

# Perancangan Kebijakan Pengadaan Sepeda dengan Pendekatan Simulasi dan Algoritma *Evolutionary*

Alan Darmasaputra Tanudireja<sup>1</sup>, I Gede Agus Widyadana<sup>2</sup>

**Abstract:** UD. X is a company engaged in the business of selling bike, child equipment, and toys in Banjarmasin, South Borneo. UD. X is only able to meet 70% to 80% of consumer demand. Overstock and understock often occurs due to ordering by estimates based on experience. The procurement policy that is used is Periodic Review Policy that consists of S,T Policy, and s,S Policy. The service level used in this policies is 99,99%. All policies will be simulated and compared with the current policy. The simulation is run for 5 products. Simulation result shows that in comparison with the current policy, s,S Policy can decrease the cost for all products while S,T Policy can only decrease the cost of three products. The result of 5 years simulation for the two policies shows that s,S policies is better than S,T Policy for two products, but not significantly different for the other products. This result shows that in the long run s,S Policy can be better than S,T Policy.

**Keywords:** Procurement, Periodic Review Policy, Simulation, Evolutionary Algorithm.

## Pendahuluan

UD. X merupakan perusahaan yang bergerak dalam bidang usaha perdagangan sepeda, perlengkapan anak, dan mainan anak di Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan sejak tahun 2001. UD. X memiliki tiga cabang dimana dua diantaranya menangani *retail*, dan satu diantaranya menangani *retail* dan grosir. UD. X melakukan grosir khusus untuk produk sepeda ke daerah-daerah di sekitar Kalimantan Selatan hingga ke Kalimantan Tengah. Permasalahan yang dihadapi oleh UD. X adalah sering adanya *shortage* dikarenakan kekurangan barang. Hal ini disebabkan karena pemilik UD. X mengalami kesulitan dalam menentukan jumlah pemesanan barang yang optimal. Pengadaan barang yang dilakukan selama ini tidak ditangani oleh departemen pembelian, melainkan ditangani oleh pemilik secara langsung. UD. X hanya mampu memenuhi 70% hingga 80% dari permintaan konsumen, yang berarti terjadi 20% hingga 30% *shortage*. Pembelian barang oleh UD. X dilakukan secara manual dikarenakan data yang tersedia tidak lengkap, yakni data mengenai *supplier profile*, dan *supply* barang yang ditawarkan oleh *supplier*. Kesulitan dalam membuat keputusan dan merencanakan jumlah serta waktu pembelian menjadi masalah utama dari UD. X. Permasalahan yang dialami oleh UD. X membutuhkan penyelesaian berupa kebijakan pengadaan yang dapat membantu proses pembelian sepeda. Kebijakan pengadaan ini-

lah yang kemudian akan dijadikan dasar untuk melakukan pembelian sepeda oleh UD. X.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang kebijakan pengadaan yang dapat membantu proses pembelian dan menetapkan jumlah pembelian yang optimal dari sepeda.

## Metode Penelitian

### *Purchasing*

Pembelian (*purchasing*) adalah sebuah “proses membeli”. Memperoleh material yang tepat, dalam jumlah yang tepat, dengan pengiriman yang tepat (waktu dan tempat), dari sumber yang tepat, dan pada harga yang tepat adalah fungsi dari pembelian. Departemen *purchasing* memiliki tanggung jawab yang besar untuk mencari sumber pengadaan yang tepat dan untuk menegosiasikan harga. Siklus dari pembelian meliputi langkah-langkah sebagai berikut (Arnold, Chapman, dan Clive, [1]):

- Memperoleh dan menganalisa permintaan pembelian.
- Memilih pemasok.
- Menentukan harga yang tepat.
- Menindaklanjuti untuk memastikan tanggal pengiriman sesuai.
- Menerima barang-barang.
- Menyetujui *invoice* dari pemasok untuk pembayaran

<sup>1,2</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: adt\_ajh@yahoo.com, gede@petra.ac.id

### Inventory Cost

*Inventory* (persediaan) memiliki biaya-biaya tertentu. Biaya persediaan dapat dibagi menjadi empat jenis, yaitu sebagai berikut (Adam, JR. dan Ebert, [2]):

- a. *Biaya item*  
Biaya atau nilai dari suatu *item* biasanya merupakan harga belinya (jumlah yang dibayarkan kepada pemasok dari *item* tersebut). Biasanya dalam instansi tertentu, biaya transportasi, penerimaan, dan inspeksi dapat dimasukkan sebagai bagian dari biaya *item*.
- b. *Biaya pengadaan (procurement cost)*  
Biaya pengadaan dapat meliputi biaya pengiriman, biaya menghubungi pemasok, biaya tenaga kerja dalam melakukan pembelian dan *accounting*, biaya penerimaan, dan sebagainya.
- c. *Biaya penyimpanan (carrying/holding cost)*  
Biaya penyimpanan adalah biaya yang dikeluarkan untuk mempertahankan gudang dan melindungi barang yang disimpan.
- d. *Biaya stockout*  
Biaya *stockout* biasanya dihubungkan dengan permintaan saat persediaan telah habis, secara umum dapat dikategorikan sebagai hilangnya penjualan (*lost sales*) atau biaya *backorder*. Biaya *backorder* meliputi *lost of good will* dan biaya yang dikeluarkan untuk melakukan pemesanan barang kembali dan pemberitahuan kepada pelanggan saat barang telah datang.

### Klasifikasi ABC

Klasifikasi ABC dapat dijelaskan sebagai berikut (Fogarty, Blackstone, JR., dan Hoffmann, [3]):

- a. *Klasifikasi item A*  
Klasifikasi *item A* biasanya merupakan 20% dari total *item* yang mewakili 80% dari nilai persediaan.
- b. *Klasifikasi item B*  
Klasifikasi *item B* merupakan 30% dari total *item* yang mewakili 15% dari nilai persediaan.
- c. *Klasifikasi item C*  
Klasifikasi *item C* merupakan 50% dari total *item* yang mewakili 5% dari nilai persediaan.

### Periodic Review Policy

Kebijakan ini melakukan pemesanan secara periodik. Jumlah pemesanan pada setiap periodenya tidak diharuskan sama, namun dengan *review interval* yang tetap. Pemesanan akan dilakukan jika tingkat persediaan (*I*) di bawah nilai *R* (*reorder point*) yang telah ditentukan. Jumlah yang dipesan pada periode yang satu dengan yang lainnya bervariasi, dan pemesanan dilakukan untuk mengembalikan persediaan ke tingkat tertentu (*S*). Lama

*review interval* (*T*) ditentukan dengan mengaplikasikan *EOQ* sebagai *Periodic Review Policy*, dimana nilai *T* yang optimum ditentukan dengan rumus (Sipper & Bulfin, Jr., [4]):

$$T = \sqrt{\frac{2A}{hD}} \quad (1)$$

Dimana:

*T* = *review interval*

*A* = biaya melakukan satu kali pemesanan

*h* = *inventory holding cost*

$\bar{D}$  = rata-rata *demand*

*Periodic Review* terdiri dari 2 jenis kebijakan yang dibedakan berdasarkan variabel keputusannya. kebijakan tersebut adalah *S,T Policy* dan *s,S Policy*.

- a. *S,T Policy*

Kebijakan ini menggunakan dua variabel keputusan, yaitu *S* dan *T*. Nilai *S* adalah sebesar *R* (*reorder point*). *S* adalah target tingkat persediaan, dimana barang akan dipesan jika *Xt* (posisi persediaan) kurang dari *S*. Jumlah yang dipesan adalah sebesar *S - Xt*. Nilai *S* diperoleh menggunakan rumus berikut:

$$S = \bar{D}(T + \tau) + z\sigma_{T+\tau} \quad (2)$$

Dimana:

*S* = target tingkat persediaan

$\bar{D}(T + \tau)$  = rata-rata *demand* selama *lead time* dan *review interval*

*z* = nilai dari tabel distribusi normal (tergantung kepada *service level*)

$\sigma_{\tau}$  = standar deviasi dari *lead time demand*

- b. *s,S Policy*

Kebijakan ini merupakan pengembangan dari *S,T Policy*. *s,S Policy* biasa disebut *operational replenishment policy*, *optional review*, atau *min-max*. Pengembangan yang dilakukan adalah pada kebijakan pemesanan kembali yang dilakukan dengan menggunakan persediaan yang dimiliki saat ini (*on hand*) dibandingkan posisi persediaan. Kebijakan ini beroperasi dengan menggunakan dua tingkat persediaan dengan *review interval* sebesar *T*. Jika nilai *It* ≤ *s*, maka pemesanan sebesar *S - It* dilakukan, akan tetapi jika *It* > *s* pemesanan tidak akan dilakukan. Keuntungan kebijakan ini dibandingkan *S,T* adalah jumlah yang dipesan masuk akal. Variabel keputusan dalam kebijakan ini adalah *T*, *s*, dan *S*. Penentuan nilai *s* dan *S* cukup sulit. Pendekatan yang baik dapat diperoleh dengan menghitung *Q* dan *R* dan menetapkan (Sipper dan Bulfin, Jr., [4]):

$$s = R \quad (3)$$

$$S = Q + R \quad (4)$$

## Simulasi

Simulasi adalah tiruan dari sistem dinamis menggunakan model komputer untuk mengevaluasi dan meningkatkan kinerja sistem. Simulasi dilakukan karena pendekatan dengan melakukan *trial and error* membutuhkan biaya yang besar, memakan waktu, dan mengganggu. Simulasi bukanlah alat untuk memperoleh solusi, tetapi alat untuk melakukan evaluasi. Simulasi menjelaskan bagaimana sebuah sistem akan berjalan, simulasi tidak menentukan bagaimana sistem harus dirancang (Harrell, Ghosh, dan Bowden, Jr., [5]).

## Replikasi

Dalam percobaan simulasi, satu kali menjalankan simulasi dapat dihitung sebagai satu replikasi dari percobaan. Hasil dari replikasi mewakili satu sampel. Untuk memperoleh sampel sebesar  $n$ , maka harus dilakukan  $n$  replikasi dari percobaan secara independen (Harrell, Ghosh, dan Bowden, Jr., [5]).

## Pembangkitan Bilangan Acak

Sifat acak ditiru dalam simulasi dengan menggunakan pembangkitan bilangan acak. Pembangkitan bilangan acak memiliki *input* berupa aliran angka yang berdistribusi *uniform* antara nol dan satu ( $0 \leq x \leq 1$ ). Pembangkitan bilangan acak bertanggung jawab untuk menghasilkan aliran angka yang independen dan berdistribusi *uniform* (Harrell, Ghosh, dan Bowden, Jr., [5]).

## Frequency Distribution

*Frequency distribution* baik untuk digunakan agar memperoleh gambaran singkat dari data. Distribusi berdasarkan frekuensi mengelompokkan data ke dalam *interval* berdasarkan frekuensi atau kejadiannya. Dengan menunjukkan frekuensi kejadian pada setiap nilai-nilai, maka akan tampak secara jelas bagaimana observasi didistribusikan pada seluruh bagan data (Harrell, Ghosh, dan Bowden, Jr., [5]).

## Evolutionary Algorithm

*Evolutionary algorithm* adalah sebuah metode yang terinspirasi dari model evolusi biologis dan seleksi alam yang dikemukakan oleh Charles Darwin pada tahun 1859. Spesies berubah seiring bergantinya generasi. Mutasi terjadi secara acak, beberapa diantaranya akan menguntungkan namun banyak yang tidak berguna atau merugikan. Variasi atau keberagaman evolusi biologis terletak pada variasi dari kromosom antar individu organisme. Algoritma genetika adalah simulasi dari proses evolusi Darwin dan operasi genetika atas kromosom. Algoritma ini

memiliki teknik pencarian yang dilakukan sekaligus terhadap sejumlah solusi yang dapat dikenal dengan istilah populasi. Kromosom adalah individu yang terdapat dalam satu populasi tersebut. Populasi awal dibentuk secara acak, sedangkan populasi selanjutnya dibentuk dari hasil evolusi kromosom-kromosom melalui iterasi yang disebut dengan istilah generasi. Ada 6 komponen utama dalam algoritma genetika yakni sebagai berikut (Kusumadewi dan Purnomo [6]):

- Teknik penyandian
- Prosedur inisialisasi
- Fungsi evaluasi
- Seleksi
- Operator genetika
- Penentuan parameter

## Confidence Interval

*Confidence interval* adalah *interval* nilai-nilai yang diperoleh dari sampel statistik. *Confidence interval* memiliki nilai sebesar  $100(1 - \alpha)\%$ . Nilai  $1 - \alpha$  disebut *confidence coefficient* atau *degree of confidence*. Nilai  $\alpha$  sebesar 0.05 menunjukkan nilai *confidence interval* sebesar 95%. Estimasi *confidence interval* untuk 1 sampel dapat diperoleh dengan melakukan uji *one sample t*. Uji *one sample t* akan memperkirakan *mean* dari populasi dan membandingkannya terhadap nilai yang diinginkan. Hipotesa yang digunakan dalam uji ini adalah (Minitab Inc., [7]):

$H_0 : \mu = \mu_0$  (*mean* dari populasi sama dengan *mean* hipotesa)

$H_1 : \mu \neq \mu_0$ , atau  $\mu > \mu_0$ , atau  $\mu < \mu_0$  (dipilih salah satu)

## Uji One Way ANOVA

ANOVA (*Analysis of Variance*) adalah metode yang digunakan untuk menguji *mean* dari populasi dengan jumlah sampel ( $k$ ) lebih besar dari 2. Asumsi yang digunakan adalah data berasal dari populasi yang berdistribusi normal dan independen di dalam maupun antar strategi. Hipotesa yang digunakan menggunakan notasi  $\tau$  sebagai *treatment*. Hipotesa untuk *one way ANOVA* adalah sebagai berikut (Harrell, Ghosh, dan Bowden, Jr., [5]):

$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_k = 0$

$H_1 : \tau_i \neq 0$  (untuk  $i = 1, 2, 3, \dots, k$ )

Hipotesa awal menduga bahwa semua *treatment* tidak berbeda secara signifikan. Hipotesa alternatif menduga bahwa setidaknya-tidaknya 1 *treatment* berpengaruh secara signifikan. *One way ANOVA* hanya menggunakan 1 faktor sebagai masalah. Rumusan yang digunakan dalam uji *one way ANOVA* adalah sebagai berikut:

$$SS_i = \left( \sum_{j=1}^n x_{ij}^2 \right) - \frac{(\sum_{j=1}^n x_{ij})^2}{n} \text{ untuk } i = 1, 2, 3, \dots, k \quad (8)$$

$$SSE = \sum_{i=1}^K SS_i \quad (9)$$

$$SST = \frac{1}{n} \left[ \left( \sum_{i=1}^K x_i^2 \right) - \frac{x_{..}^2}{K} \right] \quad (10)$$

$$SSTC = SST + SSE \quad (11)$$

$$MST = \frac{SST}{df(treatment)} \quad (12)$$

$$MSE = \frac{SSE}{df(error)} \quad (13)$$

Dimana:

- $SS$  = Sum of squares
- $SSE$  = Sum of squares error
- $SST$  = Sum of squares treatment
- $SSTC$  = Sum of squares total (corrected)
- $MST$  = Mean square treatment
- $MSE$  = Mean square error
- $X_{ij}$  = Data ke  $-j$  pada treatment ke  $-i$
- $n$  = Jumlah data pada setiap treatment
- $df$  = Degree of freedom

### Multiple Comparison Test

Hasil dari uji ANOVA hanya membandingkan hasil dari setiap treatment dan menunjukkan adanya perbedaan, namun tidak menunjukkan treatment mana yang berbeda secara signifikan terhadap treatment lainnya. Uji Fisher's Least Significant Difference (LSD) akan digunakan untuk mengidentifikasi treatment yang berbeda. Sangatlah disarankan untuk melakukan pengujian hipotesa sebelum melakukan uji LSD. Apabila hipotesa yang diterima adalah hipotesa awal dimana semua treatment tidak berbeda secara signifikan, maka uji LSD tidak perlu dilakukan. Jika hipotesa yang diterima adalah hipotesa alternatif dimana setidaknya ada satu atau lebih treatment yang berbeda secara signifikan, maka uji LSD harus dilakukan. Perhitungan nilai LSD untuk uji LSD dilakukan dengan rumus berikut (Harrell, Ghosh, dan Bowden, Jr., [5]):

$$LSD(\alpha) = t_{(df(error), \alpha/2)} \sqrt{\frac{2(MSE)}{n}} \quad (14)$$

Nilai LSD akan dihitung sesuai dengan confidence interval yang diinginkan. Jika confidence interval yang diinginkan adalah 95%, maka nilai  $\alpha$  yang digunakan adalah sebesar 0.05. Treatment yang berbeda secara signifikan terhadap treatment lain adalah treatment yang memiliki selisih mean lebih besar dari nilai LSD.

## Hasil dan Pembahasan

Sepeda yang diteliti di UD. X dalam penelitian ini hanya mencakup sepeda yang terkategori sebagai sepeda anak. Sepeda yang terkategori sebagai sepeda anak adalah sepeda baby walker, triycle, sepeda ukuran 12, sepeda ukuran 16, sepeda ukuran 18, dan sepeda ukuran 20. Data permintaan sepeda yang telah diperoleh dikelompokkan berdasarkan total keuntungan yang diberikan oleh jenis-jenis sepeda yang diteliti. Data yang dihitung adalah data dalam periode 6 bulan (1 Januari 2015 hingga 30 Juni 2015) karena terdapat beberapa jenis sepeda dengan data awal dari periode 1 Januari 2015. Sepeda yang diteliti dibagi dalam tiga kelompok berdasarkan prinsip klasifikasi ABC. Sepeda yang diteliti lebih lanjut hanyalah sepeda yang tergolong klasifikasi A. Sepeda yang dipilih hanyalah 5 sepeda yang membawa keuntungan terbanyak dari penjualannya di UD.X. Seluruh sepeda akan diwakili oleh RY828S, RY838, RY9682CJ, 16FIB, dan 18FIB.

### Kebijakan Pengadaan

Simulasi dilakukan dengan menggunakan Periodic Review Policy. Periodic Review Policy disimulasikan dengan 2 kebijakan, yaitu S,T Policy dan s,S Policy. Perbandingan total biaya masing-masing kebijakan terhadap kebijakan pengadaan saat ini dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai T yang digunakan pada simulasi ini diperoleh dengan menggunakan rumus 1, serta nilai s dan S diperoleh dengan menggunakan rumus 3 dan 4. Service level yang digunakan adalah 99,99% untuk meminimumkan shortage.

**Tabel 1.** Persentase Penurunan Biaya

| Produk   | S,T  | s,S   |
|----------|------|-------|
| RY828S   | 82%  | 56%   |
| RY838    | 61%  | 60%   |
| RY9682CJ | -16% | 0,16% |
| 16FIB    | 51%  | 54%   |
| 18FIB    | -1%  | 5%    |

Tabel 1 menunjukkan persentase penurunan biaya pada dua kebijakan yang disimulasikan untuk kelima produk sepeda tersebut. Hasil tersebut menunjukkan bahwa s,S Policy merupakan kebijakan yang menghasilkan biaya terendah. Hal ini terbukti dari penurunan total biaya yang terjadi pada kelima produk. Sedangkan S,T Policy menyebabkan peningkatan biaya pada 16FIB. Hasil penurunan biaya ini belum tentu akan sama jika

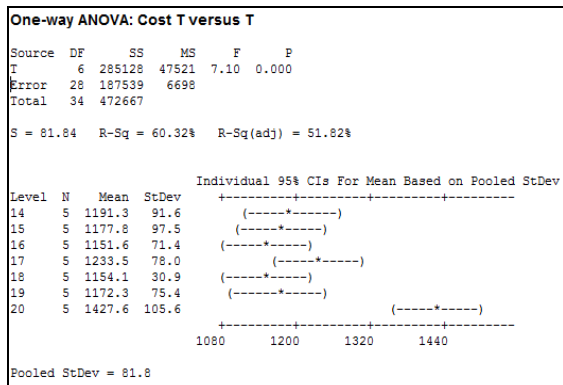
*demand* dan periode pengukuran berbeda. Oleh sebab itu semua kebijakan pengadaan akan kembali disimulasikan dengan periode simulasi 5 tahun ke depan dan 5 kali replikasi untuk menentukan kebijakan pengadaan terbaik.

**Simulasi 5 Tahun ke Depan**

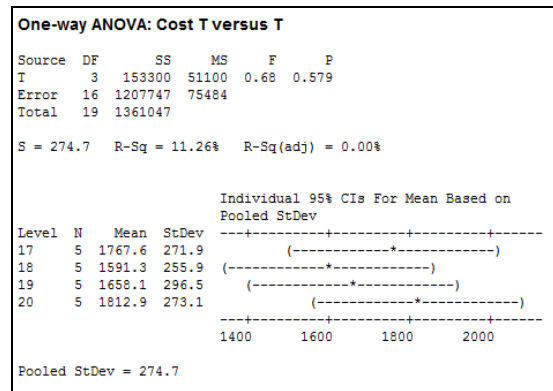
Simulasi untuk periode 5 tahun yang akan datang dilakukan dengan pembangkitan bilangan acak sebagai dasar penentuan permintaan. Pembangkitan bilangan acak menggunakan distribusi dari data pada periode yang diteliti (1 Januari 2014 hingga 30 Juni 2015). Distribusi yang digunakan adalah *frequency distribution*, dimana distribusi data ditentukan berdasarkan frekuensi permintaan dikarenakan tidak ada distribusi yang cocok dengan data saat ini. Replikasi dari hasil pembangkitan bilangan acak dilakukan sebanyak 5 kali, sehingga menghasilkan 5 permintaan yang berbeda-beda. Simulasi ini membutuhkan penentuan nilai *T* (*review interval*) yang optimal untuk kedua *Periodic Review Policy*, serta penentuan nilai *s* dan *S* untuk *s,S Policy*.

**Penentuan Review Interval yang Optimal**

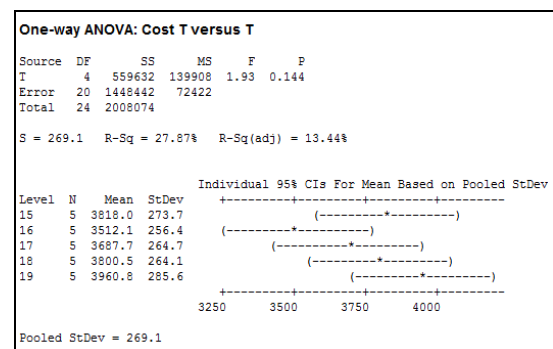
Penentuan nilai *T* (*review interval*) yang optimal dilakukan dengan simulasi pada *S,T Policy* dikarenakan variabel keputusan pada *s,S Policy* tergantung pada nilai *S* (sebagai *upper bound*) yang dihasilkan dari perhitungan pada metode *S,T*. Penentuan nilai *T* yang optimal akan dilakukan dengan cara *trial and error* dengan meningkatkan ataupun menurunkan nilai *T* yang diperoleh dari rumus berdasarkan teori. Percobaan akan berhenti dilakukan saat telah diperoleh nilai terendah pada semua replikasi. Masing-masing nilai *T* disimulasikan dengan 5 kali replikasi, dan hasilnya akan dibandingkan satu dengan yang lainnya dengan uji *one way ANOVA*. Hasil uji *one way ANOVA* kelima produk ditunjukkan pada Gambar 1 hingga 5.



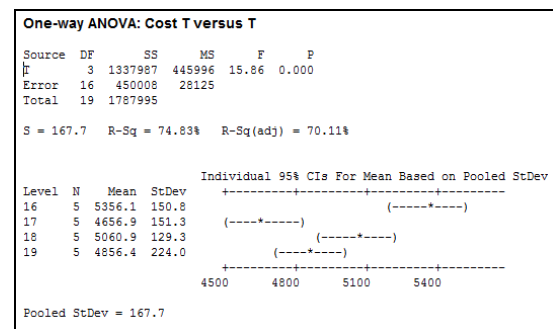
Gambar 1. Hasil *one way ANOVA cost T* terhadap *T* (RY828S)



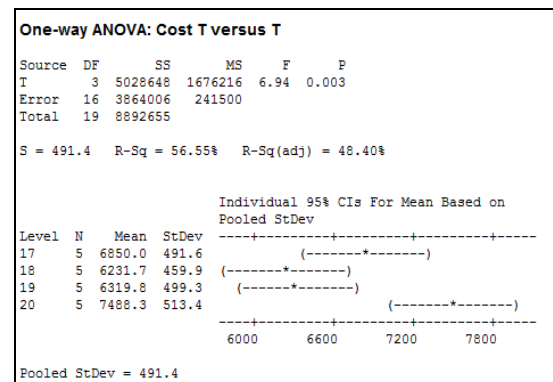
Gambar 2. Hasil *one way ANOVA cost T* terhadap *T* (RY838)



Gambar 3. Hasil *one way ANOVA cost T* terhadap *T* (RY9682CJ)



Gambar 4. Hasil *one way ANOVA cost T* terhadap *T* (16FIB)



Gambar 5. Hasil *one way ANOVA cost T* terhadap *T* (18FIB)

Hasil uji *one way* ANOVA menunjukkan bahwa perbedaan hasil yang signifikan dari perubahan nilai *T* hanya terjadi secara signifikan pada RY828S, 16FIB, dan 18FIB. Hal ini dapat dilihat dari nilai *p-value* ketiganya yang lebih kecil dari nilai  $\alpha$  sebesar 0,05. Oleh sebab itu akan dilakukan analisa *LSD* agar dapat menentukan nilai *T* untuk ketiga produk ini. Hasil *grouping* analisa *LSD* untuk ketiga produk tersebut ditunjukkan pada Tabel 2 hingga 4. Untuk RY838 dan RY9682CJ nilai *T* yang akan digunakan akan mengikuti nilai *T* yang diperoleh dari perhitungan berdasarkan teori.

**Tabel 2.** *Grouping* Analisa *LSD* RY828S

| T  | Grouping |
|----|----------|
| 20 | A        |
| 17 | B        |
| 14 | B        |
| 18 | B        |
| 15 | B        |
| 19 | B        |
| 16 | B        |

**Tabel 3.** *Grouping* Analisa *LSD* 16FIB

| T  | Grouping |
|----|----------|
| 16 | A        |
| 18 | B        |
| 19 | B C      |
| 17 | C        |

**Tabel 4.** *Grouping* Analisa *LSD* 18FIB

| T  | Grouping |
|----|----------|
| 20 | A        |
| 17 | A B      |
| 19 | B        |
| 18 | B        |

Nilai *T* yang digunakan untuk RY828S adalah sebesar 19 mengikuti hasil perhitungan berdasarkan teori karena berada pada *grouping* yang sama dengan nilai sebesar 16 yang menghasilkan rata-rata biaya terkecil. Nilai *T* yang dapat digunakan untuk 16FIB adalah sebesar 17 dan 19. Namun, nilai yang digunakan untuk 16FIB adalah 17 dikarenakan menghasilkan rata-rata total biaya terendah. Nilai *T* yang digunakan untuk 18FIB adalah sebesar 18 dikarenakan menghasilkan biaya terendah dan sesuai dengan hasil perhitungan berdasarkan teori.

### Penentuan Nilai *s* dan *S* pada *s,S Policy*

Penentuan nilai *s* dan *S* pada *s,S Policy* dilakukan dengan menggunakan *evolutionary algorithm* pada

Microsoft Excel. *Review interval (T)* yang digunakan disesuaikan dengan hasil analisa nilai *T* sebelumnya. Khusus untuk *s,S Policy*, optimasi dilakukan menggunakan *evolutionary algorithm* di Microsoft Excel sehingga menghasilkan kombinasi *s* dan *S* dengan total biaya terkecil. Optimasi ini dilakukan dengan *lower bound* sebesar 0 dan *upper bound* senilai *S* (diperoleh dari target tingkat persediaan hasil perhitungan *S,T Policy*). Metode *evolutionary* digunakan karena model yang disimulasikan bersifat *nonlinear*. Nilai *s* dan *S* disimulasikan dengan 5 replikasi dalam periode 5 tahun untuk mendapatkan rentang optimal nilai *s* dan *S*. Nilai yang nantinya digunakan dalam simulasi *s,S* untuk perbandingan adalah nilai *s* dan *S* adalah rata-rata hasil dari 5 replikasi yang diperoleh. Hasil rentang ditunjukkan dengan uji *one sample t* yang dapat dilihat pada Gambar 6 hingga 10.

| One-Sample T: s (R), S |   |       |       |         |                |
|------------------------|---|-------|-------|---------|----------------|
| Variable               | N | Mean  | StDev | SE Mean | 95% CI         |
| s (R)                  | 5 | 270.4 | 52.6  | 23.5    | (205.1, 335.7) |
| S                      | 5 | 327.0 | 37.6  | 16.8    | (280.3, 373.7) |

**Gambar 6.** Uji *one sample t* nilai *s* dan *S* (RY828S)

| One-Sample T: s (R), S |   |       |       |         |                |
|------------------------|---|-------|-------|---------|----------------|
| Variable               | N | Mean  | StDev | SE Mean | 95% CI         |
| s (R)                  | 5 | 230.0 | 43.4  | 19.4    | (176.2, 283.8) |
| S                      | 5 | 274.8 | 30.8  | 13.8    | (236.5, 313.1) |

**Gambar7.** Uji *one sample t* nilai *s* dan *S* (RY838)

| One-Sample T: s (R), S |   |        |       |         |                  |
|------------------------|---|--------|-------|---------|------------------|
| Variable               | N | Mean   | StDev | SE Mean | 95% CI           |
| s (R)                  | 5 | 115.00 | 11.55 | 5.17    | (100.65, 129.35) |
| S                      | 5 | 141.80 | 6.14  | 2.75    | (134.18, 149.42) |

**Gambar8.** Uji *one sample t* nilai *s* dan *S* (RY9682CJ)

| One-Sample T: s (R), S |   |       |       |         |                |
|------------------------|---|-------|-------|---------|----------------|
| Variable               | N | Mean  | StDev | SE Mean | 95% CI         |
| s (R)                  | 5 | 44.60 | 2.30  | 1.03    | (41.74, 47.46) |
| S                      | 5 | 59.00 | 4.69  | 2.10    | (53.18, 64.82) |

**Gambar9.** Uji *one sample t* nilai *s* dan *S* (16FIB)

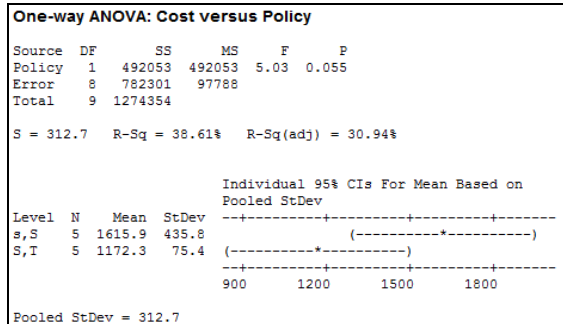
| One-Sample T: s (R), S |   |       |       |         |                |
|------------------------|---|-------|-------|---------|----------------|
| Variable               | N | Mean  | StDev | SE Mean | 95% CI         |
| s (R)                  | 5 | 45.60 | 4.62  | 2.06    | (39.87, 51.33) |
| S                      | 5 | 57.60 | 5.13  | 2.29    | (51.23, 63.97) |

**Gambar10.** Uji *one sample t* nilai *s* dan *S* (18FIB)

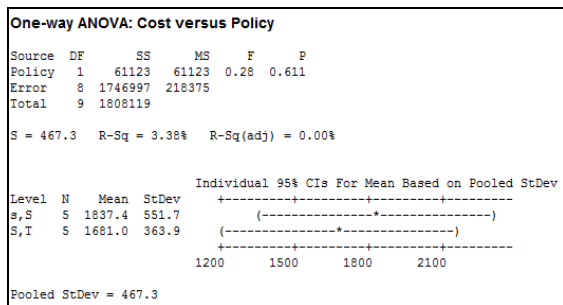
Hasil uji *one sample t* dengan *confidence interval* sebesar 95% akan memberikan nilai batas atas (*upper bound*) dan batas bawah (*lower bound*) untuk setiap nilai *s* dan *S*. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai *s* dan *S* akan memberikan total biaya yang dapat dikatakan optimal jika berada pada *interval (range)* yang dihasilkan dari uji *one sample t*.

### Penentuan Kebijakan Pengadaan Terbaik

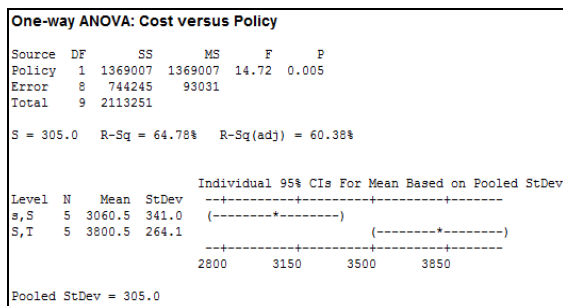
Kebijakan pengadaan terbaik ditentukan dengan terlebih dahulu membandingkan semua kebijakan dengan menggunakan metode *one way* ANOVA (*analysis of variance*). Hasil *one way* ANOVA kelima produk dapat dilihat pada Gambar 11 hingga 15.



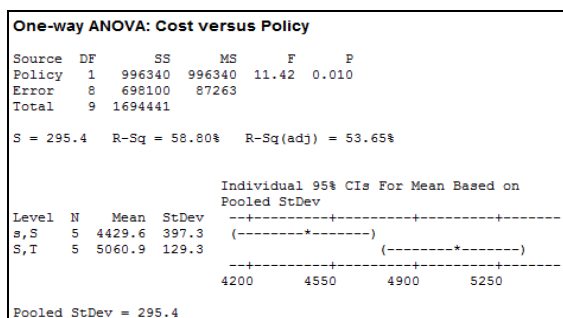
Gambar 11. Hasil *one way* ANOVA cost terhadap *policy* (RY828S)



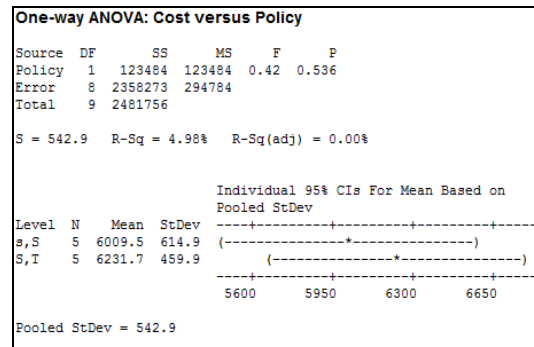
Gambar 12. Hasil *one way* ANOVA cost terhadap *policy* (RY838)



Gambar 13. Hasil *one way* ANOVA cost terhadap *policy* (RY9682CJ)



Gambar 14. Hasil *one way* ANOVA cost terhadap *policy* (16FIB)



Gambar 15. Hasil *one way* ANOVA cost terhadap *policy* (18FIB)

Uji *one way* ANOVA cost terhadap *policy* dari produk RY9682CJ dan 16FIB berdasarkan Gambar 13 dan 14 menghasilkan *p-value* yang memiliki nilai lebih kecil dari  $\alpha$  sebesar 0,05, yang berarti menolak hipotesa awal dan menerima hipotesa alternatif. Hal ini menunjukkan bahwa setidaknya salah satu dari kedua kebijakan pengadaan yang diteliti berbeda secara signifikan, sehingga perlu dilakukan *LSD analysis*. Hasil *grouping* analisa *LSD* RY96-82CJ dan 16FIB ditunjukkan pada Tabel 5. Hasil uji *one way* ANOVA untuk produk lainnya menunjukkan nilai *p-value* yang lebih besar dari  $\alpha$  sebesar 0,05, yang berarti menolak hipotesa alternatif dan menerima hipotesa awal. Hal ini berarti bahwa kedua kebijakan tersebut tidak memiliki perbedaan yang signifikan untuk RY828S, RY838, dan 18FIB.

Tabel 4. *Grouping* Analisa *LSD* RY9682CJ dan 16FIB

| Produk   | Policy | Grouping |
|----------|--------|----------|
| RY9682CJ | S,T    | A        |
|          | s,S    | B        |
| 16FIB    | S,T    | A        |
|          | s,S    | B        |

Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa *s,S Policy* lebih baik secara signifikan dibandingkan *S,T Policy* dikarenakan menghasilkan rata-rata total biaya yang lebih rendah.

### Simpulan

UD. X ingin memenuhi 99,99% dari permintaan konsumen. Hal ini menyebabkan nilai *shortage* yang diinginkan hanyalah sebesar 0,01%. Hasil simulasi dapat menurunkan kemungkinan terjadinya *shortage* yang pada awalnya 20% hingga 30% menjadi hanya 0,01%. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kebijakan pengadaan dengan metode *s,S Policy* menghasilkan rata-rata total biaya terendah hanya untuk RY9682CJ dan 16FIB. *S,T Policy* dan

*s,S Policy* tidak memiliki perbedaan yang signifikan untuk RY828S, RY838, dan 18FIB. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa lebih baik untuk menggunakan *s,S Policy* di UD. X dikarenakan pada beberapa produk ada kemungkinan kebijakan ini menghasilkan biaya yang lebih rendah dibandingkan *S,T Policy*. Pada jangka panjang, *s,S Policy* dapat menghemat lebih banyak biaya dibandingkan *S,T Policy*.

### Daftar Pustaka

1. Arnold, J. T., Chapman, S. N., and Clive, L. M., *Introduction to Materials Management*, 6<sup>th</sup> ed., Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, 2008.
2. Adam, JR., E. E., and Ebert, R. J., *Production and Operations Management*, 5<sup>th</sup> ed., Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, 1992.
3. Fogarty, D. W., Blackstone, JR., J. H., and Hoffmann, T. R., *Production & Inventory Management*, 2<sup>nd</sup> ed., South-Western Publishing Co., Cincinnati, 1991.
4. Sipper, D., and Bulfin, Jr., R. L., *Production: Planning, Control, and Integration*, The McGraw-Hill Companies, Inc., New York, 1997.
5. Harrell, C., Ghosh, B. K., and Bowden, Jr., R. O., *Simulation Using ProModel*, 3<sup>rd</sup> ed., McGraw-Hill, New York, 2012.
6. Kusumadewi, S., and Purnomo, H., *Penyelesaian Masalah Optimasi dengan Teknik-teknik Heuristik*, Graha Ilmu, Yogyakarta, 2005.
7. Minitab Inc., *Why Should I Use a 1-sample t-test*, Minitab 17 Support, retrieved from <http://support.minitab.com/en-us/minitab/17/topic-library/basic-statistics-and-graphs/hypothesis-tests/tests-of-means/why-use-1-sample-t/> on 25 November 2015