



Studi Kasus

Peningkatan Mutu Proses Pembuatan Cat Solvent dengan Metode Taguchi di PT JI

Hery Hamdi Azwir, Mahfud Mufadhol

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Presiden, Bekasi 17550, Indonesia

ARTICLE INFORMATION

Received: October 10, 17
Revised: March 31, 18
Available online: April 27, 18

KEYWORDS

Kualitas, Right First Time (RFT), Taguchi, Kapabilitas Proses, ANOVA

CORRESPONDENCE

Phone: +62 (021) 89109762-63
E-mail: hery.azwir@president.ac.id

A B S T R A C T

In a manufacturing process, quality is not only seen from the final product, but also manufacturing process. PT JI located in Cikarang is a company that produces paints and powder coating. Currently, the company has problems with 24.16% products that need rework or additional process. To increase productivity, PT JI applies the A3 project that is Right First Time (RFT). RFT is how to create a product with a one-time process and produce a product that has good quality on the first test. The average percentage of total RFT products in September 2016-January 2017 was 75.84%. This result is still below the company target of 80%. This study found the source of problems analyzed the manufacturing process using control chart, process capability, fishbone, and pareto. Taguchi method and ANOVA are applied to improve the design process. The application of the Taguchi Method shows that the factors which influence the value of viscosity quality are number of White Spirit, Number of Genekyd, Total Tio2 (kaolin), and mixing temperature, where each factor has an optimal level of 26.01%, 56.07%, 18.78% and 45°C. Then, it is found that all control factors have significant effect on viscosity value from ANOVA analysis. The application of this Taguchi method increases the process capability to $C_p = 1.68$ and $C_{pk} = 1.43$ from $C_p = 0.29$ and $C_{pk} = 0.18$, as well as an increase in RFT percentage of 5.78% or to 81.62% over the last two months.

PENDAHULUAN

Dalam suatu proses *manufacturing*, kualitas tidak hanya dilihat dari produk akhir yang dibuat, namun juga proses pembuatannya. Sebaik apapun produk, jika dalam proses pembuatannya banyak mengalami masalah, maka produk tersebut tidak bisa dikatakan baik, bahkan dapat dikatakan tidak layak produksi karena biaya yang dibutuhkan menjadi tinggi sehingga menjadi tidak kompetitif lagi. Oleh karena itu, saat ini perusahaan dituntut untuk selalu meningkatkan kinerja dan produktivitasnya. Adapun cara untuk mencapai hal tersebut adalah dengan melakukan perbaikan proses produksi secara berkesinambungan dan terus menerus agar pemborosan material, biaya dan waktu dapat diperkecil.

PT JI adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur pembuatan cat yang mencakup hampir semua segmen. Adapun segmen penjualan utama PT JI adalah *Decorative* (cat *water based*) dan *protective & Marine* (cat *solvent based*). PT JI memiliki 6 cabang distribusi untuk pelayanan terbaik bagi konsumen di seluruh Indonesia yaitu cabang: Medan, Pekanbaru, Batam, Balikpapan, Makassar, dan Surabaya.

Perusahaan saat ini mengalami masalah yaitu *rework* selama 5 bulan terakhir (September 2016–Januari 2017) yang dinilai cukup tinggi yaitu 24,16% atau hanya 75,84% yang langsung lolos uji tanpa harus dilakukan *rework*. Tentu saja hal ini cukup membebani dan menimbulkan biaya yang seharusnya bisa ditekan. Demi memenuhi permintaan konsumen yang semakin banyak, serta meningkatkan produktivitas dan menjaga kualitas produk maka, PT JI melakukan sebuah proyek A3 yaitu *Right First Time (RFT)*. RFT adalah sebuah konsep untuk membuat produk dengan satu kali proses dan menghasilkan produk yang memiliki kualitas yang baik dalam sekali pengujian, sehingga tidak perlu dilakukan proses tambahan (*adjustment*) atau proses yang berulang-ulang. Rendahnya persentase produk RFT pada proses pembuatan cat *solvent based* di PT JI membuat waktu proses produksi menjadi panjang, jumlah produksi yang dihasilkan berkurang, menambah biaya upah buruh, jam kerja, mesin, biaya listrik, dan lain-lain. Perusahaan mengharapkan target produk RFT bisa mencapai minimal 80% setiap bulannya.

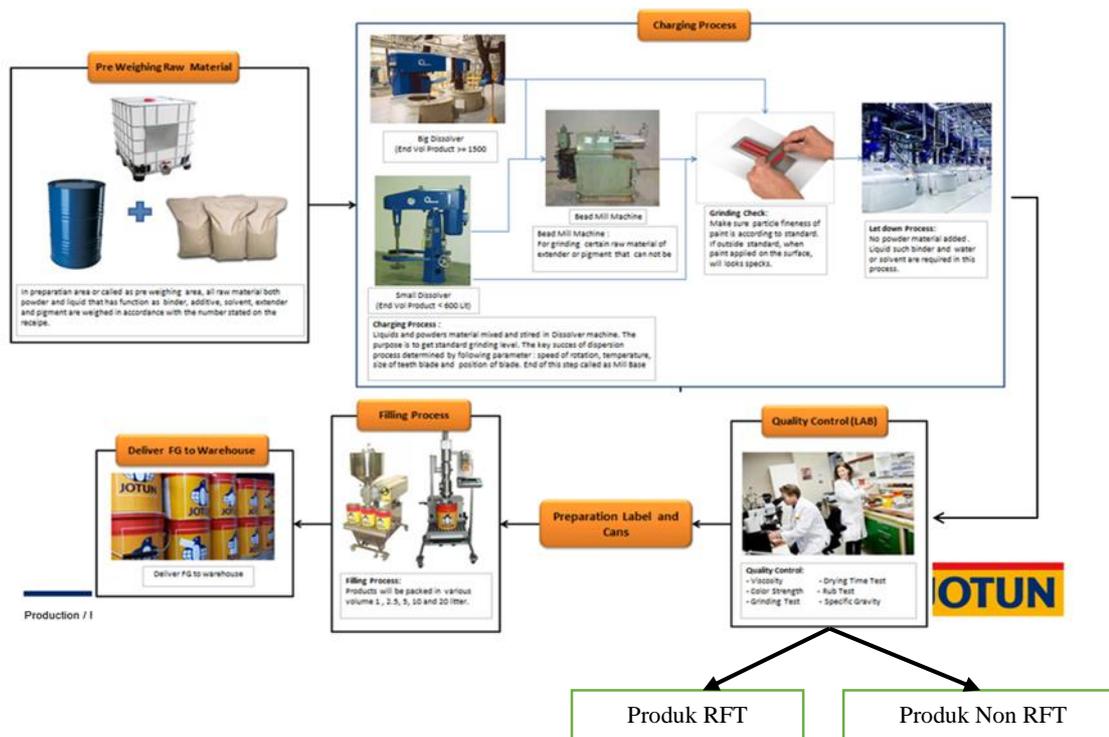
Untuk meningkatkan persentase RFT ini, dibutuhkan metode yang dapat meningkatkan mutu proses dan produk yang dimulai dari proses desain. Metode Taguchi adalah metode yang cukup populer dalam *design of experiments* karena kemampuannya untuk menghasilkan *robust design* dan dapat mereduksi jumlah kombinasi suatu *design of experiments*. Hal ini akan semakin mempercepat proses untuk mendapatkan kombinasi parameter

desain yang paling optimal. Penelitian ini dilakukan untuk mengoptimasi parameter design pada proses pembuatan cat *solvent based*. Metode Taguchi digunakan dalam penelitian ini untuk mengurangi non RFT yang akan berdampak pada penurunan biaya produksi.

Proses Pembuatan Cat

Secara umum proses pembuatan cat adalah melalui sejumlah tahapan berikut (Gambar 1): (1) *Pre weighing raw material* adalah persiapan dan penimbangan seluruh material baik cairan

ataupun tepung yang akan digunakan dalam pembuatan cat; (2) *Charging process* adalah bagian yang melakukan proses pembuatan cat; (3) *Quality control test* adalah suatu proses pengecekan produk yang dilakukan untuk menganalisis kualitas produk yang sedang diproses. Hasil pada tahap inilah yang menunjukkan apakah produk yang dibuat RFT atau tidak RFT; (4) *Filling process* adalah proses pengisian produk yang sudah lolos pengecekan kualitas ke dalam kaleng. Setelah diisi dan *dipacking* kemudian produk *finish good* dikirim ke *warehouse* untuk didistribusikan ke pelanggan.



Gambar 1. Proses Pembuatan Cat

Definisi Kualitas

Kualitas adalah produk atau jasa yang dapat memenuhi harapan dan kebutuhan dari konsumen sehingga menghasilkan nilai jual terhadap produk atau jasa yang diberikan. Dr. W. Edwards Deming [1] mendefinisikan dua tipe kualitas yang berbeda. “*Quality of conformance*” adalah sejauh mana suatu perusahaan dan pemasok-pemasoknya melampaui spesifikasi desain yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan pelanggan. “*Quality of performance*” merupakan ukuran (yang ditentukan melalui riset dan analisis) yang menyatakan seberapa berhasil produk di pasaran. Philip Crosby [1] mendefinisikan kualitas sebagai “conformance to requirements”, yaitu suatu produk memiliki kualitas yang sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Joseph Juran [1] mendefinisikan kualitas sebagai “*fitness for use*”. Armand Feigenbaum [2] mendefinisikan kualitas sebagai “gabungan keseluruhan manufaktur dan pemeliharaan yang dapat memenuhi harapan pelanggan dari penggunaan produk dan jasa tersebut.

Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas dilakukan sebagai pengukuran terhadap kualitas produk atau jasa yang dihasilkan yang dibandingkan dengan spesifikasi output yang diinginkan oleh konsumen serta

melakukan perbaikan jika terdapat perbedaan [3]. Adapun pengertian pengendalian kualitas menurut Assauri [4] suatu kegiatan yang bertujuan untuk mempertahankan mutu / kualitas dari produk yang dihasilkan, agar sesuai dengan spesifikasi produk yang telah ditetapkan berdasarkan kebijaksanaan pimpinan perusahaan. Tiga aspek pokok dalam pengendalian kualitas, yaitu: (1) Perencanaan kualitas, pada proses ini produsen harus mengidentifikasi kebutuhan konsumen baik internal maupun eksternal, membuat desain produk sesuai dengan kebutuhan konsumen, membuat desain proses produksi dan hasil produksi harus sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditetapkan; (2) Pengendalian kualitas, pada proses ini dilakukan proses identifikasi elemen kritis yang harus dikendalikan oleh produsen yang mempunyai pengaruh kepada kualitas produk. Untuk mengembangkan alat dan metode pengukuran kualitas produk dan mengembangkan standar bagi elemen kritis; (3) Perbaikan kualitas, proses ini dilakukan apabila terjadi ketidaksesuaian antara kondisi aktual dan standar [5].

Kapabilitas Proses

Process Capability adalah pengukuran kualitas proses dengan menggunakan alat bantu statistik, dimana parameter yang terukur selama proses perakitan diuji secara statistik [6]. Kapabilitas proses membedakan antara kesesuaian dengan batas-batas

kendali dan kesesuaian dengan batas-batas spesifikasi. Dengan melakukan uji kapabilitas proses maka akan didapatkan keuntungan sebagai berikut: (1) Menciptakan keseragaman *output*; (2) Peningkatan atau pemeliharaan tingkat kualitas; (3) Memfasilitasi desain produk dan proses; (4) Membantu pengendalian dan pemilihan pemasok; (5) Mengurangi biaya kualitas dengan menurunkan biaya kegagalan.

Metode Taguchi

Pada awal tahun 1920, R.A. Fisher memperkenalkan *Design of Experiments (DoE)* dalam ilmu pertanian kuno untuk menemukan perawatan atau percobaan yang menghasilkan tanaman yang terbaik. Fisher memiliki ide untuk mengeluarkan semua kombinasi dari faktor-faktor yang terlibat dalam eksperimen dan variasi seluruh faktor secara bersamaan dalam sebuah rancangan faktorial yang lengkap. Tujuan dari desain eksperimen adalah untuk mempelajari efek dari setiap interaksi antara variabel yang sebagian besar telah diabaikan dalam metode *trial* dan *error*. Fakta di dunia industri biasanya menuntut sejumlah besar faktor, dengan menggunakan jumlah faktor sebanyak-banyaknya dalam percobaan. Hal itu membutuhkan waktu yang sangat lama dan biaya yang sangat mahal. Metode Taguchi ini digunakan sebagai alternatif dalam metode pengukuran biaya kualitas [7]. Adanya kesulitan-kesulitan atau kekurangan dari metode- metode yang sudah ada, maka Taguchi mengembangkan strategi eksperimental baru yang biasanya disebut dengan metode Taguchi yang memanfaatkan bentuk modifikasi dan standar dari DoE.

Penerapan metode Taguchi telah menarik perhatian lebih dalam 20 tahun terakhir dan saat ini telah banyak digunakan. Hal itu karena metodenya yang cukup praktis dalam merancang sistem yang berkualitas tinggi yang menyediakan banyak varian untuk eksperimen dengan pengaturan optimal dari parameter kontrol proses. Berdasarkan pada hasil penelitian W.E Deming, bahwa hanya 15% dari operator atau pekerja yang menyebabkan kualitas produk buruk sedangkan sisanya yaitu 85% disebabkan karena proses *manufacturing*, dari penelitian tersebutlah Taguchi mengambil konsep bahwa untuk metode ini harus dikembangkan dimana hasil eksperimen harus dianalisis untuk dapat memenuhi satu atau lebih kondisi berikut ini: (1) Mencari kondisi yang paling optimum pada proses; (2) Merancang seberapa besar kontribusi dari faktor-faktor yang ada; (3) Memperkirakan sejauh mana respon faktor pada kondisi optimum.

Kelebihan Metode Taguchi

Kelebihan dari penerapan metode Taguchi yaitu: (1) Dapat menghemat waktu dan biaya karena jumlah percobaan yang dilakukan dapat dikurangi; (2) Mempermudah dalam menentukan dan melihat faktor apa saja yang paling berpengaruh terhadap produk sehingga pada faktor tersebut diberikan perlakuan dan perhatian khusus. Cara untuk menentukan faktor tersebut dengan menggunakan perhitungan ANOVA dan *Signal to Ratio*; (3) Rata-rata dari variasi nilai karakteristik dapat diamati sekaligus sehingga cakupan ruang lingkup dalam pemecahan masalah lebih luas.

Kelemahan Metode Taguchi

Kekurangan metode Taguchi adalah apabila menggunakan banyak level dan faktor akan mengakibatkan terjadinya interaksi

pembauran oleh faktor utama sehingga berpengaruh terhadap kepalitan hasil penelitian. Kekurangan metode ini jika diterapkan pada perusahaan adalah: (1) Metode ini hanya memberikan metode-metode peningkatan pengendalian kualitas untuk mencapai target dengan biaya yang murah akan tetapi metode ini tidak memeberikan motode-metode pengendalian yang akan dating; (2) Metode ini hanya cocok diterapkan untuk perusahaan industri manufaktur yang menghasilkan barang dengan tingkat ketelitian yang tinggi. Apabila produk yang dihasilkan menyimpang dari nilai target maka hanya sedikit penyimpangan yang akan menyebabkan konsumen tidak puas dan lari ke produk atau merek lainnya; (3) Metode Taguchi menggunakan perhitungan statistik yang sedikit rumit dan dibutuhkan keahlian khusus dalam pengaplikasian statistik.

Penelitian Terkait Pemanfaatan Metode Taguchi

Sejumlah penelitian telah dilakukan dalam penggunaan metode Taguchi. Beberapa diantaranya yaitu: optimasi parameter mesin laser cutting terhadap kekasaran dan laju pemotongan [8], menentukan kombinasi optimal parameter coffee roasting untuk mendapatkan roasted bean dengan tingkat kematangan medium roast [9], dan strategi perencanaan jumlah material tambahan dalam memproduksi semen untuk meminimalkan biaya produksi [10]. Penelitian lainnya berkaitan dengan peningkatan kekuatan puntir produk baling-baling kapal bahan kuning [11], meningkatkan mutu produk plastik [12], dan penentuan parameter permesinan terbaik untuk meminimasi penyimpangan geometri kesilindrisan baut segienam [13]. Penelitian mengenai penentuan komposisi bahan baku optimal produk kecap x [14] dan penentuan kondisi pengolahan dan penyajian bumbu rawon instan bubuk [15] juga telah dilakukan.

METODE

Secara garis besar metodologi dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut.

Observasi Awal

Pada tahap observasi, dilakukan wawancara dengan pekerja pada Departemen Produksi, *Process Engineer*, dan *Quality* untuk mengetahui permasalahan yang sedang terjadi. Hasil observasi menemukan adanya ketidakstabilan pada proses pembuatan cat *solvent-based*. Pengamatan juga dilakukan terhadap laporan hasil QC test produksi selama 5 bulan terakhir (September 2016– Januari 2017). Ketidakstabilan pada proses manufaktur ini, sangat merugikan khususnya bagi perusahaan, sehingga menimbulkan ide untuk memulai sebuah proyek yang dinamakan RFT dimana maksudnya adalah dengan satu kali proses dan pengujian, produk yang dihasilkan langsung lolos uji.

Identifikasi Masalah

Hasil observasi memberikan sejumlah pertanyaan yang perlu dijawab, yaitu: (1) faktor apa saja yang menyebabkan rendahnya tingkat RFT; (2) bagaimana mendapatkan *setting* parameter proses yang paling tepat atau optimal agar dihasilkan produk yang langsung RFT tanpa harus melalui rework terlebih dahulu.

Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan untuk mendukung penelitian ini yaitu:

1. Data Primer

- a. Data yang didapatkan secara langsung dari PT II dengan cara wawancara secara langsung terhadap karyawan yang berhubungan dengan aktifitas proses produksi dan mengetahui kondisi perusahaan untuk mencapai pokok permasalahan.
 - b. Pengamatan langsung kelapangan atau lokasi penelitian untuk mengumpulkan data yang dibutuhkan.
 - c. Data hasil QC test pada bulan Februari–Maret 2017 sebagai data konfirmasi.
2. Data Sekunder
- a. Data internal departemen produksi pada proses *mixing* cat *solvent based* pada bulan September–Januari 2017.
 - b. Data dari *supplier raw material* seperti *Certificate of Analysis* (COA).
 - c. Data *release* produk cat *solvent based* pada bulan September 2016 – Maret 2017.

Pengolahan Data

Data yang sudah terkumpul kemudian diolah secara statistik untuk mendapatkan informasi secara lebih rinci mengenai proses produksi, prosentasi produk RFT dan non RFT, pengaruhnya terhadap pencapaian target perusahaan, waktu-waktu yang hilang pada masing-masing proses akibat dilakukannya *rework*. Dalam tahap ini ada 2 hal yang penting yang ingin didapatkan yaitu: (1) Jumlah produk *solvent based* yang RFT dan yang tidak RFT; (2) Menentukan faktor–faktor yang membuat produk *solvent based* tidak RFT.

Analisis Data

Analisis dilakukan untuk mencari faktor yang paling banyak membuat produk tidak RFT terhadap parameter kualitas yang tidak sesuai standar. Selanjutnya dilakukan uji peta kendali X-bar dan R-bar, perhitungan terhadap kapabilitas proses Cp dan Cpk, membuat diagram sebab akibat, analisis pareto, pengolahan data dengan eksperimen Taguchi, dan perhitungan ANOVA.

HASIL DAN PEMBAHASAN

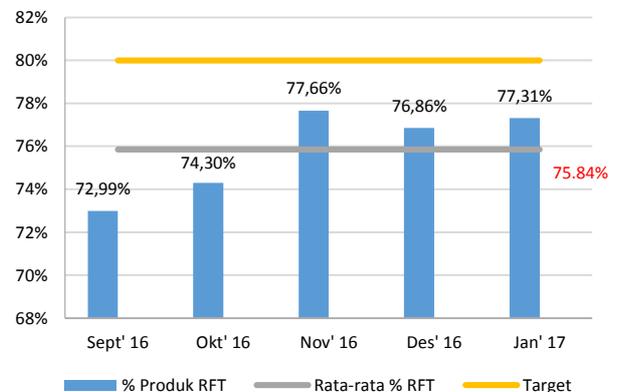
Right First Time (RFT)

Produk yang dikatakan RFT adalah produk yang hasil pengecekan QC-nya sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan dalam sekali analisis tanpa adanya proses penambahan (*adjustment*) atau proses ulang. Sedangkan produk Non RFT adalah produk yang harus melalui proses *adjustment* karena hasil pengecekan QC-nya ada yang tidak sesuai dengan standar yang sudah ditetapkan. Beberapa proses penambahan (*adjustment*) yang dapat mempengaruhi jumlah persentase produk RFT pada proses pembuatan cat *solvent based* di PT II adalah: (1) *Dillution*, *Dillution* adalah sebuah proses penambahan *solvent* yang bertujuan untuk menjaga kekentalan sebuah cat agar tetap cair saat digunakan; (2) *Adjustment Color Strength (CS)*, bila hasil pengecekan *color strength* yang didapatkan diluar standar yaitu $CS=100\% \pm 4\%$, maka akan dilakukan *adjustment* berupa penambahan *Neutral Based* atau *White Based*; (3) *Adjustment Drier*, *Drier* adalah salah satu bahan aditif yang digunakan untuk mengatur tingkat kecepatan kering pada cat. Biasanya akan dilakukan proses *adjustment drier* bila waktu pengeringan cat terlalu panjang sehingga produk ini tidak dikatakan RFT; (4)

Color Matching (CM), adalah suatu teknik proses pencampuran warna (baik tinta ataupun cat) untuk menghasilkan suatu warna baru. Produk *color matching* dikatakan RFT bila warna yang dihasilkan mendekati atau sesuai dengan yang diinginkan dan hanya satu kali proses pemasukan tinter, bila warna yang dihasilkan tidak sesuai dan dilakukan penambahan tinter maka produk tersebut dikatakan tidak RFT; (5) *Adjustment* Proses, terdapat proses tambahan yang dilakukan pada sebuah produk karena hasil pengecekan QC tidak sesuai dengan standar yang ditetapkan, contoh: proses putar ulang, proses *scrap* dinding tangki atau *portable*, proses giling dan lain-lain.

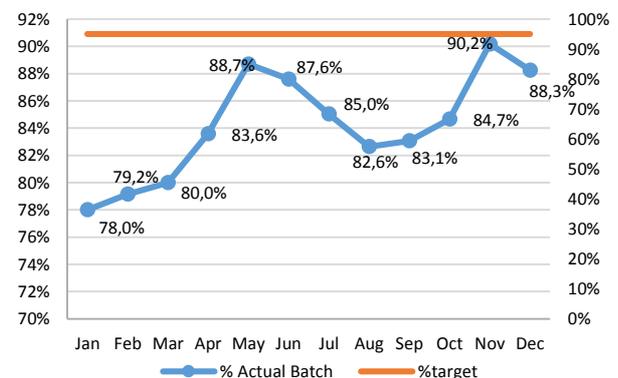
Analisis

Gambar 2 menunjukkan data persentase produk RFT pada proses pembuatan cat *solvent based* selama 5 bulan terakhir bila di rata-ratakan adalah 75,84 % sehingga masih berada dibawah target yang ditetapkan oleh perusahaan. Hal ini menjadi permasalahan bagi perusahaan karena membuat produktivitas perusahaan menurun dan biaya produksi meningkat.



Gambar 2. Persentase RFT Produk Cat *Solvent Based*

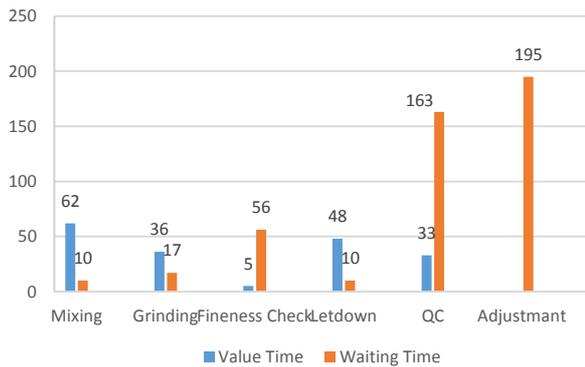
Rendahnya persentase RFT menyebabkan persentase *follow plan batch* pada tahun 2016 menjadi rendah sekitar 84,24% perbulan (Gambar 3). Hal ini disebabkan oleh delay waktu yang panjang karena produk yang dibuat tidak RFT. Oleh sebab perlu dilakukan pengamatan terhadap waktu proses pembuatan cat *solvent based*.



Gambar 3. Persentase *Follow Plan Batch* Tahun 2016

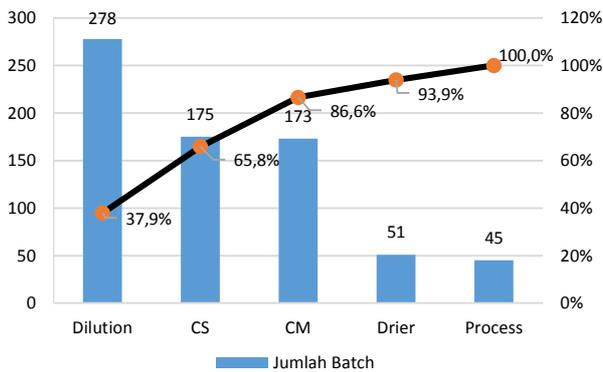
Gambar 4 menunjukkan bahwa jumlah total *value time* untuk proses *mixing*, *grinding*, *fineness check*, *letdown* dan QC adalah 184 menit. Sedangkan untuk *waiting time*/waktu delay terpanjang terdapat pada proses *adjustment* yaitu 195 menit. Pengamatan dan analisis kemudian dilakukan terhadap faktor-faktor yang

membuat rendahnya persentase produk RFT. Data tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. *Process Time Solvent Based*

Diagram pareto pada Gambar 5 memperlihatkan jumlah proses *adjustment* terbesar yang sering dilakukan pada proses pembuatan cat *solvent based* adalah *dilution*. Proses *dilution* terjadi karena adanya hasil analisis viskositas yang tidak sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditetapkan. Sebelum menganalisis penyebab dari cacat viskositas ini maka dibutuhkan data hasil nilai viskositas dari proses produksi cat *solvent based*. Untuk mengetahui nilai viskositas tersebut terkendali atau tidak dan untuk mengetahui tingkat kapabilitas proses dari proses pembuatan cat *solvent based*.

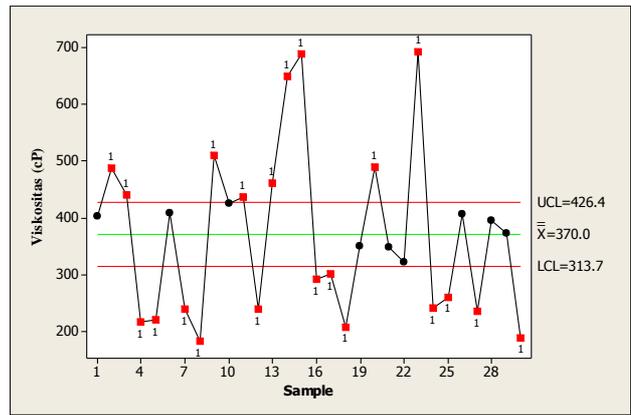


Gambar 5. Data Proses *Adjustment* Produk Non RFT

Kondisi Sebelum Perbaikan

Peta Kendali

Peta kendali X-bar pada Gambar 6 menunjukkan rata-rata nilai viskositas yang dihasilkan dalam proses pembuatan cat *solvent based*. Pada peta kendali tersebut terlihat bahwa nilai CL adalah 370,02, nilai LCL adalah 315,69, dan nilai UCL adalah 424,35. Hal ini menunjukkan bahwa nilai viskositas yang dihasilkan dalam proses pembuatan cat *solvent based* belum terkendali secara statistic, terbukti dari banyaknya titik yang masih berada diluar batas kendali UCL dan LCL. Untuk peta kendali R, perhitungan menghasilkan batas LCL=0, UCL=94,42, dan $CL_R=30,0$. Hasil plot data menunjukkan bahwa R atau varian relatif masih dalam batas kendali dimana tidak terdapat data yang keluar dari batas kendali.



Gambar 6. Peta Kendali X-bar

Kapabilitas Proses

Berikut ini adalah perhitungan indeks kapabilitas proses Cp dan Cpk untuk produk cat *solvent based* dengan batas spesifikasi yaitu 200–450 Cp dengan target nilai viskositas adalah 350 cP, nilai standar deviasi (σ) = 143.21 dan $\mu = \bar{X} = 370.017$.

$$Cp = \frac{450 - 200}{6(143.21)} \quad Cpk = \frac{250}{859.26} = 0.29$$

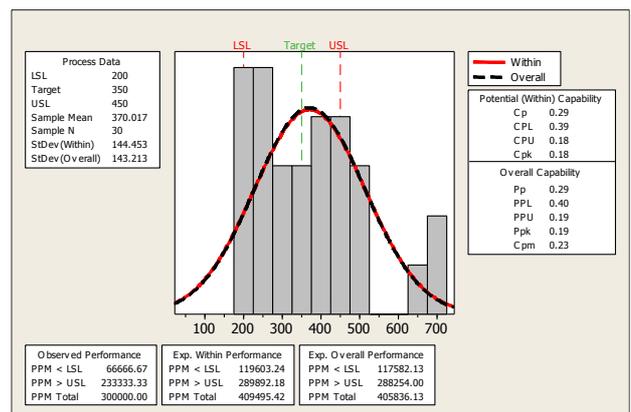
$$Cpk = \min \left\{ \frac{450 - 370.017}{3(143.21)}, \frac{370.017 - 200}{3(143.21)} \right\}$$

$$Cpk = \min \left\{ \frac{79.983}{429.63}, \frac{170.017}{429.63} \right\}$$

$$Cpk = \min \{ 0.18, 0.39 \}$$

$$Cpk = 0.18$$

Dari hasil perhitungan indeks kapabilitas proses maka didapatkan nilai Cp = 0.29 dan Cpk = 0.18, maka dapat disimpulkan bila Cp dan Cpk < 1, sehingga proses pembuatan cat *solvent based* tidak *capable*, karena rata-rata proses dan distribusi proses natural tidak mampu memenuhi batas spesifikasi. Nilai Cpk menunjukkan bahwa sebagian six sigma berada diluar batas spesifikasi (Gambar 7).



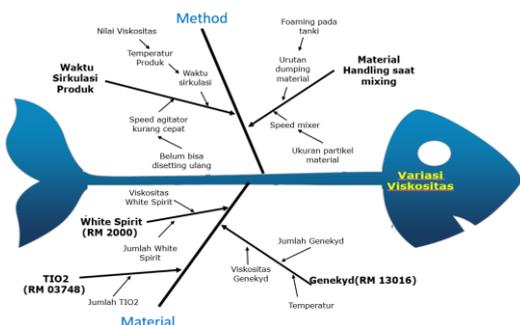
Gambar 7. Histogram Kapabilitas Proses

Penerapan Metode Taguchi

Identifikasi Faktor yang Mempengaruhi Nilai Viskositas

Sebelum melakukan percobaan dengan metode Taguchi, maka perlu dilakukan terlebih dahulu pengidentifikasian setiap faktor yang mempengaruhi variabel berdasarkan hasil *brainstorming*.

Setelah itu dibuat diagram *fishbone* untuk mempermudah melihat penyebab dan akibatnya terhadap faktor apa saja yang mempengaruhi nilai viskositas pada proses pembuatan cat *solvent based*. Diagram sebab akibat yang dibuat diperlihatkan pada Gambar 8 difokuskan pada bagian material dan metode saja karena faktor-faktor penyebab yang ditemukan semuanya dari material dan metode. Faktor yang paling berpengaruh dari unsur material adalah genekyd, white spirit, dan TIO2 atau Kaolin. Sedangkan dari metode adalah temperatur produk saat mixing.



Gambar 8. Diagram Sebab-Akibat dari Variasi Viskositas

Pemisahan Faktor Kontrol dan Faktor Tidak Terkontrol (Noise)

Tahap berikutnya adalah memisahkan faktor kontrol dan faktor tidak terkontrol. Faktor kontrol adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan atau dapat juga disebut faktor yang nilainya ingin diatur atau dikendalikan. Sedangkan faktor tidak terkontrol (*noise factor*) adalah faktor yang nilainya tidak bisa diatur atau dikendalikan. Pemisahan faktor-faktor ini ditentukan berdasarkan hasil survei kelapangan, wawancara kepada bagian produksi, manager produksi, *Process Engineer* dan *quality*. Tabel 1 menunjukkan pemisahan untuk faktor kontrol dan faktor tidak terkontrol.

Tabel 1. Faktor Kontrol dan Faktor Tidak Terkontrol (Noise)

	Faktor Kontrol	Faktor Noise
Metode	Waktu sirkulasi produk	Material handling saat mixing
	Temperatur produk	
Material	White spirit	Viskositas white spirit
	Genekyd	Viskositas Genekyd
	Temperatur genekyd	
	TIO2	

Penentuan Faktor Kontrol dan Level Faktor

Setelah tahap pengumpulan semua informasi selesai dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah memilih variabel faktor kontrol yang dianggap paling berpengaruh terhadap nilai viskositas pada produk cat *solvent based*. Selanjutnya dilakukan penentuan level faktor dari tiap-tiap variabel yang telah ditetapkan berdasarkan hasil keputusan bersama. Data level faktor dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Level Variabel Faktor Kontrol

Level Faktor	Satuan
--------------	--------

Variabel Faktor	Lambang Faktor	Level 1	Level 2	Level 3	
White Spirit	A	23,81%	24,80%	26,01%	Kg
Genekyd	B	53,35%	54,44%	56,07%	Kg
TIO2	C	17,86%	18,76%	19,51%	Kg
Temperatur	D	45	50	55	°C

Perhitungan Derajat Kebebasan (Db)

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk mengetahui jumlah minimum percobaan yang akan dilakukan, kemudian derajat kebebasan digunakan juga sebagai acuan dalam penentuan *orthogonal array* (OA). Perhitungan dilakukan melalui [7]:

$$Db = N (K - 1)$$

$$Db = 4 (3-1) = 8$$

Db = 8 menunjukkan bahwa percobaan yang harus dilakukan minimum sebanyak 8 kali.

Pemilihan Orthogonal Array (OA)

Untuk memulai suatu eksperimen, salah satu yang menjadi pertimbangan utama adalah efisiensi biaya yang harus dikeluarkan. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka sebaiknya dipilih OA yang sekecil mungkin yang masih dapat memberikan informasi yang cukup untuk dilakukan eksperimen secara lengkap dan dapat memberikan hasil yang tetap valid. Dalam penentuan orthogonal array yang diperlukan adalah hasil perhitungan dari derajat kebebasan sebagaimana sebelumnya sudah dilakukan perhitungan. Dalam penentuan Orthogonal Array maka dapat menggunakan software Minitab 16. Tabel 3 menunjukkan hasil Tabel matriks Orthogonal Array L9 (3⁴) dengan menggunakan software Minitab.

Tabel 3. Matrix Orthogonal Array

No. Percobaan	Variable Faktor			
	Faktor A	Faktor B	Faktor C	Faktor D
1	1	1	1	1
2	1	2	2	2
3	1	3	3	3
4	2	1	2	3
5	2	2	3	1
6	2	3	1	2
7	3	1	3	2
8	3	2	1	3
9	3	3	2	1

Pelaksanaan dan Hasil Percobaan

Matriks *orthogonal array* pada Tabel 3 digunakan sebagai acuan dalam percobaan. Kemudian diterjemahkannya kedalam faktor dan nilai level yang sudah ditentukan sebelumnya. Terdapat 9 kali percobaan yang akan dilakukan dengan 4 variabel faktor yaitu variabel faktor 1 adalah jumlah white spirit (kg), variabel faktor 2 adalah jumlah genekyd (kg), variabel faktor 3 adalah jumlah TIO2 (kg), dan variabel faktor 4 adalah temperatur (°C). Untuk lebih detailnya dapat dilihat pada Tabel 4.

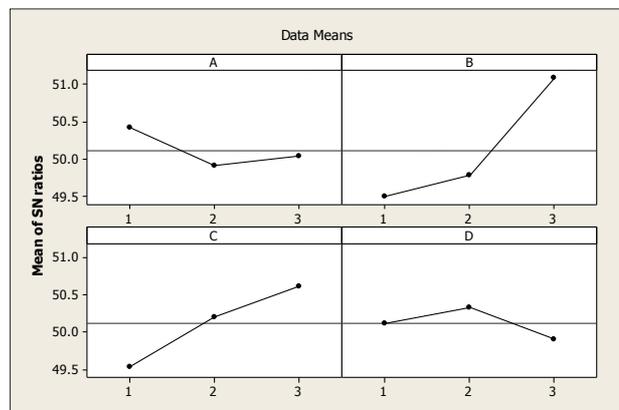
Analisis Hasil Percobaan Metode Taguchi

Pada penelitian ini, karakteristik kualitas nilai viskositas produk yang diinginkan adalah *Nominal is the Best* yaitu nilai derajat keasaman yang akan dituju adalah nilai nominal tertentu (target) yang sudah ditetapkan dari perusahaan, apabila nilai kadar alkohol semakin mendekati nilai nominal maka kualitasnya semakin baik.

Tabel 4. Hasil Percobaan Dengan Metode Taguchi

Trial	Jumlah White Spirit (kg)	Jumlah Genekyd (kg)	Jumlah TIO2 (kg)	Temp. (°C)	V1	V2
1	23,81%	53,35%	17,86%	45	286	291
2	23,81%	54,44%	18,78%	50	332	329
3	23,81%	56,07%	19,51%	55	384	382
4	24,80%	53,35%	18,78%	55	283	290
5	24,80%	54,44%	19,51%	45	315	322
6	24,80%	56,07%	17,86%	50	334	337
7	26,01%	53,35%	19,51%	50	321	320
8	26,01%	54,44%	17,86%	55	280	277
9	26,01%	56,07%	18,78%	45	356	360

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa variabel faktor B mempunyai kemiringan yang paling besar dibandingkan faktor lainnya. Besarnya kemiringan menunjukkan terjadinya efek yang besar terhadap nilai viskositas produk.



Gambar 9. Main Effect Plot for SN Ratio

Dapat disimpulkan bahwa untuk level variabel faktor A yang paling tinggi adalah pada level 1. Pada faktor B yang paling tinggi adalah pada level 3. Pada faktor C yang paling tinggi adalah pada level 3. Pada faktor D yang paling tinggi adalah pada level 2. Pada worksheet Minitab akan muncul tambahan data SNRA (*Signal Noise to Ratio*) dan mean seperti pada Tabel 5.

Pengujian ANOVA

Pengujian ANOVA bertujuan untuk mencari faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap variasi nilai viskositas. Terdapat 2 data yang akan dihitung dengan pengujian ANOVA yaitu nilai SNRA dan Mean. Pengujian SNRA dilakukan untuk mencari kombinasi faktor yang paling optimal, sedangkan *mean* (nilai rata-rata) digunakan untuk mencari faktor yang mempengaruhi hasil percobaan. ANOVA yang digunakan yaitu ANOVA 2 arah (*Two Way ANOVA*) karena data percobaannya terdiri dari dua

faktor atau lebih dan dua level atau lebih. Hasil perhitungan ANOVA 2 arah terhadap SNRA dan mean dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7.

Tabel 5. SNRA dan Mean

SNRA	MEAN
49,20	288,50
50,38	330,50
51,66	383,00
49,14	286,50
50,06	318,50
50,51	335,50
50,12	320,50
48,90	278,50
51,08	358,00

Dari hasil perhitungan ANOVA pada Tabel , maka untuk nilai SN Ratio menunjukkan bahwa % kontribusi pada nilai error sebesar 35,54% yang berarti semua faktor signifikan mempengaruhi variasi nilai viskositas yang telah dimasukkan ke dalam eksperimen ini, dimana syarat untuk metode Taguchi untuk % kontribusi yaitu $\leq 50\%$. Persentase kontribusi yang paling besar adalah faktor B (jumlah genekyd) sebesar 53,77%. Sehingga faktor B memberikan pengaruh paling besar terhadap nilai viskositas pada produk cat *solvent based*

Tabel 6. Hasil Perhitungan ANOVA Dua Arah terhadap Nilai Mean

Sumber	SS	DF	MS	F Hitung	SS'	Ratio
A	1312,34	2	656,17	29,23	1267,44	6,61
B	12400,69	2	6200,35	276,18	12355,79	64,46
C	4795,37	2	2397,69	106,8	4750,47	24,78
D	457,39	2	228,70	10,19	412,49	2,15
Error	202,05	9	22,45	1	381,65	1,99
SST	19167,84	17	9505,35	423,4		100
Mean	1868283,16	1				
SS Total	1887451	18				

Tabel 7. Hasil Perhitungan ANOVA Dua Arah terhadap Nilai SN Ratio

Sumber	SS	DF	MS	F Hitung	SS'	Ratio
A	0,136	2	0,07	0,46	-0,158	-2,29
B	3,999	2	1,99	13,60	3,705	53,77
C	1,445	2	0,72	4,92	1,151	16,71
D	-0,013	2	-0,01	-0,04	-0,307	-4,46
Error	1,323	9	0,15	1	2,499	35,54
SST	6,89	17	0,93	19,94		100
Mean	22.605,43	1				
SS Total	22612,32	18				

Percobaan Konfirmasi

Nilai viskoitas yang paling optimal diperoleh dari hasil percobaan dengan metode Taguchi yaitu pada percobaan ke-9, karena nilai viskositas yang didapatkan paling mendekati target standar produk cat *solent based* yaitu 350 Cp. Data nilai faktor dan level dari eksperimen kesembilan dapat dilihat pada Tabel 8.

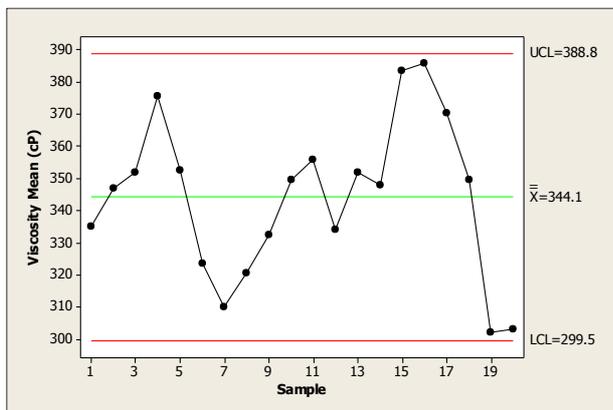
Tabel 8. Level Optimum Dari Faktor

Variabel Faktor	Lambang Faktor	Level Optimum	Lambang Level Faktor	Satuan
-----------------	----------------	---------------	----------------------	--------

Jumlah White Spirit	A	26.01%	3	Kg
Jumlah Genekyd	B	56.07%	3	Kg
Jumlah TIO2	C	18.78%	2	Kg
Temperatur	D	45	1	°C

Peta Kendali Setelah Perbaikan

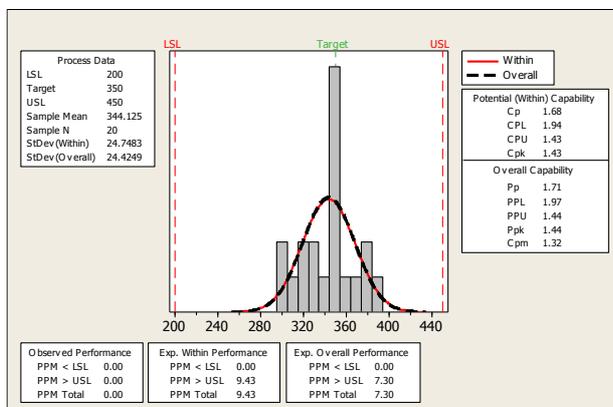
Peta kendali X-bar pada Gambar 10 dari produk cat *solvent based* diketahui bahwa nilai CL adalah 344,1 Cp, nilai LCL adalah 299,5, dan nilai UCL adalah 388,80. Hal ini menunjukkan bahwa nilai viskositas produk cat *solvent based* sudah terkendali secara statistic, karena tidak ada nilai viskositas yang berada diluar batas UCL dan LCL.



Gambar 10. Peta Kendali X-Bar

Kapabilitas Proses Setelah Perbaikan

Nilai indeks kapabilitas proses pada Gambar 11 menunjukkan bahwa $C_p=1,68$ dan $C_{pk}=1,43 > 1$, maka proses pembuatan cat *solvent based* dikatakan *capable*. Hal ini dikarenakan rata-rata proses dan distribusi proses mampu memenuhi batas spesifikasi dan nilai C_{pk} menunjukkan bahwa batas six sigma seluruhnya berada didalam batas spesifikasi. Selain itu juga terdapat peningkatan kualitas setelah dilakukan perbaikan dengan menggunakan metode Taguchi.



Gambar 11. Histogram Kapabilitas Proses

Persentase RFT Setelah Perbaikan

Setelah diterapkannya metode Taguchi pada proses pembuatan cat *solvent based* maka terjadi peningkatan jumlah rata-rata

persentase produk RFT selama 2 bulan terakhir adalah 81,62%. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan jumlah faktor yang mempengaruhi persentase produk RFT setelah dilakukannya perbaikan. Adapun faktor yang mengalami penurunan adalah *dilution* dari yang sebelumnya sebesar 37,92% menjadi 16,31%

KESIMPULAN

Keimpulan dari hasil penelitian ini yaitu terjadi peningkatan persentase produk RFT sebesar 5,78% dari sebelumnya yaitu sebesar 75,84%, menjadi 81,62% setelah dilakukan perbaikan. Hal ini disebabkan karena adanya peningkatan kualitas pada nilai viskositas pada produk cat *solvent based* setelah diterapkannya metode Taguchi, sehingga diperoleh setting level optimum untuk masing-masing faktor yang mempengaruhi nilai viskositas. Peningkatan persentase produk RFT ini membuat produktivitas perusahaan juga meningkat. Saran yang diajukan untuk penelitian selanjutnya adalah melakukan analisis terhadap faktor-faktor lain yang berpengaruh pada jumlah produk RFT yang belum dilakukan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Mitra, *Fundamentals of quality control and improvement*, Third Edit. John Wiley & Sons, 2016.
- [2] A. V. Feigenbaum, *Total Quality Control*, Third Edit. Singapore: Mc Graw Hill Book, 1991.
- [3] D. C. Montgomery, *Introduction to Statistical Control Quality Control*, 5th Editio. Hoboken NJ: Wiley, 2004.
- [4] S. Assauri, *Manajemen Operasi dan Produksi*, Edisi keti. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2016.
- [5] J. M. Juran, *Juran on leadership for quality*. New York: Simon and Schuster, 2003.
- [6] S. Muis, *Metodologi Six Sigma Teori dan Aplikasi di Lingkungan Pabrikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014.
- [7] S. Taguchi, Genichi, Chowdhury and W. Yuin, *Taguchi's Quality Engineering Handbook*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2005.
- [8] R. Rakasita, B. W. Karuniawan, and A. I. Juniani, "Optimasi Parameter Mesin Laser Cutting Terhadap Kekasaran Dan Laju Pemotongan Pada Sus 316l Menggunakan Taguchi Grey Relational Analysis Method," *J@TI UNDIP J. Tek. Ind.*, vol. 11, no. 2, pp. 97–106, 2016.
- [9] A. Anantama, N. B. Puspitasari, and A. Arvianto, "Menentukan Kombinasi Optimal Parameter Coffee Roasting Untuk Mendapatkan Roasted Bean Dengan Tingkat Kematangan Medium Roast Menggunakan Metode Taguchi," *J@TI UNDIP J. Tek. Ind.*, vol. 10, no. 3, pp. 163–168, 2015.
- [10] N. Irawati, N. T. Putri, and A. H. B. Adi, "Strategi Perencanaan Jumlah Material Tambahan dalam Memproduksi Semen dengan Pendekatan Taguchi untuk Meminimalkan Biaya Produksi (Study Kasus PT Semen Padang)," *J. Optimasi Sist. Ind.*, vol. 14, no. 1, pp. 176–191, 2016.
- [11] M. S. Effendi, A. M.K., and A. Hendrawan, "Peningkatan Kekuatan Puntir Produk Baling-Baling Kapal Bahankuningan Dengan Pendekatan Metode Taguchi Pada Industri Kecil Pengcoran Negara Kandungan Kalimantan Selatan," *J. Spektrum Ind.*, vol. 12, no. 1, pp. 29–41, 2014.
- [12] M. Hartono, "Meningkatkan mutu produk plastik dengan metode taguchi," *J. Tek. Ind.*, vol. 13, no. 1, pp. 93–100, 2012.
- [13] R. Purwaningsih, N. Utami, and H. Kuncara, "Penentuan Parameter Permesinan Terbaik Untuk Meminimasi Penyimpangan Geometri Kesilindrisan Baut Segienam J-01

- Dengan Metode Taguchi,” *J@TI UNDIP J. Tek. Ind.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–9, 2006.
- [14] J. Julianingsih, D. A. Y. Aysia, and D. Soegianto, “Penentuan Komposisi Bahan Baku Optimal Produk Kecap X Dengan Metode Taguchi,” *J. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 121–133, 2005.
- [15] J. Julianingsih and F. Prasetyo, “Penentuan Kondisi Pengolahan dan Penyajian Bumbu Rawon Instan Bubuk Dengan Metode Taguchi,” *J. Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, pp. 90–100, 2004.