



DESAIN EKSPERIMEN DALAM PENGENDALIAN KUALITAS PRODUK WING KING DOOR ECO DENGAN METODE TAGUCHI PADA PT WADJA KARYA DUNIA

Marfiando Ardy Saputra¹, Japinal Sagala², Hendro Susiyanto^{3*}

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana

Jl. Kampus Unkris Jatiwaringin Bekasi PO.Box 7774

*Email Koresponden : HendroSusiyanto@unkris.ac.id

ABSTRACT

PT Wadja Karya Dunia is a company engaged in Steel Building Technology and Materials, where the products produced are doors. In the problem that occurs, there are many rejects that occur in Wing King Door Eco products. With the large number of defective products, it causes considerable material losses and also the accumulation of products in the production area. To find out the factors causing product defects, researchers used an experimental design with the Taguchi method to determine the optimal level setting. Improvement is initiated from the selection of factors that are based on product defects as a basis for determining the orthogonal matrix. Factors that have a real influence on product defects are Factor A Type galvalume, Factor B rotation speed of Uncoiler machine, Factor C Process Treatment. After using the Taguchi experiment design, the optimal setting was obtained, namely Factor A The type of Galvalume used was the Blues Cup, Factor B The optimal rotation speed was 300 Rpm, and Factor C the process treatment did not use a base. Based on the results of data processing, it was found that there was a decrease in the average percentage of product defect rates from 59.54% to 26.09% so that there was a decrease of 33.45%. In addition, it decreased the loss function produced, namely Rp. 178,620 to Rp. 78,270 so that there was a decrease of Rp. 100,350.

Keywords: *Experimental Design; Taguchi Method; Quality Control;*

ABSTRAK

PT Wadja Karya Dunia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang Steel Building Teknologi dan Material, dimana produk yang di produksi adalah pintu. Dalam permasalahan yang terjadi yaitu banyaknya reject yang terjadi pada produk Wing King Door Eco. Dengan banyaknya produk cacat, menyebabkan kerugian materil yang cukup besar dan juga penumpukan produk di area produksi. Untuk mengetahui faktor-faktor penyebab kecacatan produk, maka peneliti menggunakan desain eksperimen dengan metode Taguchi untuk menentukan setting level optimal. Perbaikan diawali dari pemilihan faktor-faktor yang berpengaruh pada kecacatan produk sebagai dasar menentukan matriks orthogonal. Faktor-faktor yang berpengaruh secara nyata terhadap kecacatan produk yaitu Faktor A Jenis Galvalum, Faktor B kecepatan putaran mesin Uncoiler, Faktor C Perlakuan Proses. Setelah menggunakan perancangan percobaan Taguchi di peroleh setting optimal yakni Faktor A Jenis Galvalum yang di gunakan adalah Blues Cup, Faktor B Kecepatan putaran yang optimal yakni 300 Rpm, dan Faktor C perlakuan proses tidak menggunakan alas.

Berdasarkan hasil dari pengolahan data di dapat penurunan presentase rata-rata tingkat cacat produk dari 59,54% menjadi 26,09 % sehingga terjadi penurunan sebesar 33,45%. Selain itu menurunkan fungsi loss function yang di hasilkan yaitu Rp. 178.620 menjadi Rp. 78.270 sehingga terjadi penurunan sebesar Rp. 100.350..

Kata Kunci: Desain Eksperimen; Metode Taguchi; Pengendalian Kualitas;

PENDAHULUAN

PT Wadja Karya Dunia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang Steel Building Teknologi dan Material, dimana produk yang di produksi adalah pintu. Di PT Wadja Karya Dunia sendiri sudah banyak membuat produk-produk pintu dimana dari berfokus pada masyarakat menengah kebawah hingga masyarakat menengah ke atas.

Untuk memenuhi kebutuhan masyarakat di pasaran PT Wadja Karya Dunia juga harus mementingkan dan berfokus dalam hal kualitas produk untuk kepuasan pelanggan. Di PT Wadja Karya Dunia sendiri masih memiliki beberapa masalah di bidang kualitas produk dimana yang masih menjadi kendala pada PT Wadja Karya Dunia saat ini adalah masih banyaknya jumlah reject pada produk-produk pintu mereka terutama pada produk Wing King Door Eco. Dari hasil penelitian selama melakukan kerja praktek di temukannya defect yang mendominasi pada produk tersebut diantaranya Penyok, Berkarat, dan Scratch. Dari banyaknya defect pada produk menyebabkan penumpukan barang di area produksi.

METODE

Pengendalian kualitas merupakan teknik penyelesaian masalah yang digunakan untuk memonitor, mengendalikan, menganalisis, mengelolah, dan memperbaiki produk dan proses menggunakan metode-metode statistik.

Metode Taguchi pertama kali dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapat tugas untuk memperbaiki sistem komunikasi di Jepang. Dr. Genichi Taguchi memiliki latar belakang engineering, juga mendalami statistika dan matematika tingkat lanjut, sehingga ia dapat menggabungkan antara teknik statistik dan pengetahuan engineering.. Metode Taguchi merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin. Metode Taguchi berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses “tidak sensitif” terhadap berbagai faktor seperti misalnya material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, kondisi-kondisi operasional. Metode Taguchi menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (robust) terhadap faktor gangguan (noise), karenanya metode ini disebut juga perancangan kokoh (robust design).

Suatu desain eksperimen adalah evaluasi secara serentak terhadap dua atau lebih faktor (parameter) terhadap kemampuannya untuk mempengaruhi rata-rata atau variabilitas hasil gabungan dari karakteristik produk atau proses tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan pada produk Wing King Door Eco dimana produk tersebut di produksi pada Factori 1 perusahaan. Data yang di ambil adalah jenis data atribut, dimana data tersebut adalah data produksi pada produk Wing King Door Eco dalam setahun yakni pada tahun 2021. Dari data tersebut dapat di lihat bahwa jumlah defect yang terjadi pada produk memiliki presentase yang cukup tinggi yakni sebesar 27% dalam setahun. Dari hal tersebut di perlukannya pengendalian kualitas pada produk.

Table 1.Total Jumlah Produksi Wing King Door Eco

| Bulan | Jumlah produksi | Jumlah Defect |
|--------------|------------------------|----------------------|
| Jan-21 | 6828 | 1144 |
| Feb-21 | 14535 | 2425 |
| Mar-21 | 9132 | 1518 |
| Apr-21 | 8508 | 1789 |
| May- 21 | 4899 | 1509 |
| Jun-21 | 5325 | 1433 |
| Jul-21 | 6178 | 2423 |
| Aug-21 | 9747 | 3297 |
| Sep-21 | 8176 | 3800 |
| Oct-21 | 10081 | 3442 |
| Nov-21 | 8323 | 2430 |
| Dec-21 | 5677 | 1773 |
| TOTAL | 97409 | 26983 |

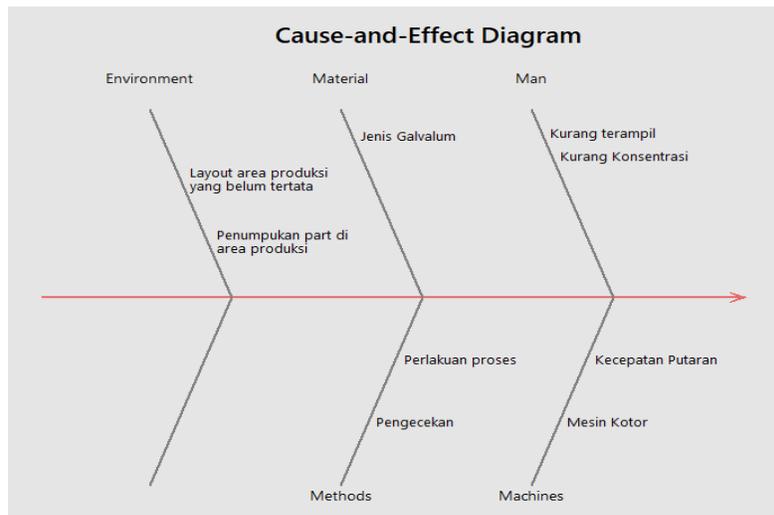
Dari jumlah defect keseluruhan dalam setahun di tahun 2021 terdapat 4 jenis defect dengan jumlah tertinggi pada produk yang menjadi masalah sehingga di perlukannya perbaikan untuk mengurangi jumlah jenis defect tersebut.

| JENIS CACAT | JUMLAH CACAT |
|-------------|--------------|
| Penyok | 12891 |
| Scratch | 5619 |
| Berkarat | 5460 |
| Renggang | 1564 |

Table 2. Jenis Defect Wing King Door Eco

1. HASIL DAN PEMBAHASAN

Diagram Fishbone



Gambar 1 Diagram Fishbone

Dari hasil pengolahan data dengan diagram sebab akibat (Fishbone) menyatakan bahwa penyebab factor-faktor dari timbulnya produk cacat pada produk Eco adalah *Man, Material, Machine, Environment, dan Method*.

- a. Man**
 - 1) Kelelahan**

Kelelahan diakibatkan biasanya karena beban kerja yang berlebih, selain itu faktor kurangnya istirahat

2) Kurang terampil

Kurang terampilnya operator yaitu dimana biasanya karena operator tersebut adalah karyawan baru atau bisa juga karena operator itu melakukan pekerjaan yang bukan di mesin biasanya dia bekerja.

b. Material

1) Jenis Galvalum

Pada jenis galvalum terdapat beberapa jenis yang digunakan dalam pembuatan produk Wing King Door Eco, diantaranya Sarana Lum, Blues Cup, Sunsco, Zenium, Tang San, dan Shang Dong., namun pada penelitian kali ini di lakukan hanya pada 2 jenis bahan baku galvalum yakni Sunsco dan juga Blues Cup karena dari kedua jenis material tersebut memiliki faktor terhadap *defect* yang tinggi.

c. Mesin

1) Kecepatan Putaran

Pada kecepatan putaran kali ini sangat mempengaruhi pada proses provilling dimana pada proses ini terjadi di proses mesin uncoiler. Efek yang di sebabkan dari kecepatan putaran ini yaitu defect penyok.

2) Mesin Kotor

Mesin kotor terjadi akibat sisa-sisa potongan pada part sehingga menyebabkan part tersebut menjadi *defect scratch*.

d. Metode

1) Perlakuan Proses

Perlakuan proses yang di lakukan pada proses pembuatan produk Wing King Door Eco yakni dengan tidak adanya alas untuk material pada saat proses dari mesin uncoiler ke mesin rollforming sehingga menyebabkan part yang di hasilkan menjadi defect seperti karat maupun *scratch*.

2) Pengecekan

Pengecekan sendiri di lakukan pada area finishing dimana hal itu di lakukan pada bagian akhir proses produksi. Hal tersebut berpotensi menyebabkan terjadinya penumpukan produk yang reject di area produksi karena tidak terdeteksi di awal proses.

e. Lingkungan

1) Layout Produksi yang belum tertata

Layout produksi yang belum tertata menyebabkan penumpukan part di area prodksi karena belum adanya layout penempatan part pada setiap bagian proses yang jelas.

2) Banyaknya penumpukan part di area produksi

Banyaknya part yang menumpuk menyebabkan terjadinya defect pada part tersebut seperti *scratch* maupun penyok.

Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor

Jumlah penelitian kali ini level yang di gunakan yaitu 2 level dimana pada level 1 merupakan metode atau setting yang sudah di gunakan oleh perusahaan, sedangkan untuk level 2 merupakan setting parameter percobaan.

| No | Kode | Faktor | Level 1 | Level 2 |
|----|------|-------------------|------------|-------------|
| 1 | A | Perlakuan Proses | Tanpa Alas | Diberi Alas |
| 2 | B | Kecepatan Putaran | 100 rpm | 300 rpm |
| 3 | C | Jenis Galvalum | Tang San | Blues Cup |

Tabel 1. Nilai Faktor dan Level

Perhitungan Derajat Kebebasan

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati. Perhitungan derajat kebebasan dan kombinasi yang diusulkan nantinya akan mempengaruhi pemilihan dalam tabel matriks ortogonal yang telah dijelaskan sebelumnya. Maka dari itu rumus yang digunakan untuk menghitung derajat kebebasan adalah:

1. Faktor A adalah Jenis Galvalum = 2 level
 2. Faktor B adalah Kecepatan Putaran = 2 level
 3. Faktor C adalah Perlakuan proses = 2 level
- Dof untuk faktor A = $n_A - 1 = 2 - 1 = 1$
- Dof untuk faktor B = $n_B - 1 = 2 - 1 = 1$
- Dof untuk faktor C = $n_C - 1 = 2 - 1 = 1$
- Jumlah Total Dof = $(n_A - 1) + (n_B - 1) + (n_C - 1)$
 $= 1 + 1 + 1 = 3$

Maka perhitungan derajat kebebasan pada penelitian ini di peroleh $V_n = 3$ derajat kebebasan maka matriks orthogonal yang sesuai adalah $(L4 (2^3) = 3 \times (2 - 1) = 3$

Pelaksanaan Percobaan Taguchi

Tahap persiapan percobaan Taguchi meliputi randomisasi percobaan. Pada percobaan ini akan dilakukan sebanyak 100 kali, artinya dalam satu percobaan dilakukan pengambilan produk sebanyak 100 *pieces*. Randomisasi dilakukan dengan menggunakan tabel bilangan acak

| Percobaan | Faktor Kontrol | | | Reject | Rata-rata |
|-----------|----------------|-------------------|------------------|--------|-----------|
| | Jenis Galvalum | Kecepatan Putaran | Perlakuan Proses | | |

| | A | B | C | Y1 | Y2 | |
|---|---|---|---|----|-----|------|
| 1 | 1 | 1 | 1 | 81 | 106 | 93,5 |
| 2 | 1 | 2 | 2 | 75 | 95 | 85 |
| 3 | 2 | 1 | 2 | 90 | 102 | 96 |
| 4 | 2 | 2 | 1 | 88 | 94 | 91 |

Tabel 2 Hasil Percobaan Taguchi

Perhitungan rata-rata percobaan taguchi tiap level faktor adalah:

$$A_1 = \frac{81+106+75+95}{4} = 89,25$$

$$A_2 = \frac{90+102+88+94}{4} = 93,50$$

$$B_1 = \frac{106+95+90+88}{4} = 94,75$$

$$B_2 = \frac{81+106+75+90}{4} = 88,00$$

$$C_1 = \frac{81+106+88+94}{4} = 92,25$$

$$C_2 = \frac{75+95+90+102}{4} = 90,50$$

ANOVA

Analisis variasi digunakan untuk mengetahui berapa besar relative dari faktor yang telah di teliti dan seberapa besar setting optimal.

1. Melakukan penjumlahan total dari hasil percobaan T

$$T = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 + y_7 + y_8$$

$$T = 81+75+90+88+106+95+102+94 = 731$$

2. Melakukan *Correction Factor (CF)*

$$CF = \frac{T^2}{N}$$

$$CF = \frac{731^2}{8}$$

$$CF = \frac{534361}{8} = 66795,12$$

3. Melakukan Total Jumlah Dari Kuadran

$$SS_T = (\text{total number of measurements}) - CF$$

$$= 67531 - 66795,12 = 735,88.$$

4. Jumlah Kuadrat Faktor (*sum of square*)

Faktor A:

$$SS_A \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} - CF$$

$$= SS_A \frac{127449}{4} + \frac{139876}{4} - 66795,12$$

$$= 31862,25 + 34969 - 66795,12 = 36,13$$

Faktor B:

$$SS_B \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} - CF$$

$$= SS_B \frac{121104}{4} + \frac{146689}{4} - 66795,12$$

$$= 30276 + 36672,25 - 66795,12 = 153,13$$

Faktor C:

$$SS_C \frac{A_1^2}{n_{A1}} + \frac{A_2^2}{n_{A2}} - CF$$

$$= SS_C \frac{114244}{4} + \frac{154449}{4} - 66795,12$$

$$= 28561 + 38612,25 - 66795,12 = 378,13$$

5. Perhitungan error

$$SS_{error} = SS_T - (\sum SS_{faktor \text{ yang di teliti}})$$

Dimana:

$$SS_T = \sum_i^N Y_i^2 - \frac{T^2}{N}$$

$$= 67531 - 66795,12 = 735,88.$$

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B + SS_C$$

$$SS_{faktor} = 36,13 + 153,13 + 378,13 = 567,39$$

$$= SS_{error} = SS_T - SS_{faktor}$$

$$= 735,88 - 567,39 = 168,49$$

6. Derajat Kebebasan (DOF)

$$\text{Dof untuk faktor A} = a - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Dof untuk faktor B} = b - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Dof untuk faktor C} = c - 1 = 2 - 1 = 1$$

$$\text{Faktor Error} = (ab(n-1)) = 2 \times 2(2-2) = 4$$

7. Perhitungan rata-rata kuadrat (*Mean of Square*)

$$\text{MSA} = \text{SSA} / \text{VA}$$

$$= 36,13 / 1$$

$$= 36,13$$

$$\text{MSB} = \text{SSB} / \text{VB}$$

$$= 153,13 / 1$$

$$= 153,13$$

$$\text{MSC} = \text{SSC} / \text{VC}$$

$$= 378,13 / 1$$

$$= 378,13$$

$$\text{MSe} = \text{SSe} / \text{Ve}$$

$$= 168,49 / 4$$

$$= 42,12$$

8. Perhitungan rasio faktor (Faktor F Ratio)

$$\text{FA} = \text{MSA} / \text{MSe}$$

$$= 36,13 / 42,12$$

$$= 0,85$$

$$\text{FB} = \text{MSB} / \text{MSe}$$

$$= 153,13 / 42,12$$

$$= 3,63$$

$$\text{FC} = \text{MSC} / \text{MSe}$$

$$= 378,13 / 42,12$$

$$= 8,97$$

| Faktor | Jumlah Kuadrat (SS) | Derajat Kebebasan(V) | Rata-rata KuadratMS | F-Ratio |
|--------|---------------------|----------------------|---------------------|---------|
| A | 36,13 | 1 | 36,13 | 0,85 |
| B | 153,13 | 1 | 153,13 | 3,63 |
| C | 378,13 | 1 | 378,13 | 8,97 |
| Error | 168,49 | 4 | 42,12 | |
| Total | | 7 | | |

Tabel 3 Hasil ANOVA

Uji F

Nilai F sumber di dibandingkan dengan nilai F dari tabel dengan harga α tertentu dengan derajat kebebasan $\{(k-1). (N-k)\}$

$$Df = k-1=3-1=2$$

$$Df_2 = n-k = 9-3 = 3$$

Karena Pengujian Hipotesa dan Kesimpulan yang diperoleh dari tabel analisis varians setelah dilakukan

Pada $\alpha =$ dengan toleransi 5% maka nilai Ftabelnya adalah 5,14. Dengan taraf signifikan 0,05% maka tingkat kepercayaannya adalah 95%.

| Faktor | F Hitung | Hasil Pengujian |
|-------------------|----------|--------------------|
| Perlakuan Proses | 0,85 | Tidak Ada Pengaruh |
| Kecepatan Putaran | 3,63 | Tidak Ada Pengaruh |
| Jenis Galvalum | 8,97 | Ada Pengaruh |

Tabel 4 Hasil Uji F

Interpretasi Hasil Percobaan

Interpretasi digunakan sesudah hasil percobaan dan pengelolaan data di laksanakan. Presentase kontribusi merupakan nilai porsi dari masing-masing faktor dan interaksi faktor yang di dapat dari total variasi yang diamati.

| Faktor | SS | v | MS | F-Ratio | SS ¹ | ρ% |
|--------|--------|---|--------|---------|-----------------|--------|
| A | 36,13 | 1 | 36,13 | 0,85 | 36,13 | 4,90% |
| B | 153,13 | 1 | 153,13 | 3,63 | 153,13 | 20,80% |
| C | 378,13 | 1 | 378,13 | 8,97 | 378,13 | 51,38% |
| Error | 168,49 | 4 | 42,12 | | 168,49 | |
| Total | | 7 | | | | |

Tabel 5 Hasil Imperpentasi Percobaan

Perhitungan S/N Ratio Taguci

Karakteristik yang digunakan adalah *Smaller The Better* maka yang diharapkan adalah semakin minimnya jumlah reject maka akan semakin baik kualitas produknya.

Dengan pengulangan sebanyak 2 kali, maka perhitungan means pada rasio S/N yaitu :

$$n = -10 \log \frac{1}{r} SS_T$$

$$1. S/N = -10 \log \frac{1}{4} SS_T$$

$$S/N = -10 \log \frac{1}{4} 81^2 + 106^2 + 75^2 + 75^2$$

$$S/N = -10 \log 8111,75$$

$$S/N = -39,07$$

$$2. S/N = -10 \log \frac{1}{4} SS_T$$

$$S/N = -10 \log \frac{1}{4} 90^2 + 102^2 + 88^2 + 94^2$$

$$S/N = -10 \log 8771$$

$$S/N = -39,42$$

$$3. S/N = -10 \log \frac{1}{4} SS_T$$

$$S/N = -10 \log \frac{1}{4} 81^2 + 106^2 + 75^2 + 90^2$$

$$S/N = -10 \log 7880,5$$

$$S/N = -39,58$$

$$4. S/N = -10 \log \frac{1}{4} SS_T$$

$$S/N = -10 \log \frac{1}{4} 106^2 + 95^2 + 90^2 + 88$$

$$S/N = -10 \log 6217,25$$

$$S/N = -38,92$$

$$5. S/N = -10 \log \frac{1}{4} SS_T$$

$$S/N = -10 \log \frac{1}{4} 81^2 + 106^2 + 88^2 + 94^2$$

$$S/N = -10 \log 6954$$

$$S/N = -39,34$$

$$6. S/N = -10 \log \frac{1}{4} SS_T$$

$$S/N = -10 \log \frac{1}{4} 75^2 + 95^2 + 90^2 + 102^2$$

$$S/N = -10 \log 8288,5$$

$$S/N = -39,16$$

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisa pada penelitian ini maka di dapatkan keispmluan sebagai berikut:

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pada produk Wing King Door Eco adalah sebagai berikut:

Faktor A Perlakuan Proses. Faktor B yaitu Kecepatan Putaran dan Faktor C yaitu Jenis Galvalum

Untuk hasil percobaan maka di dapatkan hasil setting level optimal yang dapat di gunakan yaitu sebagai berikut:

Perlakuan Proses Setting Level Optimal Tanpa Alas. Kecepatan Putaran Setting Level Optimal dengan kecepatan 300 Rpm Dan Jenis Galvalum Setting Level Optimal menggunakan bahan baku material Blues Cup

DAFTAR PUSTAKA

- Aquilano, J. 2001. Operations Management for Competitive Advantage, 9 th Edition, Mc Graw -Hill Companies, Inc., New York
- Ariani, Dorothea Wahyu, 1999, Manajemen Kualitas, Universitas Atmajaya, Yogyakarta.
- Assauri. S. 2004. Manajemen Pemasaran. Jakarta: Rajawali Press.
- Bergman & Klefsjo 1994, Quality: From Customer Needs to Customer Satisfaction, McGraw-Hill Book Company, Europe.
- Besterfield, D.H. 2001. Total Quality Management. Edisi 6. New Jersey: Prentice- Hall.
- Eri Nugraha, H. A. (Oktober 2015). USULAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PERTUMBUHAN BOBOT AYAM BROILER DENGAN METODE TAGUCHI. ISSN: 2338-5081
- Ermawati. (Juli 2014). APLIKASI METODE TAGUCHI DALAM PENGENDALIAN KUALITAS, 185 – 194.
- Fitriyeni, A. K. (2017). Pengendalian Kualitas Proses Pengemasan Gula Dengan Pendekatan Six Sigma. Jurnal Sistem dan Manajemen Industri Vol 1 No 1 Juli 2017, 43-48p-ISSN 2580-2887, e-ISSN 2580-2895.
- Hadi Saputro, Indra. Penentuan Parameter Permesinan pada Proses Pembuatan Diameter Luar Komponen Crank Sahft dengan Menggunakan Metode Taguchi. http://eprints.undip.ac.id/2759/2/L2H_000_699.pdf. (3Agustus 2011).
- Hartono, M. (12 Desember 2000). Perancangan kualitas dengan metode Taguchi.
- Shanty Kusuma Dewi, Thomy Eko Saputro (Februari 2015). Aplikasi Metode Taguchi Untuk Menurunkan Tingkat Kecacatan Pada Produk Paving 1-9. Jurnal Teknik Industri, Vol. 16, No. 1, ISSN 1978-1431 print / ISSN 2527-4112 online
- Srinandi, T. A. (Mei 2017). PENERAPAN METODE SIX SIGMA DALAM ANALISIS KUALITAS PRODUK (Studi Kasus Produk Batik Handprint Pada PT XYZ di Bali), 124-130. ISSN: 2303-1751
- Soejanto, Irwan. 2009. Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi. Graha Ilmu:Yogyakarta.