

**Penerapan *Six Sigma* dalam Rancangan Percobaan Faktorial untuk
Menentukan *Setting* Mesin Produksi Air Mineral**



SKRIPSI

Disusun oleh :

Muhammad Nugroho Karim Amrullah

24010211130044

JURUSAN STATISTIKA

FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2015

**Penerapan *Six Sigma* dalam Rancangan Percobaan Faktorial untuk
Menentukan *Setting* Mesin Produksi Air Mineral**

Oleh :

Muhammad Nugroho Karim Amrullah

24010211130044

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Statistika pada Jurusan Statistika

**JURUSAN STATISTIKA
FAKULTAS SAINS DAN MATEMATIKA
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

SEMARANG

2015

HALAMAN PENGESAHAN I

Judul : Penerapan *Six Sigma* dalam Rancangan Percobaan Faktorial
untuk Menentukan *Setting* Mesin Produksi Air Mineral

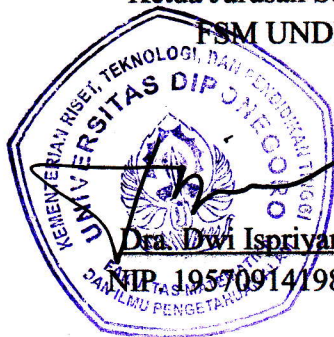
Nama : Muhammad Nugroho Karim Amrullah

NIM : 24010211130044

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 15 Desember 2015 dan dinyatakan lulus pada tanggal 29 Desember 2015.

Semarang, 29 Desember 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan Statistika
FSM UNDIP



Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si
NIP. 195709141986032001

Panitia Penguji Tugas Akhir
Ketua,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Rukun Santoso'.

Drs. Rukun Santoso, M.Si
NIP. 196502251992011001

HALAMAN PENGESAHAN II

Judul : Penerapan *Six Sigma* dalam Rancangan Percobaan Faktorial
untuk Menentukan *Setting* Mesin Produksi Air Mineral

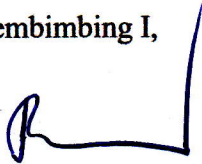
Nama : Muhammad Nugroho Karim Amrullah

NIM : 24010211130044

Telah diujikan pada sidang Tugas Akhir tanggal 15 Desember 2015.

Semarang, 29 Desember 2015

Pembimbing I,



Prof. Drs. Mustafid, M.Eng. Ph.D
NIP. 195505281980031002

Pembimbing II,



Sugito S.Si, M.Si
NIP. 197610192005011001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Penerapan *Six Sigma* dalam Rancangan Percobaan Faktorial untuk Menentukan *Setting* Mesin Produksi Air Mineral” Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dra. Dwi Ispriyanti, M.Si selaku Ketua Jurusan Statistika Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Semarang.
2. Prof. Drs. Mustafid, M.Eng. Ph.D sebagai pembimbing I yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Bapak Sugito, S.Si, M.Si sebagai pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dan semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Semarang, Desember 2015

Penulis

ABSTRAK

Setting mesin merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi tingginya cacat pada air mineral dalam kemasan. Penentuan *setting* mesin yang optimal diperlukan untuk mengurangi cacat yang terjadi. Metode *Six Sigma* DMAIC (*define, measure, analyze, improve, control*) dalam rancangan percobaan faktorial dapat digunakan untuk mengetahui *setting* mesin optimal. Penelitian yang dilakukan di PT Sekar Sari ini menemukan kombinasi *setting* tekanan dan suhu yang paling optimal pada mesin sehingga, cacat yang dihasilkan mengalami penurunan setelah diterapkan *setting* pada suhu dan tekanan optimal. Level sigma mengalami kenaikan sebesar 0,89 sigma yaitu dari 2,47 sigma menjadi 3,36 sigma dan persentase COPQ (*cost of poor quality*) mengalami penurunan sebesar 3,64%.

Kata Kunci : *Six Sigma*, DMAIC, Rancangan percobaan faktorial, COPQ.

ABSTRACT

Machine setting is one of the factors which affects the high defects of mineral water cup. The determination of the optimal machine setting is needed to reduce the defects that occur. Six Sigma DMAIC (define, measure, analyze, improve, control) method in the factorial experimental design can be used for determining the optimal machine setting. This research, which is conducted in PT Sekar Sari, found the most optimal combination of pressure and temperature setting of the machine, so that the defects generated are decreasing after optimal condition treatment. Sigma level increased by 0.89 sigma, from 2,47 sigma to 3,36 sigma and COPQ (cost of poor quality) percentage decreased by 3.64%.

Keywords : Six Sigma, DMAIC, Factorial Design of Experiment, COPQ.

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN I.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN II.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Alur Proses Produksi.....	5
2.2 Definisi Kualitas.....	7
2.3 Pengendalian Kualitas.....	10
2.4 <i>Six Sigma</i>	14
2.5 Diagram Pareto.....	17

2.6	<i>Defect per Million Opportunity (DPMO)</i>	19
2.7	<i>Design of Experiment (DoE)</i>	21
2.8	Uji Normalitas.....	29
2.9	Diagram Pengedali.....	31
2.10	Kapabilitas Proses (Cp, Cpk).....	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Sumber Data.....	37
3.2	Variabel Penelitian.....	37
3.3	Metode Analisis	38
3.4	Diagram Alir Penelitian	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Tahap <i>Pre-Experiment</i>	42
4.2	<i>Define</i>	48
4.3	<i>Measure</i>	51
4.3.1	Grafik Kendali \bar{x} dan R.....	52
4.3.2	Perhitungan Cp dan Cpk Data Penelitian.....	54
4.3.3	DPMO dan Level Sigma.....	55
4.3.4	Perhitungan COPQ.....	56
4.3.5	Diagram Pareto	57
4.4	<i>Analyze</i>	58
4.4.1	Uji Normalitas Data Penelitian	58
4.4.2	Tabel ANOVA	61
4.4.3	Uji Pengaruh Faktor (Uji F).....	63
4.4.4	Uji Normalitas Data Residual	66

4.4.5 Uji Tukey's <i>Honestly Significant Difference</i> (HSD)	67
4.5 <i>Improve</i>	71
4.5.1 Uji Normalitas Data <i>Setting</i> Terbaik.....	71
4.5.2 Grafik Kendali \bar{x} dan R.....	72
4.5.3 Kapabilitas Proses (C_p dan C_{pk}).....	73
4.5.4 DPMO dan Level Sigma.....	74
4.5.5 Perhitungan COPQ.....	75
4.6 <i>Control</i>	76
BAB V KESIMPULAN.....	78
DAFTAR PUSTAKA	80
LAMPIRAN.....	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.2.1. Tingkatan Kualitas.....	8
Gambar 2.4.1. Probabilitas Distribusi Normal	15
Gambar 2.4.2. Pergeseran Rata – Rata $1,5\sigma$ dari Target (T).....	16
Gambar 2.4.3. Proses DMAIC	17
Gambar 2.5.1. Diagram Pareto Jenis Cacat Produksi Tank.....	19
Gambar 2.9.1. Grafik kendali	31
Gambar 2.10.1(a). Proses Sangat Kapabel	35
Gambar 2.10.1(b). Proses Kapabel.....	35
Gambar 2.10.1(c). Proses Tidak Kapabel.....	36
Gambar 3.4.1. Diagram alir penelitian	41
Gambar 4.1.1. Plot normalitas data awal.....	44
Gambar 4.1.2. Grafik kendali \bar{x} dan R	45
Gambar 4.1.3. Grafik Cp dan Cpk data awal.....	46
Gambar 4.3.1. Grafik kendali \bar{x} dan R	53
Gambar 4.3.2. Grafik Cp dan Cpk data cacat	54
Gambar 4.3.3. Diagram Pareto Jenis Cacat Air Mineral	58
Gambar 4.4.1. Plot normalitas data jenis cacat bocor	59
Gambar 4.4.2. Plot normalitas data residual.....	67
Gambar 4.5.1. Plot Normalitas data <i>setting</i> terbaik.....	72
Gambar 4.5.2. Grafik kendali \bar{x} dan R	73
Gambar 4.5.3. Grafik Cp dan Cpk data <i>setting</i> terbaik	74

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.5.1. Data Cacat Produksi Tank.....	18
Tabel 2.6.1. Konversi Sigma ke DPMO.....	20
Tabel 2.7.1. Derajat Bebas	26
Tabel 2.7.2. ANOVA	27
Tabel 3.2.1. Variabel Jenis Cacat.....	38
Tabel 4.2.1. Variabel Jenis Cacat dan Keterangan.....	50
Tabel 4.3.1. Total Cacat dan Total Produksi.....	55
Tabel 4.3.2. Total Jenis Cacat	57
Tabel 4.4.1. <i>Layout</i> Data Penelitian.....	60
Tabel 4.4.2. Derajat Bebas	62
Tabel 4.4.3. ANOVA	63
Tabel 4.4.4. Perbandingan Selisih Rata – Rata dengan Nilai <i>HSD</i>	70
Tabel 4.6.1. Perbandingan DPMO, Level Sigma, Cp, Cpk, dan COPQ.....	77

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data <i>Pre-Experiment</i> , Data Proses Penelitian, dan Data <i>Setting</i> Terbaik	82
Lampiran 2. Output ANOVA Minitab 14 Data Jenis Cacat Bocor.....	91
Lampiran 3. Tabel Distribusi Kumulatif Normal Standar.....	92
Lampiran 4. Tabel Faktor Konstruksi Variabel Grafik Kontrol.....	94
Lampiran 5. Tabel Distribusi F	95
Lampiran 6. Tabel Tukey's HSD (<i>studentized rank</i>).....	100

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas dari sebuah produk yang dihasilkan oleh suatu perusahaan akan sangat berpengaruh terhadap kelangsungan perusahaan tersebut. Faktor kualitas sangat penting, karena akan tercipta kepuasan dari konsumen ketika menggunakan produk dengan kualitas yang baik. Pengertian dari Kualitas adalah keseluruhan dari segi dan karakteristik suatu produk, baik barang maupun jasa, yang menunjang pada kemampuan untuk memenuhi kebutuhan (Kotler, 2012). Menurut Pande *et.al.* (2010), mendengarkan pendapat konsumen adalah faktor paling penting dalam kesuksesan perusahaan. Perusahaan dengan produk berkualitas baik akan dapat bersaing di dunia bisnis yang dijalani, karena kepuasan konsumen yang didapatkan ketika menggunakan produk dari perusahaan tersebut.

Suatu produk dikatakan berkualitas baik, jika produk tersebut tidak memiliki cacat (*defect*) dan dapat bertahan berdasarkan penggunaan oleh konsumen. Cacat adalah kekurangan yang menyebabkan nilai atau mutunya kurang baik atau kurang sempurna (KBBI online). Cacat yang dimaksudkan adalah cacat yang terdapat pada produk, sehingga menyebabkan mutu dari produk berkurang.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas dan meminimalisasi cacat pada suatu produk. Metode *Six Sigma* merupakan salah satu metode yang banyak digunakan oleh ahli manajemen kualitas. *Six Sigma* adalah

level kinerja proses yang memproduksi 3,4 produk cacat dalam 1 juta produk (Stamatis, 2002). *Six Sigma* secara unik dikendalikan oleh pemahaman yang kuat terhadap kebutuhan pelanggan, pemakaian yang disiplin terhadap fakta, data, analisis statistik, dan perhatian yang cermat untuk mengelola, memperbaiki, dan menanamkan kembali proses bisnis (Gaspersz, 2002). Jika perusahaan mampu memproduksi produk dengan cacat yang sedikit, perusahaan tersebut akan mampu mereduksi *cost of poor quality* (COPQ). COPQ adalah biaya yang tidak akan dikeluarkan jika kualitas sempurna (Ishikawa, 1982). Konsep dari COPQ adalah menghubungkan prioritas perbaikan perusahaan dengan kenaikan pendapatan finansial dan kepuasan konsumen. Secara statistik, persentase COPQ untuk perusahaan dengan level 6 *Sigma* adalah <10 persen, perusahaan dengan level 4 *Sigma* adalah 15 – 20 persen, dan perusahaan dengan level 3 *Sigma* adalah 20 – 30 persen (Clark, 2009). Dengan berkurangnya COPQ akan berdampak pada kenaikan pendapatan perusahaan.

Analisis statistik yang sering digunakan dalam penelitian adalah *Design of Experiment* (rancangan percobaan). *Design of Experiment* (DOE) mengarah kepada proses perencanaan dari suatu percobaan sehingga data yang tersedia yang dapat dianalisis dengan metode statistika, dapat dikumpulkan, menghasilkan hasil yang valid, dan kesimpulan yang objektif (Montgomery, 2001). Penelitian yang ditujukan untuk meneliti lebih dari dua faktor, pada umumnya menggunakan jenis rancangan percobaan yaitu rancangan percobaan faktorial. Montgomery (2001), menyatakan bahwa rancangan percobaan faktorial sangat efektif untuk percobaan dengan dua faktor atau lebih.

Bisnis air minum dalam kemasan adalah salah satu bisnis yang sangat berpotensi untuk berkembang pada era dewasa ini. Hal ini dikarenakan minuman adalah sumber kehidupan utama bagi manusia. Didukung dengan semakin berkembangnya beberapa daerah dan semakin tingginya etos kerja masyarakat di Indonesia, bisnis ini mendapatkan tempat khusus yang mejadi bisnis unggulan di masa depan. Hal ini dikarenakan keterbatasan waktu dari sebagian masyarakat yang memiliki jam kerja tinggi, akan sangat sulit untuk menyediakan kebutuhan air minum bagi diri mereka sendiri. Melihat potensi ini banyak perusahaan baru yang bergerak di industri air minum dalam kemasan. Persaingan ketat dalam menarik hati konsumen pun telah dimulai pada saat ini. Produk yang berkualitas dengan harga terjangkau, adalah pilihan tepat bagi sebagian besar masyarakat yang membutuhkan air minum secara instan. Produk tersebut akan mencapai target yang diinginkan perusahaan jika perusahaan mampu memproduksi produknya dengan baik.

Proses produksi pada produk air minum, khususnya pada produk air mineral kemasan 220 mililiter, yang paling tinggi tingkat produksinya dibandingkan dengan produk lain, tentunya akan mengalami banyak kecacatan pula jika perusahaan tidak memperhatikan proses produksi. Salah satu penyebab tingginya cacat pada kemasan 220 mililiter adalah *setting* mesin yang tidak sesuai dengan total produksi. Metode *six sigma* dan analisis statistik rancangan percobaan faktorial (*factorial design of experiment*) diharapkan mampu menentukan *setting* mesin yang paling optimal guna meminimalisasi cacat yang terjadi selama proses produksi, sehingga mampu menekan biaya produksi dan meningkatkan pendapatan perusahaan. Oleh kerena itu, penulis tertarik melakukan

penelitian pada proses produksi menggunakan metode *six sigma* dan analisis statistik rancangan percobaan faktorial dengan judul **“Penerapan *Six Sigma* dalam Rancangan Percobaan Faktorial untuk Menentukan *Setting* Mesin Produksi Air Mineral”**

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penulis merumuskan masalah yang akan dibahas pada penelitian ini, yaitu menentukan *setting* mesin guna meminimalisasi cacat pada kemasan air mineral 220 mililiter yang terjadi selama proses produksi menggunakan metode *six sigma* dan analisis statistik rancangan percobaan faktorial.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini membatasi masalah dengan hanya membahas pada *quality control* produksi kemasan air mineral 220 mililiter dan perhitungan *cost of poor quality* terhadap produk kemasan air mineral 220 mililiter yang diproduksi oleh PT Sekar Sari, serta melakukan evaluasi setelah penelitian dilaksanakan.

1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan metode *six sigma* dalam rancangan percobaan faktorial untuk menentukan *setting* mesin terbaik pada mesin yang memproduksi produk kemasan air mineral 220 mililiter dengan studi kasus dilakukan pada PT Sekar Sari.