

**JUDUL PENELITIAN : ANALISIS TAGUCHI DALAM  
MENINGKATKAN UTILISASI PRODUKSI  
CPO PADA PT. TALANG JERINJING SAWIT  
INDRAGIRI HULU**

**PENULIS : VENI AZELYA**  
**ANGGOTA : DR. SAMSIR, SE., M.Si**  
**IWAN NAULI DAULAY, ST., MM**

**EMAIL : -**

**ABSTRACT**

**TAGUCHI ANALYSIS IN UTILITIES INCREASES PRODUCTION AT  
PT. TALANG JERINJING SAWIT INDRAGIRI HULU**

*by:*

**VENI AZELYA**

*Guided by :*

**Iwan Nauli Daulay, ST., MM**

*This research was conducted at PT. Talang Jerinjing Sawit Rengat Barat Indragiri Hulu, Riau. This study aims to analyze whether the concept of Taguchi significant effect caused by the variable quality robustness and quality loss function/quality target oriented.*

*The method used in this research is descriptive quantitative methods, analysis and simultaneous partial (multiple regression analysis with SPSS). In this study population of just simply using the PT. Talang Jerinjing Sawit in the district of Rengat Barat, Indragiri Hulu regency, Riau.*

*From the results of testing that has been done, the simultaneous regression test (F test) showed that all independent variables significantly influence on utilization variables. In partial regression test (t test) showed that the variables quality robustness and quality loss function/ target oriented quality have a significant influence on production utilization. The amount of influence that (R<sup>2</sup>) by two variables together against the dependent variable of 22,5%, while the remaining 77,5% is influenced by other variables not examined in this study.*

**Keywords :** *Quality Robustness and Quality Loss Function/Quality target oriented.*

## A. PENDAHULUAN

Pada era ini sektor industri merupakan salah satu bagian penting dalam pembangunan di seluruh negara termasuk di negara Indonesia. Kini konsumen sudah pandai dalam memilih produk sehingga pelaku industri dituntut untuk selalu meningkatkan dan menjaga kualitas produksi. Sehingga kualitas menjadi hal yang harus diutamakan perusahaan dalam mencapai kepuasan pelanggan akan semakin puas dalam menggunakan produk tersebut.

Kestabilan produksi merupakan faktor yang penting dalam menjaga kualitas utilitas suatu produk yang dihasilkan dari sebuah produksi. Salah satu metode atau analisis untuk meningkatkan utilitas atau nilai guna produk dari sebuah proses produksi adalah analisis Taguchi .

Analisis *Taguchi* ini adalah suatu *off line quality control* atau suatu metode yang berprinsip pada peningkatan mutu dengan meminimalkan pengaruh dari penyebab-penyebab perubahan tanpa menghilangkan penyebab itu sendiri. Penyebab variasi itu dalam metode *Taguchi* dikenal sebagai faktor derau (*noise*).

Genichi Taguchi memberikan tiga konsep yang bertujuan memperbaiki kualitas produk dan proses, yaitu ketangguhan kualitas (*quality robustness*), fungsi kerugian kualitas (*quality loss function*) dan kualitas berorientasi sasaran (*target-oriented quality*) . Pengertian Kualitas Menurut *Taguchi* Metode *Taguchi* dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi seorang ahli mesin pada tahun 1949 saat mendapatkan tugas untuk memperbaiki sistem telekomunikasi di Jepang.

Metode ini merupakan metode baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses produksi serta dapat menekan biaya dan *resources* seminimal mungkin. Sasaran metode *Taguchi* adalah menjadikan produk *robust* terhadap *noise*, karena itu disebut sebagai *Robust Design*.

Metode *robust design* sudah banyak diterapkan industri manufaktur di Jepang, Amerika Serikat, Eropa dan negara industri baru seperti Korea dan Taiwan. *Robust design* ini dapat diterapkan dalam proses dan produk yang baru maupun pada proses dan produk yang sudah ada di mana lebih merupakan pendekatan perencanaan ulang dalam siklus *Plan, Do, Study and Act* (Pujianto, 1998:26) . Untuk *taguchi* , variasi dari nilai target sangat penting dan variasi-variasi tersebut akan diminimalkan . Aspek penting dari filosofi *Taguchi* adalah menyambungkan kualitas dari produk manufaktur (total kerugian umum dari produk) kepada masyarakat .

PT. Talang Jerinjing Sawit merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi minyak mentah kelapa sawit *Crude Palm Oil* (CPO). Faktor-faktor yang menentukan mutu CPO yaitu, kadar asam lemak, kadar air, dan kadar kotoran. Permintaan pasar terhadap CPO yang meningkat menyebabkan PT. Talang Jerinjing Sawit harus dapat melakukan proses produksi yang terbaik untuk menghasilkan mutu produk CPO yang diinginkan oleh pasar.

Proses produksi tidak selalu menghasilkan mutu produk yang seragam, baik dalam suatu proses atau rangkaian proses. Untuk mencegah produk bermutu rendah dilakukan upaya pengendalian mutu untuk meningkatkan kualitas terhadap setiap produk dengan melakukan penyesuaian standar dan rendemen produksi juga harus diperhatikan .

Mutu minyak sawit dapat dilihat melalui kadar asam lemak (ALB). Adapun ALB yang diinginkan dari minyak sawit tersebut memiliki kandungan ALB yang rendah. Faktor lain yang mempengaruhi mutu CPO adalah kadar air dalam minyak, jika kadar air di dalam minyak besar, maka ALB semakin besar pula. Selain itu, kadar pengotor juga dapat mempengaruhi mutu minyak sawit.

## **B. PERUMUSAN MASALAH**

Dari latar belakang masalah yang diuraikan di atas maka penulis merumuskan masalah yang dihadapi PT Talang Jerinjing Sawit adalah:

- a. Bagaimana pengaruh konsep *Taguchi* secara simultan terhadap utilisasi produksi CPO pada PT. Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu ?
- b. Bagaimana pengaruh konsep *Taguchi* secara parsial terhadap utilisasi produksi CPO pada PT. Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu ?

## **C. TUJUAN PENELITIAN**

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

- a. Untuk mengetahui pengaruh konsep *Taguchi* secara simultan terhadap utilisasi produksi CPO pada PT. Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.
- b. Untuk mengetahui pengaruh konsep *Taguchi* secara parsial terhadap utilisasi produksi CPO pada PT. Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.

## **D. TINJAUAN PUSTAKA**

### **1. MANAJEMEN PRODUKSI**

Menurut **Heizer dan Barry (2006:4)** Manajemen operasi adalah kegiatan yang berhubungan dengan penciptaan barang atau jasa melalui adanya perubahan input menjadi output.

Salah satu tujuan utama manajemen operasi dan produksi adalah melaksanakan perencanaan dan pengawasan yang baik agar perusahaan dapat melaksanakan kegiatan pengolahan dengan biaya paling rendah. Perencanaan biaya paling rendah ini diwujudkan melalui, antara lain kegiatan perencanaan dan pengawasan bahan baku dan bahan pembantu yang dibutuhkan.

### **2. KONSEP TAGUCHI**

Metode *Taguchi* dicetuskan oleh Genichi Taguchi pada tahun 1949 saat mendapat tugas untuk memperbaiki sistem komunikasi di Jepang. Ia memiliki latar belakang *engineering*, juga mendalami statistika dan matematika tingkat lanjut sehingga ia dapat menggabungkan antara teknik statistik dan pengetahuan *engineering*.

Metode ini ditemukan untuk memenuhi informasi yang akurat pada saat percobaan yang besar tidak mungkin dilakukan. Metode *Taguchi* berawal dari metode desain eksperimen klasik yang dikembangkan oleh R.A. Fisher di Inggris, metode ini berdasarkan pada pendekatan statistika yang didasarkan pada *latin*

*square* dan pada awalnya dikembangkan untuk industri pertanian. *Taguchi* mengembangkan metode desain eksperimen dengan memanfaatkan sifat desain kokoh (*robust design*). Sejak tahun 1960, metode *Taguchi* telah sukses digunakan untuk meningkatkan kualitas dari produk Jepang.

Tahun 1980, banyak perusahaan yang akhirnya menyadari bahwa metode lama tidak lagi kompetitif untuk menjamin kualitas dari produk yang dihasilkan. Bagaimanapun menurut *Taguchi*, kualitas produk harus diperhatikan sejak awal yakni mulai dari tahap desain produk. Oleh karena itu, perusahaan-perusahaan di negara Amerika dan Eropa mulai menggunakan pendekatan metode *Taguchi* sebagai usaha untuk mengembangkan kualitas produk dan untuk menciptakan desain produk yang *robust* (kokoh).

Metode *Taguchi* mencoba meminimalkan pengaruh kegaduhan tersebut dengan mencoba menentukan tingkat maksimal faktor-faktor penting yang dapat dikendalikan berdasar pada konsep kekuatan atau kesamaan (*robustness*).

Berarti ide dasar dalam desain *Taguchi* adalah untuk mengidentifikasi, melalui penyelidikan interaksi antara parameter kontrol dan *noise* variabel, *setting* yang tepat pada parameter kontrol dengan performansi sistem yang kokoh (*robust*) terhadap variasi yang tidak dapat dikendalikan (*uncontrollable variation*) dalam *z*. Dengan kata lain, *Taguchi* melakukan desain yang kokoh dalam proses dan produk untuk dapat mencegah masuknya faktor yang tidak terkendali dalam proses produksi dan mencegah masuknya dampak faktor yang tidak terkendali tersebut pada konsumen. Dari ide dasar ini, maka pendekatan *Taguchi* tersebut dinamakan desain parameter. Karena tujuannya adalah *robust* terhadap variasi dalam variabel *noise*, maka pendekatan ini (desain parameter) disebut juga dengan *robust design*.

## 2.1 Filosofi dan 7 Nilai Penting *Taguchi*

Filosofi *Taguchi* terhadap kualitas terdiri dari empat buah konsep, yaitu:

1. Kualitas harus didesain ke dalam produk dan bukan sekedar memeriksanya.
2. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target.
3. Produk harus didesain sehingga *robust* terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.
4. Biaya kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem.

Terdapat tujuh point dari *Taguchi* yang membedakan pendekatan *Taguchi* dengan pendekatan tradisional dalam menjamin kualitas (Bagchi,1993:6), yaitu :

1. *Taguchi* mendefinisikan kualitas sebagai penyimpangan dari performansi tepat target, yang pada awal pemunculannya menjadi suatu paradok.
2. Dalam persaingan ekonomi, *Continous Quality Improvement* (CQI) atau peningkatan kualitas terus-menerus dan penurunan biaya amat penting untuk tetap bertahan dalam bisnis.
3. Sebuah program CQI melibatkan reduksi terus menerus dalam variasi karakteristik performansi produk dalam nilai-nilai target mereka.

4. Kerugian yang diderita konsumen akibat variasi performansi produk seringkali proporsional dengan kuadrat penyimpangan karakteristik performansi dari nilai targetnya.
5. Kualitas dan biaya akhir (R&D, manufaktur, dan operasi) dari produk manufaktur bergantung pada desain rekayasa produk dan proses manufakturnya.
6. Variasi dalam suatu performansi produk (atau proses) dapat dikurangi dengan mengeksplorasi pengaruh-pengaruh non linier berbagai parameter produk (atau proses) pada karakteristik performansi.
7. Percobaan-percobaan perencanaan secara statistik dapat secara efisien dan diandalkan mengidentifikasi berbagai *setting* dan parameter produk (atau proses) yang akan mengurangi variasi performansi.

## 2.2 Pengertian Quality Robustness

Produk berkualitas tangguh (*quality robust*) adalah produk yang dapat diproduksi secara beragam dan konsisten dalam segala kondisi manufaktur dan lingkungan yang kurang baik dan bukan menghilangkan penyebabnya. Taguchi menyarankan bahwa menghilangkan pengaruh biasanya lebih murah daripada menghilangkan penyebab, dan lebih efektif dalam memproduksi produk yang tangguh. Dengan cara ini, variasi kecil dalam bahan dan proses tidak akan mengganggu kualitas produk.

Tujuan dari *Quality Robust* adalah untuk meningkatkan produktivitas selama penelitian dan pengembangan dilakukan sehingga dapat menghasilkan produk berkualitas tinggi dengan cepat dan dengan biaya yang rendah.

## 2.3 Pengertian Quality Loss Function/Quality target oriented

*Quality loss function* (QLF) mengidentifikasikan semua biaya yang berkaitan dengan kualitas rendah dan menunjukkan bagaimana biaya ini meningkat jika kualitas produk semakin jauh dengan keinginan pelanggan. Biaya ini tidak hanya meliputi ketidakpuasan pelanggan, tetapi juga biaya garansi dan jasa, biaya pemeriksaan internal, perbaikan, scrap, dan biaya-biaya yang dianggap sebagai biaya bagi masyarakat.

Kualitas berorientasi sasaran (target-oriented quality) merupakan sebuah filosofi perbaikan terus menerus untuk membuat kualitas produk tepat sesuai dengan sasaran. Kerugian kualitas digunakan dalam mengukur performansi karakteristik kualitas dalam pencapaian nilai target (*target value*) yaitu suatu nilai yang ideal dari performansi karakteristik tersebut. Semakin dekat penyimpangan produk dari nilai target yang telah ditetapkan maka semakin baik mutunya.

Taguchi menekankan bahwa kualitas produk adalah fungsi dari karakteristik kunci suatu produk yang disebut karakteristik-karakteristik performansi. Biasanya pertimbangan perusahaan, kerugian sebagai tambahan biaya dari produk lalu pelangganlah yang menanggung biaya kerugian. Apabila suatu ketika pelanggan menolak untuk melanjutkan membayar dari biaya suatu kualitas yang buruk, pengusaha pabrik akan bangkrut. Jika sebuah produk dibawah jaminan, maka pengusaha pabrik yang membayar biaya jaminan tersebut.

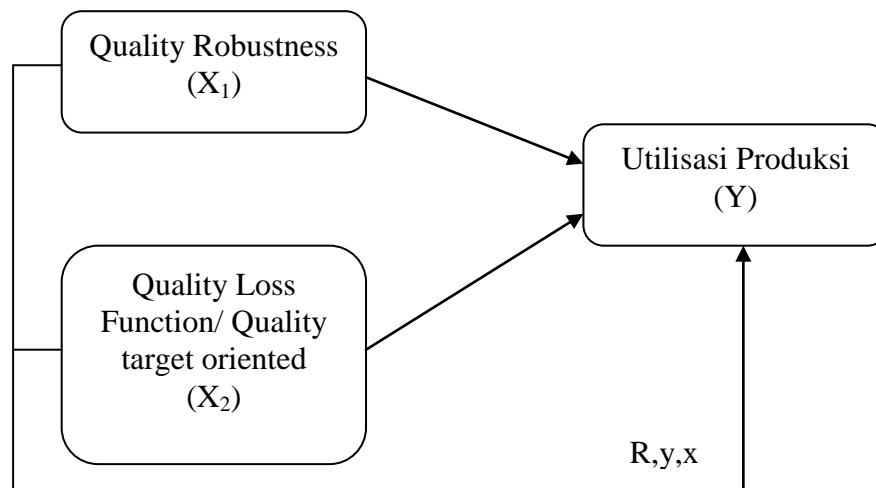
### 3. UTILISASI

Menurut **Heizer dan Render (2006:373)** Utilisasi (*utilization*) adalah persentase kapasitas desain yang sesungguhnya telah dicapai. Kapasitas desain adalah output maksimum sistem secara teoritis dalam periode waktu tertentu.

Utilisasi adalah pecahan yang menggambarkan persentase clock time yang tersedia dalam pusat kerja yang secara aktual digunakan untuk produksi berdasarkan pengalaman lalu. Utilisasi dapat ditentukan untuk mesin atau tenaga kerja, atau keduanya tergantung pada mana yang lebih cocok untuk situasi dan kondisi aktual perusahaan. Yang terpenting adalah angka utilisasi tidak dapat melebihi 1,0 (100%) (**Gaspersz, 2005:209**).

Utilisasi dapat dihitung sebagai berikut : 
$$\text{Utilisasi} = \frac{\text{Output Aktual}}{\text{Kapasitas Desain}}$$

### E. KERANGKA PEMIKIRAN



### F. HIPOTESIS

Berdasarkan pada uraian masalah yang ada dan didukung oleh data serta berdasarkan telaah pustaka, dapatlah di berikan suatu hipotesisnya yaitu :

- Diduga konsep *Taguchi* secara simultan mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap utilisasi produksi CPO pada PT. Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.
- Diduga konsep *Taguchi* secara parsial mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap utilisasi produksi CPO pada PT. Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.

### G. LOKASI PENELITIAN

Peneliti melakukan penelitian terhadap karyawan pada bagian pengolahan PT Talang Jerinjing Sawit Rengat Barat Indragiri Hulu , Riau.

## H. POPULASI

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sistem produksi yang ada pada PT. Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu. Pengambilan sampel dilakukan dengan pertimbangan bahwa populasi yang ada sangat besar jumlahnya sehingga tidak memungkinkan untuk seluruh populasi dijadikan data.

## I. JENIS DAN SUMBER DATA

### a. Data Primer

Yaitu data yang diperoleh langsung dari responden yang berhubungan langsung dengan objek penelitian, yaitu karyawan bagian produksi (karyawan pabrik) yang terdiri dari karyawan kantor, karyawan laboratorium, karyawan bagian transportasi,

### b. Data Sekunder

Yaitu data yang diperoleh melalui laporan tahunan perusahaan, serta studi pustaka literatur, majalah, dan dokumen yang berkaitan dengan analisis produktivitas dan utilitas pada industri cpo.

## J. METODE ANALISIS DATA

### a. Analisis Regresi Berganda

#### 1. Uji regresi simultan (*Simultaneous Regression Test*)

Uji regresi simultan/serentak disebut juga sebagai uji F. Uji F digunakan untuk melihat apakah ada pengaruh yang signifikan atau tidak signifikan antara variabel bebas, yang diuji secara serentak terhadap variabel terikat.

#### 2. Uji regresi parsial (*partial Regression Test*)

Pada pengujian regresi secara parsial ini akan diketahui apakah secara sendiri-sendiri, variabel bebas mempunyai pengaruh yang signifikan atau tidak signifikan terhadap variabel terikat.

## K. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### a. Analisis Regresi Linear Berganda

Dari hasil pengolahan analisis regresi berganda. Dengan demikian, peneliti dapat mengetahui nilai konstanta dan nilai koefisien regresi dari masing-masing variabel, dengan persamaan regresi linier berganda sebagai berikut :

$$Y = -104,972 + 1,730X_1 + 1,677X_2$$

## b. Analisis Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Dari hasil pengolahan diperoleh angka  $R^2$  (R Square) sebesar 0,225 atau (22,5 %). Hal ini menunjukkan bahwa persentase sumbangan pengaruh variabel independen (*Quality robustness*, *Quality loss function/quality target oriented*) terhadap variabel dependen (utilisasi) sebesar 22,5 %. Atau variasi variabel independen yang digunakan dalam model (*Quality robustness*, *Quality loss function/quality target oriented*) mampu menjelaskan sebesar 22,5% variasi variabel dependen (utilisasi). Sedangkan sisanya sebesar 77,5% dipengaruhi atau dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam penelitian ini.

## c. Uji Simultan

Tingkat signifikansi menggunakan  $\alpha = 5\%$  (signifikansi 5% atau 0.05 merupakan ukuran standar yang digunakan). Berdasarkan tabel diperoleh  $F_{hitung}$  sebesar 33.951. sedangkan  $F_{tabel}$  diperoleh dengan cara berikut:

$$F_{tabel} = (k-1) ; (n-k)$$

Keterangan :

k = Jumlah variabel dependen dan independen

n = Jumlah Kasus

$$F_{tabel} = (3-1) ; (36-3)$$

$$= 2 ; 33$$

$$= 3,285 \quad (4,794 > 3,285, F_{hitung} \text{ lebih besar dari } F_{tabel}, \text{ maka } H_0 \text{ di tolak}).$$

Dari tabel ANOVA diperoleh nilai F sebesar 4,794 yang memiliki nilai lebih besar dari F tabel, maka  $H_0$  ditolak  $H_a$  diterima, artinya *quality robustness* dan *quality loss function/quality target oriented* secara simultan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan utilisasi produksi PT Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.

## d. Uji Parsial

Nilai  $t_{tabel}$  pengujian dilakukan dengan dua arah, maka diperoleh nilai  $t_{tabel}$  adalah sebesar 2,035. Selanjutnya dapat dijelaskan hasil pengujian hipotesis dari masing-masing variabel bebas sebagai berikut:

- Variabel *quality robustness* ( $X_1$ ) :  $t_{hitung} 2,061 > t_{tabel} 2,035$  disimpulkan bahwa variabel *quality robustness* berpengaruh signifikan terhadap utilisasi produksi pada bagian pengolahan PT Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.
- Variabel *quality loss function/quality target oriented* ( $X_2$ ) :  $t_{hitung} 2,756 > t_{tabel} 2,352$  disimpulkan bahwa variabel *quality loss function/quality target oriented* berpengaruh signifikan terhadap utilisasi produksi pada bagian pengolahan PT Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.



## K. KESIMPULAN

- a. Dari hasil uji F memiliki nilai lebih besar dari F tabel, maka  $H_0$  ditolak  $H_a$  diterima, artinya *quality robustness* dan *quality loss function/quality target oriented* secara simultan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan utilisasi produksi PT Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.
- b. Variabel *quality robustness* dan *quality loss function/quality target oriented* secara parsial berpengaruh signifikan terhadap utilisasi produksi pada PT Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.
- c. Berdasarkan perhitungan nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) menunjukkan pengaruh variabel independen (*quality robustness* dan *quality loss function/quality target oriented*) terhadap variabel dependen (utilisasi). Atau variasi variabel independen yang digunakan dalam model (*quality robustness* dan *quality loss function/quality target oriented*) mampu menjelaskan variasi variabel dependen (utilisasi). Sedangkan sisanya dipengaruhi atau dijelaskan oleh variabel lain yang tidak dimasukkan dalam penelitian ini.

## L. SARAN

- a. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa variabel *quality robustness* berpengaruh terhadap *utilisasi*, oleh karena itu diharapkan agar perusahaan lebih mempertahankan kegiatan produksi secara kokoh terhadap segala kendala dalam pengolahan pabrik kelapa sawit pada PT Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.
- b. Dan juga variabel *quality loss function/quality target oriented* berpengaruh terhadap utilisasi, oleh karena itu diharapkan agar perusahaan lebih mempertahankan kegiatan memperkecil atau meminimalisir hasil olahan yang buruk sehingga bisa mendekati target produk yang ditetapkan dalam pengolahan pabrik kelapa sawit pada PT Talang Jerinjing Sawit Indragiri Hulu.

## DAFTAR PUSTAKA

- Atmoko, S.D., dan Widodo, I.D., 2002, "*Pendekatan Metode Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Produk Berdasarkan Perancangan Parameter Yang Tangguh*", Makalah Seminar Nasional, Laboratorium Statistik Industri, Teknik Manajemen Industri, UII:Yogyakarta.
- Bagchi, 1993. *Engineering Methods for Robust Product Design (Using Taguchi Methods in Technology and Product Development)*. Massachusetts : Addison Wesley Publishing Company.
- Balavendram, N.,1995. *Quality by Design Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. London : Prentice Hall Internasional.
- Box, G.E.P. and Meyer, R.D., 1986. *Dispersion Effects From Fractional Design*. Technometrics.
- Hartono, M., 2001. *Quality by Design dengan Metode Taguchi, Konsep dan*

- Perkembangannya, Jurnal Industri Universitas Muhammadiyah:Malang.
- Heizer,Jay., dan Render,Barry,. 2009. Operations Management, 9th ed : Pearson Int'l.
- Peace, G.S.,1993. Taguchi Methods: A Hands-On Approach, Addison-Wesley Publishing Company,Reading:MA.
- Pujiyanto, E., 1998. *Melibatkan Faktor Tidak Terkontrol terukur pada Metode Pledger dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Produk, sebagai Alternatif Metode Taguchi*, Tesis, Program Magister Teknik Dan Manajemen Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Robinson, T.J., Borrer, C.M. and Myers, R.H. 2004. "Robust parameter design: a review", Quality and Reliability Engineering International, Vol. 20.
- Ross, P.J., 1989. *Taguchi Techniques for Quality Engineering*. McGraw-Hill Book Company,Singapore.
- Roy,R,K, 2001, "*Design of Eksperiments Using The Taguchi Approach*", John Wiley&Sons Inc, Canada.
- Taguchi, G.,1993. "Taguchi on Robust Technology Development: Bringing Quality Upstream by Genichi Taguchi", *ASME:New York*.