 metode yaitu *simple average*, *moving average*, *weighted moving average*, *moving average with linier trend*, *single exponential smoothing*, *single exponential smoothing with trend*, *double exponential smoothing*, *double exponential smoothing with trend*, *adaptive exponential smoothing*, *linier regresion with time*, *holt-winters additive algorithm*, dan *holt-winters multiplicative algorithm*. Data yang digunakan oleh peneliti selama 2 tahun dengan periode perbulan. Setelah dilakukan peramalan dengan metode-metode tersebut, dilakukan pemilihan 4 metode peramalan terbaik dengan dasar persamaan grafik terbaik. Selanjutnya 4 metode terpilih dibandingkan akurasi peramalannya menggunakan *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE), *Mean Absolute Deviation* (MAD), dan *Mean Square Error* (MSE) untuk diambil peramalan dengan error terkecil.

Tabel 4.39 menunjukkan perbandingan nilai akurasi masing-masing metode peramalan pada masing-masing pewarna. Metode peramalan terbaik pada pewarna *Black* PGR adalah *holt-winters additive algorithm* dengan nilai MAPE 59 %, MAD 77.430, dan MSE 9.787.561.006. Metode peramalan terbaik pada pewarna *Turqis* PGR adalah *double exponential smoothing* dengan nilai MAPE 36 %, MAD 54.609, dan MSE 9.071.226.942. Metode peramalan terbaik pada pewarna *Orange* P2R adalah *holt-winters additive algorithm* dengan nilai MAPE 31%, MAD 37.121, dan MSD 2.663.063.799. Dari hasil peramalan perlu adanya intervensi secara kualitatif dari

expert, karena pola data tidak dapat diramalkan dengan tepat. Adapun hasil dari peramalan terpilih dapat dilihat pada tabel 4.40.

5.6 Perencanaan Kebutuhan Menggunakan Metode Sistem *Periodic Review*

Pada perencanaan ini menggunakan data hasil peramalan seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.41. Adapun perencanaan ini akan membandingkan 3 periode *review* yaitu 30 hari, 60 hari dengan 90. Sehingga didapatkan biaya teroptimal pada perencanaan ini seperti yang dapat dilihat pada tabel 4.38 untuk *Black* PGR dengan total biaya persediaan yaitu Rp 3.330.153,- dengan periode *review* 30 hari. Sedangkan untuk *Turqis* PGR didapatkan total biaya persediaan Rp 1.362.979,- dengan periode *review* 30 hari. Sedangkan untuk *Orange* P2R didapatkan biaya teroptimal yaitu Rp 1.161.605,- dengan periode *review* 60 hari.

Perbedaan periode *review* yang didapatkan pada perencanaan ini dengan perhitungan pada tahun 2015, 2016 dan 2017 dapat dikarenakan *demand* hasil peramalan terpaut lumayan banyak dan menghasilkan biaya penyimpanan semakin tinggi, sehingga periode *review* yang dihasilkan pada pewarna *Black* PGR dan *Turqis* PGR adalah 30 hari.

5.7 Safety Stock

Perhitungan *safety stock* dilakukan pada masing-masing pewarna yang diteliti. Pada CV RANOTEX *safety stock* ditentukan oleh ketidakpastian permintaan. Sedangkan nilai *service level* yang ditentukan oleh perusahaan sebesar 80%, Karena menurut perusahaan pada tingkat tersebut perusahaan dapat memenuhi permintaan dengan baik. Sehingga didapatkan persediaan pengaman untuk *Black* ialah 403.843 gram, sedangkan untuk *Turqis* PGR sebesar 32.106 gram dan untuk *Orange* P2R sebesar 58.755 gram.

5.8 Reorder point

Reorder point adalah saat untuk memesan kembali barang yang dibutuhkan, agar barang dapat datang sesuai dengan *lead time* yang diharapkan. Adapun pemesanan kembali pada pewarna *Black* PGR sebesar 404.240 gram, sedangkan untuk *Turqis* PGR sebesar 32.185 gram, dan untuk *Orange* P2R sebesar 58.844 gram.

5.9 Diskusi

Pada penelitian sebelumnya hanya menggunakan perbandingan metode *Continuous Review System* (Q) dan metode *Periodic Review System* (P) dengan *stock out*, ataupun tidak dengan *stock out*. Ada beberapa penelitian yang menggunakan peramalan

dengan 3 metode saja. Permasalahan pada penelitian sebelumnya berupa non konstan *demand* dengan *back order*. Sedangkan pada penelitian ini, permasalahannya adalah kelebihan persediaan dengan non konstan *demand* dan diselesaikan menggunakan metode *Continuous Review System (Q)* dan metode *Periodic Review System (P)* dengan menggunakan 12 metode perencanaan yaitu *simple average*, *moving average*, *weighted moving average*, *moving average with linier trend*, *single exponential smoothing*, *single exponential smoothing with trend*, *double exponential smoothing*, *double exponential smoothing with trend*, *adaptive exponential smoothing*, *linier regresion with time*, *holt-winters additive algorithm*, dan *holt-winters multiplicative algorithm*. Walau demikian, pada penelitian ini dibutuhkan intervensi kualitatif dari *expert* karena hasil peramalan tidak dapat diramalkan dengan baik. Penghematan yang dihasilkan juga tidak terlalu signifikan, karena hanya menghemat dibawah 1% dari total biaya persediaan. Dengan demikian, hasil dari penelitian ini dinilai sulit untuk di aplikasikan pada perusahaan karena kecilnya pengehematan yang ada, juga hasil dari penelitian ini justru menyebabkan pemborosan energi pada perusahaan dikarenakan perusahaan tidak terbiasa menggunakan perencanaan seperti pada penelitian ini. Akan tetapi untuk karya akademik, penelitian ini dinilai layak dan dapat digunakan sebagai acuan untuk penelitian selanjutnya.

BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Pemesanan kembali pada masing-masing pewarna sebaiknya dilakukan setiap 60 hari sekali dengan kuantitas sebanyak 464.073,27 gram untuk *Black* PGR 2015, 303.487,45 gram untuk *Turqis* PGR 2015, 410.709,73 gram untuk *Orange* P2R 2015, 435.246,98 gram untuk *Black* PGR 2016, 359.847,99 gram untuk *Turqis* PGR 2016, dan 264.792,3 gram untuk *Orange* P2R 2016.
2. Penghematan total biaya persediaan menggunakan sistem P untuk tahun 2015 dengan *Black* PGR sebesar 0,243% atau Rp 938.118,-, sedangkan untuk *Turqis* PGR sebesar 0,318% atau Rp 802.705,-, dan untuk *Orange* P2R adalah sebesar 0,551% atau Rp 1.182.233,. Adapaun untuk tahun 2016 penghematan untuk *Black* PGR sebesar 0,393% atau sebesar Rp 1.426.905,-, sedangkan untuk *Turqis* PGR 2016 sebesar 0,493% atau Rp 1.479.512,-, dan untuk *Orange* P2R sebesar 0,836% atau Rp 1.159.894,-.

6.2 Saran

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengendalian persediaan bahan baku menggunakan pendekatan model probabilistik *periodic review* (P) menghasilkan total biaya persediaan yang lebih kecil dibandingkan dengan model probabilistik *continous review* (Q) dan kebijakan perusahaan. Oleh sebab itu, peneliti menyarankan kepada perusahaan untuk menggunakan model probabilistik *periodic review* (P), guna mengoptimalkan biaya persediaan bahan baku pewarna yang ada. Perusahaan juga dapat mengetahui kapan pemesanan kembali harus dilakukan dan menentukan persediaan pengaman yang dilakukan untuk meminimalisir biaya persediaan, serta perencanaan bahan baku yang teratur guna menghindari kekurangan dan kelebihan persediaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Assauri, S. (2008). *Manajemen Produksi dan Operasi*. Jakarta: LPFEUI.
- Baroto, T. (2002). *Perencanaan dan pengendalian Produksi*. Jakarta.: Ghalia Indonesia.
- Barry, R. d. (2001). *Prinsip-prinsip Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Bayu Wuryaning Sundhari, R. R. (2014). *Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pembuatan Jaket Tommy Hilfiger dengan Metode Continuous Review System (Q) dan Periodic Review System (P) di PT. X*.
- Dristiana, F., & Sukmono, T. (2015). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Obat Dengan Menggunakan Metode Eoq Probabilistik Berdasarkan Peramalan Exponential smoothing Pada PT. XYZ. *Spektrum Industri*, Vol. 13, No. 2, 115 – 228.
- Fogarty, Blackstoner Hoffman. (1991). *Production & Inventory Management 2edition*. Ohio: south-western publishing Co, Cincinnati.
- Gani , I. M., & Saputri , M. E. (2015). *Analisis Peramalan Dan Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Metode EOQ Pada Optimalisasi Kayu Di Perusahaan Purezento*. Bandung: Program studi S1 Ilmu Administrasi Bisnis. Fakultas Komunikasi dan Bisnis Universitas Telkom Bandung.
- Gitosudarmo, I. (2002). *Manajemen Keuangan Edisi 4*. Yogyakarta: BPFE.
- Herjanto, E. (2007). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Grasindo.
- Hermann, M. (1996). *Starch Noodles Form Edible Canna*. Arlington: ASHS Press.
- Hugh, E. F., & Richard, A. S. (1996). *Method and system for production planning*. Texas: Instruments Incorporated.
- Kaplan, M Robert, Saccuzzo, P. Dennis. (1982). *Psychology Testing Principles Application And Issues*. California: Brooks/Cole Publishing Company.
- Kristanto T & Arief R. (2013). *Rancang Bangun Sistem Penjadwalan Aktivitas Distribusi Dengan Metode DRP (Distribution Requirement Planning)*. Prosiding Seminar Nasional 2013 Menuju Masyarakat Madani dan Lestari.
- Kusnadi. (2009). *Akuntansi Keuangan Menengah (Intermediate)*, . Malang .
- Kusrianto, A. (2010). Optimasi Pengiriman Produk Pada Sistem Distribution Requirement Planning Dengan Mempertimbangkan Scrap Factor.
- Lili, E. &. (2011). . Metode Penentuan Kuantitas Pemesanan Perishable Product Sebagai Upaya Meminimalkan Pengembalian Barang (Studi Kasus: Biro Fajar Antang).
- Makridakis, Spyros, C, S., Wheelwright, & E, V. (1980). *Forecasting : methods and applications*. Wiley.
- Maskun, H. B. (2016). Menentukan Tingkat Persediaan Optimum Menggunakan Metode P (Periodic Reviews Method) Dengan Demand Selama Lead Time Berdistribusi

- Probabilistik. *Seminar Nasional Pendidikan Matematika*, (hal. ISSN: 2528-4630). Bandung.
- Nasution. (2003). *Metode Research*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Owens, R. G. (1995). *Organizational Behavior in Education*. . Boston: Allyn and Bacon.
- Prastyo, D. D. (2014). *Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Dengan Pendekatan Model Probabilistik*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Pujawan, I. N. (2005). *Supply Chain Management*. Surabaya : Guna widya.
- Ristono, A. (2008). *Manajemen persediaan edisi 1*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Riyanto, A. (2011). *Aplikasi Metodologi Penelitian Kesehatan. Nuha Medika*. . Yogyakarta.
- Sartono, A. (2001). *Manajemen Keuangan Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: BPEF-YOGYAKARTA.
- Setyorini, R. (2014). Penggunaan EOQ Untuk Pemanfaatkan Bahan Baku Secara Efektif Dan Efisien Dengan Pengendalian Persediaan di Restoran Ranjang Bandung. *e-Proceeding of Management*, Vol.1, No.3.
- Sianturi , D. R., & Arvianto, A. (2014). Implementasi Model Pengendalian Persediaan EOQ Multi Item Dengan Mempertimbangkan Masa Deathstock Pada Non-Konstan Demand. *Industrial Engineering Online Journal* , Volume 3, Nomor 2,.
- Siswanto. (2007). *Operation Research*. Jakarta: Erlangga.
- Sukendar, I. (2007). Analisis Persediaan Menggunakan Periodic Review. *Jurnal Trasistor* Vol.7, No.2.
- Sundhari, B. W., & Putri Zendrato, R. R. (2014). Analisis Pengendalian Persediaan Bahan Baku Pembuatan Jacket Tommy Hilfiger dengan Metode Continuous Review System (Q) dan Periodic Review System (P) di PT. X. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri dan Informasi*, vol. 2 - No. 2.
- Susanto, K., & Gunadhi, E. (2014). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Lilin Dengan Model Probabilistic Q pada CV. Taruna Jaya. *ISSN : 2302-7312*, Vol. 11 No. 1.
- Sutarman. (2003). *Membangun Aplikasi Web PHP dan MySQL*. Yokyakarta: Graha Ilmu.
- Syamsuddin, L. (2000). *Manajemen Keungan Perusahaan*. Jakarta: Rajagrafindo Persada.
- Tampubolon, M. p. (2004). *Manajemen Operasional*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Telsang, M. (2006). *Industrial Engineering and Production Management*. New Delhi: S. Chand & Company Ltd.

- Tri Wahyu Ningsih, Achmad Bahauddin, Ratna Ekawati . (2014). Pengendalian Persediaan Bahan Baku Semen Dengan Kendala Kapasitas Gudang Menggunakan Model Probabilistik Q. PT.XYZ. *Jurnal Teknik Industri Untirta*, Vol. 2 No. 1.
- Vincent, G. (1998). *Production Planning and Inventory Control*. Jakarta: PT Sun.
- Yamit, Z. (2001). *Manajemen Kualitas Produk dan Jasa*. Yogyakarta.

LAMPIRAN

1. Perhitungan *Periodic Review* 2015

- *Turqis* PGR 2015

$$T1 = 30 \text{ hari} = 30/365 \text{ hari} = 0,0829$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4015(0,0829)} = 0,962$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 1761065.85(0,00829 + 0,0829) = 160591,6$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 14675,54875 (0,00829 + 0,0829) = 1338,263$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,962)$$

$$\frac{R - 160591,6}{\sqrt{1338,263}} = 1,78$$

$$R = 160656,71 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-r^2/2}$$

$$\phi(1,78) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,78^2/2} = 0,0327$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(160656,71; 0,0829) &= \\ &= \sqrt{1338,263} \phi(1,78) - [(160656,71 - 160591,6)(1 - \Phi(1,78))] \\ &= (36,58)(0,0327) - [(65,12)(1 - 0,962)] = -1,28 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned} \text{TC}(R, T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right] \\ \text{TC}(160656,71; 0,0829) &= \frac{72500}{0,0829} + 3,4015 \left[160656,71 - \right. \\ &= (1761065.85)(0,00829) - \frac{1}{2}(1761065.85)(0,0829) + (-1,28) + \\ & \left. \frac{7,13(-1,28)}{0,0829} \right] \end{aligned}$$

= Rp 1.122.687,-

$T_2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4015(0,164)} = 0,9274$$

Ekspektasi Kebutuhan saat $I + T$ (μ) = $(1761065.85)(0,00829 + 0,164) = 303414,04$

Variasi kebutuhan saat $I + T$ (σ^2) = $14675,54875 (0,00829 + 0,164) = 2528,45$

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9274)$

$$\frac{R - 303414,04}{\sqrt{2528,45}} = 1,46$$

$R = 303487,45 \text{ gram}$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,46) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,46^2/2} = 0,055$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(303487,45 ; 0,164) &= \\ &= \sqrt{2528,45} \phi(1,46) - [(303487,45 - 303414,04)(1 - \Phi(1,46))] \\ &= (50,28)(0,055) - [(73,41)(1 - 0,9274)] = -2,56 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(303487,45 ; 0,164) &= \frac{72500}{0,164} + 3,4015 \left[303487,45 - \right. \\ &= (1761065.85)(0,00829) - \frac{1}{2}(1761065.85)(0,164) + (-2,56) + \\ &\left. \frac{7,13(-2,56)}{0,164} \right] \end{aligned}$$

= Rp 933.137,-

$$T3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4015(0,246)} = 0,895$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 1761065.85(0,00829 + 0,246) = 447821,4$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 146755.4875 (0,00829 + 0,246) = 3731,845$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,895)$$

$$\frac{R - 447821,4}{\sqrt{3731,845}} = 1,26$$

$$R = 447898,41 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,26) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,26^2/2} = 0,072$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(447898,41 ; 0,246) &= \\ \sqrt{3731,845} \phi(1,26) - [(447898,41 - 447821,4)(1 - \Phi(1,26))] \\ &= (61,09)(0,072) - [(76,97)(1 - 0,895)] = -3,69 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(447898,41 ; 0,246) &= \frac{72500}{0,246} + 3,4015 \left[447898,41 - \right. \\ &(1761065.85)(0,00829) - \frac{1}{2}(1761065.85)(0,246) + (-3,69) + \\ &\left. \frac{7,13(-3,69)}{0,246} \right] \\ &= \text{Rp } 1.031.404,- \end{aligned}$$

- Orange P2R 2015

$$T1 = 30 \text{ hari} = 30/365 \text{ hari} = 0,0829$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2469(0,0829)} = 0,959$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = $2383333,3(0,00829 + 0,0829) = 217336,2$

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = $19861,11083 (0,00829 + 0,0829) = 1811,135$

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,959)$

$$\frac{R - 217336,2}{\sqrt{1811,135}} = 1,75$$

R = 217410,64 gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,75) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,75^2/2} = 0,034$$

$$\bar{S}(217410,64; 0,0829) =$$

$$\begin{aligned} &\sqrt{1811,135} \phi(1,75) - [(217410,64 - 217336,2)(1 - \Phi(1,75))] \\ &= (42,56)(0,034) - [(74,48)(1 - 0,959)] = -1,54 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(217410,64; 0,0829) &= \frac{72500}{0,0829} + 2,2469 \left[217410,64 - \right. \\ &(2383333,3)(0,00829) - \frac{1}{2}(2383333,3)(0,0829) + (-5,07) + \\ &\left. \frac{4,46(-5,07)}{0,0829} \right] \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 1.096.495,-$$

$$T_2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2469(0,164)} = 0,9247$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat I + T } (\mu) = (2383333,3)(0,00829 + 0,164) = 410624,5$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat I + T } (\sigma^2) = 19861,11083 (0,00829 + 0,164) = 3421,871$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9247)$$

$$\frac{R - 410624,5}{\sqrt{3421,871}} = 1,44$$

$$R = 410709,73 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-r^2/2}$$

$$\phi(1,44) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,44^2/2} = 0,057$$

$$\bar{S}(410709,73 ; 0,164) =$$

$$\sqrt{3421,871} \phi(1,44) - [(410709,73 - 410624,5)(1 - \Phi(1,44))]$$

$$= (58,50)(0,057) - [(84,24)(1 - 0,9247)] = -3,09$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$TC(410709,73 ; 0,164) = \frac{72500}{0,164} + 2,2469 \left[410709,73 - \right.$$

$$\left. (2383333,3)(0,00829) - \frac{1}{2}(2383333,3)(0,164) + (-3,09) + \frac{4,46(-3,09)}{0,164} \right]$$

$$= \text{Rp } 881.186,-$$

$$T_3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2469(0,246)} = 0,8897$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat I + T } (\mu) = (2383333,3)(0,00829 + 0,246) = 606057,8$$

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = 19861,11083 (0,00829 + 0,246) = 5050,482

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,8897)$

$$\frac{R - 606057,8}{\sqrt{5050,482}} = 1,23$$

R = 606145,24 gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,23) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,23^2/2} = 0,075$$

$$\begin{aligned}\bar{S}(606145,24; 0,246) &= \\ \sqrt{5050,482} \phi(1,23) - [(606145,24 - 606057,8)(1 - \Phi(1,23))] \\ &= (71,07)(0,075) - [(87,41)(1 - 0,8897)] = -4,31\end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned}TC(606145,24 ; 0,246) &= \frac{72500}{0,246} + 2,2469 \left[606145,24 - \right. \\ &(2383333,3)(0,00829) - \frac{1}{2}(2383333,3)(0,246) + (-13,63) + \\ &\left. \frac{4,46(-13,36)}{0,246} \right] \\ &= \text{Rp } 953.405,-\end{aligned}$$

2. Perhitungan *Continuous Review*

- *Turqis* PGR 2016

T1 = 30 hari = 30/365 hari = 0,0829

$$\int_0^R g(x, 1 + T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4338(0,0829)} = 0,9616$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = 2088154(0,00829 + 0,0829) = 190418,8

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = 17401,28333 (0,00829 + 0,0829) = 1586,823

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9616)$

$$\frac{R-2088154}{\sqrt{17401,28333}} = 1,77$$

R = 190489,27 gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,77) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,77^2/2} = 0,0332$$

$$\bar{S}(190489,27; 0,0829) =$$

$$\begin{aligned}&\sqrt{17401,28333} \phi(1,77) - [(190489,27 - 190418,8)(1 - \Phi(1,77))] \\ &= (39,83)(0,0332) - [(70,51)(1 - 0,9616)] = 1,38\end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned}TC(190489,27; 0,0829) &= \frac{72500}{0,0829} + 3,4338 \left[190489,27 - \right. \\ &(2088154)(0,00829) - \frac{1}{2}(2088154)(0,0829) + 1,38 + \left. \frac{7,13(1,38)}{0,0829} \right] \\ &= \text{Rp } 1.171.585,-\end{aligned}$$

$$T_2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4338(0,164)} = 0,9268$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = (2088154)(0,00829 + 0,164) = 359768,05

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = 17401,28333 (0,00829 + 0,164) = 2998,067

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9268)$

$$\frac{R - 359768,05}{\sqrt{2998,067}} = 1,46$$

$$R = 359847,99 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,46) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,46^2/2} = 0,055$$

$$\bar{S}(359847,99 ; 0,164) =$$

$$\begin{aligned}&\sqrt{2998,067} \phi(1,46) - [(359847,99 - 359768,05)(1 - \Phi(1,46))] \\ &= (54,75)(0,055) - [(79,94)(1 - 0,9268)] = -2,84\end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned}TC(359847,99 ; 0,164) &= \frac{72500}{0,164} + 3,4338 \left[359847,99 - \right. \\ &(2088154)(0,00829) - \frac{1}{2}(2088154)(0,164) + (-2,84) + \left. \frac{7,13(-2,84)}{0,164} \right] \\ &= \text{Rp } 1.029.879,-\end{aligned}$$

$$T3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4338(0,246)} = 0,8941$$

$$\begin{aligned}\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) &= 2088154(0,00829 + 0,246) = \\ &530996,7\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) &= 17401,28333 (0,00829 + 0,246) = \\ &4424,972\end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } \frac{R - \mu}{\sigma} = z(0,8941)$$

$$\frac{R - 530996,7}{\sqrt{4424,972}} = 1,25$$

$$R = 531079,83 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right)e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,25) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right)e^{-1,25^2/2} = 0,073$$

$$\begin{aligned}\bar{S}(531079,83 ; 0,246) &= \\ \sqrt{4424,972} \phi(1,25) &- [(531079,83 - 530996,7)(1 - \Phi(1,25))] \\ &= (66,52)(0,073) - [(83,15)(1 - 0,8941)] = -3,95\end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned}TC(531079,83 ; 0,246) &= \frac{72500}{0,246} + 3,4338 \left[531079,83 - \right. \\ &(2088154)(0,00829) - \frac{1}{2}(2088154)(0,246) + (-3,95) + \left. \frac{7,13(-3,95)}{0,246} \right] \\ &= \text{Rp } 1.176.541,-\end{aligned}$$

- *Orange P2R 2016*

$$T1 = 30 \text{ hari} = 30/365 \text{ hari} = 0,0829$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2757(0,0829)} = 0,9594$$

$$\begin{aligned}\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) &= 1536509(0,00829 + 0,0829) = \\ &140114,3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) &= 12804,24167 (0,00829 + 0,0829) = \\ &1167,619\end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } \frac{R - \mu}{\sigma} = z(0,9594)$$

$$\frac{R - 140114,3}{\sqrt{1167,619}} = 1,75$$

$$R = 140174,05 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\bar{S}(R, T) = \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx$$

$$\begin{aligned}
&= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \\
\phi(z) &= \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2} \\
\phi(1,75) &= \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,75^2/2} = 0,034 \\
\bar{S}(140174,05; 0,0829) &= \\
&\sqrt{1167,619} \phi(1,75) - [(140174,05 - 140114,3)(1 - \Phi(1,75))] \\
&= (34,17)(0,034) - [(59,80)(1 - 0,9594)] = -1,26
\end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned}
TC(R, T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right] \\
TC(140174,05 ; 0,0829) &= \frac{72500}{0,0829} + 2,2757 \left[140174,05 - \right. \\
&(1536509)(0,00829) - \frac{1}{2}(1536509)(0,0829) + (-1,26) + \left. \frac{4,46(-1,26)}{0,0829} \right] \\
&= \text{Rp } 1.019.461,-
\end{aligned}$$

$$T_2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2757(0,164)} = 0,9228$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 1536509 (0,00829 + 0,164) = 264725,1$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 12804,24167 (0,00829 + 0,164) = 2206,043$$

$$\text{Jadi, } \frac{R - \mu}{\sigma} = z(0,9228)$$

$$\frac{R - 264725,1}{\sqrt{2206,043}} = 1,43$$

$$R = 264792,3 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}
\bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R) g(x, 1 + T) dx \\
&= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]
\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\Phi(1,43) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,43^2/2} = 0,057$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(264792,3; 0,164) &= \\ \sqrt{2206,043} \Phi(1,43) - [(264792,3 - 264725,1)(1 - \Phi(1,43))] &= \\ = (46,97)(0,057) - [(67,16)(1 - 0,9228)] &= -2,51 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned} \text{TC}(R,T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R,T) + \frac{\pi \bar{S}(R,T)}{T} \right] \\ \text{TC}(264792,3; 0,164) &= \frac{72500}{0,164} + 2,2757 \left[264792,3 - \right. \\ & (1536509)(0,00829) - \frac{1}{2}(1536509)(0,164) + (-2,59) + \left. \frac{4,46(-2,59)}{0,164} \right] \\ &= \text{Rp } 728.789,- \end{aligned}$$

$$T3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$$

$$\int_0^R g(x, 1+T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2757(0,246)} = 0,8885$$

$$\begin{aligned} \text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) &= 1536509 (0,00829 + 0,246) = \\ & 390718,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) &= 12804,24167 (0,00829 + 0,246) = \\ & 3255,991 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,8885)$$

$$\frac{R - 390718,9}{\sqrt{3255,991}} = 1,22$$

$$R = 390788,49 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R,T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1+T) dx \\ &= \sigma \Phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\Phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\Phi(1,22) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,22^2/2} = 0,076$$

$$\bar{S}(390788,49; 0,246) =$$

$$\begin{aligned} & \sqrt{3255,991} \Phi(1,22) - [(390788,49 - 390718,9)(1 - \Phi(1,22))] \\ & = (57,06)(0,076) - [(69,61)(1 - 0,8885)] = -3,43 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$\begin{aligned} \text{TC}(R,T) &= \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R,T) + \frac{\pi \bar{S}(R,T)}{T} \right] \\ \text{TC}(390788,49 ; 0,246) &= \frac{72500}{0,246} + 2,2757 \left[390788,49 - \right. \\ & (1536509)(0,00829) - \frac{1}{2}(1536509)(0,246) + (-3,43) + \left. \frac{4,46(-3,43)}{0,246} \right] \\ & = \text{Rp } 724.811,- \end{aligned}$$

3. Perhitungan Bahan Baku Yang Diharapkan (*Expected Demand*)

- *Turqis* PGR 2015

1. Menentukan Kelas Interval

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log 12$$

$$K = 1 + 3,56$$

$$K = 4,56$$

$$K \approx 5$$

2. Menentukan Jarak Kelas Interval

$$I = \frac{(X_1 - X_2)}{K}$$

$$I_{\text{Turqis PGR 2015}} = \frac{(468623 - 67142)}{5}$$

$$I_{\text{Turqis PGR 2015}} = 80296,2$$

3. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Tabel 1 Distribusi Frekuensi Pemakaian Bahan Baku

Distribusi	Titik tengah	Frekuensi	Probabilitas
73483-127220.2	98585.6	9	0.75
127220.3-180957.5	187586.4	2	0.17
180957.6-234694.8	267882.7	0	0.00
234694.9-288432.1	348179.0	0	0.00
288432.2-342169.4	428475.3	1	0.08
Jumlah		12	1

4. Jumlah Pemakain Yang Diharapkan

$$\begin{aligned}
&= \text{Titik tengah interval kelas distribusi frekuensi} \times \text{Probabilitas} \\
&= (98585.6 \times 0.75) + (187586.4 \times 0.17) + (267882.7 + 0) + (348179 \times 0) + \\
&\quad (428475.3 \times 0.08) \\
&= (73939.2) + (31264.4) + (0) + (0) + (35706.28) \\
&= 140909.88 \text{ gram/bulan} \\
&= 140909.88 \times 12 \\
&= 1690918.56 \text{ gram/tahun}
\end{aligned}$$

• *Orange* P2R 2015

1. Menentukan Kelas Interval

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log 12$$

$$K = 1 + 3,56$$

$$K = 4,56$$

$$K \approx 5$$

2. Menentukan Jarak Kelas Interval

$$I = \frac{(X1 - X2)}{K}$$

$$I \text{ Orange P2R 2015} = \frac{(342169 - 73483)}{5}$$

$$I \text{ Orange PGR 2015} = 53737,2$$

3. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Tabel 2 Distribusi Frekuensi Pemakaian Bahan Baku

Distribusi	Titik tengah	Frekuensi	Probabilitas
49733-147438.2	100351.6	4	0.33
147438.3-227734.5	154088.9	1	0.08
227734.6-308030.8	207826.2	2	0.17
308030.9-388327.1	261563.5	3	0.25
388327.2-468623.4	315300.8	2	0.17
		12	1

4. Jumlah Pemakain Yang Diharapkan

$$\begin{aligned}
&= \text{Titik tengah interval kelas distribusi frekuensi} \times \text{Probabilitas} \\
&= (100351.6 \times 0.33) + (154088.9 \times 0.08) + (207826.2 \times 0.17) + (261563.5 \\
&\quad \times 0.25) + (315300.8 \times 0.17) \\
&= (33450.53) + (12840.74) + (34637.70) + (65390.88) + (52550.13)
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 198869.98 \text{ gram/bulan} \\
 &= 198869.98 \times 12 \\
 &= 2386439.8 \text{ gram/tahun}
 \end{aligned}$$

- *Black* PGR 2016

1. Menentukan Kelas Interval

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log 12$$

$$K = 1 + 3,56$$

$$K = 4,56$$

$$K \approx 5$$

2. Menentukan Jarak Kelas Interval

$$I = \frac{(X1 - X2)}{K}$$

$$I \text{ Black PGR 2016} = \frac{(537265 - 60479)}{5}$$

$$I \text{ Black PGR 2016} = 95357,2$$

3. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Tabel 3 Distribusi Frekuensi Pemakaian Bahan Baku

Distribusi	Titik tengah	Frekuensi	Probabilitas
60479-155836.2	108157.6	6	0.50
155836.3-251193.5	203514.9	3	0.25
251193.6-346550.8	298872.2	0	0.00
346550.9-441908.1	394229.5	1	0.08
441908.2-537265.4	489586.8	2	0.17
		12	1

4. Jumlah Pemakain Yang Diharapkan

$$= \text{Titik tengah interval kelas distribusi frekuensi} \times \text{Probabilitas}$$

$$\begin{aligned}
 &= (108157.6 \times 0.50) + (203514.9 \times 0.25) + (298872.2 \times 0) + (394229.5 \times \\
 &\quad 0.08) + (489586.8 \times 0.17)
 \end{aligned}$$

$$= (54078.8) + (50878.34) + (0) + (32852.46) + (81597.80)$$

$$= 219407.78 \text{ gram/bulan}$$

$$= 219407.78 \times 12$$

$$= 2632893.4 \text{ gram/tahun}$$

- *Turqis* PGR 2016

1. Menentukan Kelas Interval

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log 12$$

$$K = 1 + 3,56$$

$$K = 4,56$$

$$K \approx 5$$

2. Menentukan Jarak Kelas Interval

$$I = \frac{(X1 - X2)}{K}$$

$$I \text{ Turqis PGR 2016} = \frac{(67142 - 468423)}{5}$$

$$I \text{ Turqis PGR 2016} = 56394,8$$

3. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Tabel 4 Distribusi Frekuensi Pemakaian Bahan Baku

Distribusi	Titik tengah	Frekuensi	Probabilitas
49733-106127.8	77930.4	2	0.17
106127.9-162522.7	134325.3	3	0.25
162522.8-218917.6	190720.2	4	0.33
218917.7-275312.5	247115.1	2	0.17
275312.6-331707.4	303510.0	1	0.08
		12	1

4. Jumlah Pemakain Yang Diharapkan

= Titik tengah interval kelas distribusi frekuensi x Probabilitas

$$= (77930.4 \times 0.17) + (134325.3 \times 0.25) + (190720.2 \times 0.33) + (247115.1 \times 0.17) + (303510 \times 0.08)$$

$$= (12988.4) + (33581.33) + (63573.4) + (41185.85) + (25292.50)$$

$$= 176621.48 \text{ gram/bulan}$$

$$= 176621.48 \times 12$$

$$= 2119457.7 \text{ gram/tahun}$$

- *Orange* P2R 2016

1. Menentukan Kelas Interval

$$K = 1 + 3,322 \log n$$

$$K = 1 + 3,322 \log 12$$

$$K = 1 + 3,56$$

$$K = 4,56$$

$$K \approx 5$$

2. Menentukan Jarak Kelas Interval

$$I = \frac{(X1 - X2)}{K}$$

$$I \text{ Orange P2R 2016} = \frac{(35306 - 246813)}{5}$$

$$I \text{ Orange PGR 2016} = 42301,4$$

3. Menyusun Tabel Distribusi Frekuensi

Tabel 5 Distribusi Frekuensi Pemakaian Bahan Baku

Distribusi	Titik tengah	Frekuensi	Probabilitas
35306-77607.4	56456.7	1	0.08
77607.4-119908.9	98758.2	5	0.42
119909-162210.4	141059.7	3	0.25
162210.5-204511.9	183361.2	2	0.17
204512-246813.4	225662.7	1	0.08
		12	1

4. Jumlah Pemakain Yang Diharapkan

= Titik tengah interval kelas distribusi frekuensi x Probabilitas

$$= (56456.7 \times 0.08) + (98758.2 \times 0.42) + (141059.7 \times 0.25) + (183361.2 \times 0.17) + (225662.7 \times 0.08)$$

$$= (4704.73) + (41149.25) + (35264.93) + (30560.20) + (18805.23)$$

$$= 130484.33 \text{ gram/bulan}$$

$$= 130484.33 \times 12$$

$$= 1565811.9 \text{ gram/tahun}$$

4. Perhitungan Distribusi Selama *Lead Time*

• *Turqis* PGR 2015

a. Perhitungan distribusi probabilitas

Tabel 6 Distribusi Probabilitas

Demand Selama Lead Time	Probabilitas
98585.6	0.75
187586.4	0.17
267882.7	0.00

348179.0	0.00
428475.3	0.08

b. Distribusi probabilitas selama lead time

Tabel 7 Distribusi pemakaian selama lead time

Demand Selama Lead Time D_{Li}	Probabilitas $P(D_{Li})$	Probabilitas kehabisan persediaan untuk setiap R P_s
98585.6	0.75	$1 - 0.75 = 0.25$
187586.4	0.17	$0.25 - 0.17 = 0.08$
267882.7	0.00	$0.08 - 0 = 0.08$
348179.0	0.00	$0.08 - 0 = 0.08$
428475.3	0.08	$0.08 - 0.08 = 0.00$

c. Menentukan *expected number of stock out* (E_s) untuk setiap kemungkinan *reorder point*

Tabel 8 Perhitungan E_s untuk $R = 98585.6$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
98585.6	329889.7	0.08	26391.18
	249593.4	0.00	0.00
	169297.1	0.00	0.00
	89000.8	0.17	14833.47
Total			41224.64

Tabel 9 Perhitungan E_s untuk $R = 187586.4$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
187586.4	240888.9	0.08	19271.11
	160592.6	0.00	0.00
	80296.3	0.00	0.00
Total			19271.11

Tabel 4.38 Perhitungan E_s untuk $R = 267882.7$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
267882.7	160592.6	0.08	13382.72
	80296.3	0.00	0.00
Total			13382.72

Tabel 10 Perhitungan E_s untuk $R = 348179.0$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
348179.0	80296.3	0.08	6691.36
Total			6691.36

Tabel 11 Perhitungan E_s untuk $R = 428475.3$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
428475.3	0.0	0.08	0.00
Total			0.00

- *Orange P2R 2015*
 - a. Perhitungan distribusi probabilitas

Tabel 12 Distribusi Probabilitas

Demand Selama Lead Time	Probabilitas
100351.6	0.33
154088.9	0.08
207826.2	0.17
261563.5	0.25
315300.8	0.17

- b. Distribusi probabilitas selama lead time

Tabel 13 Distribusi pemakaian selama lead time

Demand Selama Lead Time	Probabilitas	Probabilitas kehabisan persediaan untuk setiap R
D_{Li}	$P(D_{Li})$	P_s
100351.6	0.33	$1 - 0.33 = 0.67$
154088.9	0.08	$0.67 - 0.08 = 0.58$
207826.2	0.17	$0.58 - 0.17 = 0.42$
261563.5	0.25	$0.42 - 0.25 = 0.17$
315300.8	0.17	$0.17 - 0.17 = 0.00$

- c. Menentukan *expected number of stock out* (E_s) untuk setiap kemungkinan *reorder point*

Tabel 14 Perhitungan E_s untuk $R = 100351.6$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
100351.6	214949.2	0.17	35824.87
	161211.9	0.25	40302.98

107474.6	0.17	17912.43
53737.3	0.08	4478.11
Total		98518.38

Tabel 15 Perhitungan E_s untuk $R = 154088.9$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
154088.9	161211.9	0.17	26868.65
	107474.6	0.25	26868.65
	53737.3	0.17	8956.22
Total			62693.52

Tabel 16 Perhitungan E_s untuk $R = 207826.2$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
207826.2	107474.6	0.17	17912.43
	53737.3	0.25	13434.33
Total			31346.76

Tabel 17 Perhitungan E_s untuk $R = 261563.5$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
261563.5	53737.3	0.17	8956.22
Total			8956.22

Tabel 18 Perhitungan E_s untuk $R = 315300.8$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
315300.8	0.0	0.17	0.00
Total			0.00

- *Black* PGR 2016
 - a. Perhitungan distribusi probabilitas

Tabel 20 Distribusi Probabilitas

Demand Selama Lead Time	Probabilitas
108157.6	0.50
203514.9	0.25
298872.2	0.00
394229.5	0.08
489586.8	0.17

b. Distribusi probabilitas selama lead time

Tabel 21 Distribusi pemakaian selama lead time

Demand Selama Lead Time D_{Li}	Probabilitas $P(D_{Li})$	Probabilitas kehabisan persediaan untuk setiap R P_s
108157.6	0.50	$1 - 0.50 = 0.50$
203514.9	0.25	$0.50 - 0.25 = 0.25$
298872.2	0.00	$0.25 - 0 = 0.25$
394229.5	0.08	$0.25 - 0.08 = 0.17$
489586.8	0.17	$0.17 - 0.17 = 0.00$

c. Menentukan *expected number of stock out* (E_s) untuk setiap kemungkinan *reorder point*Tabel 22 Perhitungan E_s untuk $R = 108157.6$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
108157.6	381429.2	0.17	63571.53
	286071.9	0.08	23839.33
	190714.6	0.00	0.00
	95357.3	0.25	23839.33
Total			111250.18

Tabel 23 Perhitungan E_s untuk $R = 203514.9$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
203514.9	286071.9	0.17	47678.65
	190714.6	0.08	15892.88
	95357.3	0.00	0.00
Total			63571.53

Tabel 24 Perhitungan E_s untuk $R = 298872.2$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
298872.2	190714.6	0.17	31785.77
	95357.3	0.08	7946.44
Total			39732.21

Tabel 25 Perhitungan E_s untuk $R = 394229.5$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
---	----------------	-------------	--------------------------------

394229.5	95357.3	0.17	15892.88
Total			15892.88

Tabel 26 Perhitungan E_s untuk $R = 489586.8$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
489586.8	0.0	0.17	0.00
Total			0.00

- *Turqis* PGR 2016

- a. Perhitungan distribusi probabilitas

Tabel 27 Distribusi Probabilitas

Demand Selama Lead Time	Probabilitas
77930.4	0.17
134325.3	0.25
190720.2	0.33
247115.1	0.17
303510.0	0.08

- b. Distribusi probabilitas selama lead time

Tabel 28 Distribusi pemakaian selama lead time

Demand Selama Lead Time	Probabilitas	Probabilitas kehabisan persediaan untuk setiap R
D_{Li}	$P(D_{Li})$	P_s
77930.4	0.17	$1 - 0.17 = 0.83$
134325.3	0.25	$0.83 - 0.25 = 0.58$
190720.2	0.33	$0.58 - 0.33 = 0.25$
247115.1	0.17	$0.25 - 0.17 = 0.08$
303510.0	0.08	$0.08 - 0.08 = 0.00$

- c. Menentukan *expected number of stock out* (E_s) untuk setiap kemungkinan *reorder point*

Tabel 29 Perhitungan E_s untuk $R = 77930.4$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
77930.4	225579.6	0.08	18798.30
	2393220.6	0.17	398870.10
	112789.8	0.33	37596.60
	56394.9	0.25	14098.73
Total			469363.73

Tabel 30 Perhitungan E_s untuk $R = 134325.3$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
134325.3	169184.7	0.08	14098.73
	2336825.7	0.17	389470.95
	56394.9	0.33	18798.30
Total			422367.98

Tabel 31 Perhitungan E_s untuk $R = 190720.2$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
190720.2	112789.8	0.08	9399.15
	2280430.8	0.17	380071.80
Total			389470.95

Tabel 32 Perhitungan E_s untuk $R = 247115.1$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
247115.1	56394.9	0.08	4699.58
Total			4699.58

Tabel 33 Perhitungan E_s untuk $R = 303510$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
303510.0	0.0	0.08	0.00
Total			0.00

- *Orange* P2R 2016
 - a. Perhitungan distribusi probabilitas

Tabel 34 Distribusi Probabilitas

Demand Selama Lead Time	Probabilitas
56456.7	0.08
98758.2	0.42
141059.7	0.25
183361.2	0.17
225662.7	0.08

b. Distribusi probabilitas selama lead time

Tabel 35 Distribusi pemakaian selama lead time

Demand Selama Lead Time	Probabilitas	Probabilitas kehabisan persediaan untuk setiap R
D_{Li}	$P(D_{Li})$	P_s
56456.7	0.08	$1 - 0.08 = 0.92$
98758.2	0.42	$0.92 - 0.42 = 0.50$
141059.7	0.25	$0.50 - 0.25 = 0.25$
183361.2	0.17	$0.25 - 0.17 = 0.08$
225662.7	0.08	$0.08 - 0.08 = 0.00$

c. Menentukan *expected number of stock out* (E_s) untuk setiap kemungkinan *reorder point*Tabel 36 Perhitungan E_s untuk $R = 56456.7$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
56456.7	169206.0	0.08	14100.50
	126904.5	0.17	21150.75
	84603.0	0.25	21150.75
	42301.5	0.42	17625.63
Total			74027.63

Tabel 37 Perhitungan E_s untuk $R = 98758.2$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
98758.2	126904.5	0.08	10575.38
	84603.0	0.17	14100.50
	42301.5	0.25	10575.38
Total			35251.25

Tabel 38 Perhitungan E_s untuk $R = 141059.7$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
141059.7	84603.0	0.08	7050.25
	42301.5	0.17	7050.25
Total			14100.50

Tabel 39 Perhitungan E_s untuk $R = 183361.2$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
---	----------------	-------------	--------------------------------

183361.2	42301.5	0.08	3525.13
Total			3525.13

Tabel 40 Perhitungan E_s untuk $R = 225662.7$

R	$(D_{Li} - R)$	$P(D_{Li})$	$(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$
225662.7	0.0	0.17	0.00
Total			0.00

- *Turqis* PGR 2015

1. Menentukan Q optimal dengan $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) = 0$

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 1761065.85 (72500 + (7,13 \times 0))}{3,4015}} \\
 &= 273991,17
 \end{aligned}$$

2. Menentukan P_s (*Probabilitas Stockout*)

$$\begin{aligned}
 Q &= 273991,17 \\
 P_s &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{3,4015 \times 273991,17}{7,13 \times 1761065.85} \\
 &= 0,07
 \end{aligned}$$

3. Menentukan R agar dapat ditentukan $\sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$

Kemudahan menentukan *reorder point* sebagai berikut :

Dapat dilihat pada tabel 4.24 $P_s = 0,07$ yang berada diantara $D_{Li} = 348179$ dengan $D_{Li} = 428475,3$. Untuk menentukan R yang terbaik, maka ditentukan P_s untuk masing-masing kemungkinan R. Adapun tabel perbandingan kemungkinannya sebagai berikut :

Tabel 41 berbanding P_s untuk kemungkinan R

R	P_s
348179	0.08
428475,3	0.00

Semakin besar R maka akan semakin kecil kemungkinan untuk kehabisan persediaan, sehingga dipilihlah $R = 428475,3$.

4. $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$ yang didapat disubstitusi kedalam Q agar optimal.

$$Q_{\text{Optimal}} = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1761065.85 \times (72500 + (7,13 \times 0) \times (0,08))}{3,4015}}$$

$$= 273991,17$$

5. Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$Q_{\text{Optimal}} = 273991,17$$

$$P_{\text{SOptimal}} = \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{3,4015 \times 273991,17}{7,13 \times 1761065.85}$$

$$= 0,07$$

Karena $D_{Li} - R$ yang dihasilkan adalah 0, maka hasil Q yang diperoleh sama dengan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya total persediaan minimum yang diharapkan atau TIC telah tercapai.

$$TIC = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h \times (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Parameter ED_L dapat ditentukan langsung dari tabel 4.57 dimana $ED_L = \sum D_{Li} \cdot P(D_{Li}) = 140909,9$. setelah itu, dapat dilanjutkan ke perhitungan TIC untuk Q_{optimal} . Adapun TIC perbandingan Q dengan $R = 428475,3$ dapat dilihat dibawah ini :

$$TIC = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h \times (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

$$TIC = \frac{1761065.85}{273991,17} \times 72500 + \frac{273991,17}{2} \times 3,4015 +$$

$$3,4015 \times (428475,3 - 140909,9) + \frac{1761065.85}{273991,17} \times 7,13 \times 0$$

$$TIC = 465990,5 + 465990,5 + 978153,8 + 0 = \text{Rp } 1.910.135,-$$

6. Menentukan Persediaan Cadangan (*Safety Stock*)

Berikut adalah *Expected Demand During Lead Time* (ED_L) yang terdapat di tabel dibawah ini :

Tabel 42 *Expected Demand During Lead Time* (ED_L)

D_{Li}	$P(D_{Li})$	ED_L
98585.6	0.75	73939.2
187586.4	0.17	31264.4
267882.7	0.00	0
348179.0	0.00	0
428475.3	0.08	35706.275
Jumlah		140909,9

$$\begin{aligned}
 \text{Cadangan persediaan} &= R - ED_L \\
 &= 428475,3 - 140909,9 \\
 &= 287565,4
 \end{aligned}$$

Cadangan persediaan ini akan optimal jika *marginal cost = marginal saving*.

$$\begin{aligned}
 \text{Marginal Cost (h)} &= 3,4015 \\
 \text{Marginal Saving} &= \frac{D}{Q} \cdot \pi \cdot Ps \\
 &= \frac{1761065,85}{273991,17} \times 7,13 \times 0,07 \\
 &= 3,4015
 \end{aligned}$$

Ternyata *marginal cost = marginal saving*, sehingga cadangan persediaan sebesar 287565,4 gram adalah optimal.

- Orange P2R 2015

1. Menentukan Q optimal dengan $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) = 0$

$$\begin{aligned}
 Q &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 2383333,3 (72500 + (4,46 \times 0))}{2,2469}} \\
 &= 392179,17
 \end{aligned}$$

2. Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$\begin{aligned}
 Q &= 392179,17 \\
 Ps &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{2,2469 \times 392179,17}{4,46 \times 2383333,3} \\
 &= 0,08
 \end{aligned}$$

3. Menentukan R agar dapat ditentukan $\sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$

Kemudahan menentukan *reorder point* sebagai berikut :

Dapat dilihat pada tabel 4.31 Ps = 0,08 yang berada diantara $D_{Li} = 261563,5$ dengan $D_{Li} = 315300,8$. Untuk menentukan R yang terbaik, maka ditentukan Ps untuk masing-masing kemungkinan R. Adapun tabel perbandingan kemungkinannya sebagai berikut :

Tabel 43 berbandingan Ps untuk kemungkinan R

R	Ps
261563.5	0.17
315300.8	0.00

Semakin besar R maka akan semakin kecil kemungkinan untuk kehabisan persediaan, sehingga dipilihlah R = 315300.8.

4. $E_s = \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$ yang didapat disubstitusi kedalam Q agar optimal.

$$\begin{aligned}
 Q_{\text{Optimal}} &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\
 &= \sqrt{\frac{2 \times 2383333,3 (72500 + (4,46 \times 0))}{2,2469}} \\
 &= 392179,17
 \end{aligned}$$

5. Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$Q_{\text{Optimal}} = 392179,17$$

$$\begin{aligned}
 P_{S_{\text{Optimal}}} &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\
 &= \frac{2,2469 \times 392179,17}{4,46 \times 2383333,3} \\
 &= 0,08
 \end{aligned}$$

Karena $D_{Li} - R$ yang dihasilkan adalah 0, maka hasil Q yang diperoleh sama dengan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya total persediaan minimum yang diharapkan atau TIC telah tercapai.

$$TIC = \frac{D}{Q} A + \frac{Q}{2} h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Parameter ED_L dapat ditentukan langsung dari tabel 4.57 dimana $ED_L = \sum D_{Li} \cdot P(D_{Li}) = 198870$. setelah itu, dapat dilanjutkan ke perhitungan TIC untuk Q_{optimal} . Adapun TIC perbandingan Q dengan R = 428475,3 dapat dilihat dibawah ini :

$$TIC = \frac{D}{Q} A + \frac{Q}{2} h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

$$TIC = \frac{2383333,3}{392179,17} \times 72500 + \frac{392179,17}{2} \times 2,2469 +$$

$$2,2469 \times (315300.8 - 198870) + \frac{2383333,3}{392179,17} \times 4,46 \times 0$$

$$TIC = 440593,7 + 440593,7 + 261608,4 + 0 = \text{Rp } 1.142.796,-$$

6. Menentukan Persediaan Cadangan (*Safety Stock*)

Berikut adalah *Expected Demand During Lead Time* (ED_L) yang terdapat di tabel dibawah ini :

Tabel 4 4 *Expected Demand During Lead Time* (ED_L)

D_{Li}	$P(D_{Li})$	ED_L
100351.6	0.33	33450.5333
154088.9	0.08	12840.7417
207826.2	0.17	34637.7
261563.5	0.25	65390.875
315300.8	0.17	52550.1333
Jumlah		198870

$$\begin{aligned} \text{Cadangan persediaan} &= R - ED_L \\ &= 315300.8 - 198870 \\ &= 116430,8 \end{aligned}$$

Cadangan persediaan ini akan optimal jika *marginal cost = marginal saving*.

$$\begin{aligned} \text{Marginal Cost (h)} &= 2,2469 \\ \text{Marginal Saving} &= \frac{D}{Q} \cdot \pi \cdot Ps \\ &= \frac{2383333,3}{392179,17} \times 4,46 \times 0,08 \\ &= 2,2469 \end{aligned}$$

Ternyata *marginal cost = marginal saving*, sehingga cadangan persediaan sebesar 116430,8 gram adalah optimal.

- Turqis PGR 2016

1. Menentukan Q optimal dengan $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) = 0$

$$\begin{aligned} Q &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 2088154 (72500 + (7,13 \times 0))}{3,4338}} \\ &= 296946,2 \end{aligned}$$

2. Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$\begin{aligned} Q &= 296946,2 \\ Ps &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{3,4338 \times 296946,2}{7,13 \times 2088154} \end{aligned}$$

$$= 0,07$$

3. Menentukan R agar dapat ditentukan $\sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$

Kemudahan menentukan *reorder point* sebagai berikut :

Dapat dilihat pada tabel 4.45 $P_s = 0,07$ yang berada diantara $D_{Li} = 247115.1$ dengan $D_{Li} = 303510$. Untuk menentukan R yang terbaik, maka ditentukan P_s untuk masing-masing kemungkinan R. Adapun tabel perbandingan kemungkinannya sebagai berikut :

Tabel 45 Berbandingan P_s untuk kemungkinan R

R	P_s
247115.1	0.08
303510	0.00

Semakin besar R maka akan semakin kecil kemungkinan untuk kehabisan persediaan, sehingga dipilihlah $R = 303510$.

4. $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$ yang didapat disubstitusi kedalam Q agar optimal.

$$\begin{aligned} Q_{\text{Optimal}} &= \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}} \\ &= \sqrt{\frac{2 \times 2088154 (72500 + (7,13 \times 0))}{3,4338}} \\ &= 296946,2 \end{aligned}$$

Menentukan P_s (*Probabilitas Stockout*)

$$Q_{\text{Optimal}} = 296946,2$$

$$\begin{aligned} P_{s\text{Optimal}} &= \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D} \\ &= \frac{3,4338 \times 296946,2}{7,13 \times 2088154} \\ &= 0,07 \end{aligned}$$

Karena $D_{Li} - R$ yang dihasilkan adalah 0, maka hasil Q yang diperoleh sama dengan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya total persediaan minimum yang diharapkan atau TIC telah tercapai.

$$TIC = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h \times (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Parameter ED_L dapat ditentukan langsung dari tabel 4.57 dimana $ED_L = \sum D_{Li} \cdot P(D_{Li}) = 176621,5$. setelah itu, dapat dilanjutkan ke perhitungan TIC untuk Q_{Optimal} . Adapun TIC perbandingan Q dengan $R = 303510$ dapat dilihat dibawah ini :

$$TIC = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

$$TIC = \frac{2088154}{296946,2} x 72500 + \frac{296946,2}{2} x 3,4338 + 3,4338 x (303510 - 176621,5) + \frac{2088154}{296946,2} x 7,13 x 0$$

$$TIC = 509826,9 + 509826,9 + 435709,8 + 0 = \text{Rp } 1.455.364,-$$

5. Menentukan Persediaan Cadangan (*Safety Stock*)

Berikut adalah *Expected Demand During Lead Time* (ED_L) yang terdapat di tabel dibawah ini :

Tabel 46 *Expected Demand During Lead Time* (ED_L)

D_{Li}	$P(D_{Li})$	ED_L
77930.4	0.17	12988.4
134325.3	0.25	33581.325
190720.2	0.33	63573.4
247115.1	0.17	41185.85
303510.0	0.08	25292.5
Jumlah		176621,5

$$\begin{aligned} \text{Cadangan persediaan} &= R - ED_L \\ &= 303510 - 176621,5 \\ &= 126888,5 \end{aligned}$$

Cadangan persediaan ini akan optimal jika *marginal cost = marginal saving*.

$$\begin{aligned} \text{Marginal Cost (h)} &= 3,4338 \\ \text{Marginal Saving} &= \frac{D}{Q} \cdot \pi \cdot Ps \\ &= \frac{2088154}{296946,2} x 7,13 x 0,07 \\ &= 3,4338 \end{aligned}$$

Ternyata *marginal cost = marginal saving*, sehingga cadangan persediaan sebesar 126888,5 gram adalah optimal.

- *Orange P2R 2016*

1. Menentukan Q optimal dengan $E_s = \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}) = 0$

$$Q = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1536509 (72500 + (4,46 \times 0))}{2,2757}}$$

$$= 312891,71$$

2. Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$Q = 312891,71$$

$$Ps = \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{2,2757 \times 312891,71}{4,46 \times 1536509}$$

$$= 0,10$$

3. Menentukan R agar dapat ditentukan $\sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$

Kemudahan menentukan *reorder point* sebagai berikut :

Dapat dilihat pada tabel 4.52 Ps = 0,08 yang berada diantara $D_{Li} = 183361.2$ dengan $D_{Li} = 225662.7$. Untuk menentukan R yang terbaik, maka ditentukan Ps untuk masing-masing kemungkinan R. Adapun tabel perbandingan kemungkinannya sebagai berikut :

Tabel 47 berbandingan Ps untuk kemungkinan R

R	Ps
183361.2	0.08
225662.7	0.00

Semakin besar R maka akan semakin kecil kemungkinan untuk kehabisan persediaan, sehingga dipilihlah $R = 225662.7$.

4. $E_s = \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$ yang didapat disubstitusi kedalam Q agar optimal.

$$Q_{\text{Optimal}} = \sqrt{\frac{2D(A + \pi \cdot \sum(D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li}))}{h}}$$

$$= \sqrt{\frac{2 \times 1536509 (72500 + (4,46 \times 0))}{2,2757}}$$

$$= 312891,71$$

5. Menentukan Ps (*Probabilitas Stockout*)

$$Q_{\text{Optimal}} = 312891,71$$

$$Ps_{\text{Optimal}} = \frac{h \cdot Q}{\pi \cdot D}$$

$$= \frac{2,2757 \times 312891,71}{4,46 \times 1536509}$$

$$= 0,10$$

Karena $D_{Li} - R$ yang dihasilkan adalah 0, maka hasil Q yang diperoleh sama dengan sebelumnya, sehingga dapat disimpulkan bahwa biaya total persediaan minimum yang diharapkan atau TIC telah tercapai.

$$TIC = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

Parameter ED_L dapat ditentukan langsung dari tabel 4.57 dimana $ED_L = \sum D_{Li} \cdot P(D_{Li}) = 130484,3$. setelah itu, dapat dilanjutkan ke perhitungan TIC untuk $Q_{optimal}$. Adapun TIC perbandingan Q dengan $R = 428475,3$ dapat dilihat dibawah ini :

$$TIC = \frac{D}{Q}A + \frac{Q}{2}h + h x (R - ED_L) + \frac{D}{Q} \pi \sum_{i=1}^n (D_{Li} - R) \cdot P(D_{Li})$$

$$TIC = \frac{1536509}{312891,71} x 72500 + \frac{312891,71}{2} x 2,2757 +$$

$$2,2757 x (225662,7 - 130484,3) + \frac{1536509}{312891,71} x 4,46 x 0$$

$$TIC = 356023,8 + 356023,8 + 216597,4 + 0 = \text{Rp } 928.645,-$$

6. Menentukan Persediaan Cadangan (*Safety Stock*)

Berikut adalah *Expected Demand During Lead Time* (ED_L) yang terdapat di tabel dibawah ini :

Tabel 48 *Expected Demand During Lead Time* (ED_L)

D_{Li}	$P(D_{Li})$	ED_L
56456.7	0.08	4704.725
98758.2	0.42	41149.25
141059.7	0.25	35264.925
183361.2	0.17	30560.2
225662.7	0.08	18805.225
Jumlah		130484,3

$$\begin{aligned} \text{Cadangan persediaan} &= R - ED_L \\ &= 225662,7 - 130484,3 \\ &= 95174,4 \end{aligned}$$

Cadangan persediaan ini akan optimal jika *marginal cost = marginal saving*.

$$\text{Marginal Cost (h)} = 2,2757$$

$$\text{Marginal Saving} = \frac{D}{Q} \cdot \pi \cdot Ps$$

$$= \frac{1536509}{312891,71} \times 4,46 \times 0,10$$

$$= 2,2757$$

Ternyata *marginal cost* = *marginal saving*, sehingga cadangan persediaan sebesar 95174,4 gram adalah optimal.

6. Perencanaan Kebutuhan

- *Turqis* PGR

$$T1 = 30 \text{ hari} = 30/365 \text{ hari} = 0,0829$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4338(0,0829)} = 0,9616$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 3433202(0,00829 + 0,0829) = 313073,69$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 28610.016(0,00829 + 0,0829) = 2608,94$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9616)$$

$$\frac{R - 313073,69}{\sqrt{2608,94}} = 1,77$$

$$R = 313164,1 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\bar{S}(R, T) = \int_R^X (x - R) g(x, 1 + T) dx$$

$$= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,77) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,77^2/2} = 0,0332$$

$$\bar{S}(313164,1; 0,0829) =$$

$$\sqrt{2608,94} \phi(1,77) - [(313164,1 - 190418,8)(1 - \Phi(1,77))]$$

$$= (51,08)(0,0332) - [(90,41)(1 - 0,9616)] = -1,78$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(313164,1; 0,0829) &= \frac{72500}{0,0829} + 3,4338 \left[313164,1 - \right. \\ & (3433202)(0,00829) - \frac{1}{2}(3433202)(0,0829) + -1,78 + \left. \frac{7,13(-1,78)}{0,0829} \right] \\ &= \text{Rp } 1.362.979,- \end{aligned}$$

$$T2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$$

$$\int_0^R g(x, 1+T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4338(0,164)} = 0,9268$$

$$\text{Ekspektasi Kebutuhan saat } I + T (\mu) = 3433202(0,00829 + 0,164) = 591506,4$$

$$\text{Variasi kebutuhan saat } I + T (\sigma^2) = 28610.016(0,00829 + 0,164) = 4929,22$$

$$\text{Jadi, } \frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9268)$$

$$\frac{R - 591506,4}{\sqrt{4929,22}} = 1,46$$

$$R = 591608,9 \text{ gram}$$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1+T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi} \right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,46) = \left(\frac{1}{2(3,14)} \right) e^{-1,46^2/2} = 0,055$$

$$\bar{S}(591608,9; 0,164) =$$

$$\begin{aligned} &\sqrt{4929,22} \phi(1,46) - [(591608,9 - 591506,4)(1 - \Phi(1,46))] \\ &= (70,21)(0,055) - [(102,5)(1 - 0,9268)] = -3,64 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(591608,9; 0,164) &= \frac{72500}{0,164} + 3,4338 \left[591608,9 - \right. \\ & (3433202)(0,00829) - \frac{1}{2}(3433202)(0,164) + (-2,84) + \left. \frac{7,13(-2,84)}{0,164} \right] \end{aligned}$$

= Rp 1.408.561,-

$T3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{7,13}{7,13 + 3,4338(0,246)} = 0,8941$$

Ekspektasi Kebutuhan saat $I + T$ (μ) = $3433202(0,00829 + 0,246) = 873028,94$

Variasi kebutuhan saat $I + T$ (σ^2) = $28610.016(0,00829 + 0,246) = 7275,24$

Jadi, $\frac{R - \mu}{\sigma} = z(0,8941)$

$$\frac{R - 873028,94}{\sqrt{7275,24}} = 1,25$$

$R = 873135,55 \text{ gram}$

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,25) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,25^2/2} = 0,073$$

$$\begin{aligned} \bar{S}(873135,55 ; 0,246) &= \\ \sqrt{7275,24} \phi(1,25) - [(873135,55 - 873028,94)(1 - \Phi(1,25))] \\ &= (85,3)(0,073) - [(106,62)(1 - 0,8941)] = -5,07 \end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(873135,55; 0,246) &= \frac{72500}{0,246} + 3,4338 \left[873135,55 - \right. \\ &(3433202)(0,00829) - \frac{1}{2}(3433202)(0,246) + (-5,07) + \left. \frac{7,13(-5,07)}{0,246} \right] \\ &= \text{Rp } 1.744.598,- \end{aligned}$$

- *Orange P2R*

$T1 = 30 \text{ hari} = 30/365 \text{ hari} = 0,0829$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2757(0,0829)} = 0,9594$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = $3856716(0,00829 + 0,0829) = 351693,93$

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = $32139.3(0,00829 + 0,0829) = 2930,78$

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9594)$

$$\frac{R - 351693,93}{\sqrt{2930,78}} = 1,75$$

R = 351788,67 gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned} \bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T) dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))] \end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,75) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,75^2/2} = 0,034$$

$$\bar{S}(351788,67; 0,0829) =$$

$$\sqrt{1682.2} \phi(1,75) - [(351788,67 - 351693,93)(1 - \Phi(1,75))]$$

$$= (54,14)(0,034) - [(94,74)(1 - 0,9594)] = -2$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned} TC(351788,67; 0,0829) &= \frac{72500}{0,0829} + 2,2757 \left[351788,67 - \right. \\ & (3856716)(0,00829) - \frac{1}{2}(3856716)(0,0829) + (-2) + \left. \frac{4,46(-2)}{0,0829} \right] \\ &= \text{Rp } 1.238.162,- \end{aligned}$$

$$T_2 = 60 \text{ hari} = 60/365 \text{ hari} = 0,164$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T) dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2757(0,164)} = 0,9228$$

Ekspektasi Kebutuhan saat I + T (μ) = $3856716(0,00829 + 0,164) = 664473.6$

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = 32139.3(0,00829 + 0,164) = 5537,27

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,9228)$

$$\frac{R - 664473.6}{\sqrt{5537,27}} = 1,43$$

R = 664580,01 gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-z^2/2}$$

$$\phi(1,43) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,43^2/2} = 0,057$$

$$\bar{S}(664580,01; 0,164) =$$

$$\begin{aligned}&\sqrt{5537,27} \phi(1,43) - [(664580,01 - 664473.6)(1 - \Phi(1,43))] \\ &= (74,41)(0,057) - [(106,41)(1 - 0,9228)] = -3,98\end{aligned}$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

$$\begin{aligned}TC(664580,01; 0,164) &= \frac{72500}{0,164} + 2,2757 \left[664580,01 - \right. \\ &(3856716)(0,00829) - \frac{1}{2}(3856716)(0,164) + (-3,98) + \left. \frac{4,46(-3,98)}{0,164} \right] \\ &= \text{Rp } 1.161.605,-\end{aligned}$$

$$T3 = 90 \text{ hari} = 90/365 \text{ hari} = 0,246$$

$$\int_0^R g(x, 1 + T)dx = \frac{\pi}{\pi + hT} = \frac{4,46}{4,46 + 2,2757(0,246)} = 0,8885$$

$$\begin{aligned}\text{Ekspektasi Kebutuhan saat I + T } (\mu) &= 3856716(0,00829 + 0,246) = \\ &980724,31\end{aligned}$$

Variasi kebutuhan saat I + T (σ^2) = 32139.3(0,00829 + 0,246) = 8172,7

Jadi, $\frac{R-\mu}{\sigma} = z(0,8885)$

$$\frac{R - 980724,31}{\sqrt{8172,7}} = 1,22$$

$R = 980834,6$ gram

Rata-rata kehabisan persediaan :

$$\begin{aligned}\bar{S}(R, T) &= \int_R^X (x - R)g(x, 1 + T)dx \\ &= \sigma \phi(z) - [(R - \mu)(1 - \Phi(z))]\end{aligned}$$

$$\phi(z) = \left(\frac{1}{2\pi}\right) e^{-r^2/2}$$

$$\phi(1,22) = \left(\frac{1}{2(3,14)}\right) e^{-1,22^2/2} = 0,076$$

$$\bar{S}(980834,6; 0,246) =$$

$$\sqrt{8172,7} \phi(1,22) - [(980834,6 - 980724,31)(1 - \Phi(1,22))]$$

$$= (90,40)(0,076) - [(110,29)(1 - 0.8885)] = -5,43$$

Total biaya *inventory* :

$$TC(R, T) = \frac{(V+A)}{T} + h \left[R - D_1 - \frac{1}{2}DT + \bar{S}(R, T) + \frac{\pi \bar{S}(R, T)}{T} \right]$$

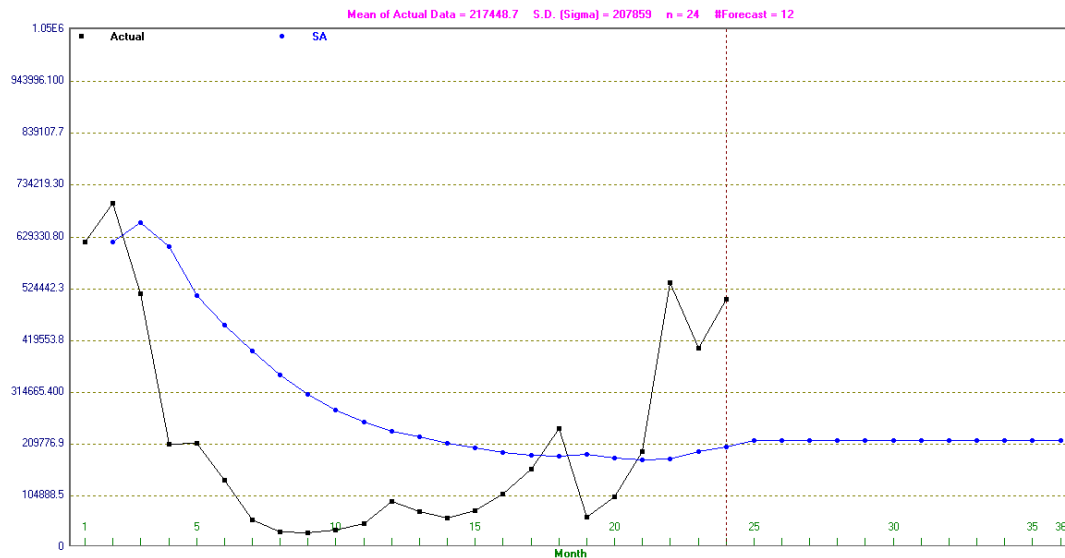
$$TC(980834,6; 0,246) = \frac{72500}{0,246} + 2,2757 \left[980834,6 -$$

$$(3856716)(0,00829) - \frac{1}{2}(3856716)(0,246) + (-5,43) + \frac{4,46(-5,43)}{0,246} \right]$$

$$= \text{Rp } 1.374.134,-$$

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE [%]	Tracking Signal	R-square
1	620156								
2	697000	620156	76844	76844	76844	5.905E+09	11.02496	1	
3	514027	658578	-144551	-67707	110697.5	1.34E+10	19.57313	-0.6116399	0.1810229
4	209870	610394.3	-400524.3	-468231.3	207306.4	6.240657E+10	76.66341	-2.258643	0.6142092
5	212060	510263.3	-298203.3	-766434.6	230030.6	6.903622E+10	92.65309	-3.33188	0.9213696
6	138034	450622.6	-312588.6	-1079023	246542.2	7.477131E+10	119.414	-4.376626	
7	57850	398524.5	-340674.5	-1419698	262230.9	8.16526E+10	197.6605	-5.413921	
8	32298	349856.7	-317558.7	-1737256	270134.9	8.439417E+10	309.8825	-6.431069	
9	31505	310161.9	-278656.9	-2015913	271200.2	8.35511E+10	381.7078	-7.433304	
10	36500	279200	-242700	-2258613	268033.5	8.081246E+10	413.1771	-8.426609	
11	49632	254930	-205298	-2463911	261759.9	7.694594E+10	413.2234	-9.412867	
12	94100	236266.5	-142166.5	-2606078	250887.8	7.178825E+10	389.3922	-10.38742	
13	74635	224419.3	-149784.3	-2755862	242462.5	6.76755E+10	373.667	-11.36614	
14	60479	212897.5	-152418.5	-2908281	235536	6.425673E+10	364.3094	-12.3475	
15	75360	202010.4	-126650.4	-3034931	227758.5	6.08127E+10	350.2917	-13.32522	
16	109170	193567.1	-84397.06	-3119328	218201.1	5.723338E+10	332.0927	-14.29566	
17	159449	188292.3	-28843.25	-3148171	206366.2	5.370829E+10	312.4675	-15.25527	
18	242245	186595.6	55649.41	-3092522	197500.5	5.073114E+10	295.4384	-15.6583	
19	62447	189687.2	-127240.2	-3219762	193597.2	4.88122E+10	290.345	-16.63124	
20	103008	182990.4	-79982.38	-3299745	187617.5	4.657983E+10	279.1504	-17.58762	
21	195470	178991.3	16478.75	-3283266	179060.5	4.426441E+10	265.6143	-18.33607	
22	537265	179776	357489.1	-2925777	187557.1	4.824222E+10	256.1346	-15.59939	
23	403610	196025.5	207584.5	-2718192	188467.4	4.800809E+10	246.8299	-14.42261	
24	502598	205050.9	297547.1	-2420645	193210	4.97701E+10	238.6721	-12.52857	0.9722722

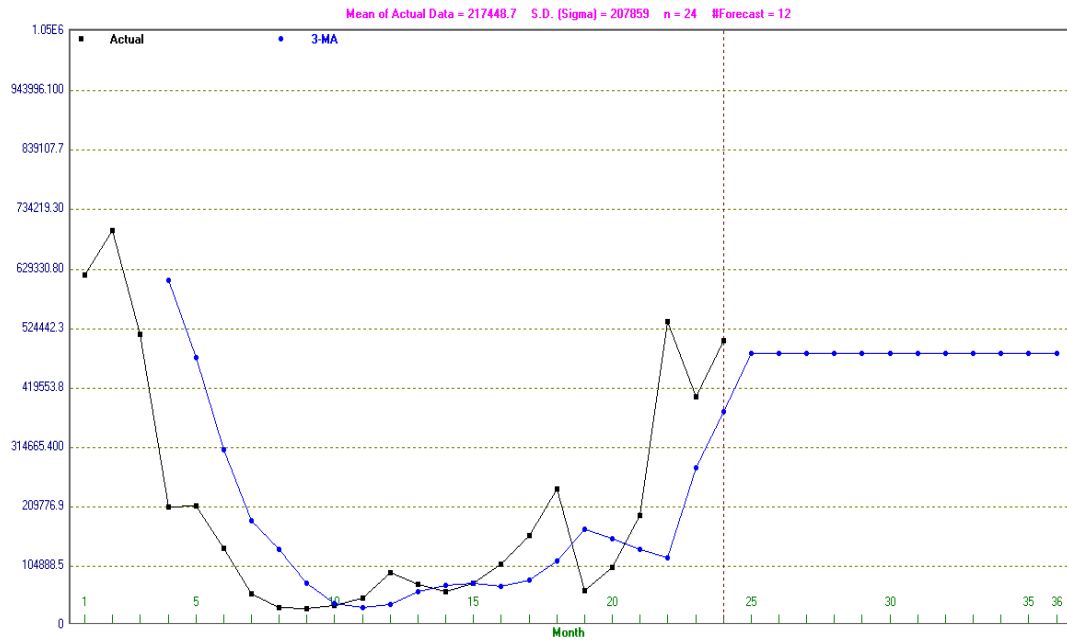
Gambar 1 Perhitungan Peramalan *Black PGR* dengan *Simple Average*



Gambar 2 Perbandingan Grafik Data *Black PGR* dengan Data Peramalan dengan *Simple Average*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	620156								
2	697000								
3	514027								
4	209870	610394.3	-400524.3	-400524.3	400524.3	1.604197E+11	190.844	-1	
5	212060	473632.3	-261572.3	-662096.6	331048.3	1.144199E+11	157.0961	-2	
6	138034	311985.7	-173951.7	-836048.3	278682.8	8.636633E+10	146.7377	-3	
7	57850	186654.7	-128804.7	-964852.9	241213.2	6.892241E+10	165.7165	-4	
8	32298	135981.3	-103683.3	-1068536	213707.3	5.728797E+10	196.7774	-5	
9	31505	76060.66	-44555.66	-1113092	185515.3	4.807084E+10	187.5518	-6	
10	36500	40551	-4051	-1117143	159591.8	4.120593E+10	162.3442	-7	
11	49632	33434.33	16197.67	-1100945	141667.6	3.608798E+10	146.1306	-7.771329	
12	94100	39212.33	54887.67	-1046058	132025.3	3.241295E+10	136.3749	-7.923157	
13	74635	60077.33	14557.67	-1031500	120278.6	2.919284E+10	124.6879	-8.575923	
14	60479	72789	-12310	-1043810	110463.3	2.655273E+10	115.203	-9.449386	
15	75360	76404.66	-1044.664	-1044855	101345	2.434009E+10	105.7183	-10.30987	
16	109170	70158	39012	-1005843	96550.18	2.258485E+10	100.335	-10.41782	
17	159449	81669.66	77779.34	-928063.3	95209.41	2.140376E+10	96.65249	-9.7476	
18	242245	114659.7	127585.3	-800477.9	97367.8	2.106204E+10	93.72018	-8.221177	
19	62447	170288	-107841	-908318.9	98022.38	2.047252E+10	98.65592	-9.266444	
20	103008	154713.7	-51705.67	-960024.6	95297.87	1.942552E+10	95.80533	-10.07394	
21	195470	135900	59570	-900454.6	93312.98	1.854347E+10	92.17587	-9.649832	
22	537265	120308.3	416956.7	-483498	110346.9	2.671764E+10	91.40911	-4.381619	
23	403610	278581	125029	-358469	111081	2.616337E+10	88.38754	-3.227096	
24	502598	378781.7	123816.3	-234652.6	111687.4	2.564752E+10	85.35172	-2.100976	

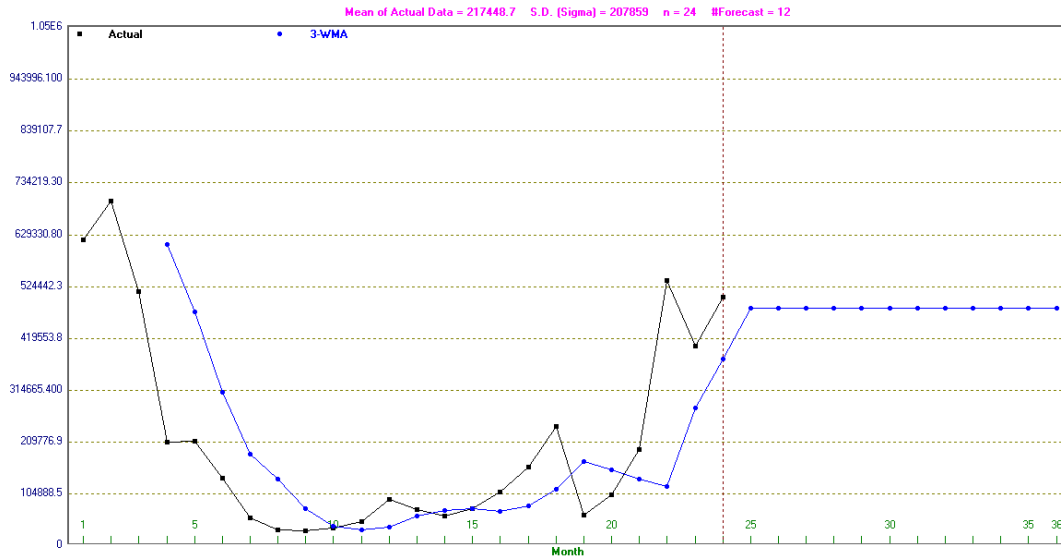
Gambar 3 Perhitungan Peramalan *Black PGR* dengan *Moving Average*



Gambar 4 Perbandingan Grafik Data *Black PGR* dengan Data Peramalan dengan *Moving Average*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-squar
1	620156								
2	697000								
3	514027								
4	209870	610394.3	-400524.3	-400524.3	400524.3	1.604197E+11	190.844	-1	
5	212060	473632.3	-261572.3	-662096.6	331048.3	1.144199E+11	157.0961	-2	
6	138034	311985.7	-173951.7	-836048.3	278682.8	8.636634E+10	146.7377	-3	
7	57850	186654.7	-128804.7	-964853	241213.3	6.892241E+10	165.7165	-4	
8	32298	135981.3	-103683.3	-1068536	213707.3	5.728797E+10	196.7774	-5	
9	31505	76060.67	-44555.67	-1113092	185515.3	4.807085E+10	187.5518	-6	
10	36500	40551	-4051	-1117143	159591.9	4.120593E+10	162.3442	-7	
11	49632	33434.33	16197.67	-1100945	141667.6	3.608798E+10	146.1306	-7.771329	
12	94100	39212.34	54887.66	-1046058	132025.4	3.241295E+10	136.3749	-7.923157	
13	74635	60077.34	14557.66	-1031500	120278.6	2.919285E+10	124.6879	-8.575924	
14	60479	72789	-12310	-1043810	110463.3	2.655273E+10	115.203	-9.449387	
15	75360	76404.67	-1044.672	-1044855	101345	2.434009E+10	105.7183	-10.30988	
16	109170	70158	39012	-1005843	96550.2	2.258485E+10	100.335	-10.41782	
17	159449	81669.67	77779.33	-928063.4	95209.42	2.140376E+10	96.65249	-9.747601	
18	242245	114659.7	127585.3	-800478.1	97367.82	2.106204E+10	93.72018	-8.221177	
19	62447	170288	-107841	-908319.1	98022.39	2.047252E+10	98.65592	-9.266445	
20	103008	154713.7	-51705.67	-960024.8	95297.88	1.942552E+10	95.80533	-10.07394	
21	195470	135900	59570	-900454.8	93312.99	1.854347E+10	92.17587	-9.649833	
22	537265	120308.3	416956.7	-483498.1	110346.9	2.671764E+10	91.40911	-4.38162	
23	403610	278581	125029	-358469.1	111081	2.616337E+10	88.38754	-3.227097	
24	502598	378781.7	123816.3	-234652.8	111687.4	2.564752E+10	85.35172	-2.100978	

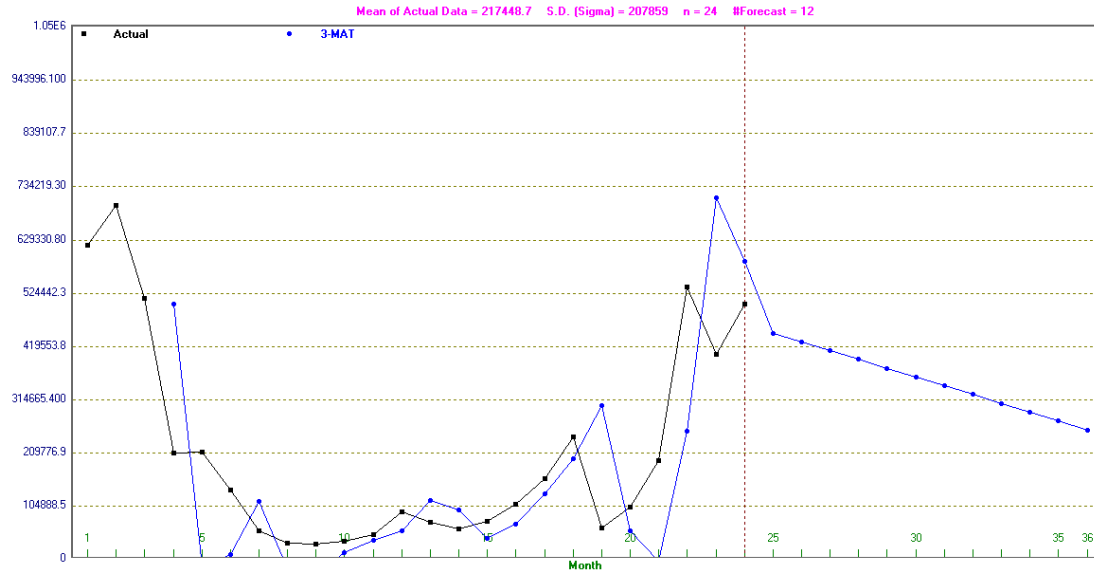
Gambar 5 Perhitungan Peramalan *Black PGR* dengan *Weighthed Moving Average*



Gambar 6 Perbandingan Grafik Data *Black PGR* dengan Data Peramalan dengan *Weighted Moving Average*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	620156								
2	697000								
3	514027								
4	209870	504265.3	-294395.3	-294395.3	294395.3	8.66686E+10	140.2751	-1	
5	212060	-13497.63	225557.6	-68837.69	259976.5	6.877242E+10	123.32	-0.2647843	
6	138034	10018.78	128015.2	59177.53	215989.4	5.131091E+10	113.1273	0.2739835	
7	57850	114818.8	-56968.81	2208.719	176234.2	3.929455E+10	109.4647	1.253286E-02	
8	32298	-18228.48	50526.48	52735.2	151092.7	3.194622E+10	118.8594	0.3490255	
9	31505	-29675.13	61180.13	113915.3	136107.3	2.724569E+10	131.4148	0.8369526	
10	36500	14206.21	22293.79	136209.1	119848.2	2.342445E+10	121.3668	1.136514	
11	49632	37636.55	11995.45	148204.6	106366.6	2.051438E+10	109.2171	1.393337	
12	94100	57339.57	36760.43	184965	98632.59	1.838515E+10	101.4224	1.875293	
13	74635	117677.6	-43042.58	141922.4	93073.58	1.67319E+10	97.04726	1.524841	
14	60479	97792.27	-37313.27	104609.2	88004.46	1.533739E+10	93.83354	1.18868	
15	75360	42783.95	32576.05	137185.2	83385.43	1.414771E+10	89.61636	1.645194	
16	109170	70883.31	38286.69	175471.9	79916.3	1.317218E+10	85.42053	2.195696	
17	159449	130361	29088	204559.9	76285.7	1.229175E+10	80.62212	2.681498	
18	242245	198749	43495.97	248055.9	74099.72	1.159843E+10	76.44434	3.347595	
19	62447	303363.4	-240916.4	7139.5	84525.76	1.450107E+10	95.77865	8.446538E-02	
20	103008	57712.11	45295.89	52435.39	82218.12	1.376875E+10	92.73126	0.6377596	
21	195470	-3336.531	198806.5	251241.9	88695.25	1.51996E+10	93.22991	2.832642	
22	537265	253331.8	283933.2	535175.1	98970.93	1.864268E+10	91.10455	5.407396	
23	403610	712838.6	-309228.6	225946.5	109483.8	2.249166E+10	90.3801	2.063743	
24	502598	586922.3	-84324.25	141622.3	108285.7	2.175923E+10	86.87523	1.307857	

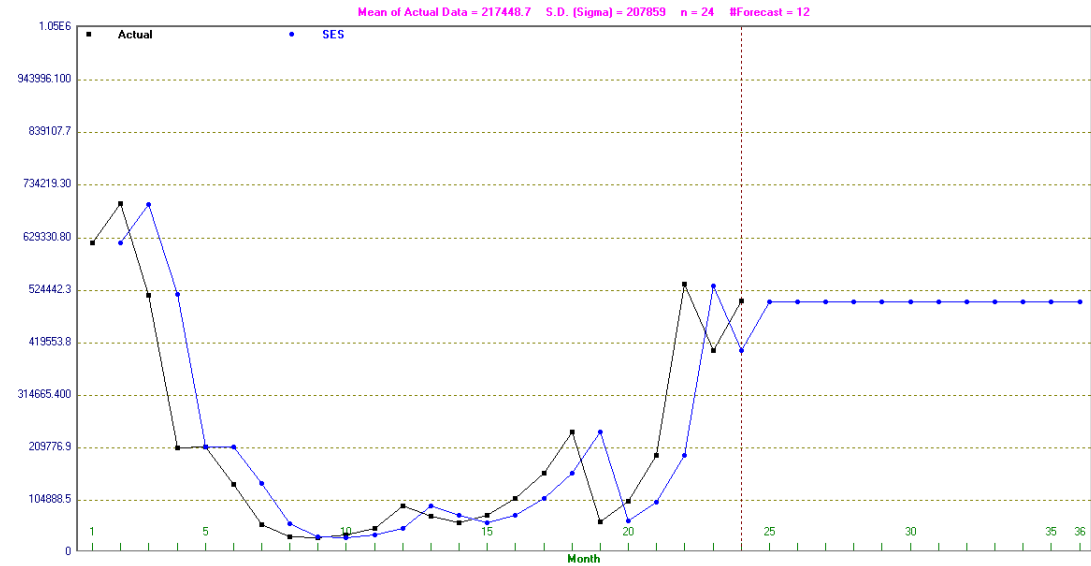
Gambar 7 Perhitungan Peramalan *Black PGR* dengan *Moving Average With Trend*



Gambar 8 Perbandingan Grafik Data *Black PGR* dengan Data Peramalan dengan *Moving Average With Trend*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	620156								
2	697000	620156	76844	76844	76844	5.905E+09	11.02496	1	
3	514027	696231.5	-182204.5	-105360.5	129524.3	1.955174E+10	23.23572	-0.8134423	0.5044433
4	209870	515849.2	-305979.2	-411339.7	188342.5	4.424224E+10	64.08869	-2.183998	0.601194
5	212060	212930	-869.9844	-412209.6	141474.4	3.318187E+10	48.16908	-2.913669	
6	138034	212068.7	-74034.7	-486244.3	127986.5	2.764172E+10	49.26229	-3.799186	
7	57850	138774.4	-80924.39	-567168.7	120142.8	2.412623E+10	64.36634	-4.720789	
8	32298	58659.3	-26361.3	-593530	106745.4	2.07789E+10	66.831	-5.560238	
9	31505	32561.63	-1056.631	-594586.6	93534.33	1.818168E+10	58.89636	-6.356881	
10	36500	31515.57	4984.434	-589602.2	83695.45	1.616425E+10	53.86965	-7.044614	
11	49632	36450.15	13181.85	-576420.3	76644.09	1.45652E+10	51.1386	-7.52074	
12	94100	49500.17	44599.83	-531820.5	73730.98	1.342192E+10	50.79839	-7.212986	
13	74635	93653.98	-19018.98	-550839.5	69171.65	1.233357E+10	48.68874	-7.963371	
14	60479	74825.2	-14346.2	-565185.7	64954.3	1.140067E+10	46.76814	-8.701282	
15	75360	60622.47	14737.53	-550448.2	61367.39	1.060185E+10	44.82443	-8.969719	
16	109170	75212.62	33957.38	-516490.8	59540.05	9.971933E+09	43.9098	-8.674678	
17	159449	108830.4	50618.59	-465872.2	58982.46	9.508827E+09	43.14956	-7.898487	
18	242245	158942.8	83302.22	-382570	60413.04	9.357677E+09	42.63415	-6.332574	
19	62447	241411.9	-178964.9	-561534.9	66999.25	1.061716E+10	56.18708	-8.381212	
20	103008	64236.77	38771.23	-522763.7	65513.57	1.013748E+10	55.21087	-7.979472	
21	195470	102620.3	92849.73	-429913.9	66880.38	1.006166E+10	54.82537	-6.428103	
22	537265	194541.4	342723.6	-87190.38	80015.77	1.517584E+10	55.25227	-1.089665	
23	403610	533837.6	-130227.6	-217417.9	82298.12	1.52569E+10	54.20743	-2.641834	
24	502598	404912.4	97685.63	-119732.3	82967.13	1.500845E+10	52.69564	-1.443129	

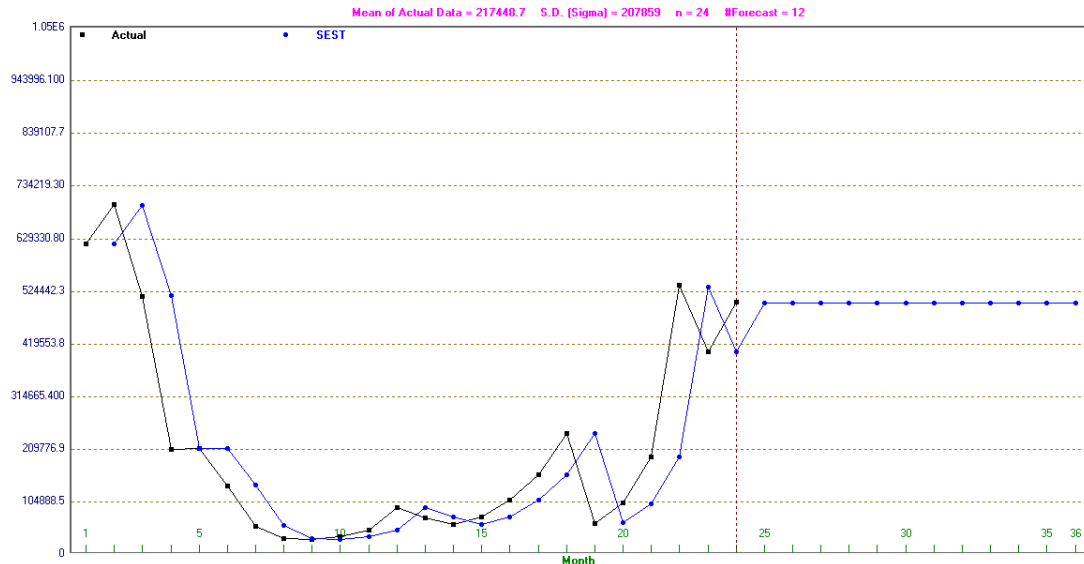
Gambar 9 Perhitungan Peramalan *Black PGR* dengan *Single Exponential Smoothing*



Gambar 10 Perbandingan Grafik Data *Black PGR* dengan Data Peramalan dengan *Single Exponential Smoothing*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	620156								
2	637000	620156	76844	76844	76844	5.905E+09	11.02496	1	
3	514027	696231.5	-182204.5	-105360.5	129524.3	1.955174E+10	23.23572	-0.8134423	0.5044433
4	209870	515849.2	-305979.2	-411339.7	188342.5	4.424224E+10	64.08869	-2.183998	0.601194
5	212060	212930	-869.9844	-412209.6	141474.4	3.318187E+10	48.16908	-2.913669	
6	138034	212068.7	-74034.7	-486244.3	127986.5	2.764172E+10	49.26229	-3.799186	
7	57850	138774.4	-80924.39	-567168.7	120142.8	2.412623E+10	64.36634	-4.720789	
8	32298	58659.3	-26361.3	-593530	106745.4	2.07789E+10	66.831	-5.560238	
9	31505	32561.63	-1056.631	-594586.6	93534.33	1.818168E+10	58.89636	-6.356881	
10	36500	31515.57	4984.434	-589602.2	83695.45	1.616425E+10	53.86965	-7.044614	
11	49632	36450.15	13181.85	-576420.3	76644.09	1.45652E+10	51.1386	-7.52074	
12	94100	49500.17	44599.83	-531820.5	73730.98	1.342192E+10	50.79839	-7.212986	
13	74635	93653.98	-19018.98	-550839.5	69171.65	1.233357E+10	48.68874	-7.963371	
14	60479	74825.2	-14346.2	-565185.7	64954.3	1.140067E+10	46.76814	-8.701282	
15	75360	60622.47	14737.53	-550448.2	61367.39	1.060185E+10	44.82443	-8.969719	
16	109170	75212.62	33957.38	-516490.8	59540.05	9.971933E+09	43.9098	-8.674678	
17	159449	108830.4	50618.59	-465872.2	58982.46	9.508827E+09	43.14956	-7.898487	
18	242245	158942.8	83302.22	-382570	60413.04	9.357677E+09	42.63415	-6.332574	
19	62447	241411.9	-178964.9	-561534.9	66999.25	1.061716E+10	56.18708	-8.381212	
20	103008	64236.77	38771.23	-522763.7	65513.57	1.013748E+10	55.21087	-7.979472	
21	195470	102620.3	92849.73	-429913.9	66880.38	1.006166E+10	54.82537	-6.428103	
22	537265	194541.4	342723.6	-87190.38	80015.77	1.517584E+10	55.25227	-1.089665	
23	403610	533837.6	-130227.6	-217417.9	82298.12	1.52569E+10	54.20743	-2.641834	
24	502598	404912.4	97685.63	-119732.3	82967.13	1.500845E+10	52.69564	-1.443129	

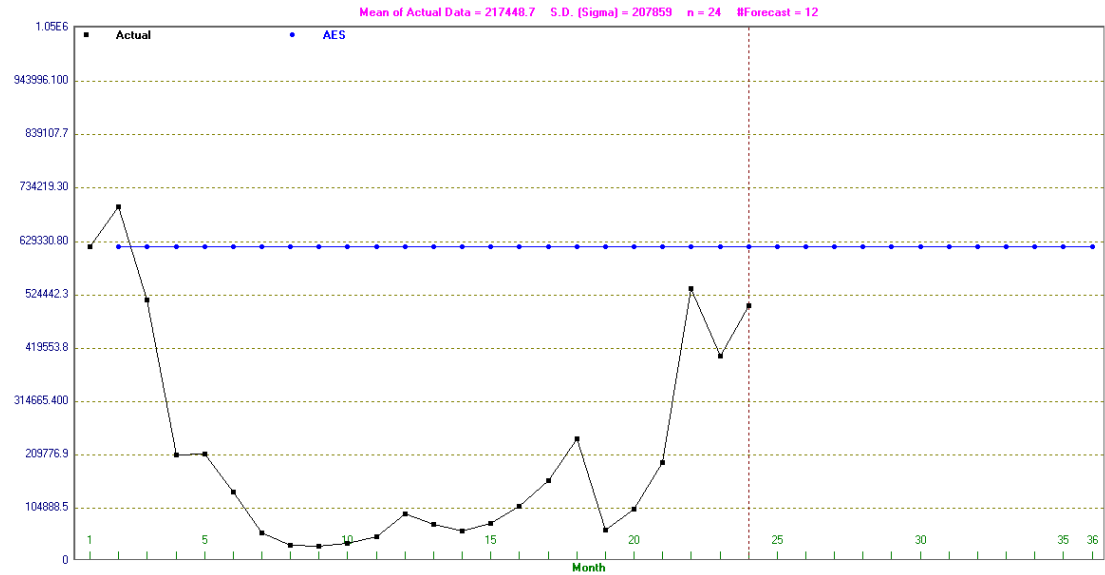
Gambar 11 Perhitungan Peramalan *Black PGR* dengan *Single Exponential Smoothing with Trend*



Gambar 12 Perbandingan Grafik Data *Black PGR* dengan Data Peramalan dengan *Single Exponential Smoothing with Trend*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by AES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	620156								
2	697000	620156	76844	76844	76844	5.905E+09	11.02496	1	
3	514027	620156	-106129	-29285	91486.5	8.584182E+09	15.83577	-0.3201019	0.0256163
4	209870	620156	-410286	-439571	197753	6.183432E+10	75.72228	-2.222828	0.5318744
5	212060	620156	-408096	-847667	250338.8	8.801133E+10	104.9026	-3.38608	
6	138034	620156	-482122	-1329789	296695.4	1.168974E+11	153.7776	-4.482001	
7	57850	620156	-562306	-1892095	340963.8	1.501125E+11	290.1492	-5.549254	
8	32298	620156	-587858	-2479953	376234.4	1.78036E+11	508.7145	-6.59151	
9	31505	620156	-588651	-3068604	402786.5	1.990953E+11	678.6798	-7.618438	
10	36500	620156	-583656	-3652260	422883.1	2.14824E+11	780.944	-8.636571	
11	49632	620156	-570524	-4222784	437647.2	2.258914E+11	817.8004	-9.648831	
12	94100	620156	-526056	-4748840	445684.4	2.305135E+11	794.2767	-10.65516	
13	74635	620156	-545521	-5294361	454004.1	2.361035E+11	788.9969	-11.66148	
14	60479	620156	-559677	-5854038	462132.8	2.420369E+11	799.49	-12.66744	
15	75360	620156	-544796	-6398834	468037.3	2.459488E+11	794.0211	-13.67163	
16	109170	620156	-510986	-6909820	470900.5	2.469593E+11	772.2906	-14.67363	
17	159449	620156	-460707	-7370527	470263.4	2.447901E+11	742.081	-15.67319	
18	242245	620156	-377911	-7748438	464830.9	2.387916E+11	707.6059	-16.66937	
19	62447	620156	-557709	-8306147	469990.8	2.428054E+11	717.9106	-17.673	
20	103008	620156	-517148	-8823295	472472.8	2.44102E+11	706.5494	-18.67472	
21	195470	620156	-424686	-9247981	470083.4	2.409149E+11	682.0851	-19.67306	
22	537265	620156	-82891	-9330872	451645.7	2.297699E+11	650.3395	-20.65972	
23	403610	620156	-216546	-9547418	440959.4	2.214573E+11	623.2174	-21.65147	
24	502598	620156	-117558	-9664976	426898.4	2.124296E+11	597.1379	-22.63999	

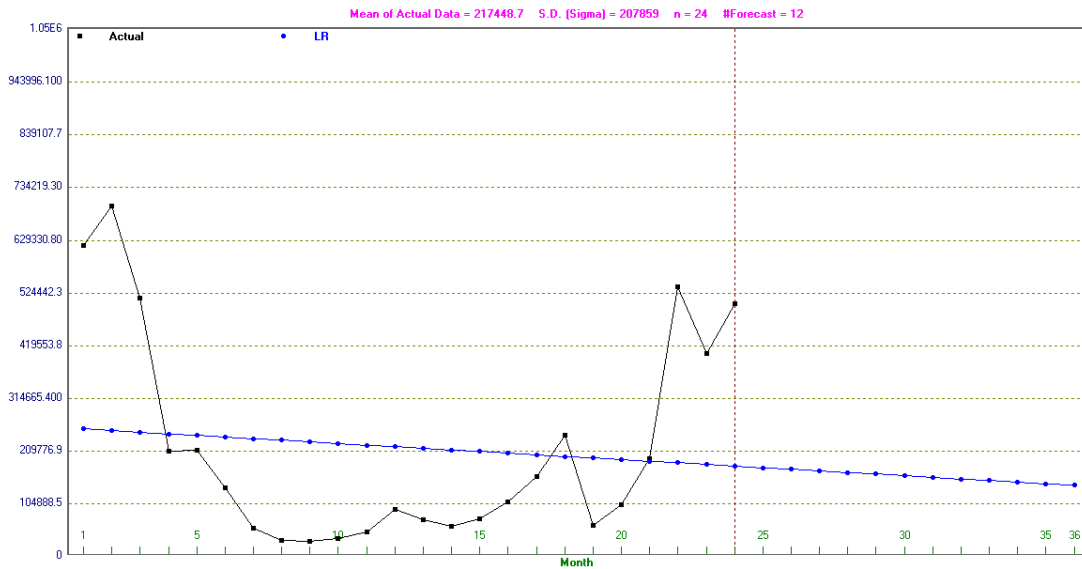
Gambar 13 Perhitungan Peramalan *Black PGR* dengan *Adaptive Exponential Smoothing*



Gambar 14 Perbandingan Grafik Data *Black PGR* dengan Data Peramalan dengan *Adaptive Exponential Smoothing*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by LR	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	620156	254263.6	365892.4	365892.4	365892.4	1.338773E+11	59.00006	1	
2	697000	251062.3	445937.8	811830.2	405915.1	1.663689E+11	61.48983	2	
3	514027	247861	266166	1077996	359332.1	1.345274E+11	58.2534	3	
4	209870	244659.7	-34789.67	1043207	278196.5	1.011981E+11	47.83424	3.749892	
5	212060	241458.4	-29398.39	1013808	228436.8	8.113134E+10	41.04004	4.438024	0.987167
6	138034	238257.1	-100223.1	913585.1	207067.9	6.928356E+10	46.30129	4.412008	0.4806868
7	57850	235055.8	-177205.8	736379.3	202801.9	6.387189E+10	83.44674	3.631028	0.1997515
8	32298	231854.5	-199556.5	536822.8	202396.2	6.086576E+10	150.2484	2.652336	7.634388E-02
9	31505	228653.2	-197148.2	339674.6	201813.1	5.84215E+10	203.0839	1.683115	2.458314E-02
10	36500	225451.9	-188951.9	150722.7	200527	5.614963E+10	234.5432	0.7516332	5.199553E-03
11	49632	222250.6	-172618.6	-21895.89	197989.8	5.375395E+10	244.839	-0.110591	1.835745E-03
12	94100	219049.3	-124949.3	-146845.2	191903.1	5.057548E+10	235.501	-0.7652048	4.970556E-03
13	74635	215848	-141213	-288058.2	188003.9	4.821899E+10	231.9398	-1.532193	1.218204E-02
14	60479	212646.7	-152167.7	-440225.9	185444.2	4.642871E+10	233.3444	-2.3739	2.315108E-02
15	75360	209445.4	-134085.4	-574311.4	182020.3	4.453206E+10	229.6499	-3.155206	0.0348347
16	109170	206244.1	-97074.14	-671385.5	176711.1	4.233776E+10	220.8543	-3.799339	4.395018E-02
17	159449	203042.8	-43593.84	-714979.4	168880.7	3.99591E+10	209.4711	-4.233636	4.750098E-02
18	242245	199841.5	42403.45	-672575.9	161854.2	3.783904E+10	198.8063	-4.155444	4.156969E-02
19	62447	196640.3	-134193.3	-806769.2	160398.3	3.679529E+10	199.6529	-5.029785	5.423549E-02
20	103008	193439	-90430.95	-897200.1	156900	3.536441E+10	194.0597	-5.718294	6.313758E-02
21	195470	190237.7	5232.344	-891967.8	149677.7	3.36817E+10	184.9463	-5.959256	6.139066E-02
22	537265	187036.4	350228.6	-541739.1	158793.7	3.772617E+10	179.5027	-3.411592	2.583377E-02
23	403610	183835.1	219774.9	-321964.2	161445	3.818595E+10	174.0657	-1.994265	1.636993E-02
24	502598	180633.8	321964.2	0.03125	168133.3	4.091407E+10	169.4821	1.858644E-07	1.185997E-02

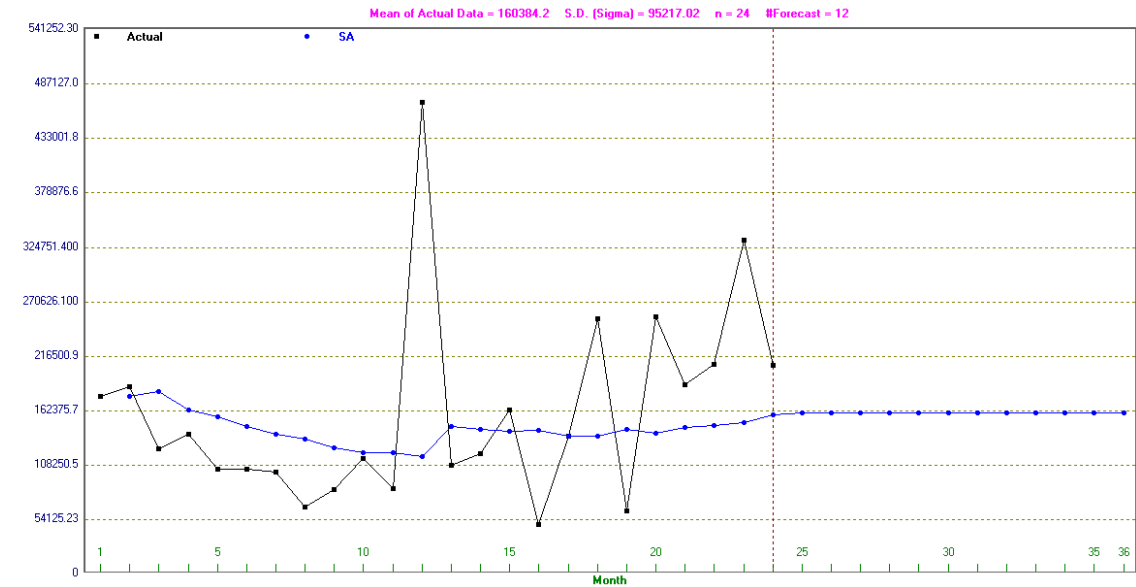
Gambar 15 Perhitungan Peramalan *Black PGR* dengan *Linear Regression with Time*



Gambar 16 Perbandingan Grafik Data *Black PGR* dengan Data Peramalan dengan *Linear Regression with Time*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	177051								
2	187018	177051	9967	9967	9967	9.934109E+07	5.329433	1	
3	125010	182034.5	-57024.5	-47057.5	33495.75	1.675567E+09	25.47269	-1.40488	0.5823792
4	139542	163026.3	-23484.33	-70541.83	30158.61	1.300883E+09	22.59165	-2.339028	0.8809611
5	104463	157155.3	-52692.25	-123234.1	35792.02	1.66978E+09	29.55401	-3.44306	
6	105000	146616.8	-41616.8	-164850.9	36956.98	1.682216E+09	31.57022	-4.460616	
7	102004	139680.7	-37676.67	-202527.5	37076.93	1.638435E+09	32.46459	-5.462361	
8	67142	134298.3	-67156.28	-269683.8	41373.97	2.048654E+09	42.11554	-6.518199	
9	84624.85	125903.8	-41278.9	-310962.7	41362.09	2.005566E+09	42.94844	-7.518061	
10	114790	121317.2	-6527.211	-317489.9	37491.55	1.787459E+09	38.80819	-8.468307	
11	85798	120664.5	-34866.48	-352356.4	37229.04	1.73028E+09	38.99116	-9.464558	
12	468623	117494.8	351128.2	-1228.25	65765.33	1.278125E+10	42.25811	-1.867625E-02	0.0418825
13	108740	146755.5	-38015.48	-39243.73	63452.84	1.183658E+10	41.64994	-0.6184708	4.256503E-02
14	119601	143831.2	-24230.22	-63473.95	60435.72	1.097124E+10	40.00449	-1.050272	4.384708E-02
15	163525	142100.5	21424.52	-42049.44	57649.21	1.022036E+10	38.08286	-0.7294018	4.226544E-02
16	49733	143528.8	-93795.8	-135845.2	60058.98	1.012552E+10	48.11725	-2.261864	4.796074E-02
17	137132	137666.6	-534.5625	-136379.8	56338.7	9.49269E+09	45.13429	-2.420712	4.774591E-02
18	254133	137635.1	116497.9	-19881.92	59877.48	9.732635E+09	45.17588	-0.3320434	3.609208E-02
19	63080	144107.2	-81027.22	-100909.1	61052.46	9.556678E+09	49.8023	-1.652827	0.0382161
20	255590	139842.6	115747.4	14838.23	63931.14	9.758823E+09	49.56462	0.2320971	3.201251E-02
21	188492	145630	42862	57700.23	62877.69	9.36274E+09	48.22337	0.9176583	3.260116E-02
22	208413	147671	60741.95	118442.2	62775.99	9.09259E+09	47.31487	1.886744	3.489706E-02
23	331707	150432	181275	299717.1	68162.3	1.017295E+10	47.64825	4.39711	4.632005E-02
24	208008	158313.6	49694.44	349411.6	67359.36	9.838024E+09	46.61531	5.187275	5.262169E-02

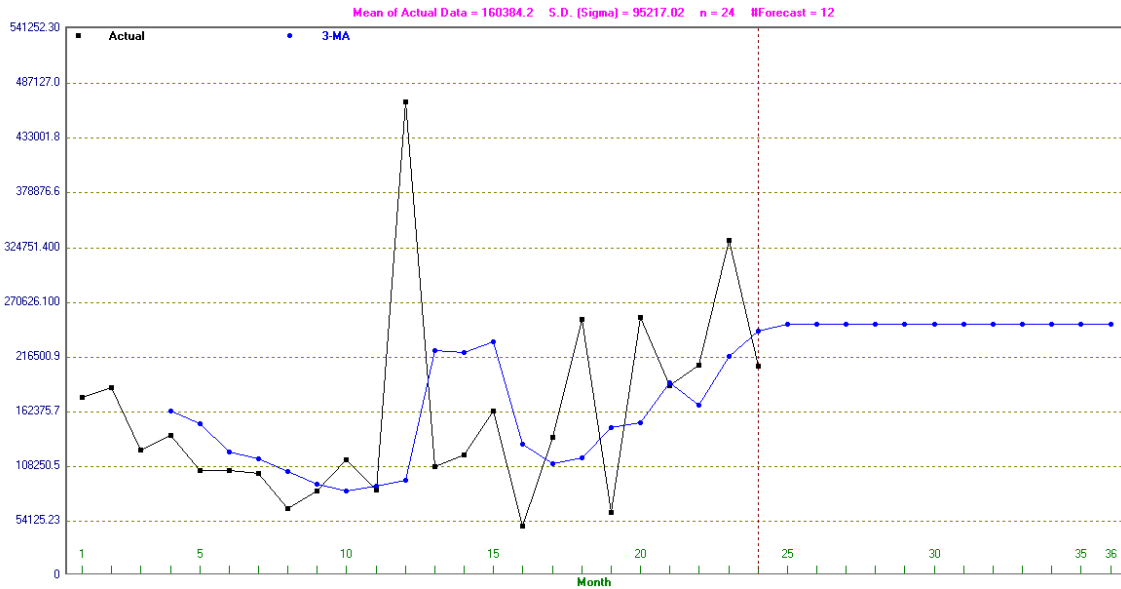
Gambar 17 Perhitungan Peramalan *Turqis PGR* dengan *Simple Average*



Gambar 18 Perbandingan Grafik Data *Turqis* PGR dengan Data Peramalan dengan *Simple Average*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	177051								
2	187018								
3	125010								
4	139542	163026.3	-23484.33	-23484.33	23484.33	5.515137E+08	16.82958	-1	
5	104463	150523.3	-46060.33	-69544.66	34772.33	1.336534E+09	30.46103	-2	
6	105000	123005	-18005	-87549.66	29183.22	9.990825E+08	26.02323	-3	
7	102004	116335	-14331	-101880.7	25470.16	8.006563E+08	23.02978	-4	
8	67142	103822.3	-36680.34	-138561	27712.2	9.096144E+08	29.35002	-5	
9	84624.85	91382	-6757.148	-145318.2	24219.69	7.656219E+08	25.78916	-6	
10	114790	84590.28	30199.72	-115118.4	25073.98	7.865363E+08	25.86337	-4.591151	
11	85798	88852.28	-3054.281	-118172.7	22321.52	6.893853E+08	23.07543	-5.294116	
12	468623	95070.95	373552.1	255379.3	61347.14	1.611736E+10	29.36846	4.162857	0.1092518
13	108740	223070.3	-114330.3	141049	66645.45	1.581276E+10	36.94572	2.116409	0.1537271
14	119601	221053.7	-101452.7	39596.34	69809.75	1.531094E+10	41.29846	0.5672036	0.2070678
15	163525	232321.3	-68796.33	-29199.98	69725.3	1.442944E+10	41.36283	-0.4187861	0.2775701
16	49733	130622	-80889	-110089	70584.05	1.382279E+10	50.69234	-1.559687	0.269579
17	137132	110953	26179	-83909.98	67412.26	1.28844E+10	48.43506	-1.244729	0.2723009
18	254133	116796.7	137336.3	53426.36	72073.86	1.328286E+10	48.8088	0.7412723	0.2473725
19	63080	146999.3	-83919.33	-30492.97	72814.2	1.289283E+10	54.07302	-0.4187778	0.2380823
20	255590	151448.3	104141.7	73648.7	74656.99	1.27724E+10	53.28905	0.9864944	0.2213214
21	188492	190934.3	-2442.328	71206.38	70645.07	1.206315E+10	50.40054	1.007945	0.2340788
22	208413	169054	39359	110565.4	68998.44	1.150978E+10	48.74183	1.602433	0.2353026
23	331707	217498.3	114208.7	224774	71258.95	1.158648E+10	48.02627	3.154327	0.2338358
24	208008	242870.7	-34862.67	189911.4	69525.79	1.109262E+10	46.53741	2.731524	0.2701687

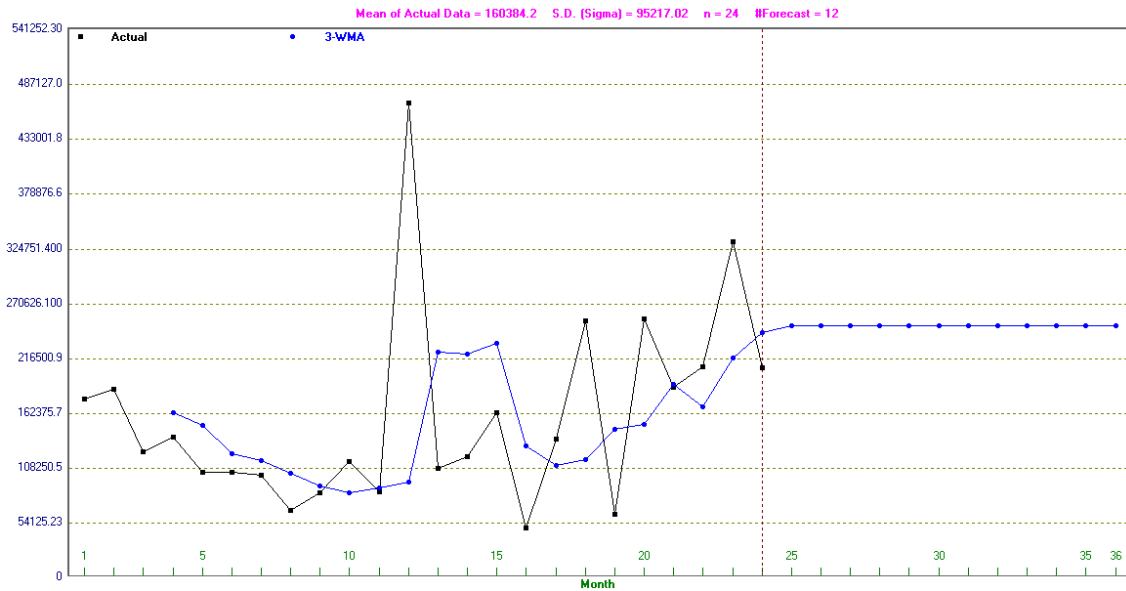
Gambar 19 Perhitungan Peramalan *Turqis* PGR dengan *Moving Average*



Gambar 20 Perbandingan Grafik Data *Turqis* PGR dengan Data Peramalan dengan *Moving Average*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	177051								
2	187018								
3	125010								
4	139542	163026.3	-23484.34	-23484.34	23484.34	5.515144E+08	16.82959	-1	
5	104463	150523.3	-46060.34	-69544.69	34772.34	1.336535E+09	30.46104	-2	
6	105000	123005	-18005	-87549.69	29183.23	9.990832E+08	26.02323	-3	
7	102004	116335	-14331	-101880.7	25470.17	8.006568E+08	23.02979	-4	
8	67142	103822.3	-36680.34	-138561	27712.21	9.096148E+08	29.35003	-5	
9	84624.85	91382	-6757.148	-145318.2	24219.7	7.656222E+08	25.78916	-6	
10	114790	84590.29	30199.71	-115118.5	25073.99	7.865366E+08	25.86337	-4.591152	
11	85798	88852.29	-3054.289	-118172.8	22321.52	6.893856E+08	23.07544	-5.294117	
12	468623	95070.95	373552.1	255379.3	61347.14	1.611736E+10	29.36847	4.162856	0.1092518
13	108740	223070.3	-114330.3	141049	66645.46	1.581277E+10	36.94572	2.116407	0.1537271
14	119601	221053.7	-101452.7	39596.28	69809.76	1.531094E+10	41.29847	0.5672027	0.2070678
15	163525	232321.3	-68796.34	-29200.06	69725.3	1.442944E+10	41.36283	-0.4187872	0.2775702
16	49733	130622	-80889.01	-110089.1	70584.05	1.382279E+10	50.69235	-1.559688	0.269579
17	137132	110953	26179	-83910.07	67412.26	1.28844E+10	48.43507	-1.24473	0.272301
18	254133	116796.7	137336.3	53426.26	72073.87	1.328286E+10	48.8088	0.7412708	0.2473725
19	63080	146999.3	-83919.34	-30493.09	72814.21	1.289283E+10	54.07303	-0.4187793	0.2380823
20	255590	151448.3	104141.7	73648.57	74657	1.27724E+10	53.28906	0.9864925	0.2213214
21	188492	190934.3	-2442.328	71206.24	70645.08	1.206315E+10	50.40054	1.007943	0.2340788
22	208413	169054	39359	110565.2	68998.44	1.150978E+10	48.74183	1.602431	0.2353026
23	331707	217498.3	114208.7	224773.9	71258.95	1.158648E+10	48.02627	3.154325	0.2338358
24	208008	242870.7	-34862.67	189911.2	69525.79	1.109262E+10	46.53741	2.731522	0.2701687

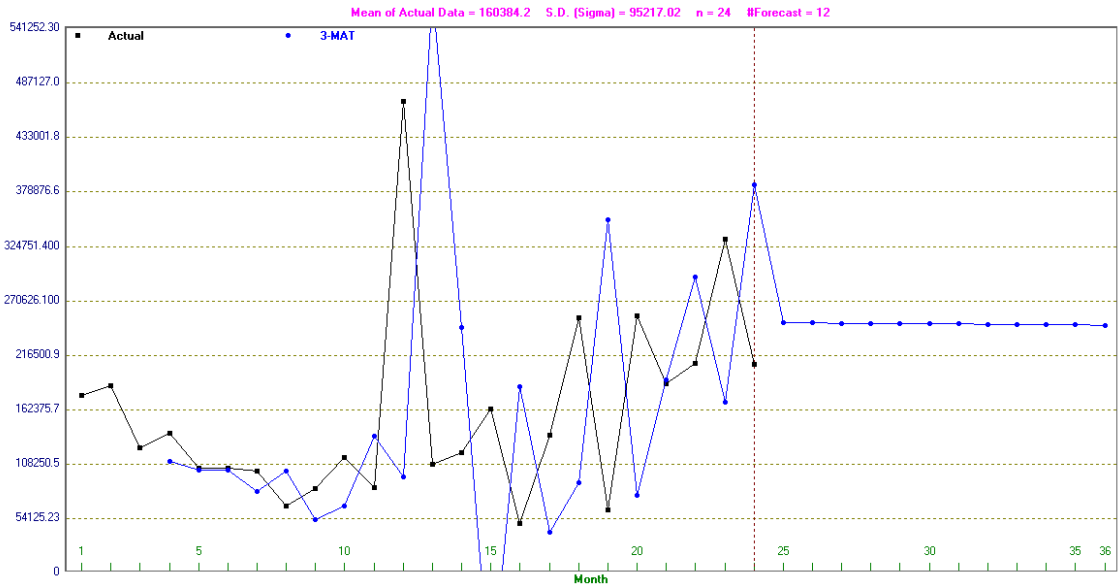
Gambar 21 Perhitungan Peramalan *Turqis* PGR dengan *Weighted Moving Average*



Gambar 22 Perbandingan Grafik Data *Turqis* PGR dengan Data Peramalan dengan *Weighted Moving Average*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	177051								
2	187018								
3	125010								
4	139542	110985.3	28556.67	28556.67	28556.67	8.154835E+08	20.46457	1	
5	104463	103047.3	1415.656	29972.33	14986.16	4.087438E+08	10.90987	2	0.7812465
6	105000	102458	2541.977	32514.3	10838.1	2.746498E+08	8.080226	3	0.4922716
7	102004	81793.05	20210.95	52725.26	13181.31	3.08108E+08	11.01364	4	
8	67142	101363.4	-34221.41	18503.85	17389.33	4.807073E+08	19.00465	1.064092	0.2047822
9	84624.85	53524.09	31100.77	49604.62	19674.57	5.61799E+08	21.96243	2.521255	0.9134754
10	114790	67211.24	47578.76	97183.38	23660.88	8.049332E+08	24.74616	4.107343	
11	85798	136500.4	-50702.42	46480.95	27041.08	1.025658E+09	29.03978	1.718902	
12	468623	96244.27	372378.8	418859.7	65411.93	1.631902E+10	34.64228	6.403414	0.1961977
13	108740	576903.5	-468163.5	-49303.81	105687.1	3.660483E+10	74.23153	-0.4665074	
14	119601	243995.9	-124394.9	-173698.7	107387.8	3.468385E+10	76.93851	-1.61749	
15	163525	-116700.3	280225.3	106526.6	121790.9	3.833738E+10	84.80741	0.8746677	
16	49733	185407.4	-135674.4	-29147.83	122858.9	3.680432E+10	99.26881	-0.2372464	
17	137132	41085.48	96046.52	66898.69	120943.7	3.483436E+10	97.18099	0.5531391	
18	254133	90404.22	163728.8	230627.5	123796	3.429921E+10	94.99735	1.862963	
19	63080	351400	-288320	-57692.5	134078.8	3.735103E+10	117.6269	-0.4302881	
20	255590	77397.03	178193	120500.5	136673.7	3.702172E+10	114.8088	0.8816652	
21	188492	192392.1	-3900.094	116600.4	129297.4	3.496581E+10	108.5454	0.9017997	
22	208413	294466.8	-86053.81	30546.56	127021.4	3.351525E+10	105.0057	0.2404835	
23	331707	170322.2	161384.8	191931.4	128739.6	3.314174E+10	102.188	1.490849	
24	208008	386086.6	-178078.6	13852.77	131089.1	3.307366E+10	101.3987	0.1056744	

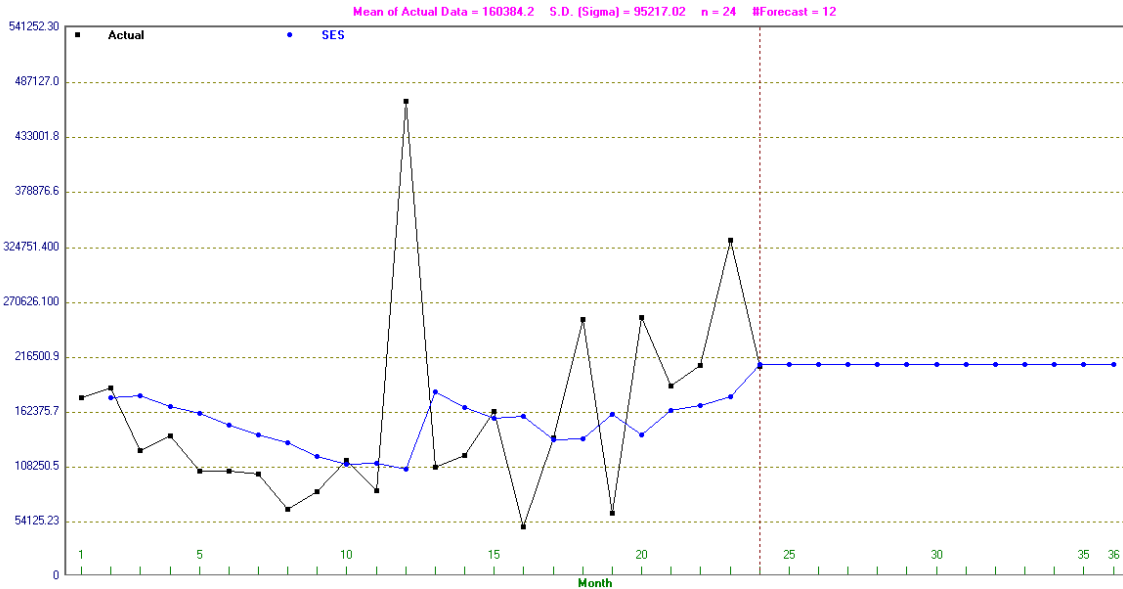
Gambar 23 Perhitungan Peramalan *Turqis* PGR dengan *Moving Average With Trend*



Gambar 24 Perbandingan Grafik Data *Turqis* PGR dengan Data Peramalan dengan *Moving Average With Trend*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	177051								
2	187018	177051	9967	9967	9967	9.934109E+07	5.329433	1	
3	125010	179144.1	-54134.06	-44167.06	32050.53	1.514919E+09	24.31661	-1.378045	0.5084823
4	139542	167775.9	-28233.91	-72400.97	30778.32	1.275664E+09	22.9555	-2.352336	0.8655187
5	104463	161846.8	-57383.78	-129784.8	37429.69	1.779972E+09	30.94966	-3.467428	
6	105000	149796.2	-44796.19	-174580.9	38902.99	1.825318E+09	33.29234	-4.487597	
7	102004	140389	-38384.98	-212965.9	38816.65	1.766666E+09	34.01542	-5.486458	
8	67142	132328.1	-65186.14	-278152.1	42583.72	2.121318E+09	43.02565	-6.531887	
9	84624.85	118639	-34014.2	-312166.3	41512.53	2.000774E+09	42.6717	-7.519808	
10	114790	111496.1	3293.938	-308872.3	37266.02	1.779672E+09	38.24924	-8.28831	
11	85798	112187.8	-26389.79	-335262.1	36178.4	1.671346E+09	37.50012	-9.266913	
12	468623	106645.9	361977.1	26714.97	65796.45	1.343099E+10	41.11308	0.4060245	5.947126E-02
13	108740	182661.1	-73921.13	-47206.16	66473.51	1.27671E+10	43.35197	-0.7101499	7.204753E-02
14	119601	167137.7	-47536.69	-94742.84	65016.83	1.195884E+10	43.07459	-1.457205	0.0793042
15	163525	157155	6370.016	-88372.83	60827.77	1.110754E+10	40.27608	-1.452837	7.872749E-02
16	49733	158492.7	-108759.7	-197132.5	64023.23	1.115561E+10	52.17015	-3.079078	0.0899962
17	137132	135653.2	1478.844	-195653.7	60114.21	1.045852E+10	48.97692	-3.254699	8.961827E-02
18	254133	135963.7	118169.3	-77484.39	63529.21	1.066473E+10	48.83116	-1.219666	6.879634E-02
19	63080	160779.3	-97699.27	-175183.7	65427.55	1.060253E+10	54.72285	-2.677521	7.608619E-02
20	255590	140262.4	115327.6	-59856.08	68053.87	1.074452E+10	54.21754	-0.8795397	6.143683E-02
21	188492	164481.2	24010.78	-35845.3	65851.71	1.023612E+10	52.14359	-0.5443336	0.0617078
22	208413	169523.5	38889.52	3044.219	64567.8	9.820707E+09	50.54912	4.714763E-02	0.062571
23	331707	177690.3	154016.7	157060.9	68633.66	1.045255E+10	50.36195	2.288395	6.215933E-02
24	208008	210033.8	-2025.797	155035.1	65737.66	9.998265E+09	48.21465	2.358391	7.744136E-02

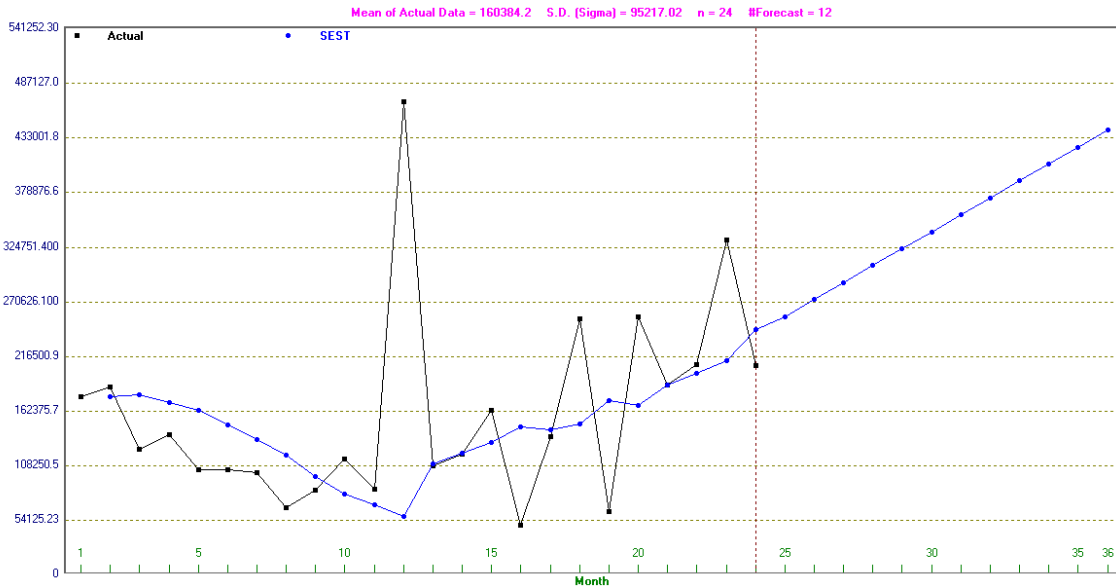
Gambar 25 Perhitungan Peramalan *Turqis* PGR dengan *Single Exponential Smoothing*



Gambar 26 Perbandingan Grafik Data *Turqis* PGR dengan Data Peramalan dengan *Single Exponential Smoothing*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	177051								
2	187018	177051	9967	9967	9967	9.934109E+07	5.329433	1	
3	125010	178635.8	-53625.75	-43658.75	31796.38	1.487531E+09	24.1133	-1.373073	0.4963854
4	139542	170697.3	-31155.33	-74814.08	31582.69	1.315239E+09	23.51781	-2.368831	0.9037908
5	104463	163167.8	-58704.78	-133518.9	38363.21	1.847992E+09	31.68754	-3.480388	
6	105000	149419.7	-44419.69	-177938.5	39574.51	1.873015E+09	33.81092	-4.496292	
7	102004	134479.3	-32475.34	-210413.9	38391.32	1.736621E+09	33.48199	-5.480768	
8	67142	118817.4	-51675.4	-262089.3	40289.04	1.87001E+09	39.69376	-6.505226	
9	84624.85	98186.6	-13561.75	-275651	36948.13	1.659249E+09	36.73525	-7.460487	
10	114790	80567.02	34222.98	-241428	36645.33	1.605023E+09	35.96618	-6.588235	
11	85798	69745.06	16052.94	-225375.1	34586.09	1.47029E+09	34.24057	-6.51635	
12	468623	58053.22	410569.8	185194.7	68766.43	1.666095E+10	39.09252	2.693097	0.1835383
13	108740	110036.7	-1296.672	183898	63143.95	1.527268E+10	35.93418	2.912361	0.1816529
14	119601	120757	-1155.969	182742	58375.64	1.409796E+10	33.24436	3.13045	0.1792745
15	163525	131423.1	32101.86	214843.9	56498.95	1.316457E+10	32.27199	3.802618	0.1844647
16	49733	147309.1	-97576.11	117267.8	59237.43	1.292167E+10	43.20052	1.979623	0.159572
17	137132	144470.3	-7338.297	109929.5	55993.73	1.211743E+10	40.83494	1.963246	0.16043
18	254133	150222.3	103910.7	213840.2	58812.38	1.203979E+10	40.83808	3.635972	0.162104
19	63080	173229.9	-110149.9	103690.2	61664.46	1.204497E+10	48.27037	1.681524	0.154043
20	255590	168332.7	87257.33	190947.6	63011.45	1.181175E+10	47.52665	3.030363	0.1572828
21	188492	188324.3	167.6875	191115.3	59869.26	1.122116E+10	45.15477	3.19221	0.1715069
22	208413	199616.9	8796.125	199911.4	57437.21	1.069051E+10	43.20552	3.48052	0.1900209
23	331707	212291.3	119415.8	319327.1	60254.41	1.085276E+10	42.87801	5.299647	0.1984057
24	208008	243073.1	-35065.13	284262	59159.23	1.043436E+10	41.74669	4.805032	0.2367411

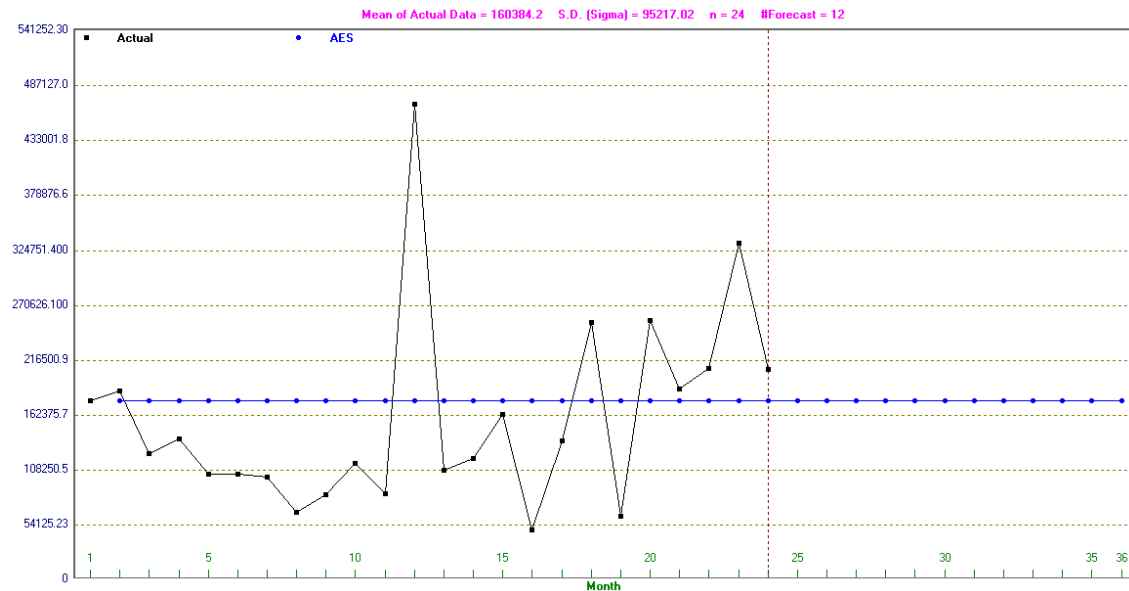
Gambar 27 Perhitungan Peramalan *Turqis* PGR dengan *Single Exponential Smoothing with Trend*



Gambar 28 Perbandingan Grafik Data *Turqis* PGR dengan Data Peramalan dengan *Single Exponential Smoothing with Trend*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by AES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	177051								
2	187018	177051	9967	9967	9967	9.934109E+07	5.329433	1	
3	125010	177051	-52041	-42074	31004	1.403803E+09	23.47945	-1.357051	0.4603966
4	139542	177051	-37509	-79583	33172.33	1.404844E+09	24.61299	-2.399078	
5	104463	177051	-72588	-152171	43026.25	2.370887E+09	35.83145	-3.536701	
6	105000	177051	-72051	-224222	48831.2	2.934979E+09	42.38916	-4.591777	
7	102004	177051	-75047	-299269	53200.5	3.384492E+09	47.5864	-5.625304	
8	67142	177051	-109909	-409178	61301.71	4.626705E+09	64.17354	-6.674821	
9	84624.85	177051	-92426.15	-501604.2	65192.27	5.116191E+09	69.80418	-7.694228	
10	114790	177051	-62261	-563865.1	64866.57	4.97844E+09	68.07472	-8.692692	
11	85798	177051	-91253	-655118.1	67505.21	5.313307E+09	71.90305	-9.704704	
12	468623	177051	291572	-363546.1	87874.92	1.255885E+10	71.02267	-4.137086	9.525769E-02
13	108740	177051	-68311	-431857.1	86244.59	1.190114E+10	70.33915	-5.007353	0.1221142
14	119601	177051	-57450	-489307.1	84029.63	1.123955E+10	68.62343	-5.823031	0.1442244
15	163525	177051	-13526	-502833.1	78993.65	1.04498E+10	64.31258	-6.365488	0.1408336
16	49733	177051	-127318	-630151.1	82215.27	1.08338E+10	77.09194	-7.664648	0.1946031
17	137132	177051	-39919	-670070.1	79571.76	1.025628E+10	74.09306	-8.420954	0.2062808
18	254133	177051	77082	-592988.1	79425.3	1.000248E+10	71.51885	-7.465985	0.1384889
19	63080	177051	-113971	-706959.1	81344.51	1.016842E+10	77.58318	-8.690927	0.1788304
20	255590	177051	78539	-628420.1	81196.85	9.957892E+09	75.11715	-7.739464	0.1234142
21	188492	177051	11441	-616979.1	77709.05	9.466542E+09	71.66478	-7.939604	0.111764
22	208413	177051	31362	-585617.1	75502.05	9.062591E+09	68.96873	-7.756307	0.0938642
23	331707	177051	154656	-430961.1	79099.96	9.737859E+09	67.95308	-5.44831	4.102302E-02
24	208008	177051	30957	-400004.1	77006.79	9.356141E+09	65.64567	-5.194401	3.340783E-02

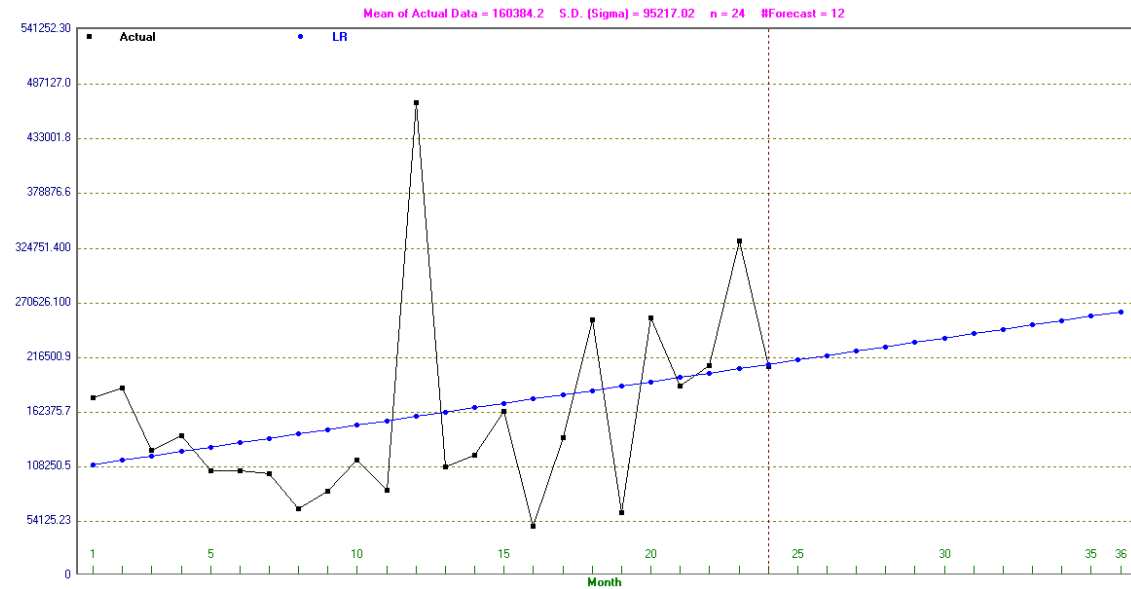
Gambar 29 Perhitungan Peramalan *Turqis* PGR dengan *Adaptive Exponential Smoothing*



Gambar 30 Perbandingan Grafik Data *Turqis* PGR dengan Data Peramalan dengan *Adaptive Exponential Smoothing*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by LR	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	177051	110716.6	66334.44	66334.44	66334.44	4.400258E+09	37.46629	1	
2	187018	115035.5	71982.52	138317	69158.48	4.79087E+09	37.97795	2	
3	125010	119354.4	5655.594	143972.5	47990.85	3.204575E+09	26.82668	3	
4	139542	123673.3	15868.67	159841.2	39960.3	2.466385E+09	22.963	4	
5	104463	127992.3	-23529.25	136312	36674.09	2.083833E+09	22.8752	3.716846	0.8042955
6	105000	132311.2	-27311.17	109000.8	35113.61	1.860844E+09	23.39777	3.104233	0.3663843
7	102004	136630.1	-34626.09	74374.7	35043.96	1.76629E+09	24.90464	2.122326	0.1747133
8	67142	140949	-73807.02	567.6875	39889.34	2.226439E+09	35.5324	1.423156E-02	6.837391E-02
9	84624.85	145267.9	-60643.09	-60075.4	42195.32	2.387677E+09	39.5467	-1.423746	0.117179
10	114790	149586.9	-34796.86	-94872.26	41455.47	2.263991E+09	38.62338	-2.288534	0.187445
11	85798	153905.8	-68107.78	-162980	43878.41	2.485326E+09	42.32867	-3.714356	0.3164056
12	468623	158224.7	310398.3	147418.3	66088.4	1.030714E+10	44.32097	2.230623	3.522599E-02
13	108740	162543.6	-53803.63	93614.66	65143.41	9.736963E+09	44.71775	1.437055	3.167332E-02
14	119601	166862.5	-47261.55	46353.11	63866.14	9.201013E+09	44.3462	0.7257854	0.0340823
15	163525	171181.5	-7656.469	38696.64	60118.82	8.59152E+09	41.70192	0.6436693	4.112059E-02
16	49733	175500.4	-125767.4	-87070.77	64221.86	9.043141E+09	54.90088	-1.355781	4.950205E-02
17	137132	179819.3	-42687.33	-129758.1	62955.13	8.618379E+09	53.50251	-2.061121	6.246592E-02
18	254133	184138.3	69994.75	-59763.34	63346.21	8.411762E+09	52.06029	-0.9434398	6.136494E-02
19	63080	188457.2	-125377.2	-185140.5	66611	8.796376E+09	59.78128	-2.779428	7.935031E-02
20	255590	192776.1	62813.91	-122326.6	66421.14	8.553837E+09	58.02102	-1.841682	7.761674E-02
21	188492	197095	-8603.016	-130929.6	63667.9	8.150035E+09	55.47544	-2.056447	8.866143E-02
22	208413	201413.9	6999.063	-123930.6	61092.05	7.781806E+09	53.10648	-2.028588	9.852827E-02
23	331707	205732.9	125974.1	2043.578	63913	8.133444E+09	52.4487	3.197437E-02	9.156634E-02
24	208008	210051.8	-2043.781	-0.203125	61335.12	7.794725E+09	50.30428	-3.311724E-06	0.1028707

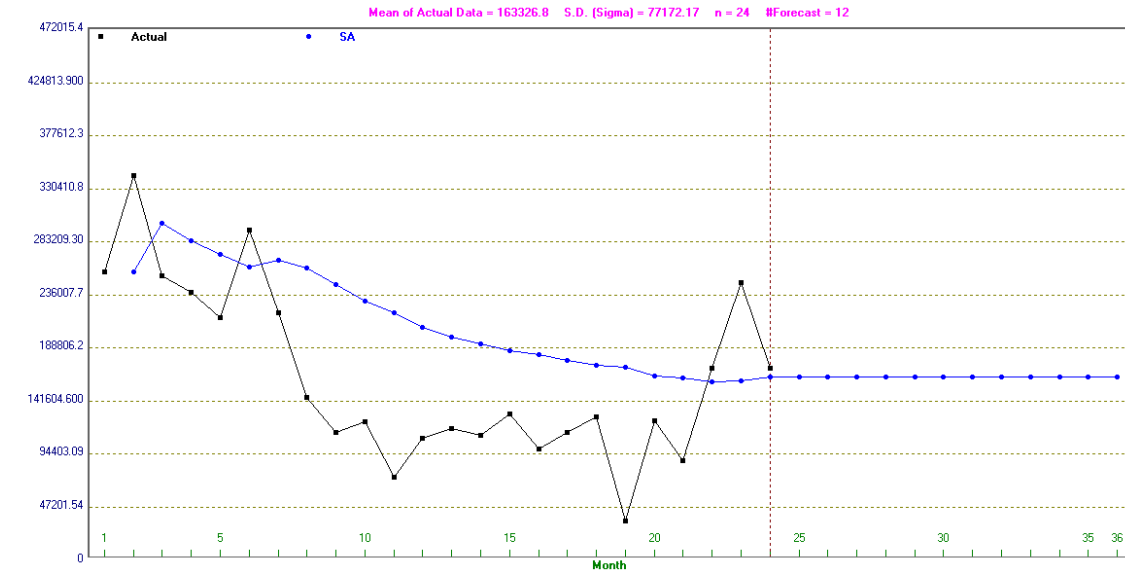
Gambar 31 Perhitungan Peramalan *Turqis* PGR dengan *Linear Regression with Time*



Gambar 32 Perbandingan Grafik Data *Turqis* PGR dengan Data Peramalan dengan *Linear Regression with Time*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	256866								
2	342169	256866	85303	85303	85303	7.276602E+09	24.93008	1	
3	252980	299517.5	-46537.5	38765.5	65920.25	4.72117E+09	21.6629	0.5880666	0.4176051
4	237976	284005	-46029	-7263.5	59289.83	3.85367E+09	20.88922	-0.1225084	0.1496677
5	215556	272497.8	-56941.75	-64205.25	58702.81	3.700843E+09	22.27097	-1.093734	0.2170802
6	293471	261109.4	32361.59	-31843.66	53434.57	3.170129E+09	20.02221	-0.5959374	0.1409145
7	219954	266503	-46549	-78392.66	52286.97	3.002909E+09	20.21235	-1.499277	0.1912152
8	145300	259853.1	-114553.1	-192945.8	61182.14	4.448554E+09	28.5876	-3.153629	0.2890389
9	113815.3	245534	-131718.7	-324664.5	69999.21	6.061212E+09	39.48043	-4.638116	0.3982623
10	122986	230898.6	-107912.6	-432577.1	74211.8	6.681647E+09	44.84303	-5.828952	0.5022025
11	73483	220107.3	-146624.3	-579201.4	81453.05	8.163351E+09	60.31223	-7.110861	0.5825109
12	108777	206777.8	-98000.84	-677202.3	82957.4	8.294334E+09	63.0196	-8.163253	0.6650433
13	117561	198611.1	-81050.11	-758252.4	82798.46	8.150566E+09	63.51322	-9.157807	0.7359866
14	110981	192376.5	-81395.48	-839647.9	82690.54	8.033232E+09	64.26926	-10.1541	0.8007254
15	130352	186562.5	-56210.52	-895858.4	80799.11	7.685117E+09	62.75875	-11.08748	0.8516075
16	99096	182815.2	-83719.16	-979577.5	80993.77	7.640036E+09	64.20702	-12.09448	0.9052134
17	113836	177582.7	-63746.7	-1043324	79915.84	7.416511E+09	63.69401	-13.05529	0.9525046
18	127903	173832.9	-45929.89	-1089254	77916.66	7.104337E+09	62.05965	-13.97973	0.9900548
19	35306	171281.2	-135975.2	-1225229	81142.14	7.736834E+09	80.0082	-15.09979	0.9976771
20	124498	164124.6	-39626.64	-1264856	78957.11	7.412278E+09	77.47246	-16.01953	
21	88626	162143.3	-73517.31	-1338373	78685.13	7.311903E+09	77.74644	-17.00923	
22	171107	158642.5	12464.52	-1325909	75531.77	6.971116E+09	74.39113	-17.55432	
23	246813	159209.1	87603.94	-1238305	76080.5	7.003085E+09	72.62308	-16.27624	0.8928702
24	170430	163017.9	7412.078	-1230893	73094.92	6.700992E+09	69.65464	-16.83965	0.8822787

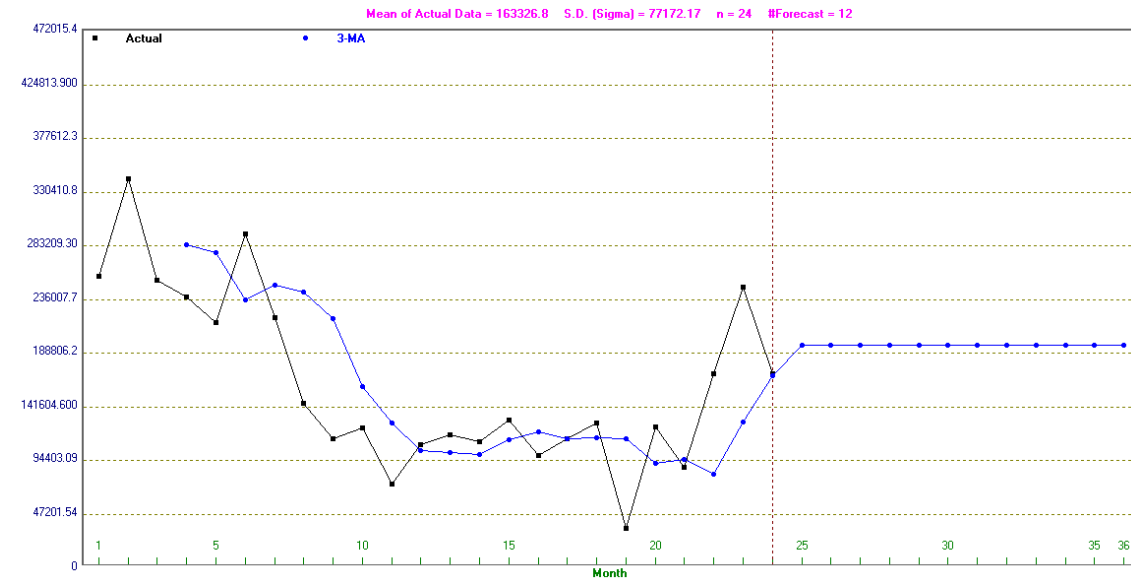
Gambar 33 Perhitungan Peramalan *Orange* P2R dengan *Simple Average*



Gambar 34 Perbandingan Grafik Data Orange P2R dengan Data Peramalan dengan Simple Average

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-MA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	256866								
2	342169								
3	252980								
4	237976	284005	-46029	-46029	46029	2.118669E+09	19.34187	-1	
5	215556	277708.3	-62152.34	-108181.3	54090.67	2.990791E+09	24.08768	-2	
6	293471	235504	57967	-50214.34	55382.78	3.113918E+09	22.64252	-0.9066779	0.6935267
7	219954	249001	-29047	-79261.34	48798.84	2.546371E+09	20.28338	-1.624247	0.823733
8	145300	242993.7	-97693.67	-176955	58577.8	3.945907E+09	29.67387	-3.020854	0.7208811
9	113815.3	219575	-105759.7	-282714.7	66441.45	5.152442E+09	40.21526	-4.255096	0.7771745
10	122986	159689.8	-36703.77	-319418.5	62193.21	4.608831E+09	38.73363	-5.135907	0.928822
11	73483	127367.1	-53884.1	-373302.6	61154.57	4.395664E+09	43.05801	-6.104247	0.9814948
12	108777	103428.1	5348.898	-367953.7	54953.94	3.910436E+09	38.82016	-6.695675	
13	117561	101748.7	15812.34	-352141.3	51039.78	3.544396E+09	36.28317	-6.899351	
14	110981	99940.34	11040.66	-341100.7	47403.5	3.233259E+09	33.88909	-7.195686	
15	130352	112439.7	17912.34	-323188.3	44945.89	2.990559E+09	32.21012	-7.190609	
16	99096	119631.3	-20535.34	-343723.7	43068.16	2.792954E+09	31.32647	-7.980923	
17	113836	113476.3	359.6641	-343364	40017.55	2.593467E+09	29.11143	-8.580336	
18	127903	114428	13475	-329889	38248.05	2.432674E+09	27.87303	-8.62499	
19	35306	113611.7	-78305.66	-408194.7	40751.65	2.663868E+09	39.99292	-10.01664	
20	124498	92348.34	32149.66	-376045	40245.66	2.56797E+09	39.15942	-9.343742	
21	88626	95902.34	-7276.336	-383321.4	38414.02	2.428246E+09	37.44002	-9.978683	
22	171107	82810	88297	-295024.4	41039.45	2.710779E+09	38.18546	-7.1888	
23	246813	128077	118736	-176288.4	44924.27	3.280152E+09	38.68157	-3.924123	
24	170430	168848.7	1581.328	-174707	42860.32	3.124073E+09	36.88377	-4.076196	

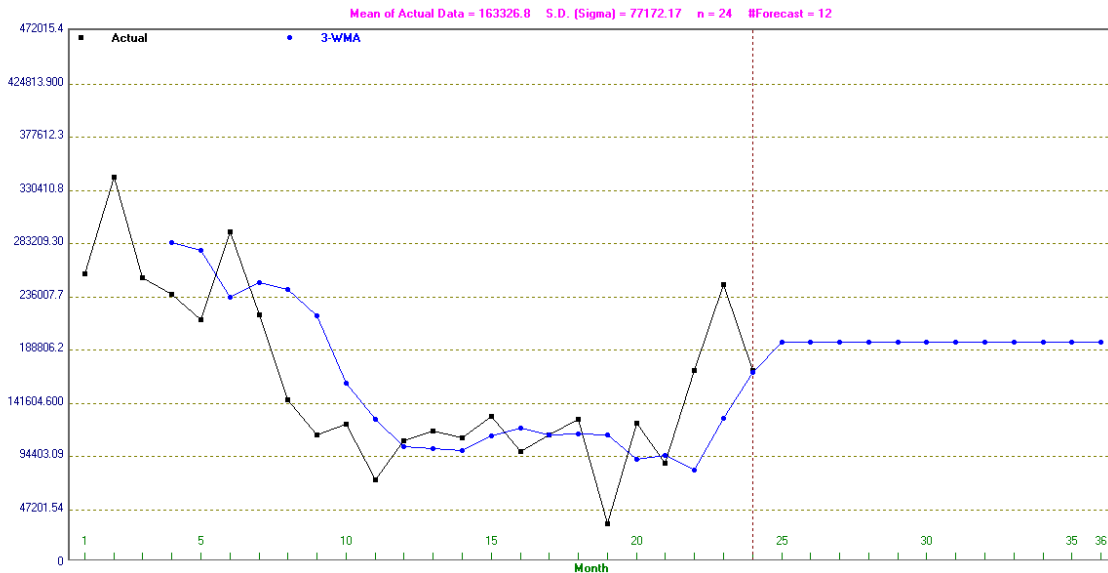
Gambar 35 Perhitungan Peramalan Orange P2R dengan Moving Average



Gambar 36 Perbandingan Grafik Data *Orange P2R* dengan Data Peramalan dengan *Moving Average*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-WMA	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	256866								
2	342169								
3	252980								
4	237976	284005	-46029	-46029	46029	2.118669E+09	19.34187	-1	
5	215556	277708.3	-62152.34	-108181.3	54090.67	2.990791E+09	24.08768	-2	
6	293471	235504	57967	-50214.34	55382.78	3.113918E+09	22.64252	-0.9066779	0.6935267
7	219954	249001	-29047.02	-79261.36	48798.84	2.546371E+09	20.28338	-1.624247	0.8237331
8	145300	242993.7	-97693.67	-176955	58577.8	3.945908E+09	29.67387	-3.020855	0.7208811
9	113815.3	219575	-105759.7	-282714.8	66441.46	5.152442E+09	40.21526	-4.255095	0.7771745
10	122986	159689.8	-36703.77	-319418.5	62193.21	4.608831E+09	38.73363	-5.135906	0.9288222
11	73483	127367.1	-53884.1	-373302.6	61154.57	4.395664E+09	43.05801	-6.104247	0.9814948
12	108777	103428.1	5348.898	-367953.7	54953.95	3.910436E+09	38.82016	-6.695674	
13	117561	101748.7	15812.33	-352141.4	51039.78	3.544396E+09	36.28317	-6.899351	
14	110981	99940.34	11040.66	-341100.7	47403.5	3.233259E+09	33.88909	-7.195687	
15	130352	112439.7	17912.34	-323188.4	44945.9	2.990559E+09	32.21012	-7.190608	
16	99096	119631.3	-20535.33	-343723.7	43068.16	2.792954E+09	31.32647	-7.980923	
17	113836	113476.3	359.6641	-343364	40017.56	2.593467E+09	29.11143	-8.580335	
18	127903	114428	13474.99	-329889	38248.05	2.432674E+09	27.87303	-8.624989	
19	35306	113611.7	-78305.67	-408194.7	40751.66	2.663868E+09	39.99292	-10.01664	
20	124498	92348.34	32149.66	-376045	40245.66	2.56797E+09	39.15942	-9.343742	
21	88626	95902.34	-7276.336	-383321.4	38414.03	2.428246E+09	37.44002	-9.978683	
22	171107	82810	88297	-295024.4	41039.45	2.710779E+09	38.18546	-7.188799	
23	246813	128077	118736	-176288.4	44924.27	3.280152E+09	38.68157	-3.924123	
24	170430	168848.7	1581.328	-174707	42860.32	3.124073E+09	36.88377	-4.076195	

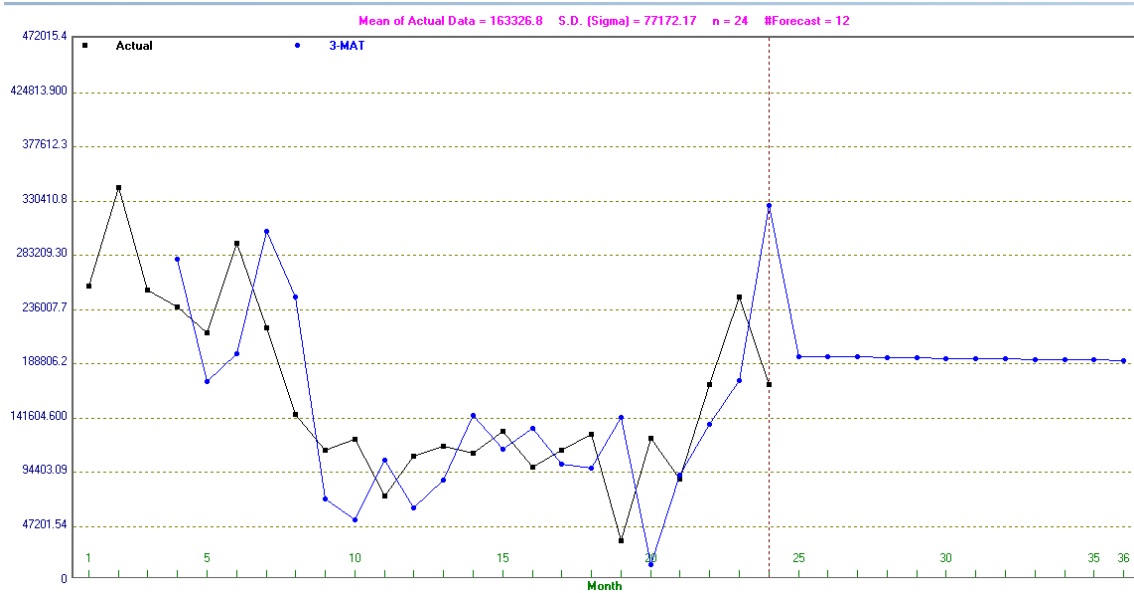
Gambar 37 Perhitungan Peramalan *Orange P2R* dengan *Weighted Moving Average*



Gambar 38 Perbandingan Grafik Data Orange P2R dengan Data Peramalan dengan *Weighted Moving Average*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by 3-MAT	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	256866								
2	342169								
3	252980								
4	237976	280119	-42143	-42143	42143	1.776033E+09	17.70893	-1	
5	215556	173515.3	42040.66	-102.3438	42091.83	1.771725E+09	18.60614	-2.43144E-03	
6	293471	198080	95391.02	95288.67	59858.22	4.214298E+09	23.2389	1.591906	
7	219954	304495.9	-84541.94	10746.73	66029.16	4.947558E+09	27.03822	0.1627574	
8	145300	247391.6	-102091.6	-91344.83	73241.64	6.042584E+09	35.6831	-1.247171	
9	113815.3	71403.83	42411.47	-48933.36	68103.27	5.335276E+09	35.94648	-0.718517	
10	122986	53550.84	69435.16	20501.8	68293.55	5.261842E+09	38.87667	0.3002011	
11	73483	105052.8	-31569.84	-11068.04	63703.08	4.728694E+09	39.38734	-0.1737442	
12	108777	63095.48	45681.52	34613.48	61700.69	4.43515E+09	39.67715	0.5609902	
13	117561	87539.3	30021.7	64635.18	58532.79	4.081765E+09	38.26315	1.104256	
14	110981	144017.9	-33036.91	31598.27	56214.98	3.809917E+09	37.49087	0.5620971	
15	130352	114643.2	15708.82	47307.09	52839.46	3.512988E+09	35.37088	0.8952985	
16	99096	132421.8	-33325.78	13981.31	51338.41	3.32819E+09	35.23695	0.2723363	
17	113836	101590.7	12245.27	26226.59	48546.04	3.101172E+09	33.48838	0.5402415	
18	127903	97911.34	29991.66	56218.25	47309.09	2.954394E+09	32.81908	1.188318	
19	35306	142418	-107112	-50893.7	51046.77	3.486805E+09	49.72924	-0.9970015	
20	124498	13817.58	110680.4	59786.72	54554.63	4.002296E+09	52.03348	1.095906	
21	88626	92496.55	-3870.547	55916.17	51738.85	3.780779E+09	49.38536	1.080739	
22	171107	136129.2	34977.81	90893.98	50856.69	3.646182E+09	47.86203	1.787257	
23	246813	174685.2	72127.84	163021.8	51920.24	3.723995E+09	46.93011	3.139851	
24	170430	327034.8	-156604.8	6417.016	56905.23	4.714522E+09	49.07097	0.1127667	

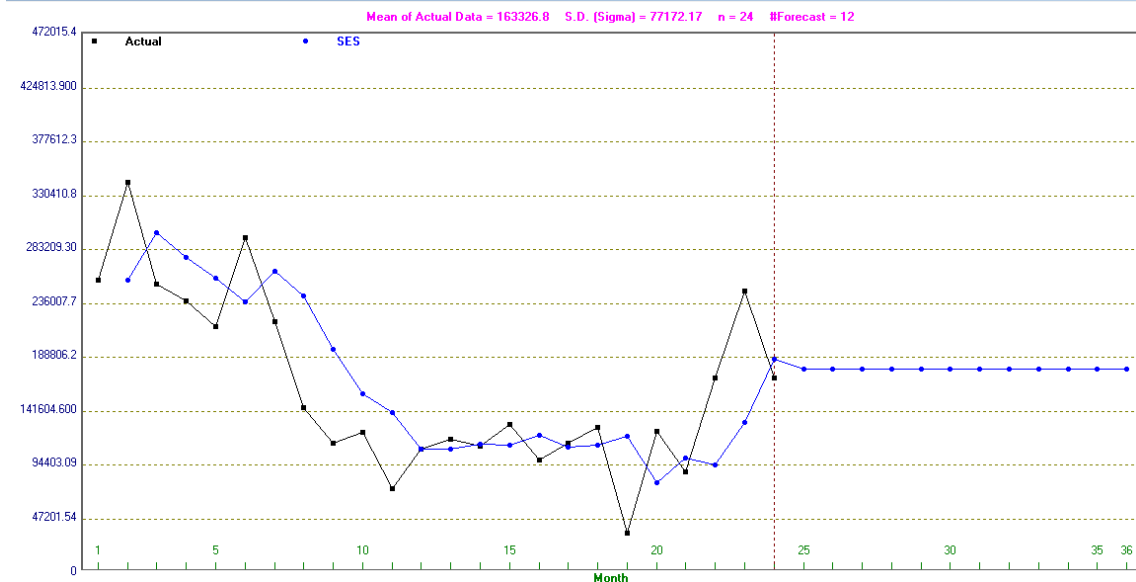
Gambar 39 Perhitungan Peramalan Orange P2R dengan *Moving Average With Trend*



Gambar 40 Perbandingan Grafik Data *Orange* P2R dengan Data Peramalan dengan *Moving Average With Trend*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	256866								
2	342169	256866	85303	85303	85303	7.276602E+09	24.93008	1	
3	252980	297811.4	-44831.44	40471.56	65067.22	4.64323E+09	21.32571	0.6219962	0.4166701
4	237976	276292.3	-38316.34	2155.219	56150.26	3.584867E+09	19.58412	3.838306E-02	0.1324664
5	215556	257900.5	-42344.5	-40189.28	52698.82	3.136915E+09	19.59916	-0.762622	0.1640348
6	293471	237575.1	55895.86	15706.58	53338.23	3.134401E+09	19.48863	0.2944713	0.2116151
7	219954	264405.2	-44451.16	-28744.58	51857.05	2.941318E+09	19.60874	-0.5543042	0.1844648
8	145300	243068.6	-97768.61	-126513.2	58415.84	3.886659E+09	26.41998	-2.165734	0.2047615
9	113815.3	196139.7	-82324.41	-208837.6	61404.41	4.24799E+09	32.15893	-3.40102	0.3077127
10	122986	156624	-33638	-242475.6	58319.25	3.901715E+09	31.62472	-4.157728	0.4428709
11	73483	140477.8	-66994.77	-309470.4	59186.8	3.960373E+09	37.57929	-5.228706	0.509363
12	108777	108320.3	456.7109	-309013.7	53847.7	3.600358E+09	34.20116	-5.73866	0.6331975
13	117561	108539.5	9021.492	-299992.2	50112.18	3.307111E+09	31.99056	-5.986412	0.7235711
14	110981	112869.8	-1888.82	-301881	46402.69	3.052992E+09	29.66066	-6.505678	0.7793695
15	130352	111963.2	18388.81	-283492.2	44401.7	2.859075E+09	28.54969	-6.384714	0.8344476
16	99096	120789.8	-21693.81	-305186	42887.84	2.699844E+09	28.10583	-7.115909	0.8474881
17	113836	110376.8	3459.211	-301726.8	40423.55	2.531852E+09	26.53913	-7.464133	0.8798965
18	127903	112037.2	15865.79	-285861	38978.98	2.397727E+09	25.70769	-7.333722	0.9117059
19	35306	119652.8	-84346.79	-370207.8	41499.41	2.659763E+09	37.55183	-8.920794	0.8399616
20	124498	79166.34	45331.66	-324876.1	41701.11	2.627931E+09	37.49181	-7.790586	0.8969057
21	88626	100925.5	-12299.53	-337175.6	40231.03	2.504099E+09	36.31112	-8.380984	0.907267
22	171107	95021.76	76085.24	-261090.4	41938.38	2.660521E+09	36.69947	-6.225572	0.9301741
23	246813	131542.7	115270.3	-145820	45271.65	3.143554E+09	37.1542	-3.221001	0.8625495
24	170430	186872.4	-16442.41	-162262.4	44018.2	3.018632E+09	35.95826	-3.686258	0.8665193

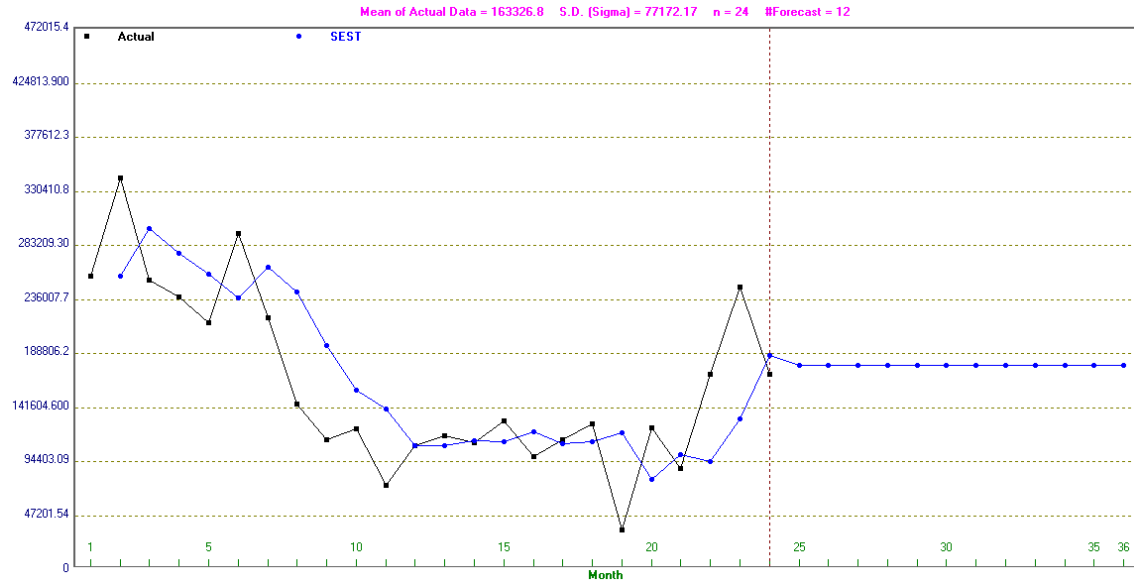
Gambar 41 Perhitungan Peramalan *Orange* P2R dengan *Single Exponential Smoothing*



Gambar 42 Perbandingan Grafik Data Orange P2R dengan Data Peramalan dengan Single Exponential Smoothing

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by SEST	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	256866								
2	342169	256866	85303	85303	85303	7.276602E+09	24.93008	1	
3	252980	297811.4	-44831.44	40471.56	65067.22	4.64323E+09	21.32571	0.6219962	0.4166701
4	237976	276292.3	-38316.34	2155.219	56150.26	3.584867E+09	19.58412	3.838306E-02	0.1324664
5	215556	257900.5	-42344.5	-40189.28	52698.82	3.136915E+09	19.59916	-0.762622	0.1640348
6	293471	237575.1	55895.86	15706.58	53338.23	3.134401E+09	19.48863	0.2944713	0.2116151
7	219954	264405.2	-44451.16	-28744.58	51857.05	2.941318E+09	19.60874	-0.5543042	0.1844648
8	145300	243068.6	-97768.61	-126513.2	58415.84	3.886659E+09	26.41998	-2.165734	0.2047615
9	113815.3	196139.7	-82324.41	-208837.6	61404.41	4.24799E+09	32.15893	-3.40102	0.3077127
10	122986	156624	-33638	-242475.6	58319.25	3.901715E+09	31.62472	-4.157728	0.4428709
11	73483	140477.8	-66994.77	-309470.4	59186.8	3.960373E+09	37.57929	-5.228706	0.509363
12	108777	108320.3	456.7109	-309013.7	53847.7	3.600358E+09	34.20116	-5.73866	0.6331975
13	117561	108539.5	9021.492	-299992.2	50112.18	3.307111E+09	31.99056	-5.986412	0.7235711
14	110981	112869.8	-1888.82	-301881	46402.69	3.052992E+09	29.66066	-6.505678	0.7793695
15	130352	111963.2	18388.81	-283492.2	44401.7	2.859075E+09	28.54969	-6.384714	0.8344476
16	99096	120789.8	-21693.81	-305186	42887.84	2.699844E+09	28.10583	-7.115909	0.8474881
17	113836	110376.8	3459.211	-301726.8	40423.55	2.531852E+09	26.53913	-7.464133	0.8798965
18	127903	112037.2	15865.79	-285861	38978.98	2.397727E+09	25.70769	-7.333722	0.9117059
19	35306	119652.8	-84346.79	-370207.8	41499.41	2.659763E+09	37.55183	-8.920794	0.8399616
20	124498	79166.34	45331.66	-324876.1	41701.11	2.627931E+09	37.49181	-7.790586	0.8969057
21	88626	100925.5	-12299.53	-337175.6	40231.03	2.504099E+09	36.31112	-8.380984	0.907267
22	171107	95021.76	76085.24	-261090.4	41938.38	2.660521E+09	36.69947	-6.225572	0.9301741
23	246813	131542.7	115270.3	-145820	45271.65	3.143554E+09	37.1542	-3.221001	0.8625495
24	170430	186872.4	-16442.41	-162262.4	44018.2	3.018632E+09	35.95826	-3.686258	0.8665193

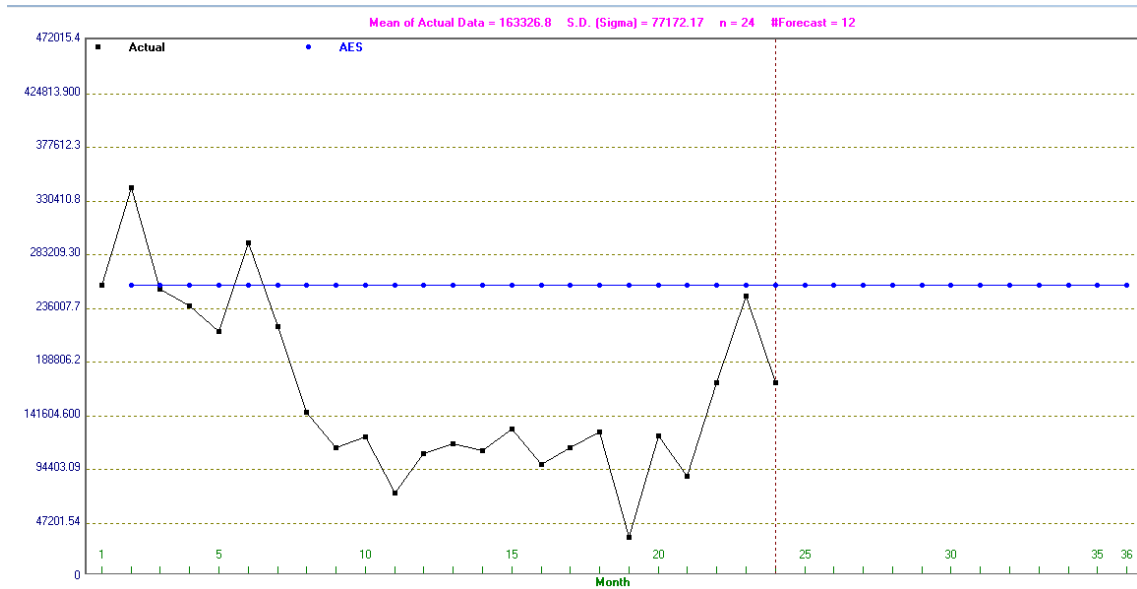
Gambar 43 Perhitungan Peramalan Orange P2R dengan Single Exponential Smoothing with Trend



Gambar 44 Perbandingan Grafik Data Orange P2R dengan Data Peramalan dengan *Single Exponential Smoothing with Trend*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by AES	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	256866								
2	342169	256866	85303	85303	85303	7.276602E+09	24.93008	1	
3	252980	256866	-3886	81417	44594.5	3.645851E+09	13.23308	1.825718	0.8333119
4	237976	256866	-18890	62527	36026.33	2.549512E+09	11.46798	1.735592	0.2053811
5	215556	256866	-41310	21217	37347.25	2.338763E+09	13.39208	0.5681008	1.217638E-02
6	293471	256866	36605	57822	37198.8	2.138995E+09	13.20829	1.554405	6.669234E-02
7	219954	256866	-36912	20910	37151	2.009579E+09	13.80386	0.5628381	6.080415E-03
8	145300	256866	-111566	-90656	47781.71	3.500635E+09	22.80091	-1.897295	5.032381E-02
9	113815.3	256866	-143050.7	-233706.7	59690.34	5.620994E+09	35.66163	-3.915319	0.179005
10	122986	256866	-133880	-367586.7	67933.63	6.987978E+09	43.79455	-5.410968	0.3135717
11	73483	256866	-183383	-550969.7	79478.57	9.652112E+09	64.37093	-6.932305	0.4588083
12	108777	256866	-148089	-699058.7	85715.88	1.076832E+10	70.89539	-8.155533	0.6001391
13	117561	256866	-139305	-838363.7	90181.65	1.148811E+10	74.86211	-9.296389	0.7387304
14	110981	256866	-145885	-984248.7	94466.52	1.224152E+10	79.21505	-10.41902	0.8806202
15	130352	256866	-126514	-1110763	96755.63	1.25104E+10	80.48938	-11.48008	
16	99096	256866	-157770	-1268533	100823.3	1.33358E+10	85.73737	-12.58175	
17	113836	256866	-143030	-1411563	103461.2	1.378091E+10	88.23164	-13.64341	
18	127903	256866	-128963	-1540526	104961.3	1.394859E+10	88.97264	-14.67709	
19	35306	256866	-221560	-1762086	111439	1.590082E+10	118.8932	-15.81211	
20	124498	256866	-132368	-1894454	112540.5	1.598611E+10	118.2315	-16.83353	
21	88626	256866	-168240	-2062694	115325.5	1.660204E+10	121.8115	-17.88585	
22	171107	256866	-85759	-2148453	113917.6	1.616169E+10	118.3976	-18.85971	
23	246813	256866	-10053	-2158506	109196.4	1.543166E+10	113.201	-19.76718	
24	170430	256866	-86436	-2244942	108206.9	1.508555E+10	110.4843	-20.74676	

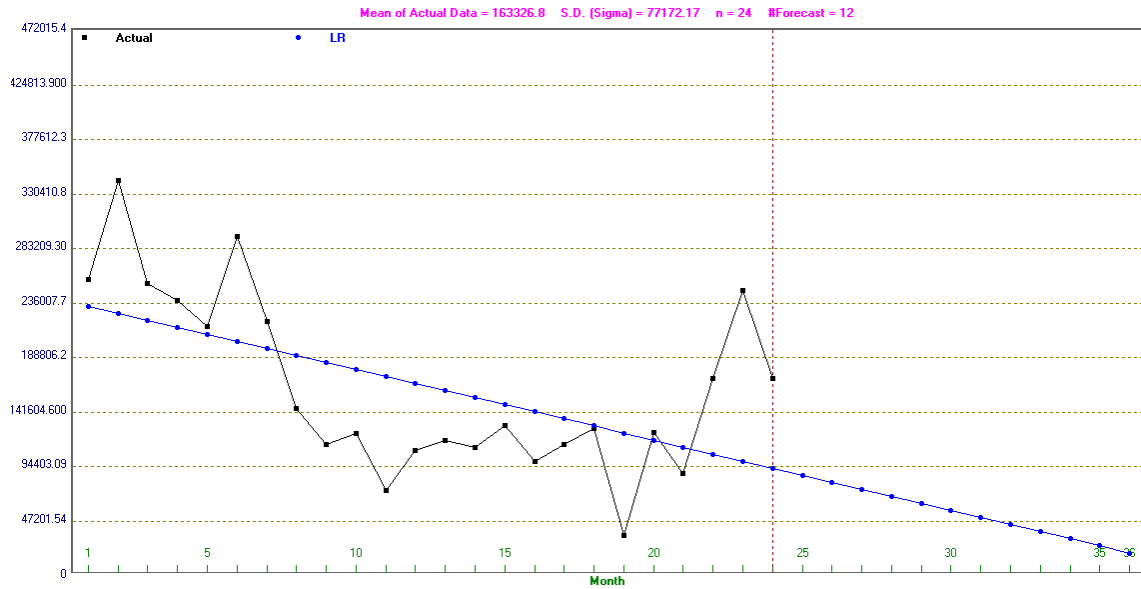
Gambar 45 Perhitungan Peramalan Orange P2R dengan *Adaptive Exponential Smoothing*



Gambar 46 Perbandingan Grafik Data *Orange P2R* dengan Data Peramalan dengan *Adaptive Exponential Smoothing*

07-17-2017 Month	Actual Data	Forecast by LR	Forecast Error	CFE	MAD	MSE	MAPE (%)	Tracking Signal	R-square
1	256866	233565.4	23300.61	23300.61	23300.61	5.429184E+08	9.071115	1	
2	342169	227457.7	114711.3	138011.9	69005.96	6.850802E+09	21.29793	2	
3	252980	221350	31630.03	169642	56547.32	4.900687E+09	18.36628	3	
4	237976	215242.3	22733.73	192375.7	48093.92	3.804721E+09	16.16295	4	
5	215556	209134.6	6421.438	198797.1	39759.43	3.052024E+09	13.52616	5	0.8933713
6	293471	203026.9	90444.14	289241.3	48206.88	3.906711E+09	16.40826	6	
7	219954	196919.2	23034.84	312276.1	44610.87	3.42441E+09	15.56031	7	
8	145300	190811.4	-45511.44	266764.7	44723.44	3.25527E+09	17.53057	5.964761	0.4456335
9	113815.3	184703.7	-70888.44	195876.2	47630.66	3.451925E+09	22.50314	4.112397	0.1671319
10	122986	178596	-55610.03	140266.2	48428.6	3.41598E+09	24.77448	2.89635	0.1021682
11	73483	172488.3	-99005.33	41260.86	53026.48	3.996533E+09	34.77065	0.778118	6.178128E-02
12	108777	166380.6	-57603.63	-16342.77	53407.91	3.940003E+09	36.28607	-0.305999	6.891655E-02
13	117561	160272.9	-42711.92	-59054.69	52585.14	3.777257E+09	36.28958	-1.12303	8.422799E-02
14	110981	154165.2	-43184.2	-102238.9	51913.65	3.640659E+09	36.47685	-1.969403	0.1026565
15	130352	148057.5	-17705.5	-119944.4	49633.11	3.418847E+09	34.95058	-2.416621	0.122768
16	99096	141949.8	-42853.8	-162798.2	49209.4	3.319947E+09	35.46897	-3.308274	0.1441719
17	113836	135842.1	-22006.09	-184804.3	47609.21	3.153142E+09	34.5197	-3.881692	0.1668057
18	127903	129734.4	-1831.383	-186635.7	45065.99	2.978154E+09	32.68148	-4.141386	0.1900541
19	35306	123626.7	-88320.68	-274956.3	47342.55	3.231964E+09	44.1276	-5.807806	0.205562
20	124498	117519	6979.031	-267977.3	45324.38	3.072801E+09	42.20151	-5.912432	0.2284832
21	88626	111411.3	-22785.27	-290762.6	44251.09	2.9512E+09	41.41617	-6.570744	0.2530212
22	171107	105303.6	65803.44	-224959.1	45230.74	3.013876E+09	41.28168	-4.973589	0.2726651
23	246813	99195.85	147617.2	-77341.97	49682.32	3.830266E+09	42.08723	-1.55673	0.2776106
24	170430	93088.15	77341.85	-0.1171875	50834.81	3.919911E+09	42.22445	-2.305261E-06	0.3131878

Gambar 47 Perhitungan Peramalan *Orange P2R* dengan *Linear Regression with Time*



Gambar 48 Perbandingan Grafik Data *Orange P2R* dengan Data Peramalan dengan *Linear Regression with Time*