

USULAN PERBAIKAN PADA WORKSTATION PEMECAHAN KACANG KEDELAI UNTUK MEMINIMASI DEFECT PADA PROSES KERING PRODUKSI TEMPE MENGGUNAKAN METODE SIX SIGMA

PROPOSED IMPROVEMENT IN SOYBEAN CRACKING WORKSTATION TO MINIMIZE DEFECT ON DRY PROCESS OF TEMPEH PRODUCTION USING SIX SIGMA METHOD

Muhammad Yogaswara Wiraditya¹, Rino Andias Anugraha², Muhammad Iqbal³

^{1, 2, 3}Program Studi Teknik Industri, Fakultas Rekayasa Industri, Telkom University

yogaswara@telkomuniversity.ac.id, rinoandias@telkomuniversity.ac.id,
muhiqbal@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Rumah Tempe Zanada (RTZ) merupakan Usaha Kecil Menengah (UKM) yang memproduksi tempe. RTZ merupakan anak perusahaan dari Rumah Tempe Indonesia. RTZ memproduksi tempe dengan menggunakan proses kering produksi tempe. Menurut data perusahaan pada proses kering produksi tempe terdapat defect sebanyak 14.5%. Defect terbesar adalah defect kedelai pecah menjadi bubuk pada proses pemecahan kedelai. Penelitian ini menggunakan metode six sigma untuk meminimasi defect kedelai menjadi bubuk. Tahapan yang dilakukan dalam menerapkan metode six sigma menggunakan model DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). Tahap define melakukan analisis CTQ, SIPOC, dan membuat diagram pareto untuk menentukan tujuan serta batasan penelitian. Tahap Measure menghitung kapabilitas proses dengan mencari nilai DPMO dan sigma level. Analisis pareto untuk menentukan defect priority dilakukan pada tahap measure. Tahap analyze menggunakan metode Delphi untuk mengidentifikasi akar permasalahan penyebab defect pada proses pemecahan kedelai. Pada tahap improve menggunakan pendekatan Design of Experiment (DOE) dengan menggunakan metode Taguchi untuk mendapatkan parameter optimum. Objective function yang digunakan dalam menerapkan metode Taguchi adalah smaller-the-better. Orthogonal array yang digunakan adalah kombinasi 3 faktor dengan masing-masing memiliki 3 level dengan jumlah eksperimen 9 yang dilakukan 3 kali uji coba. Analysis of Variance (ANOVA) dilakukan untuk mendapatkan presentase kontribusi dari parameter yang terpilih. Usulan perbaikan berupa usulan untuk proses dapat mencapai parameter optimum.

Kata kunci: Produksi Tempe, Six Sigma, CTQ, Delphi, Design Of Experiment, Taguchi

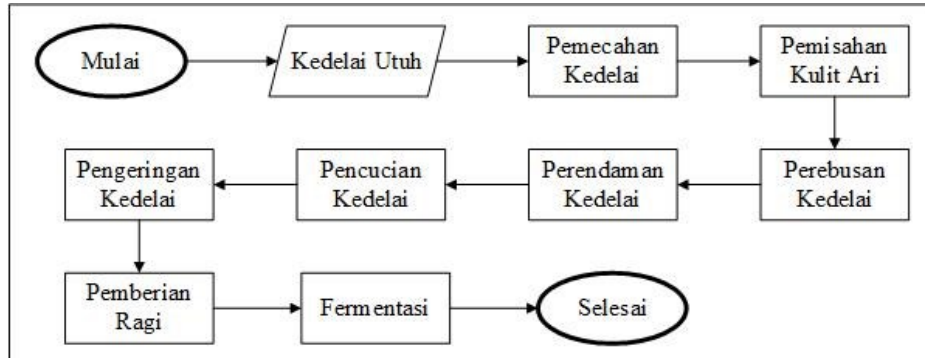
Abstract

Rumah Tempe Zanada (RTZ) is a Small and Medium Enterprises (SMEs) producing tempeh. RTZ is a subsidiary of Rumah Tempe Indonesia. RTZ produces tempeh using dry process of tempe production. According to company data on the dry process of tempeh production there is a defect of 14.5%. Defect is the largest defect of soybeans broken into powder in the process of solving soybeans. This research uses six sigma method to minimize the defect of soybean into powder. Stages performed in applying the six sigma method using DMAIC model (Define, Measure, Analyze, Improve, Control). The define phase performs a CTQ, SIPOC, and pareto diagram to determine the objectives and limits of the study. The Measure stage calculates the process capability by finding DPMO and sigma level values. Pareto analysis to defect priority is done at phase measure. The analysis phase uses the Delphi method to identify the root cause of the defect in the soy-breaking process. At the improve stage use the Design of Experiment (DOE) approach using Taguchi method to get the optimum parameter. The objective function used in applying the Taguchi method is smaller-the-better. Orthogonal array used is a combination of 3 factors with each having 3 levels with the number of experiments 9 conducted 3 times trial. Analysis of Variance (ANOVA) is done to obtain the contribution percentage of selected parameters. Proposed improvements in the form of proposals for the process can achieve optimum parameters.

Keywords: Production of Tempe, Six Sigma, CTQ, Delphi, Design Of Experiment, Taguchi.

1. Pendahuluan

Rumah Tempe Zanada melakukan inovasi pada proses pengolahan tempe. Inovasi yang dilakukan adalah memodifikasi mesin pemecah kacang kedelai. Kacang kedelai yang semula dipecah dalam keadaan basah, dengan menggunakan mesin inovasi dari RTZ, kacang kedelai dipecah dalam keadaan kering. Perendaman dan perebusan kacang kedelai dilakukan setelah proses pemecahan menggunakan mesin ini. Oleh sebab itu, kacang kedelai terbelah menjadi 2 dan kulit ari terpisah dalam keadaan kering.



Gambar 1 Flowchart proses kering produksi tempe

Hasil observasi proses kering produksi tempe yang dilakukan di Rumah Tempe Zanada mencatat, terdapat 15% kedelai cacat dalam 1 siklus pengolahan tempe. Diketahui, sebanyak 70 kg kedelai yang diproses, terdapat sebanyak 9.8 kg kacang kedelai yang menjadi bubuk dan terdapat kulit ari yang tidak terlepas dari kedelai. Sehingga untuk kedelai yang menjadi serbuk akan dibuang dan kulit ari yang tidak terlepas akan dilakukan rework. Dari permasalahan tersebut, perlu dilakukan penelitian untuk meminimasi defect pada proses kering produksi tempe di Rumah Tempe Zanada. Karena permasalahan diatas, terjadi loss pada proses kering produksi tempe yang diperlukan perbaikan.

Menurut Brue dan Howes (2006), six sigma merupakan filosofi manajemen dan strategi serta metodologi pemecahan masalah dan perbaikan yang dapat diterapkan pada setiap jenis proses untuk menghilangkan akar penyebab masalah dari defect. Salah satu model dari pendekatan six sigma adalah DMAIC. Model DMAIC mengacu pada lima tahap yang saling berhubungan (define, measure, analyse, improve and control) yang secara sistematis membantu organisasi memecahkan masalah dan memperbaiki prosesnya (Jirasukprasert et al., 2012). Oleh sebab itu penelitian ini akan menerapkan metode six sigma dengan menggunakan tahapan model DMAIC untuk meminimasi defect pada proses kering produksi tempe di Rumah Tempe Zanada.

2. Dasar Teori dan Metodologi

2.1 Six Sigma

Six sigma merupakan sebuah pendekatan untuk meningkatkan produksi, produktivitas, dan kualitas yang diusulkan oleh Motorola pada tahun 1980. Nama sigma berasal dari Greek Alphabet, yaitu sigma (σ) yang merupakan simbol yang digunakan untuk mengukur variasi dalam proses atau output [1] (Jirasukprasert et al., 2012). Menurut (Tannady H., 2015, p. 16) six sigma adalah sebuah filosofi bagi perbaikan berkelanjutan dengan terus mereduksi produk defect dan merupakan alat teknis dalam mengukur jumlah cacat per 1 juta produk yang dihasilkan. Dalam hal ini six sigma merupakan metode teknis memiliki orientasi pendekatan statistik terhadap perhitungan cacat produk. Six Sigma secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, dan analisis statistik, serta perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki dan menanamkan kembali proses bisnis.

1) DPMO & Sigma Level

Defects per Million Opportunities (DPMO) adalah indikator efektif untuk mengukur kualitas proses. DPMO mengacu pada rata-rata cacat per 1.000.000 cacat. Dibandingkan dengan Defect per Units (DPU) dan Defect per Opportunities (DPO) mengadopsi konsep cacat yang memperkaya isi pengukuran, lebih mencerminkan kualitas proses dan mendorong perbaikan terus-menerus [3].

2) DMAIC

DMAIC (define, measure, analys, improvement, control) merupakan pendekatan khusus dari metode six sigma untuk memperbaiki proses dan kualitas. Model DMAIC digunakan untuk meneliti cacat, akar permasalahan, dan

menyediakan solusi untuk mengurangi atau menghilangkan cacat. Model DMAIC mengacu pada lima tahap yang saling berhubungan yang membantu organisasi menyelesaikan masalah dan memperbaiki proses [1].

- **Define**

Menentukan kebutuhan pelanggan dan proses menentukan ruang lingkup dan tujuan penelitian untuk dilakukan perbaikan yang sesuai [4](Antony et al., 2012).

- **Measure**

Langkah operasional dalam program peningkatan kualitas Six Sigma. Terdapat tiga hal pokok yang harus dilakukan dalam tahap ini, yaitu: (1) memilih dan menentukan Critical to Quality (CTQ) kunci yang berhubungan langsung dengan kebutuhan spesifik customers; (2) mengembangkan suatu rencana pengumpulan data melalui pengukuran yang dapat dilakukan pada tingkat proses, input, dan output; (3) mengukur kinerja pada tingkat proses, input dan output [5] (Hartoyo et al., 2017)

- **Analyze**

Proses penentuan akar penyebab masalah (defect), memahami mengapa defect telah terjadi serta membandingkan dan memprioritaskan kesempatan untuk kemajuan lebih baik [6] (Rahman et al., 2017).

- **Improve**

Bertujuan untuk mengidentifikasi, menguji dan menerapkan solusi untuk masalah tersebut [7] (Sehgal and Kaushish, 2015).

- **Control**

Pada tahap ini akan dilakukan mengontrol dan dipertahankan perbaikan dari waktu ke waktu (Shaikh and Kazi, 2015)

2.2 Design of Experiment (DOE)

Teknik DOE berguna untuk memunculkan efek dari variabel tersembunyi, dan mempelajari kemungkinan efek dari variabel selama proses desain dan pengembangan. terdapat tiga pendekatan utama DOE dalam praktiknya yaitu full factorial atau tradisional, metode Taguchi, dan metode Shainin (Konda et al., 1999).

Percobaan full factorial adalah eksperimen yang desainnya terdiri dari dua atau lebih faktor, masing-masing dengan tingkat kemungkinan diskrit dan unit eksperimen mana yang mengambil semua kemungkinan kombinasi dari semua tingkat di semua faktor tersebut. Percobaan semacam itu memungkinkan mempelajari pengaruh masing-masing faktor terhadap variabel respon, serta pengaruh interaksi antara faktor pada variabel respon (Athreya and Venkatesh, 2012).

2.3 Metode Taguchi

Full factorial memerlukan sejumlah besar percobaan untuk dilakukan seperti yang dinyatakan di atas. Ini menjadi sulit dan rumit, jika jumlah faktor meningkat. Untuk mengatasi masalah ini, Taguchi menyarankan sebuah metode yang dirancang khusus yang disebut penggunaan orthogonal array untuk mempelajari keseluruhan ruang parameter dengan jumlah percobaan yang lebih sedikit yang harus dilakukan. Taguchi demikian, merekomendasikan penggunaan fungsi kerugian untuk mengukur karakteristik kinerja yang menyimpang dari nilai target yang diinginkan. Nilai dari fungsi kerugian ini selanjutnya ditransformasikan menjadi signal-to-noise ratio (S/N ratio). Biasanya, ada tiga kategori quality characteristic atau objective function untuk menganalisa rasio S/N. Mereka adalah: nominal-the-best, bigger-the-better, smaller-the-better.

2.4 Metode Delphi

Teknik delphi diterapkan sebagai alat dan metode untuk membangun konsensus menggunakan serangkaian kuesioner untuk pengumpulan data dari panel peserta yang terpilih (Habibi, Sarafrazi and Izadyar, 2014).

2.5 Analysis of Variance

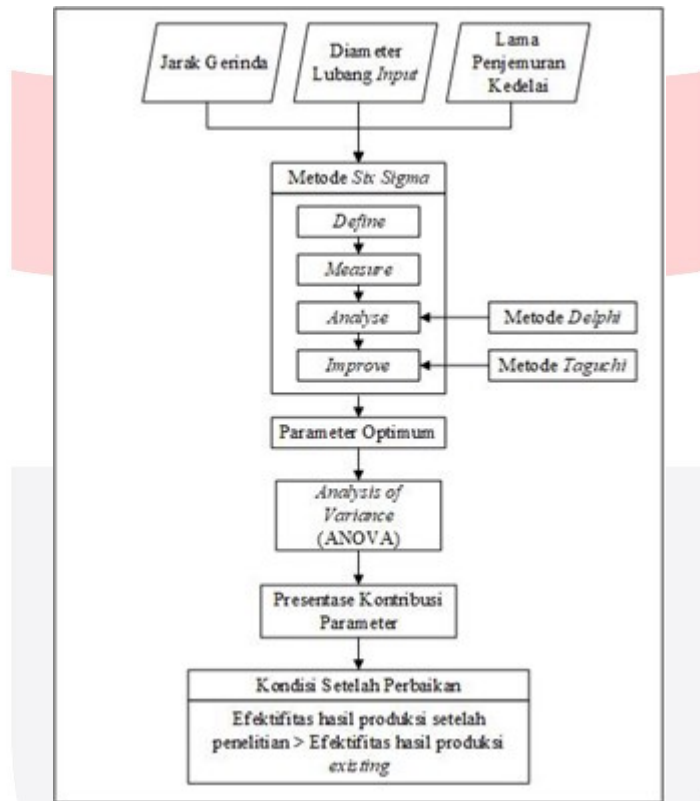
Analysis Of Variance (ANOVA) adalah metode yang paling umum digunakan untuk analisis GR & R. ANOVA untuk GR & R dilakukan dengan nomor N operator dan jumlah M bagian acak. Bagian-bagian tersebut diberi label pertama untuk tujuan identifikasi dan operator akan melakukan pengukuran bagian-bagian dengan nomor L replikasi. Untuk tingkat kepercayaan tertentu, Minitab dapat menghitung kontribusi dari operator (reproduktifitas), dari variasi bagian-ke-bagian, dari peralatan pengukuran (pengulangan), dan dari interaksi antara operator dan suku cadang. R & R adalah jumlah pengulangan dan reproduktifitas (Zhan and Ding, 2016). Dalam mencari kontribusi dari parameter dengan cara menghitung total dari sums of the squares (SS). berikut adalah rumus untuk mencari SS.

2.6 Diagram Pareto

Diagram pareto banyak digunakan untuk mengidentifikasi area kritis, proses pembuatan cacat pada setiap tahap sabuk produksi telah diprioritaskan dengan mengaturnya dalam penurunan urutan kepentingan (Ahmed and Ahmad, 2011).

2.7 Model Konseptual

Model konseptual merupakan suatu dasar pemikiran mengenai konsep pada sebuah penelitian. Berikut merupakan model konseptual penelitian ini yang diilustrasikan pada Gambar 2.



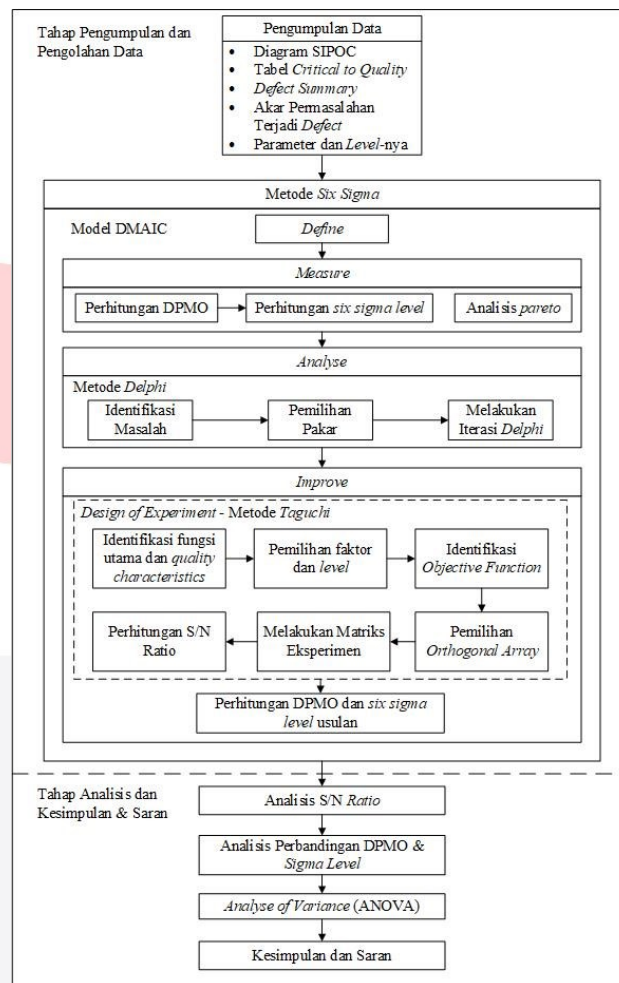
Gambar 2 Model Konseptual

Penelitian ini bertujuan merancang usulan perbaikan untuk meminimasi defect pada proses kering produksi tempe di Rumah Tempe Zanada. Metode Six Sigma diterapkan dengan menggunakan model DMAIC untuk tercapainya tujuan dari penelitian ini. Pada tahap define, akan mengidentifikasi ruang lingkup penelitian dan batasan penelitian, kebutuhan konsumen, dan tujuan penelitian. Pada tahap measure, akan dilakukan perhitungan nilai DPMO dan sigma level berdasarkan data defect yang terdapat pada proses pemecahan aktual. DPMO dan sigma level digunakan sebagai pembandingan nilai kapabilitas yang terjadi dari proses aktual dengan proses usulan hasil penelitian. Berdasarkan data defect yang didapat dari hasil pengamatan proses aktual akan dilakukan analisis pareto untuk mendapatkan defect priority yang akan diminimasi pada penelitian ini. Setelah itu, akan diidentifikasi akar permasalahan penyebab terjadinya defect menggunakan metode Delphi. Akar permasalahan yang didapat akan diilustrasikan dengan menggunakan cause-and-effect diagram pada tahap analyze. Pada tahap improve akan melakukan eksperimen dengan pendekatan design of experiment menggunakan metode Taguchi. Keluaran yang dihasilkan dengan penerapan metode Taguchi adalah parameter optimum dari proses pemecahan kedelai. Kemudian, dengan perhitungan Analysis of Variance (ANOVA) akan didapatkan presentase kontribusi dari kombinasi parameter optimum.

2.8 Sistematika Penyelesaian Masalah

Sistematika pemecahan masalah merupakan alur atau tahapan proses yang menggambarkan cara untuk menyelesaikan masalah dalam suatu penelitian yang dilakukan secara sistematis. Pada penelitian ini, sistematika pemecahan masalah akan dilakukan pengumpulan data yang dibutuhkan untuk pengolahan data. Kemudian pengolahan data dilakukan berdasarkan tahapan model DMAIC metode six sigma. Hasil dari penerapan metode six sigma model DMAIC, akan dilakukan perhitungan Analysis of Variance untuk mendapatkan presentase kontribusi dari masing-masing parameter optimum. Setelah itu akan dilakukan analisis hasil pengolahan data.

Kemudian akan dirangkum kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilakukan. Gambar 3 menunjukan sistematika pemecahan masalah dari penelitian yang dikaji.



Gambar 3 Sistematika Penyelesaian Masalah

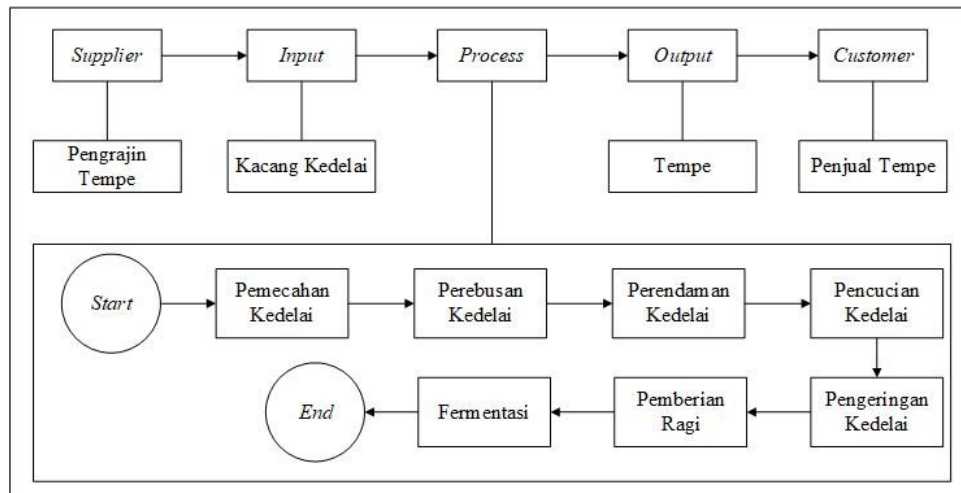
1. Pembahasan

3.1 Define

Define merupakan tahap awal dalam model DMAIC yang bertujuan untuk mengumpulkan data dan ditampilkan sehingga dapat digunakan untuk pengolahan data pada tahap measure, analyse, dan improve. Data yang disajikan pada tahap ini adalah ruang lingkup dan batasan penelitian, kebutuhan customer, tujuan penelitian, Critical to Quality, SIPOC. Semua data yang dikumpulkan pada tahap ini dirangkum dengan project charter. Berikut tabel I menunjukan CTQ dari proses pemecahan kedelai, gambar 3 menunjukan diagram SIPOC, dan table II menunjukan project charter.

Tabel 1 Critical to Quality

CTQ Kunci	CTQ Potensial	Deskripsi	Cara Pengujian	Tindakan Jika Tidak Sesuai
Kesesuaian Visual Produk	Ketepatan Bentuk Produk	Kacang kedelai terbelah 2 sempurna	Dengan melakukan pengayakan pada hasil pemecahan	Scrap
	Kebersihan Produk	Kulit ari terlepas dari kacang kedelai	Dengan Melihat produk secara visual	rework



Gambar 4 Diagram SIPOC

Tabel 2 Project Charter

Project Title: Usulan perbaikan untuk meminimasi <i>defect</i> pada proses kering produksi tempe	
Background: Hasil pemecahan kedelai menggunakan proses kering ditolak oleh <i>customer</i> karena terdapat beberapa jenis <i>defect</i> . Masalah ini menyebabkan kerugian untuk pengrajin tempe, seperti harga tempe menjadi naik untuk menutupi kehilangan kedelai akibat <i>defect</i> .	
Project Goal: Meminimasi <i>defect</i> yang terjadi pada proses kering produksi tempe	
Voice of the Customer:	Harga Tempe
Project Boundary:	Berfokus pada <i>Workstation</i> pemecahan kedelai
Team Member:	Operator mesin pemecah kedelai, Peneliti.
Expected Financial Benefits:	Menghemat biaya dengan adanya pengurangan <i>defect</i>
Expected Customer Benefit:	Mendapatkan tempe sesuai ekspektasi

3.2 Measure

Hasil pada perhitungan DPMO dan sigma level proses pemecahan kedelai, dapat diketahui nilai sigma yang diperoleh adalah 2.976 dan DPMO adalah 70000. Hasil tersebut menerangkan bahwa dalam produksi 1000000 gram kacang kedelai dalam proses pemecahan kedelai berkesempatan terjadi *defect* 70000 gr. Berikut table III menunjukkan hasil perhitungan nilai DPMO dan six sigma aktual dari proses pemecahan kedelai kering di Rumah Tempe Zanada.

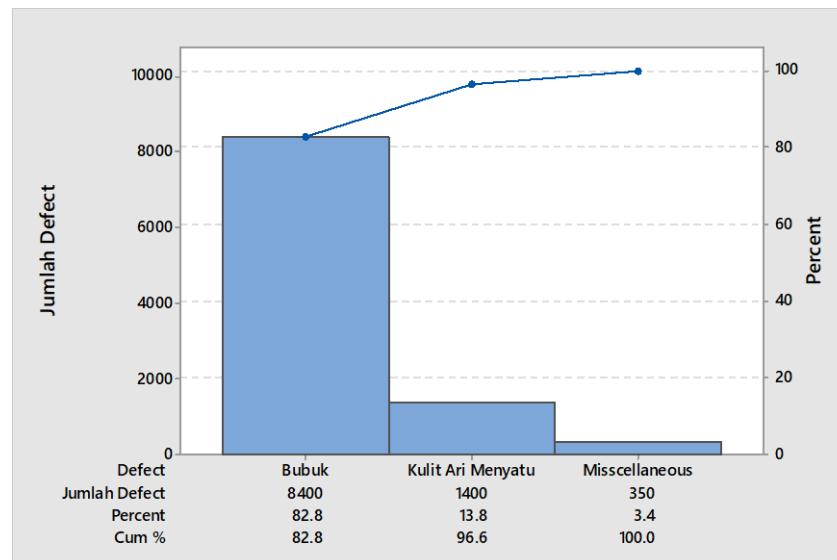
Tabel 3 Hasil DPMO dan Sigma Level

Jumlah Produksi	Jumlah <i>Defect</i>	Jumlah CTQ potensial	DPU	DPO	DPMO	Level Sigma
70000	9800	2	0.14	0.07	70000	2.976

Diagram pareto digunakan untuk mengetahui *defect* priority dari proses pemecahan kedelai. Diagram pareto menunjukkan jumlah *defect* dari setiap jenis *defect* yang terdapat pada proses pemecahan kedelai. Dari 70.000 gram kacang kedelai yang diolah pada proses pemecahan, terdapat kedelai menjadi serbuk 8400 gram atau sebanyak 12%, kulit ari masih menyatu dengan kacang kedelai 1400 gram atau sebanyak 2 %, dan *defect* kategori miscellaneous 350 gram sebanyak 0,5%. Kategori miscellaneous merupakan *defect* yang terjadi selain dari kriteria pada tabel CTQ. Berikut Tabel IV menunjukkan data jenis dan jumlah *defect* dan gambar 4 menunjukkan diagram pareto.

Tabel 4 Defect Summary

Jenis <i>defect</i>	Jumlah <i>Defect</i>	Presentase <i>Defect</i>
Kedelai Menjadi Serbuk	8400 gr	12%
Kulit Ari masih menyatu	1400 gr	2%
Miscellaneous	350 gr	0,5%

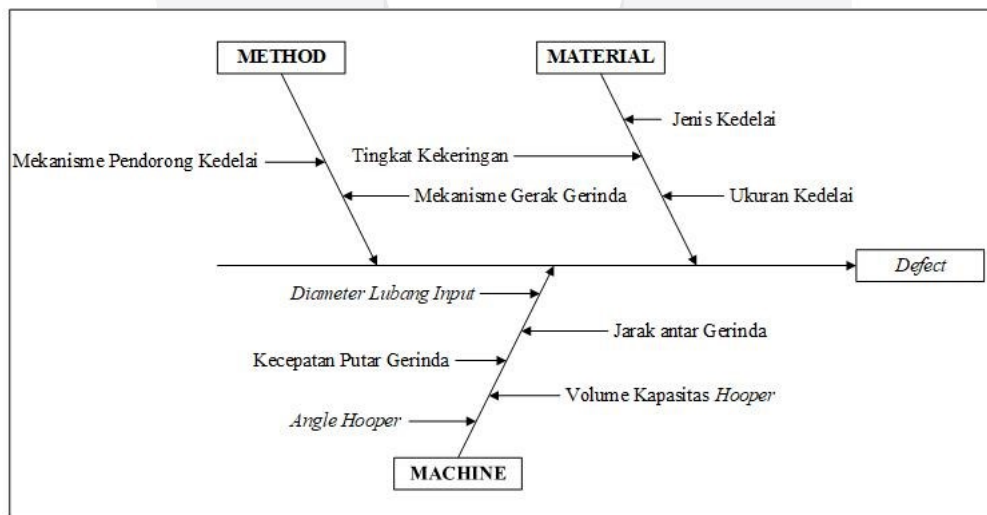


Gambar 5 Diagram Pareto

Berdasarkan diagram *pareto* diatas, dapat dilihat untuk kategori *defect* kedelai menjadi serbuk sebesar 82,2% dari total keseluruhan *defect*. *Defect* ini merupakan *defect* yang paling kritis yang dapat menyebabkan kerugian pengrajin tempe yang perlu dihilangkan. Oleh sebab itu, penelitian ini akan berfokus untuk mengurangi *defect* kedelai menjadi serbuk.

3.3 Analyse

Pada Tahap *measure*, telah didapatkan bahwa *defect priority* pada penelitian ini adalah *defect* kacang kedelai menjadi bubuk. Pada tahap *analyse* akan mencari akar permasalahan penyebab terjadinya *defect* tersebut. Metode *Delphi* diterapkan untuk mengidentifikasi akar permasalahan penyebab *defect*. Metode *Delphi* mencari pakar dari suatu penelitian untuk mendapatkan tujuan yang diinginkan. Setelah mendapatkan akar permasalahan penyebab terjadinya *defect*, data tersebut akan ditampilkan menggunakan *tools cause-and-effect diagram*. Berikut merupakan diagram *cause-and-effect* dari proses pemecah kedelai kering.

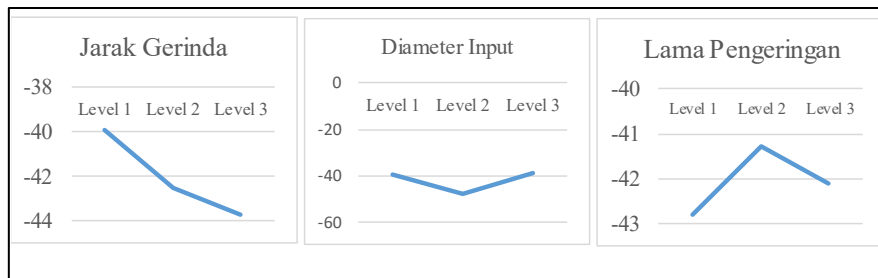


Gambar 6 Diagram Cause-and-effect

3.5 Improve

Tahap *improve* pada penelitian ini akan melakukan *design of experiment* menggunakan metode Taguchi. Berikut merupakan tahapan penyelesaian menggunakan metode Taguchi. Fungsi utama pada penelitian ini adalah proses pemecahan kacang kedelai, *characteristic quality* adalah *defect*, dan *testing tools* menggunakan timbangan. parameter dan level-nya yang didapat dari *brainstorming* yang dilakukan yaitu jarak antar gerinda yang memiliki 3 level yaitu 1 mm, 0.9 mm, dan 0.8 mm; Diameter lubang input kedelai dengan 3 level yaitu 21 mm, 19 mm, dan 25 mm; dan lama pengeringan kedelai dengan 3 level yaitu 0 hari, 1 hari, dan 3 hari. Pada tahap perancangan

orthogonal array, akan menggunakan software minitab untuk mendapatkan tabel orthogonal array yang digunakan berdasarkan faktor dan level-nya yang sudah diidentifikasi. Dengan memasukan jumlah faktor sebesar 3 dan jumlah level sebesar 3 maka didapatkan rancangan orthogonal Array L9. Setelah melakukan eksperimen, selanjutnya menghitung *S/N ratio* untuk mendapatkan parameter optimum. Berikut hasil penerapan metode *Taguchi*.



Gambar 7 Grafik S/N ratio

Dari ketiga nilai optimum *value* yang telah didapatkan dari masing-masing faktor, maka didapatkan parameter optimum untuk melakukan proses pemecahan kacang kedelai dengan menghasilkan *defect* minimum. Berikut **Error! Reference source not found.** menyajikan data parameter optimum untuk proses pemecahan kedelai.

Tabel 5 Parameter Optimum

Faktor	Level Optimum
Jarak antar gerinda	1 mm
Diameter lubang input	25 mm
Lama penjemuran Kedelai	1 hari

Pada tahap ini akan dilakukan *analysis of variance* (ANOVA). Pada dasarnya, perhitungan ANOVA adalah menghitung total dari *sums of the squares* (SS_t). SS_t merupakan penjumlahan dari SS masing-masing parameter. Perhitungan SS_t digunakan untuk mencari presentase kontribusi dari setiap faktor yang dijadikan parameter. Data yang akan diolah pada perhitungan SS dari setiap parameter adalah *S/N ratio* yang telah dilakukan pada bab **Error! Reference source not found.** berikut **Error! Reference source not found.** tabel yang menampilkan hasil perhitungan dari *sums of the squares* per parameter dan totalnya SS_t .

Tabel 6 Presentase kontribusi parameter

Parameter	SS	SS%
Jarak antar gerinda	7.51	13%
Diameter lubang input	51.25	85%
Lama penjemuran kedelai	1.19	2%
Total	59.96	100%

Dapat dilihat dari tabel diatas bahwa pada proses pemecahan kedelai, faktor jarak antar gerinda memiliki presentasi kontribusi sebesar 13%, diameter lubang *input* 85%, dan lama penjemuran sebesar 2%. Sehingga dapat disimpulkan berdasarkan hasil perhitungan SS , bahwa parameter atau faktor yang paling berpengaruh adalah diameter lubang *input* dengan presentase 85%.

2. Kesimpulan

Pada proses kering produksi tempe kategori faktor yang mempengaruhi terhadap proses pemecahan kedelai adalah *machine*, *method*, dan *material*. Pada kategori *machine* faktornya adalah *angle hopper*, volume kapasitas *hopper*, kecepatan putar gerinda, jarak antar gerinda, dan diameter lubang input. Pada kategori *method* faktornya adalah mekanisme pendorong kedelai dan mekanisme gerak gerinda. Pada kategori *material* faktornya adalah jenis kedelai, tingkat kekeringan kedelai, dan ukuran kedelai. Pada proses pemecahan kacang kedelai faktor yang paling mempengaruhi adalah diameter lubang *hopper*. Karena diameter lubang *hopper* menentukan debit kedelai yang masuk ke fase pemecahan kedelai.

Daftar Pustaka