

METODE TAGUCHI UNTUK PENINGKATAN KUALITAS MUTU PRODUK

Akhriyandi Wijanarta, Nur Salam, Dewi Anggraini

Program Studi Matematika Fakultas MIPA Unlam

Jl. Jend. A. Yani km. 36 Banjarbaru 70714

Email: Akhriyandi@yahoo.co.id

ABSTRAK

Konsumen lebih memilih produk yang kualitasnya baik, sehingga peningkatan kualitas dari produk tertentu menjadi hal yang sangat penting. Pengendalian kualitas merupakan proses yang berkelanjutan untuk menjamin kualitas produk yang dihasilkan. Metode Taguchi yang diperkenalkan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1940 digunakan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam menekan biaya produksi yang dikeluarkan oleh perusahaan dengan meminimumkan kerusakan atau cacat barang yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah menjelaskan langkah-langkah dari metode Taguchi untuk meningkatkan kualitas mutu produk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa langkah-langkah menggunakan metode Taguchi, yaitu: langkah pertama dengan menghitung jumlah percobaan dan memilih bentuk *orthogonal array* dari banyaknya faktor dan *level* yang akan diujikan. Langkah kedua, setelah melakukan percobaan dan memperoleh data yang selanjutnya akan dihitung nilai rata-rata percobaan, serta menentukan *signal to noise ratio* yang sesuai dengan karakteristik kualitas mutu percobaan. Langkah ketiga, untuk mengetahui faktor yang memberikan pengaruh yang signifikan maka dilakukan analisis data percobaan dengan menggunakan *analysis of variance*, kemudian akan dihitung nilai kontribusi tiap faktor. Jika nilai kontribusi faktor lebih kecil dari nilai kontribusi *error* maka akan dilakukan *pooling up* faktor. Setelah mendapatkan alternatif faktor yang optimal, langkah keempat akan dilakukan percobaan konfirmasi untuk memeriksa kesimpulan data percobaan yang diperoleh. Selanjutnya, langkah kelima akan dihitung interval kepercayaan dari nilai rata-rata respon antara hasil prediksi metode Taguchi dan hasil percobaan konfirmasi. Setelah itu, pada langkah keenam untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan untuk mengganti atau memperbaiki produk, dilakukan perhitungan analisis data percobaan dengan menggunakan Taguchi *loss function*.

Kata Kunci: Metode Taguchi, *orthogonal array*, *signal to noise ratio*, Taguchi *loss function*.

ABSTRACT

Costumers tend to choose a better product so that the quality improvement of a product is crucial. Quality control is a continuous process to ensure the quality of the products. The Taguchi method that was introduced by Dr. Genichi Taguchi in 1940 used to improve the quality of product and process as well as to reduce the production cost incurred by the company to minimize damage or defect in the

products. The purpose of this research is to explain the procedures of Taguchi method to improve product quality. The results of the research show that the procedures using Taguchi method, are: the first step is counting the number of experiments and choosing the form of orthogonal arrays from the number of factors and levels that will be tested. The second step is conducting experiment and obtains data than calculating the mean value, and determining signal to noise ratio that is consistent to the quality characteristics of the experiment. The third step is analyzing experiment data using analysis of variance to determine factors that have a significant influence, then calculating the contribution value of each factor. If the contribution value of factor is smaller than the contribution value of error value then the factor will be pooling up. After getting the optimal alternative factors the fourth step is confirming experiment to examine the conclusion of the obtained data experiment. Furthermore, the five step is calculating the confidence intervals of response mean value between the prediction result of Taguchi method and the result of confirming experiment. After that, the sixth step is calculating Taguchi loss function to determine the amount of damage cost spent to improve the quality of product.

Keywords: *Taguchi method, orthogonal array, signal to noise ratio, Taguchi loss function.*

1. PENDAHULUAN

Kualitas produk merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi persepsi konsumen. Konsumen lebih memilih produk yang kualitasnya baik sehingga peningkatan kualitas dari produk tertentu menjadi hal yang sangat penting. Pengendalian kualitas merupakan proses yang berkelanjutan untuk menjamin kualitas produk yang dihasilkan. Tujuan pelaksanaan pengendalian kualitas adalah untuk memperbaiki kualitas produk dan menurunkan biaya produksi secara keseluruhan. Salah satu metode statistik yang digunakan sebagai salah satu alat untuk meningkatkan dan melakukan perbaikan kualitas adalah metode Taguchi.

Metode Taguchi diperkenalkan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1940. Metode ini merupakan metode perbaikan kualitas yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam menekan biaya produksi yang dikeluarkan oleh perusahaan dengan meminimumkan kerusakan atau cacat barang yang dihasilkan. Perbaikan kualitas yang diusulkan Taguchi bertujuan agar performansi produk/prosesnya tidak sensitif atau menjadi tidak terpengaruh terhadap faktor yang sulit dikendalikan [7].

Taguchi mendefinisikan kualitas sebagai kerugian yang dialami oleh konsumen mulai dari pengiriman produk mencakup pengeluaran, limbah, dan kesempatan yang hilang karena ketidaktepatan produk terhadap nilai target. Taguchi menggunakan *loss function* dalam mengukur performansi karakteristik kualitas produk dalam pencapaian nilai target yang ditetapkan. Semakin kecil penyimpangan produk dari nilai target yang ditetapkan, maka semakin baik pula mutu produksi yang dihasilkan. Taguchi membuat *loss function* sebagai berikut:

$$L(y) = k(y - y_0)^2$$

dengan: $L(y)$ adalah rata-rata kerugian tiap unit, y adalah karakteristik kualitas, y_0 adalah nilai target karakteristik kualitas, k adalah koefisien kehilangan [4].

2. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bersifat studi literatur, yaitu mengumpulkan bahan atau materi yang berkaitan dengan topik penelitian, kemudian memahami dan mempelajari konsep bahan atau materi untuk dapat menjelaskan materi tersebut dan mengaplikasikannya untuk melakukan penelitian.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Langkah-Langkah Menggunakan Metode Taguchi

Metode Taguchi digunakan dalam proses peningkatan kualitas mutu suatu produk yang meliputi beberapa langkah-langkah, adapun langkah-langkah dari metode Taguchi adalah sebagai berikut:

3.1.1 Menentukan *Orthogonal Array*

Orthogonal array digunakan untuk menganalisis data percobaan dan digunakan untuk merancang percobaan yang efisien sehingga dapat menentukan jumlah percobaan minimal yang dapat memberi informasi sebanyak mungkin dari semua faktor yang mempengaruhi hasil percobaan. Bagian terpenting dari *orthogonal array* terletak pada pemilihan kombinasi *level* dari variabel-variabel input untuk masing-masing percobaan.

Agar dapat menentukan *orthogonal array* yang sesuai dengan percobaan, perlu dilakukan prosedur sebagai berikut:

1. mendefinisikan jumlah faktor dan level yang akan diujikan.
2. menentukan derajat kebebasan (banyaknya percobaan).
3. menentukan *orthogonal array* [1].

Tabel *orthogonal array* yang dipilih harus mempunyai jumlah baris minimum yang tidak boleh kurang dari jumlah derajat bebasnya.

Persamaan menentukan menentukan derajat kebebasan (banyaknya percobaan) pada *orthogonal array*, yaitu:

$$n = (f \times (l - 1)) + 1 \quad \dots(1)$$

Orthogonal array standar dengan 2 level

Dalam pembentukan *orthogonal array* standar dengan 2 level menggunakan arimatika modulus 2 (mod 2) [2]. Contohnya untuk membentuk *orthogonal array* standar dengan 2 level dengan 3 faktor, maka proses terbentuknya pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Orthogonal Array $L_4(2^3)$

A=(1)	B=(2)	AB=(3)=(1)+(2)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Orthogonal array standar dengan 3 level

Dalam pembentukan *orthogonal array* standar dengan 3 level menggunakan arimatika modulus 3 (mod 3) [2]. Untuk *orthogonal array* standar dengan 4 faktor dan 3 level, pada Tabel 3.2

Tabel 3.2 Orthogonal Array $L_9(3^4)$

(1)=A	(2)=B	(3)=C	(4)=D
0	0	0	0
0	1	1	1
0	2	2	2
1	0	1	2
1	1	2	0
1	2	0	1
2	0	2	1
2	1	0	2
2	2	1	0

3.1.2 Memilih *Signal to Noise Rasio* (SNR)

Signal to Noise Rasio (SNR) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon. Penggunaan SNR ditujukan untuk mengetahui *level* faktor mana yang memberikan pengaruh pada hasil percobaan [5].

Kemudian MSD untuk sekelompok n produk dapat ditulis sebagai berikut:

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i - y_0)^2 \quad \dots(2)$$

Karakteristik mutu *smaller the better* nilai target yang diharapkan adalah nol, oleh karena itu dapat dinyatakan atau diasumsikan bahwa keadaan $y_0 = 0$, maka persamaan (2) menjadi sebagai berikut:

$$MSD_{STB} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \quad \dots(3)$$

Selanjutnya diperoleh persamaan karakteristik mutu untuk *smaller the better* yaitu sebagai berikut:

$$SNR_{STB} = -10 \log_{10}(MSD_{STB}) = -10 \log_{10} \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right) \quad \dots(4)$$

3.1.3 Melakukan *Analysis of Variance* (ANOVA)

Analysis of variance (ANOVA) adalah teknik perhitungan yang memungkinkan secara kuantitatif memperkirakan kontribusi dari setiap faktor pada semua pengukuran respon. Pada metode Taguchi, digunakan analisis varian dua arah karena pada metode Taguchi terdiri dari dua faktor atau lebih dan dua level atau lebih [4]. Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

1. Menghitung faktor koreksi.

$$FK = \frac{T^2}{n} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n y_i \right)^2}{n} \quad \dots(5)$$

2. Menghitung jumlah kuadrat total.

$$S_T = \sum_{i=1}^n y_i^2 - FK \quad \dots(6)$$

3. Menghitung jumlah kuadrat antar faktor.

Misalkan faktor A yang terdiri dari 2 *level*, maka perhitungan jumlah kuadrat faktor A adalah:

$$S_A = n_{A_1} \bar{A}_1^2 + n_{A_2} \bar{A}_2^2 - FK \quad \dots(7)$$

4. Menghitung jumlah kuadrat interaksi antar faktor.

Misalkan faktor A yang terdiri dari 2 *level* dan faktor B yang terdiri dari 2 *level*, maka perhitungan jumlah kuadrat interaksi faktor A dan faktor B adalah:

$$S_{A \times B} = n_{AB_1} \overline{AB_1}^2 + n_{AB_2} \overline{AB_2}^2 - FK \quad \dots(8)$$

5. Menghitung jumlah kuadrat *error*.

Perhitungan jumlah kuadrat *error* dengan cara mengurangi jumlah kuadrat total dengan seluruh jumlah kuadrat faktor dan interaksi yang ada. Jumlah kuadrat *error* dihitung sebagai berikut:

$$S_e = S_T - S_A - S_B - S_{A \times B} - FK \quad \dots(9)$$

6. Menghitung derajat bebas.

Perhitungan derajat bebas setiap sumber keragaman dengan cara menghitung banyaknya percobaan pada setiap sumber dikurangi satu.

7. Menghitung kuadrat tengah.

Jumlah kuadrat tengah setiap sumber percobaan dihitung dengan cara membagi seluruh jumlah kuadrat terhadap derajat bebasnya. Misalkan kuadrat tengah dari sumber percobaan faktor A, maka:

$$KT_A = \frac{S_A}{db_A} \quad \dots(10)$$

8. Menghitung F_{hitung} .

Menghitung nilai kontribusi setiap sumber keragaman (F), dengan cara membagi jumlah kuadrat tengah setiap sumber keragaman dengan jumlah kuadrat tengah galat (*error*). Misalnya nilai F kontribusi pada faktor A, maka:

$$F_{hitung} = \frac{KT_A}{KT_e} \quad \dots(11)$$

9. Prinsip Uji Hipotesis

Hipotesis adalah dugaan mengenai satu atau lebih populasi. Hipotesis statistik adalah dua pernyataan yang harus diterima salah satunya yakni H_0 adalah sesuatu yang menyatakan tidak ada perbedaan atau tidak ada hubungan sebaliknya H_1 adalah sesuatu yang menyatakan ada perbedaan atau ada hubungan. Bila F hitung $> F$ tabel maka H_0 ditolak dan H_1 diterima artinya semua perlakuan berpengaruh terhadap ragam data. Bila F hitung $< F$ tabel maka H_1 ditolak dan H_0 diterima artinya semua perlakuan tidak berpengaruh terhadap ragam data [1].

3.1.4 Menentukan Nilai Kontribusi

Nilai kontribusi merupakan nilai jumlah kuadrat untuk masing-masing sumber keragaman yang signifikan. Nilai kontribusi mengindikasikan kekuatan relatif dari suatu faktor dan interaksi dalam mengurangi variasi, yang dihitung setelah *analysis of varians* (ANOVA). Ketika ANOVA telah digunakan pada seperangkat data dan jumlah kuadrat telah dihitung, maka hasil ini digunakan untuk membagi jumlah kuadrat faktor-faktor yang relevan. Dengan membandingkan nilai ini terhadap jumlah kuadrat total menghasilkan nilai kontribusi dari masing-masing faktor [1].

Pada ANOVA untuk satu faktor, misalnya faktor A berlaku:

$$S'_A = S_A - (db_A \cdot KT_e) \quad \dots(12)$$

Dari persamaan (12) dapat dihitung nilai kontribusi yang dinotasikan dengan simbol ρ , yaitu:

$$\rho_A = \frac{S'_A}{S_T} \times 100\% \quad \dots(13)$$

3.1.5 Pooling Up Faktor

Pooling up dirancang Taguchi untuk mengestimasi variansi *error* pada *analysis of variance* (ANOVA). Dengan adanya *pooling up*, estimasi yang dihasilkan akan menjadi lebih baik. *Pooling up* dilakukan dengan menjumlahkan faktor yang tidak berpengaruh menjadi *error*. *Pooling up* dimulai dari nilai jumlah kuadrat yang paling kecil karena akan memperkecil variansi respon. *Pooling up* dilakukan hingga didapatkan faktor yang berpengaruh [1].

3.1.6 Melakukan Percobaan Konfirmasi

Percobaan konfirmasi adalah suatu percobaan yang dilakukan untuk memeriksa kesimpulan yang diperoleh. Langkah-langkah percobaan konfirmasi adalah sebagai berikut:

1. Merancang kondisi optimum untuk faktor dan *level* yang signifikan.
2. Membandingkan rata-rata dan variasi hasil percobaan konfirmasi dengan rata-rata dan variansi yang diharapkan [1].

3.1.7 Interval Kepercayaan

Interval kepercayaan (*Convidence Interval; CI*) dalam analisa hasil percobaan metode Taguchi [6], yaitu:

- a. Interval kepercayaan untuk prediksi rata-rata, diberikan sebagai berikut:

$$n_{eff} = \frac{n \times r}{1 + \sum db_{faktor}} \quad \dots(14)$$

$$CI_{prediksi} = \pm \sqrt{F_{(\alpha; db1; db2)} \times KT_e \times \left(\frac{1}{n_{eff}} \right)} \quad \dots(15)$$

Interval kepercayaan untuk prediksi rata-rata sebagai berikut:

$$\hat{\mu}_{prediksi} - CI_{prediksi} \leq \mu_{prediksi} \leq \hat{\mu}_{prediksi} + CI_{prediksi} \quad \dots(16)$$

- b. Interval kepercayaan untuk memprediksi percobaan konfirmasi, diberikan sebagai berikut:

$$CI_{konfirmasi} = \pm \sqrt{F_{(\alpha; db1; db2)} \times KT_e \times \left(\frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r_k} \right)} \quad \dots(17)$$

Interval kepercayaan untuk prediksi percobaan konfirmasi sebagai berikut:

$$\hat{\mu}_{konfirmasi} - CI_{konfirmasi} \leq \mu_{konfirmasi} \leq \hat{\mu}_{konfirmasi} + CI_{konfirmasi} \quad \dots(18)$$

3.1.8 Menghitung dan Menganalisis Taguchi *Loss Function*.

Kehilangan akan terjadi jika nilai observasi (karakteristik kualitas suatu produk) keluar dari zona toleransi $y_0 \pm \Delta$, dimana Δ adalah nilai toleransi dari nilai observasi, sehingga kehilangan dianggap tidak terjadi jika nilai observasi berada pada batas zona toleransi. Kemudian karakteristik kualitas dibedakan menjadi:

$$y_0 + \Delta \text{ dan } y_0 - \Delta \quad \dots(19)$$

Misalkan $L(y) = A_0$ adalah suatu kehilangan pada $y = y_0 + \Delta$

Dengan menggunakan persamaan berikut, maka diperoleh:

$$A_0 = k(y - y_0)^2 \Leftrightarrow k = \frac{A_0}{\Delta^2} \quad \dots(20)$$

Taguchi *loss function* untuk karakteristik mutu bertipe *smaller the better* yaitu sebagai berikut:

Pada proses produksi untuk sampel tunggal persamaan Taguchi *loss function* bertipe *smaller the better* diperoleh dari persamaan berikut [3], yaitu:

$$L(y) = k(y)^2 \quad \dots(21)$$

Dari persamaan (21), pada proses produksi untuk jumlah sampel yang cukup banyak maka persamaan Taguchi *loss function* bertipe *smaller the better* menjadi:

$$L(y) = \left[\frac{k(y_1)^2 + k(y_2)^2 + k(y_3)^2 + \dots + k(y_n)^2}{n} \right] \quad \dots(22)$$

dimana n adalah banyaknya jumlah sampel.

dari persamaan (22) dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} L(y) &= k \frac{1}{n} \left[(y_1)^2 + (y_2)^2 + (y_3)^2 + \dots + (y_n)^2 \right] \\ &= k \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_i)^2 \\ &= k(MSD_{STB}) \end{aligned} \quad \dots(23)$$

Dari persamaan (20) dan (23) diperoleh persamaan Taguchi *loss function* bertipe *smaller the better*, yaitu sebagai berikut:

$$L(y) = \frac{A_0}{\Delta^2} (MSD_{STB}) \quad \dots(24)$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, langkah pertama dengan menghitung jumlah percobaan dan memilih bentuk *orthogonal array* dari banyaknya faktor dan *level* yang akan diujikan. Langkah kedua, setelah melakukan percobaan dan memperoleh data selanjutnya akan dihitung nilai rata-rata percobaan serta

menentukan *signal to noise ratio* yang sesuai dengan karakteristik kualitas mutu percobaan. Langkah ketiga, untuk mengetahui faktor yang memberikan pengaruh yang signifikan maka dilakukan analisis data percobaan dengan menggunakan *analysis of variance*, kemudian akan dihitung nilai kontribusi tiap faktor, jika nilai kontribusi faktor lebih kecil dari nilai kontribusi *error* maka akan dilakukan *pooling up* faktor. Setelah mendapatkan alternatif usulan faktor yang optimal, langkah keempat akan dilakukan percobaan konfirmasi untuk memeriksa kesimpulan data percobaan yang diperoleh. Selanjutnya, langkah kelima akan dihitung interval kepercayaan dari nilai rata-rata respon antara hasil prediksi metode Taguchi dan hasil percobaan konfirmasi. Setelah itu, pada langkah keenam untuk mengetahui besarnya biaya yang dikeluarkan untuk mengganti atau memperbaiki produk, dilakukan perhitungan analisis data percobaan dengan menggunakan Taguchi *loss function*.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asrini, L., M. N. Hayati, T. W. Utami, & Sutikno. 2011. *Rancangan Percobaan dengan Metode Taguchi*. Surabaya: Jurusan Statistik Fakultas MIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [2] Maghsooloo, S. 2004. Strengths and limitations of Taguchi's contributions to quality, manufacturing, and process engineering. Dept. Of Industrial and Systems Engineering. *Jurnal of Manufacturing Systems*. **54**: 73-126.
- [3] Mitra, A. 1993. *Fundamentals of Quality Control and Improvement*, Macmillan Publishing Company, New York.
- [4] Roy, R. 1990. *A Primer On The Taguchi Method*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- [5] Sharma, N., E. A. Cudney, K. M. Ragsdell, & K. Paryani. 2007. Quality loss function—a common methodology for three cases. *Jurnal of Industrial and Systems Engineering*. **17**: 218-234.
- [6] Sunaryo. 2010. Optimasi parameter pemesinan proses CNC FREIS terhadap hasil kekasaran permukaan dan kehausan pahat menggunakan metode Taguchi. *Jurnal Politeknosains*. **19**: 1-19.
- [7] Wuryandari, T. 2009. Metode Taguchi untuk optimalisasi produk pada rancangan faktorial. Universitas Diponegoro. *Media Statistika*. **11**:81-92.