

XCO-Dok: 4509

COPY: 1

U
btd. 5
Idh
U

**USULAN PERBAIKAN KUALITAS KABINET PIANO MENGGUNAKAN
METODE TAGUCHI PADA PT YAMAHA INDONESIA**

**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat dalam Menyelesaikan
Program Diploma IV Program Studi Teknik Manajemen Industri**

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

NAMA : Muhammad Idham

NIM : 1110011

DATA BUKU PERPUSTAKAAN	
Tgl. Terima	27/04/2015
No. Issue Buku	26/TMI/SD-TA/15



**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA**

JAKARTA

2015

**SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.**

TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

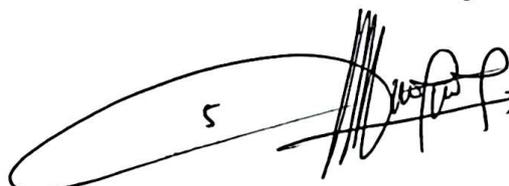
**JUDUL TUGAS AKHIR : USULAN PERBAIKAN KUALITAS KABINET
PIANO MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI
PADA PT YAMAHA INDONESIA**

**DISUSUN OLEH :
NAMA : MUHAMMAD IDHAM
NIM : 1110011
PROGRAM STUDI : TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI**

**Telah Diperiksa dan Disetujui Untuk Diajukan dan Dipertahankan Dalam Ujian
Tugas Akhir Sekolah Tinggi Manajemen Industri**

Jakarta, 27 Mei 2015

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Siti Aisyah', written over a large, horizontal, oval-shaped scribble.

Siti Aisyah, ST, MT.

SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN RI.

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL TUGAS AKHIR :“USULAN PERBAIKAN KUALITAS KABINET
PIANO MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI
PADA PT YAMAHA INDONESIA”

DISUSUN OLEH :

NAMA : MUHAMMAD IDHAM

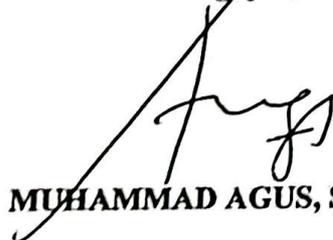
NIM : 1110011

PROGRAM STUDI : D-IV TEKNIK DAN MANAJEMEN INDUSTRI

Telah diuji oleh Tim Penguji Sidang Tugas Akhir Sekolah Tinggi
Manajemen Industri pada hari Rabu tanggal 25 Agustus 2015.

Jakarta, September 2015

Penguji 1,



MUHAMMAD AGUS, ST, MT.

Penguji 2,



HENDI DWI HARDIMAN, S.ST, MT.

Penguji 3,



EMI RUSMIATI, ST.

Penguji 4,



SITI AISYAH, ST, MT.



LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Idham
 NIM : 1110011
 Judul : Usulan Perbaikan Kualitas Kabinet Piano Menggunakan Metode
 Taguchi Pada PT Yamaha Indonesia
 Pembimbing : Siti Aisyah, ST, MT

Tanggal	Pokok Bahasan	Keterangan	Paraf
25-11-2014	Pengajuan Surat Bimbingan	Acc	
17-02-2015	Penyerahan Bab I	Revisi	
10-03-2015	Penyerahan Bab I	Revisi	
12-03-2015	Penyerahan Bab I	Revisi	
17-03-2015	Penyerahan Bab I	Acc	
23-03-2015	Penyerahan Bab II	Revisi	
24-03-2015	Penyerahan Bab II & III	Acc Bab II & Revisi Bab III	
26-03-2015	Penyerahan Bab III	Acc	
02-04-2015	Penyerahan Bab IV	Revisi	
09-04-2015	Penyerahan Bab IV	Revisi	
21-04-2015	Penyerahan Bab IV	Revisi	
29-04-2015	Penyerahan Bab IV	Acc	
05-05-2015	Penyerahan Bab V & VI	Revisi	
07-05-2015	Penyerahan Bab V & VI	Acc	
13-05-2015	Penyerahan Abstrak, & Kata Pengantar	Revisi	
18-05-2015	Penyerahan Abstrak & Daftar Pustaka	Acc Abstrak & Revisi Daftar Pustaka	
27-05-2015	Penyerahan Daftar Pustaka	Acc	

Jakarta, 27 Mei 2015

Dosen Pembimbing,



Siti Aisyah, ST, MT





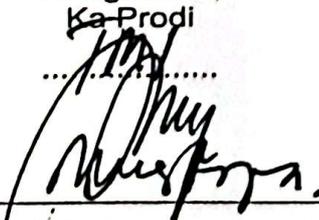
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR

Nama : Muhammad Idham
 NIM : 1110011
 Judul TA : Usulan Perbaikan Kualitas Kabinet Piano Menggunakan Metode Taguchi Pada PT Yamaha Indonesia
 Pembimbing : Siti Aisyah, ST, MT.
 Asisten Pembimbing : _____

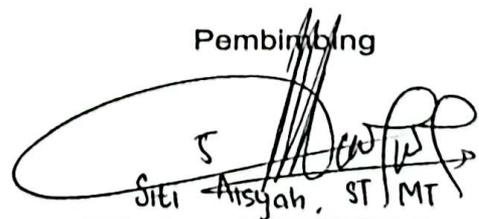
Tanggal	BAB	Keterangan	Paraf
25-11-14	Pengajuan		
12-02-15	I	Revisi Bab I	 
17-02-15	I	Revisi Bab I	 
10-03-15	I	Revisi Bab I	 
12-03-15	I	Revisi Bab I	 
17-03-15	I	Acc Bab I	 
03-03-15	II	Revisi Bab II	 
04-03-15	II & III	Acc Bab II & Revisi Bab III	 
26-03-15	III	Acc Bab III	 
02-04-15	IV	Revisi Bab IV	 
09-04-15	IV	Revisi Bab IV	 
21-04-15	IV	Revisi Bab IV	 
29-04-15	IV	Acc Bab IV	 
05-05-15	V & VI	Revisi Bab V & VI	 
07-05-15	V & VI	Acc Bab V & VI	 
13-05-15	Abstrak Daftar Isi	Revisi	 
18-05-15	Abstrak Daftar pustaka	Acc abstrak & Revisi daftar pustaka	

Mengetahui,
Ka-Prodi

.....


 NIP : 197009242003121001

Pembimbing


 Siti Aisyah, ST, MT

NIP :



LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya mahasiswa Program Studi Teknik Manajemen Industri, SEKOLAH TINGGI MANAJEMEN INDUSTRI, KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN R.I.

Nama : Muhammad Idham
NIM : 1110011
Program Studi : Teknik dan Manajemen Industri

Dengan ini menyatakan bahwa hasil karya Tugas Akhir yang saya buat dengan Judul:

USULAN PERBAIKAN KUALITAS KABINET PIANO MENGGUNAKAN METODE TAGUCHI PADA PT YAMAHA INDONESIA

- Dibuat dan diselesaikan sendiri, dengan menggunakan literatur hasil kuliah, survei lapangan, Dosen Pembimbing dan melalui tanya jawab maupun asistensi serta buku-buku jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya tugas akhir ini.
- Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar Sarjana di Universitas/Perguruan Tinggi lain,
- Bukan merupakan karya tulis terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera dalam referensi pada karya Tugas Akhir saya.

Jika terbukti saya tidak memenuhi apa yang telah dinyatakan seperti di atas, maka karya Tugas Akhir saya ini dibatalkan.

Jakarta, 27 Mei 2015
Yang Membuat Pernyataan



(Muhammad Idham)

ABSTRAK

PT Yamaha Indonesia (PT YI) merupakan perusahaan yang bergerak dibidang produksi pembuatan piano. PT YI didirikan sebagai basis untuk pembuat piano maupun kabinetnya ke pasar domestik serta ke pasar luar negeri khususnya kekawasan Asia, Eropa, dan Amerika. Dalam produksi pembuatan kabinet piano, cacat merupakan permasalahan yang perlu diperhatikan oleh perusahaan, dimana cacat terjadi dikarenakan tidak optimalnya desain pada faktor-faktor yang mempengaruhi kabinet piano. Oleh karna itu perlu dilakukan pengendalian kualitas agar perusahaan bisa mengurangi jumlah cacat yang terjadi dalam proses produksi tersebut. Taguchi adalah alat pengendalian kualitas yang berbasis pada *off line*, sasaran metode taguchi adalah menjadikan produk tidak sensitif terhadap variabel gangguan dan menjadikan produk menjadi kokoh. Tindakan yang dilakukan adalah mengetahui faktor-faktor kontrol yang mempengaruhi kualitas kabinet piano dan mendapatkan desain optimal faktor-faktor kontrol kabinet piano. Kualitas kabinet *fall board* piano dengan metode taguchi didapat faktor-faktor kontrol yang mempengaruhi, antara lain lama pengeleman, tingkat kandungan air, ketebalan *beaker*, dan ketebalan vinir. Disain optimal yang didapat adalah faktor A level 2 yaitu dengan lama pengeleman sebesar 3 menit, faktor B level 1 yaitu tingkat ketebalan vinir 0,24 mm, faktor C level 2 yaitu dengan tingkat ketebalan *beaker* 0,8 mm, dan faktor D level 1 yaitu dengan tingkat kandungan air sebanyak 5%. Dari hasil pengolahan yang didapat, selang kepercayaan prediksi menghasilkan $27,437 \leq \mu_{\text{prediksi}} \leq 34,563$ sedangkan perhitungan selang kepercayaan konfirmasi menghasilkan $12,71 \leq \mu_{\text{konfirmasi}} \leq 24,09$, dari hasil yang didapat dari kedua selang kepercayaan tersebut maka percobaan konfirmasi dapat diterima.

Kata kunci: Kabinet *Fall Board* Piano, Cacat Produk, Metode Taguchi

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT Tuhan semesta alam, yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, sehingga kita semua masih diberikan nikmat sehat, nikmat iman, dan nikmat islam hingga saat ini. Sholawat serta salam semoga selalu senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, sosok pribadi yang menjadi suri tauladan akhlak mulia bagi kita semua, yang senantiasa dicintai oleh sahabat, keluarga dan pengikutnya hingga akhir zaman.

Alhamdulillahirabbil'alamin penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul "Usulan Perbaikan Kualitas Kabinet Piano Menggunakan Metode Taguchi pada PT Yamaha Indonesia". Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan guna memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan Program Studi D IV Jurusan Teknik dan Manajemen Industri di Sekolah Tinggi Manajemen Industri (STMI) Kementerian Perindustrian Republik Indonesia. Adapun penulisan Tugas Akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di PT Yamaha Indonesia.

Pada kesempatan kali ini, untuk menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada Ayahanda Drs. H. Muhammad Cholid Aidi dan Ibunda Hj. Dede Suryati karena perantaranyalah penulis dapat ada di dunia ini, menikmati indahnyanya kehidupan, beliaulah yang dengan penuh kesabaran telah mendidik dan membesarkan penulis dengan kasih sayangnya yang tak terhingga, semoga Allah SWT selalu memberikan rahmat kasih sayangnya, serta kebahagiaan kepada Ayahanda dan Ibunda yang sholeh dan sholihah sampai akhir zaman. Dan juga semua pihak yang telah banyak membantu dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini. Karena penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan Laporan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Semoga segala bantuan yang telah diberikan menjadi amal ibadah yang diterima Allah SWT. Amin. Ucapan terima kasih ini ingin penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Kalkausar Chalid selaku menejer HRD PT Yamaha Indonesia yang telah membantu dan memberikan izin selama penelitian.
2. Bapak Faizin, S.E selaku manejer KAIZEN serta Bapak Indra, Ibu Monica, dan Mas Jainurip selaku staf KAIZEN PT Yamaha Indonesia yang telah memberikan bantuannya dan bimbingannya selama penelitian
3. Bapak Drs. Ahmad Zawawi, MA, MM. Selaku Ketua Sekolah Tinggi Manajemen Industri.
4. Ibu Indah Kurnia Mahasih L, ST, MT. Selaku Puket I Sekolah Tinggi Manajemen Industri.
5. Bapak Dr. Mustofa, ST, MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Manajemen Industri.
6. Bapak Benny Winandri, MSc, MM. Selaku Dosen Pembimbing Akademik.
7. Ibu Siti Aisyah, ST, MT. selaku Pembimbing penulisan Laporan Tugas Akhir, sudah menyediakan waktu dan dengan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan dan petunjuk bagi penulis sehingga Laporan Tugas Akhir ini dapat terwujud.
8. Nur Rahmawati yang telah memberikan semangat dan motivasi untuk menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini agar cepat selesai. Seseorang yang selalu memberikan motivasi untuk selalu berjuang mencapai sebuah kesuksesan hidup.
9. Teman-teman yang senantiasa menyemangati saya dalam menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini, khususnya teman-teman jurusan Teknik Manajemen Industri angkatan 2010.

Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis khususnya dan pembaca pada umumnya, dan dapat menjadi sebuah pembelajaran penelitian berikutnya dari sebuah proses akademik yang harus dilalui di kampus Sekolah Tinggi Manajemen Industri itu sendiri maupun di luar kampus. Amiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Jakarta, 13 Mei 2015

Penulis,

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL.....	i
TANDA PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
LEMBAR BIMBINGAN PENYUSUNAN TUGAS AKHIR.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN.....	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	4
BAB II LANDASAN TEORI	6
2.1. Kualitas.....	6
2.1.1. Manfaat Pengendalian Kualitas	7
2.1.2. Dimensi Kualitas.....	7
2.1.3. Variasi	8
2.1.4. Rekayasa Kualitas	9
2.2. Metode Taguchi	10
2.2.1. Konsep Kualitas Taguchi	11
2.2.2. Fungsi Kerugian Taguchi	12
2.3. Desain Eksperimen Taguchi	13

2.3.1. Tahap Perancangan	13
2.3.1.1. Klasifikasi Parameter	14
2.3.1.2. Pemilihan Level Faktor	15
2.3.1.3. Penempatan Kolom Untuk Faktor dan Interaksi ke Dalam Matriks	16
2.3.1.4. Pengaruh Faktor-faktor.....	17
2.3.1.5. Matriks Orthogonal	17
2.3.1.6. Derajat Kebebasan	19
2.3.2. Tahap Pelaksanaan Eksperimen.....	20
2.3.3. Tahap Analisis	21
2.3.3.1. Analisis Varians Taguchi	22
2.3.3.2. Strategi <i>Pooling Up</i>	25
2.3.3.3. Uji F.....	26
2.3.3.4. Rasio S/N.....	26
2.4. Peta Kendali.....	27
2.4.1. Peta Kendali Atribut.....	27
2.4.2. Peta Kendali Varibel	28
2.4.3. Perhitungan Kapabilitas Proses	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1. Jenis dan Sumber Data.....	31
3.2. Metode Pengumpulan Data	32
3.3. Teknik Analisis.....	33
BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA.....	38
4.1. Pengumpulan Data	38
4.1.1. Sejarah Perusahaan	38
4.1.2. Profil Perusahaan	43
4.1.3. Alur Proses Produksi.....	46
4.1.4. Gambaran Kabinet <i>Fall Board</i>	48
4.1.5. Bahan Baku <i>Fall Board</i>	48
4.1.6. Proses Produksi <i>Fall Board</i>	50
4.1.7. Jenis Cacat <i>Fall Board</i>	53

4.1.8. Jumlah Cacat <i>Fall Board</i>	56
4.2. Pengolahan Data	57
4.2.1. Peta Kendali P.....	58
4.2.2. Tahap Perancangan Metode Taguchi	63
4.2.2.1. Penentuan Variabel tak Bebas	63
4.2.2.2. Penentuan Variabel Bebas.....	63
4.2.2.3. Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor.....	64
4.2.2.4. Perhitungan Derajat Kebebasan.....	64
4.2.2.5. Pemilihan Matriks Orthogonal.....	65
4.2.3. Tahap Pelaksanaan Metode Taguchi.....	68
4.2.4. Tahap Tahap Analisis Metode Taguchi	69
4.2.4.1. Pengaruh Level dari Faktor Terhadap Kualitas Kabinet <i>Fall Board Piano</i>	69
4.2.4.2. Analisis Varians Rata-rata Kualitutas Kabinet <i>Fall Board Piano</i>	72
4.2.4.3. Perhitungan Dengan <i>Signal to Noise Rasio</i> (SNR)	80
4.2.4.4. Analisis Varians Rasio S/N	84
4.2.4.5. <i>Pooling Up S/N</i>	87
4.2.4.6. Eksperimen Konfirmasi	92
BAB V ANALISIS MASALAH	94
5.1. Analisis Peta Kendali.....	94
5.2. Analisis Perancangan Metode Taguchi.....	94
5.3. Analisis Pengaruh Level dari Faktor Terhadap Kualitas Kabinet <i>Fall Board Piano</i>	95
5.4. Analisis Perhitungan Varians Rata-rata Kualitas Kabinet <i>Fall Board Piano</i>	96
5.5. Analisis <i>Pooling Up</i> Faktor.....	96
5.6. Analisis Perhitungan F-rasio	96
5.7. Analisis Perhitungan Persentase Kontribusi.....	96
5.8. Analisis Pengaruh Level dari Faktor Berdasarkan Rasio S/N.....	97

5.9. Analisis Perhitungan Varians Rata-rata Kualitas Kabinet <i>Fall Board</i> Piano Berdasrkan Rasio S/N.....	97
5.10. Analisis <i>Pooling Up</i> Berdasrkan Rasio S/N.....	98
5.11. Analisis Perhitungan F-rasio Berdasrkan Rasio S/N	98
5.12. Analisis Perhitungan Persentase Kontribusi Berdasarkan Rasi S/N	98
5.13. Analisis Perbandingan Selang Kepercayaan	98
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	100
6.1. Kesimpulan.....	100
6.2. Saran.....	100
DAFTAR PUSTAKA.....	xvii
LAMPIRAN.....	xix

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Garafik Linier $L_8(2^2)$	16
Gambar 2.2. Notasi Matriks Orthogonal.....	18
Gambar 3.1. Kerangka Pemikiran Masalah.....	36
Gambar 4.1. Tampak Depan PT Yamaha Indonesia.....	44
Gambar 4.2. Tampak Atas PT Yamaha Indonesia.....	45
Gambar 4.3. <i>Layout</i> PT Yamaha Indonesia.....	45
Gambar 4.4. Alur Proses Produksi Piano.....	46
Gambar 4.5. Jenis Material.....	47
Gambar 4.6. Kabinet <i>Fall Board</i>	48
Gambar 4.7. Bahan Baku Vinir.....	49
Gambar 4.8. Bahan Baku <i>Beaker</i>	50
Gambar 4.9. Alur Proses Produksi <i>Fall Board</i>	51
Gambar 4.10. Peta Kendali P Proses Pengeleman.....	62
Gambar 4.11. Grafik Linier yang Dibutuhkan.....	66
Gambar 4.12. Grafik Linier $L_8(2^7)$	66

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Matriks Orthogonal Array	19
Tabel 2.2. Perhitungan Derajat Kebebasan.....	20
Tabel 2.3. Diagram Atribut Empat Kelas	27
Tabel 4.1. Jumlah Cacat Kabinet <i>Fall Board</i>	56
Tabel 4.2. Tabel Proporsi.....	58
Tabel 4.3. Hasil Perhitungan UCL dan LCL.....	60
Tabel 4.4. Penentuan Level Faktor.....	64
Tabel 4.5. Perhitungan Derajat Kebebasan.....	65
Tabel 4.6. Penentuan Pemilihan Matriks Orthogonal.....	65
Tabel 4.7. Penentuan Faktor dan Interaksi Pada Kolom Matriks Orthogonal	67
Tabel 4.8. Susunan Matriks Orthogonal $L_8(2^7)$ dengan Faktor dan Interaksi.....	67
Tabel 4.9. Percobaan Kualitas <i>Fall Board</i>	68
Tabel 4.10. Hasil Percobaan Kualitas <i>Fall Board</i>	68
Tabel 4.11. Respon Rata-rata Kualitas Kabinet <i>Fall Board</i> Piano	69
Tabel 4.12. Pemecahan Interkasi AxB	70
Tabel 4.13. Pemecahan Interkasi AxC	71
Tabel 4.14. Pemecahan Interkasi AxD	71
Tabel 4.15. Jumlah Kuadrat Faktor	73
Tabel 4.16. Jumlah Derajat Kebebasan	73
Tabel 4.17. Rata-rata Kuadrat	74
Tabel 4.18. Analisis Varians	75
Tabel 4.19. Hasil Analisis Varians.....	76
Tabel 4.20. Hasil Perhitungan Persentase Kontribusi	79
Tabel 4.21. Nilai Rasio S/N	81
Tabel 4.22. Hasil Percobaan Terhadap Kualitas Kabinet <i>Fall Board</i> Berdasarkan Rasio S/N	81
Tabel 4.23. Perhitungan Faktor Berdasarkan Rasio S/N.....	82
Tabel 4.24. Pemecahan Interkasi AxB Berdasarkan Rasio S/N.....	83

Tabel 4.25. Pemecahan Interkasi AxC Berdasarkan Rasio S/N.....	84
Tabel 4.26. Pemecahan Interkasi AxD Berdasarkan Rasio S/N	84
Tabel 4.27. Jumlah Kuadrat Faktor Rasio S/N	85
Tabel 4.28. Rata-rata Kuadrat Faktor Rasio S/N.....	86
Tabel 4.29. Analisis Varians Rasio S/N	87
Tabel 4.30. Hasil Analisis Varians S/N	88
Tabel 4.31. Hasil Perhitungan Persentase Kontribusi S/N	91
Tabel 4.32. Hasil Percobaan Konfirmasi	92

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran A : Struktur dan Deskripsi Kerja PT Yamaha Indonesia
- Lampiran B : 1. Tabel Distribusi Normal
2. Tabel Distribusi F
- Lampiran C : 1. Perhitungan Pengaruh Level dari Faktor Terhadap Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano
2. Perhitungan Jumlah Kuadrat Faktor
3. Perhitungan dengan *Signal to Noise Rasio* (SNR)
4. Perhitungan Nilai Level dari Faktor Terhadap Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano Menggunakan Rasio S/N
5. Perhitungan Jumlah Kuadrat Faktor Berdasarkan Rasio S/N

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persaingan antar perusahaan semakin lama akan semakin ketat baik dibidang jasa maupun manufaktur. Dengan adanya persaingan tersebut, maka perusahaan dituntut untuk mencari alternatif untuk memenangkan persaingan guna meraih dan mempertahankan kesuksesan dalam dunia bisnis.

Faktor utama untuk meraih kesuksesan bisnis dalam era globalisasi ini adalah kualitas. Bagi perusahaan dengan melakukan pengendalian kualitas diharapkan dapat meraih tujuan perusahaan, terkait dengan tingkat pendapatan perusahaan. Oleh sebab itu perusahaan harus dapat memenuhi keinginan pelanggan dan berusaha mempertahankan pelanggan. Hal inilah yang mendasari tujuan perusahaan untuk melakukan upaya perbaikan dalam aktivitas produksinya, terutama dalam mengendalikan kualitas guna menurunkan produk cacat karena pada kenyataannya masih terdapat produk yang belum sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan atau dengan kata lain produk cacat (*defect product*).

Dalam dunia industri cacat merupakan permasalahan yang perlu diperhatikan oleh perusahaan. Di dalam dunia industri terdapat dua jenis cacat yaitu cacat yang dapat diolah kembali dan cacat yang tidak dapat diolah kembali. Untuk cacat yang dapat diolah kembali tentunya perusahaan tidak terlalu dirugikan hal ini dikarenakan produk tersebut masih dapat dilakukan pengerjaan ulang kembali meskipun membutuhkan biaya untuk proses produksi baru sedangkan untuk cacat yang tidak dapat diolah kembali perusahaan akan sangat rugi, hal ini dikarenakan material akan terbuang sia-sia. Oleh karena itu perusahaan harus memikirkan cara untuk dapat meminimalkan terjadinya cacat pada produk yang akan dihasilkan dikarenakan kegagalan dalam proses produksi tersebut.

PT Yamaha Indonesia adalah salah satu perusahaan yang bergerak dalam industri piano di Indonesia. PT Yamaha Indonesia menghasilkan produk piano dengan berbagai macam tipe. Pada Desember 2014 tercatat jumlah produksi

sebanyak 34.760 kabinet piano dengan jumlah cacat 2047 kabinet piano, cacat terbesar terjadi pada kabinet *fall board*, sehingga permasalahan ini perlu ditindaklanjuti oleh manajemen untuk mengurangi jumlah cacat kabinet *fall board* piano.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, perlu diadakan suatu penelitian untuk mengidentifikasi faktor-faktor kontrol yang berpengaruh untuk mendapat setting terbaik dalam menghasilkan produk yang diharapkan yaitu melakukan analisis perbaikan kualitas dengan metode Taguchi, faktor-faktor kontrol adalah faktor-faktor yang berpengaruh terhadap variabel tak bebas. Metode Taguchi merupakan usaha peningkatan kualitas sebelum atau saat proses produksi berjalan, yang berfokus pada peningkatan rancangan produk dan proses (Bagchi,1993). Sasaran metode tersebut adalah menjadikan produk tidak *sensitive* terhadap variabel gangguan (*noise*), sehingga disebut *robust design*. Pengendalian kualitas saat proses produksi dipilih dikarenakan mampu menghasilkan kualitas produk yang lebih baik dari pada pengendalian kualitas setelah proses produksi berjalan, dikarenakan pengendalian kualitasnya sudah dikendalikan terlebih dahulu. Metode Taguchi dipilih dikarenakan lebih efisien dibandingkan dengan metode pengendalian kualitas saat proses produksi yang lain seperti DOE, dikarenakan DOE bisa memiliki jumlah eksperimen yang lebih banyak dibandingkan dengan metode Taguchi.

Dengan melakukan penelitian menggunakan metode Taguchi ini, diharapkan dapat mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kabinet piano dan menghasilkan kombinasi *setting* yang lebih baik yang memberikan kualitas kabinet piano yang diinginkan konsumen serta memberikan peningkatan kualitas terhadap produk yang dihasilkan sehingga pada akhirnya dapat mendukung perusahaan dalam pencapaian target yang diinginkan. Metode Taguchi dipakai dalam penelitian ini dikarenakan dapat merancang suatu produk atau proses sehingga kualitasnya kokoh terhadap kondisi lingkungan, dan metode Taguchi dapat memperoleh suatu proses yang menghasilkan produk yang konsisten dan kokoh terhadap faktor yang tidak dapat dikontrol.

1.2 Perumusan Masalah

Untuk mencapai tujuan perusahaan, yaitu memenuhi kebutuhan konsumen dengan memberikan kualitas yang terbaik, PT Yamaha Indonesia harus memperhatikan tingkat kualitas produk yang dihasilkan.

Berdasarkan latar belakang di atas maka didapatkan perumusan masalah sebagai berikut:

1. Apa saja faktor-faktor kontrol yang mempengaruhi kualitas kabinet *fall board* piano?
2. Bagaimana kombinasi level faktor yang menghasilkan kualitas kabinet *fall board* piano terbaik?
3. Apa saja faktor dan interaksi yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas kabinet *fall board* piano?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah tersebut maka tujuan ini adalah:

1. Mengetahui faktor-faktor kontrol yang mempengaruhi kabinet *fall board* piano.
2. Mengetahui kombinasi level faktor yang menghasilkan kualitas kabinet *fall board* piano terbaik?
3. Mengetahui faktor dan interaksi yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas kabinet *fall board* piano?

1.4 Batasan Masalah

Mengingat luasnya bidang penelitian ini, keterbatasan kemampuan, dan waktu yang tersedia, maka dalam penelitian ini dilakukan pembatasan sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan di PT Yamaha Indonesia dalam proses pembuatan *fall board* piano.
2. Studi kasus yang dilakukan dalam penelitian ini adalah hal-hal yang terjadi di internal Pabrik PT Yamaha Indonesia.

3. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data dari bagian *Quality Control*.
4. Tidak melibatkan analisis biaya.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagi perusahaan, perusahaan dapat mengetahui faktor-faktor penyebab produk cacat, sehingga dapat mengidentifikasi penyebab dan menentukan langkah untuk mengurangi terjadinya produk cacat kabinet piano.
2. Bagi penulis, dapat menambah pengetahuan dan wawasan mengenai analisis untuk meningkatkan kualitas produk dengan menganalisis menggunakan metode-metode yang telah dipelajari oleh penulis selama berkuliah di Sekolah Tinggi Manajemen Industri.
3. Bagi peneliti lain, hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi untuk melakukan penelitian selanjutnya secara lebih mendalam.

1.6 Sistematika Penelitian

Sistematika penulisan ini dapat diuraikan menjadi enam bab, secara sistematis dijelaskan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini menguraikan tentang latar belakang masalah, batasan masalah, perumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penelitian.

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisi tentang teori-teori yang menjadi acuan dan pedoman dari hasil penelitian dan analisis yang akan dilakukan. Teori ini diperoleh dari berbagai sumber, seperti: jurnal internasional, *teks book*, literatur-literatur, internet atau sumber lainnya, teori-teori yang dipakai adalah Definisi Kualitas, Rekayasa Kualias, Taguchi, dan Analisis Varians.

BAB III : METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan mengenai langkah-langkah untuk memecahkan masalah secara berurutan dan sistematis. Dimulai dari studi pendahuluan, identifikasi masalah, tujuan penelitian, studi pustaka, studi lapangan, pengumpulan data dan pengolahan data dengan metode Taguchi.

BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini berisi mengenai data umum perusahaan PT Yamaha Indonesia yang meliputi sejarah, ketenaga kerjaan, proses produksi, serta data mengenai jenis kegagalan produksi pada kabinet *fall board* dan dilanjutkan dengan pengolahan data tersebut dengan metode Taguchi.

BAB V : ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan pembahasan dan analisis dari hasil pengumpulan dan pengolahan data dengan metode Taguchi.

BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari hasil uraian serta saran bagi perusahaan dan penelitian selanjutnya.

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Kualitas

Pengertian mutu atau kualitas akan berlainan bagi setiap orang dan bergantung pada konteksnya. Mutu atau kualitas suatu barang pada umumnya diukur dengan tingkat kepuasan konsumen atau pelanggan. Seberapa besar kepuasan yang diperoleh pelanggan tergantung dari tingkat kecocokan penggunaan masing-masing pelanggan. Sebagai contohnya seorang pengusaha membeli produk yang digunakan sebagai bahan baku akan mengatakan barang tersebut mempunyai kualitas baik jika barang tersebut dirasa cocok penggunaannya dan mempunyai kemampuan memproses hingga menghasilkan barang jadi dengan biaya yang rendah, atau seorang yang membeli barang jadi dengan harapan memperoleh barang yang berkualitas dalam arti tidak terdapat cacat sehingga orang tersebut tidak rugi mengeluarkan uang untuk membeli barang tersebut. Dengan demikian, pengertian kualitas mencakup kegiatan yang berkaitan dengan tercapainya kepuasan pemakai barang tersebut (Nasution, 2001).

Konsep kualitas itu sendiri sering dianggap sebagai ukuran relatif kebaikan suatu produk atau jasa yang terdiri atas kualitas desain atau rancangan dan kualitas kesesuaian atau kecocokan. Kualitas rancangan merupakan fungsi spesifikasi produk, sedangkan kualitas kecocokan adalah seberapa baik produk itu sesuai dengan spesifikasi dan kelonggaran yang diisyaratkan oleh rancangan itu sendiri.

Ada beberapa pendapat ahli yang mendefinisikan istilah pengendalian kualitas, diantaranya yaitu:

1. **Feigenbaum (1991)**

Mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai tindakan yang perlu dilakukan untuk menjamin tercapainya tujuan dengan mengadakan pemeriksaan yang dimulai dari bahan mentah sampai bahan jadi sehingga sesuai dengan apa yang diharapkan.

2. Besterfield (1992)

Mendefinisikan pengendalian kualitas sebagai suatu proses yang teratur terhadap kegiatan-kegiatan untuk mengukur performansi standar dan berusaha melakukan tindakan perbaikan.

3. Gasperz (2002)

Pengendalian kualitas merupakan aktivitas-aktivitas teknik dan manajemen, dimana kita mengukur karakteristik dari produk, kemudian membandingkan hasil pengukuran itu dengan spesifikasi produk yang diinginkan pelanggan, serta mengambil tindakan perbaikan yang tepat apabila ditemukan perbedaan antara performansi aktual dengan standar.

2.1.1 Manfaat Pengendalian Kualitas

Manfaat dari pengendalian kualitas adalah (Evan, 2007):

1. Suatu struktur sistem pengendalian kualitas yang dapat menyelesaikan hasil produksi yang ada, dengan perbaikan hasil produk dan pelayanan yang diberikan.
2. Suatu sistem yang terus-menerus mengevaluasi dan memodifikasi kebutuhan pelanggan.
3. Dapat memperbaiki produktivitas dan dapat mengurangi *scrap* dan pengerjaan ulang (*rework*).
4. Adanya pengurangan produk cacat dan meningkatnya produktivitas mengakibatkan menurunnya biaya produksi. Peningkatan produktivitas menyebabkan menurunnya *lead time* sehingga terjadi perbaikan waktu.

2.1.2 Dimensi Kualitas

Ada beberapa dimensi kualitas untuk industri manufaktur dan jasa. Dimensi ini digunakan untuk melihat dari sisi manakah kualitas dinilai. Garvin (1996) menguraikan delapan dimensi kualitas sebagai dasar perencanaan strategis untuk industri manufaktur. Kedelapan dimensi tersebut adalah sebagai berikut (Ariani, 2004):

1. *Performance*, yaitu kesesuaian produk dengan fungsi utama produk itu sendiri atau karakteristik operasi dari suatu produk.
2. *Feature*, yaitu ciri khas produk yang membedakan dari produk lain yang merupakan karakteristik pelengkap dan mampu menimbulkan kesan yang baik bagi pelanggan.
3. *Reliability*, yaitu kepercayaan pelanggan terhadap produk karena kehandalannya atau karena kemungkinan kerusakan yang rendah.
4. *Conformance*, yaitu kesesuaian produk dengan syarat atau ukuran tertentu sejauh mana karakteristik desain dan operasi memenuhi standar-standar yang telah ditetapkan.
5. *Durability*, yaitu tingkat ketahanan/awet produk atau lama umur produk.
6. *Serviceability*, yaitu kemudahan produk itu bila akan diperbaiki atau kemudian memperoleh komponen produk tersebut.
7. *Aesthetic*, yaitu keindahan atau daya tarik produk tersebut.
8. *Perception*, yaitu fanatisme konsumen akan merek suatu produk tertentu karena citra atau reputasi produk itu sendiri.

2.1.3 Variasi

Variasi merupakan perubahan atau fluktuasi dari sebuah karakteristik khusus yang menentukan seberapa stabil sebuah proses. Variasi dipengaruhi oleh lingkungan, orang, mesin atau perlengkapan, metode atau prosedur, pengukuran, dan bahan mentah (Pande, 2002). Variasi merupakan akibat dari sebab-sebab khusus dan sebab alamiah (umum). Sebab khusus dapat dihilangkan dengan menggunakan piranti atau alat perbaikan proses, sedangkan sebab alamiah dapat di atasi dengan dilakukannya perbaikan proses secara kontinu (Nasution, 2001). Penyebab khusus dan penyebab umum memiliki pengertian:

1. Penyebab khusus

Kejadian atau peristiwa yang mempengaruhi proses hanya di bawah keadaan “khusus”- yakni bukan bagian dari operasi normal atau harian dari proses (Pande, 2002).

2. Penyebab umum

Pengaruh biasa, terjadi setiap hari pada proses. Penyebab umum biasanya lebih sulit untuk dieliminasi dan mengharuskan perubahan pada proses (Pande, 2002).

Huruf kecil "*Sigma*" dalam alphabet Yunani - σ - merupakan sebuah simbol yang digunakan dalam notasi statistik untuk menunjukkan "deviasi standar" dari sebuah populasi. Deviasi standar disebut dalam istilah statistik merupakan jumlah indikator jumlah "variasi" atau inkonsistensi di semua kelompok proses. Sebagai contoh ketika membeli makanan siap saji yang manis dan panas, tapi anda mendapatkan makanan itu hangat, tidak panas itulah variasi atau jika anda membeli tiga potong kemeja dengan ukuran yang sama, tetapi yang satu ternyata ukurannya terlalu kecil, maka itu juga disebut variasi. Variasi tidak dapat dihilangkan namun variasi dapat dikurangi dengan cara mereduksi segala sumber yang menjadi penyebab variasi tersebut muncul (Pande, 2002).

2.1.4 Rekayasa Kualitas

Rekayasa kualitas dapat diartikan sebagai proses pengukuran yang dilakukan selama perancangan produk atau proses. Kerangka dasar dari rekayasa kualitas merupakan suatu hubungan antara dua disiplin ilmu yaitu teknik perancangan dan manufaktur, dimana mencakup seluruh aktivitas pengendalian kualitas dalam setiap fase dari penelitian dan pengembangan produk, perancangan proses, perancangan produksi, dan kepuasan konsumen.

Target dari metodologi rekayasa kualitas ini adalah untuk mencapai seluruh target dari perbaikan terus menerus, penemuan yang dipercepat, penyelesaian masalah dengan cepat, dan efektifitas biaya dalam meningkatkan kualitas produk. Metodologi rekayasa kualitas dibedakan menjadi 2 bagian, yaitu rekayasa kualitas secara *off line*, dan rekayasa kualitas secara *on line*.

1. Rekayasa Kualias Secara *Off Line*

Rekayasa kualitas secara *off line* adalah pengendalian kualitas dimana pengendalian dilakukan sebelum proses produksi berjalan. Dalam rekayasa kualitas secara *off line*, perancangan eksperimen merupakan peralatan yang

sangat fundamental terutama pada kegiatan penelitian dan pengembangan produk.

2. Rekayasa Kualitas Secara *On Line*

Rekayasa kualitas secara *on line* merupakan suatu aktivitas untuk mengamati dan mengendalikan kualitas pada setiap proses produksi secara langsung. Aktivitas ini sangat penting dalam menjaga agar biaya produksi menjadi rendah dan secara langsung dapat meningkatkan mutu produk.

2.2 Metode Taguchi, Sujanto (2009)

Metode Taguchi merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin.

Metode Taguchi adalah salah satu metode yang digunakan dalam kegiatan *off line control* pada tahap desain proses produksi. Metode ini memberikan sebuah jalan bagi seorang designer untuk tidak perlu melakukan eksperimen dalam jumlah yang sangat banyak untuk menemukan sebuah kombinasi antara parameter mesin (seperti tekanan, suhu, kecepatan) dan berbagai bahan baku yang mungkin untuk digunakan. Dengan metode ini seorang disigner cukup melakukan beberapa eksperimen untuk menemukan kondisi parameter seperti apa dan bahan baku mana yang kemudian akan memberikan hasil yang terbaik. Taguchi memperkenalkan apa yang disebut dengan *magic number*, yang merupakan jumlah eksperimen seperti apa yang harus dilakukan untuk mewakili eksperimen lain yang tidak perlu dilakukan. Parameter juga memperhatikan *noise* atau kondisi lingkungan yang mungkin berpengaruh pada parameter utama. Dengan menggunakan metode ini yang pasti akan mengurangi biaya yang dikeluarkan untuk melakukan eksperimen-eksperimen.

Metode Taguchi sangat sering diperdebatkan secara kontroversial dan dipertentangkan antar beberapa orang ahli ilmu statistik. Namun banyak juga yang menerima konsep Taguchi sebagai hal yang bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya bidang manajemen kualitas. Dalam mengembangkan suatu produk baru banyak faktor yang perlu diketahui dan dipertimbangkan

sehingga memerlukan banyak eksperimen. Metode Taguchi merupakan suatu pendekatan terstruktur untuk menentukan kombinasi terbaik dalam menghasilkan produk berupa barang atau jasa.

Melalui Metode Taguchi, ilmuwan Jepang yang tersohor ke seluruh penjuru bumi ini mengembangkan suatu metodologi dengan pendekatan yang berdasarkan pada DOE (*Design Of Experiments*) yaitu suatu metode untuk mengidentifikasi menurut banyaknya masukan (*input*) yang benar dan parameter untuk membuat suatu produk atau layanan berkualitas tinggi yang didambakan oleh pelanggan atau konsumen. Metode Taguchi berupaya mencapai sasaran itu dengan menjadikan produk atau proses "tidak sensitif" terhadap berbagai faktor seperti material, perlengkapan manufaktur, tenaga kerja manusia, kondisi operasional. Metode Taguchi menjadikan produk atau proses bersifat kokoh (*robust*) terhadap faktor- faktor gangguan (*noise*), karenanya metode ini disebut juga sebagai perancangan kokoh (*robust design*).

2.2.1 Konsep Kualitas Taguchi

Suatu produk memiliki karakteristik-karakteristik yang menggambarkan performansinya relatif terhadap kebutuhan dan harapan pelanggan. Pada dasarnya pelanggan menginginkan dan mengharapkan produk secara konsisten memiliki performansi yang tinggi dengan variasi minimal, baik dalam jangka pendek maupun dalam jangka panjang dan tidak tergantung pada kondisi pengoperasian atau penggunaannya. Oleh karena itu produk yang berkualitas harus dipandang sebagai produk yang memiliki performansi yang tangguh (*robust*).

Genichi Taguchi, seorang konsultan pengendalian kualitas mengemukakan tiga konsep sederhana dan mendasar sehubungan dengan usaha untuk menghasilkan produk berkualitas tangguh (*robust performance*). Adapun konsep Taguchi adalah sebagai berikut:

1. *Quality Robustness*

Kualitas sebaiknya dirancang ke dalam produk dan tidak diinspeksikan ke dalam produk tersebut, produk sebaiknya juga dirancang untuk kebal terhadap faktor-faktor lingkungan yang tidak dapat dikendalikan.

2. *Target Oriented Quality*

Kualitas diperoleh dengan meminimalkan penyimpangan (deviasi) dari sebuah target.

3. *Quality Loss Function*

Biaya kualitas sebaiknya diukur sebagai fungsi penyimpangan dari suatu nilai standar dan pengukuran terhadap kerugian sebaiknya meliputi keseluruhan sistem yang ada.

Selubungan hal tersebut, maka Taguchi menekankan bahwa cara terbaik untuk meningkatkan kualitas adalah merancang kualitas ke dalam produk yang dimulai sejak tahap disain produk, sehingga dengan rancangan produk yang tangguh akan menghasilkan produk yang memiliki performansi yang tangguh pula. Selain itu kualitas secara langsung berhubungan dengan penyimpangan parameter rancangan dari nilai target, bukan kesesuaian terhadap batasan spesifikasi (toleransi) yang telah ditetapkan.

2.2.2 Fungsi Kerugian Taguchi

Fungsi kerugian terhadap produk timbul akibat adanya penyimpangan spesifikasi produk dari target yang telah ditetapkan, yang pada akhirnya kerugian ditanggung oleh masyarakat (produsen dan konsumen) selama penggunaan produk. Produsen menderita kerugian bila perbaikan atau penguatan dari kinerja produk yang ditolak atau dikembalikan karena menyimpang dari target, sedangkan konsumen menderita kerugian dalam bentuk ketidaknyamanan, kerugian keuangan, dan konsekuensi rusak dari penggunaan produk.

Taguchi menggunakan fungsi penyimpangan kualitas untuk mengukur kerugian karena variasi fungsional, meminimalisasi penyimpangan kinerja suatu produk dari nilai targetnya akan meningkatkan kualitas produk. Dengan demikian

semakin kecil variasi fungsional, maka semakin kecil pula kerugian yang ditanggung masyarakat, yang berarti semakin tinggi kualitas produk.

Ada tiga penggolongan fungsi kuadratik menurut Taguchi dalam menentukan karakteristik kualitas, yaitu Fungsi kerugian *Nominal the best*, *Smaller the better*, dan *Larger the better* (Belavendram, 1995).

1. *Nominal the best*

Fungsi ini digunakan apabila karakteristi kualitas mempunyai nilai target tertentu, biasanya bukan nol (0) dan kerugian kualitasnya simetrik pada kedua sisi target.

2. *Smaller the better*

Fungsi ini digunakan apabila target karakteristik kualitas adalah nol (0), yang berarti bahwa nilai kualitas semakin jelek jika fungsi kerugian semakin jauh dari nol.

3. *Larger the better*

Fungsi ini digunakan apabila karakteristik kualitas yang dituju bertambah besar nilai kualitasnya semakin baik.

2.3 Desain Eksperimen Taguchi, Sujanto (2009)

Pada umumnya desain eksperimen Taguchi dibagi menjadi tiga tahap utama yang mencakup semua pendekatan eksperimen. Tiga tahap utama tersebut adalah: tahap perancangan, tahap pelaksanaan, dan tahap analisis.

2.3.1 Tahap Perancangan

Desain eksperimen yang baik apabila eksperimen yang dilakukan sesuai dengan masalahnya dan mempunyai efisiensi yang tinggi yaitu apabila eksperimen dilakukan dengan menggunakan biaya, waktu, dan usaha yang minimum tetapi dapat memberikan informasi yang optimum. Seorang peneliti akan belajar berbagai hal dari beberapa eksperimen untuk mendapatkan informasi yang positif. Perancangan eksperimen merupakan tahap terpenting yang meliputi perumusan masalah, penetapan tujuan eksperimen, penentuan variabel tak bebas, identifikasi

faktor-faktor gangguan, penentuan jumlah level dan nilai level faktor, letak kolom interaksi, perhitungan derajat kebebasan, dan pemilihan matriks ortogonal.

2.3.1.1 Klasifikasi Parameter

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi karakteristik kualitas (respon variabel) dari suatu produk. Menurut Taguchi (1987) faktor dapat diklasifikasikan atas:

1. Faktor gangguan

Faktor gangguan adalah suatu parameter yang menyebabkan penyimpangan karakteristik kualitas dari nilai targetnya. Faktor gangguan memiliki nilai yang tidak bisa kita atur atau kendalikan, walaupun dapat kita atur akan mahal biayanya. Faktor gangguan dapat menyebabkan pengaruh pada karakteristik secara tidak terkendali dan sulit diprediksi. Faktor gangguan biasanya sulit, mahal, dan tidak menjadi sasaran pengendalian tetapi untuk tujuan eksperimen mereka perlu dikendalikan dalam skala kecil.

2. Faktor kontrol

Faktor kontrol adalah parameter-parameter yang nilai-nilainya ditentukan oleh ahli teknik. Faktor-faktor kontrol dapat mempunyai nilai satu atau lebih yang disebut level. Pada akhir eksperimen, suatu level faktor kontrol yang sesuai akan dipilih. Salah satu aspek dari perancangan kokoh adalah mencari kondisi level optimal untuk faktor kontrol sehingga karakteristik kualitas tidak sensitif terhadap gangguan. Contoh faktor kontrol yaitu jenis bahan baku, gaya dan temperatur.

3. Faktor signal

Faktor signal adalah faktor-faktor yang mengubah nilai-nilai karakteristik kualitas yang sebenarnya yang akan diukur. Karakteristik kualitas dalam perancangan eksperimen di mana faktor signal mempunyai nilai konstan (dalam hal ini tidak dimasukkan sebagai faktor) disebut karakteristik statis. Maka faktor signal dapat mengambil banyak nilai, karakteristik mempunyai sifat dinamik. Faktor signal tidak ditentukan oleh ahli teknik tetapi oleh konsumen berdasarkan hasil yang diinginkan.

4. Faktor skala

Faktor ini digunakan untuk mengubah rata-rata level karakteristik kualitas untuk mencapai hubungan fungsional yang diperlukan antara faktor signal dengan karakteristik kualitas. Faktor skala disebut juga faktor penyesuaian

5. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor-faktor mana saja yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Dalam suatu percobaan tidak seluruh faktor yang diperkirakan mempengaruhi variabel yang diselidiki, sebab hal ini akan membuat pelaksanaan percobaan dan analisisnya menjadi kompleks. Hanya faktor-faktor yang dianggap penting saja yang diselidiki. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi faktor-faktor yang diteliti adalah:

6. Penentuan Variabel Tak Bebas

Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Dalam merencanakan suatu eksperimen harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas mana yang akan diselidiki. Dalam eksperimen Taguchi variabel tak bebas adalah karakteristik kualitas yang terdiri dari tiga kategori yaitu: karakteristik yang dapat diukur, karakteristik atribut, dan karakteristik dinamik.

STAMBAN ALUMNI

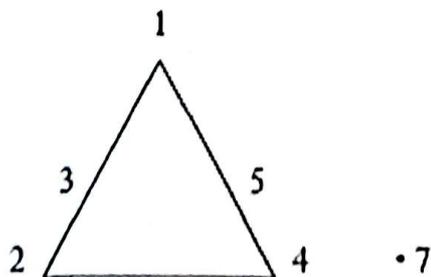
2.3.1.2 Pemilihan Level Faktor

Menentukan banyaknya level dan faktor yang digunakan untuk tiap faktor yang dipilih dalam eksperimen adalah tahap penting dalam perencanaan. Menentukan level dari faktor kualitatif biasanya telah jelas dari sifat permasalahan yang diteliti. Tetapi untuk memilih level yang sesuai untuk faktor kualitatif lebih sulit. Banyak level yang dipilih dan nilainya tergantung pada pengetahuan terhadap proses atau produk. Jika proses atau produk baru yang diteliti, maka perlu digunakan 3 level untuk beberapa faktor untuk mengevaluasi non linieritas pada *range* faktor.

Jika diketahui pengaruh faktor tertentu, maka faktor dengan 2 level sudah cukup untuk mendapatkan informasi yang diinginkan dari hasil eksperimen. Pemilihan jumlah level penting artinya untuk ketelitian hasil eksperimen dan ongkos pelaksanaan eksperimen. Makin banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen akan lebih teliti karena data yang diperoleh lebih banyak. Tetapi banyaknya level akan meningkatkan jumlah pengamatan sehingga menaikkan ongkos eksperimen. Penentuan jumlah level dilakukan untuk mendapatkan ketelitian hasil penelitian. Sumber data dalam penentuan level dari faktor ini didapat dari data pabrik yang merupakan hasil kombinasi dari buku panduan dan pengalaman operator.

2.3.1.3 Penempatan Kolom untuk Faktor dan Interaksi kedalam Matriks

Untuk memudahkan di kolom mana saja diletakkan interaksi faktor pada setiap matriks ortogonal, Taguchi menyatakan dalam grafik linier. Grafik linier adalah representasi grafik dari informasi interaksi dalam suatu matriks eksperimen yang terdiri dari titik dan garis. Setiap titik pada grafik linier mewakili suatu faktor utama dan garis yang menghubungkan dua titik menggambarkan interaksi antar dua faktor utama yang bersangkutan. Misalnya dalam suatu penelitian menggunakan 6 faktor yaitu A, B, C, D, E, F dan memiliki 2 level dimana total derajat kebebasannya adalah 6. Karena memiliki 6 derajat kebebasan maka matriks yang digunakan adalah $L_8(2^7)$ yang total derajat kebebasannya adalah 7. Untuk matriks $L_8(2^7)$ maka pasangan grafik linear yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Grafik Linier $L_8(2^7)$

(Sumber : Sujanto, 2009)

Berdasarkan gambar grafik linier di atas dapat diketahui bahwa:

Faktor A ditempatkan pada kolom 1

Faktor B ditempatkan pada kolom 2

Faktor C ditempatkan pada kolom 3

Faktor D ditempatkan pada kolom 4

Faktor E ditempatkan pada kolom 5

Faktor F ditempatkan pada kolom 6

Sedangkan untuk kolom 7 ditulis “e” yang menyatakan error.

2.3.1.4 Pengaruh Faktor-Faktor

Menurut Taguchi suatu faktor-faktor kontrol mungkin terjadi apabila:

1. Hanya mempengaruhi nilai rata-rata saja

Suatu faktor yang hanya mempengaruhi nilai rata-rata saja (tetapi keragaman tidak) dapat digunakan untuk menyesuaikan nilai rata-rata suatu proses atau produksi ke nilai target. Suatu faktor yang hanya mempengaruhi nilai rata-rata saja biasanya disebut faktor penyesuai.

2. Hanya mempengaruhi nilai varians saja

Suatu faktor yang mempengaruhi ragam nilai saja (nilai rata-rata tidak) dapat digunakan untuk mengurangi keragaman proses produk.

3. Mempengaruhi nilai rata-rata dan varians

Suatu faktor yang dapat mempengaruhi rata-rata dan ragam sekaligus harus digunakan secara lebih berhati-hati. Faktor yang demikian mempunyai keluwesan dalam mengembangkan persyaratan target.

4. Tidak mempunyai pengaruh sama sekali

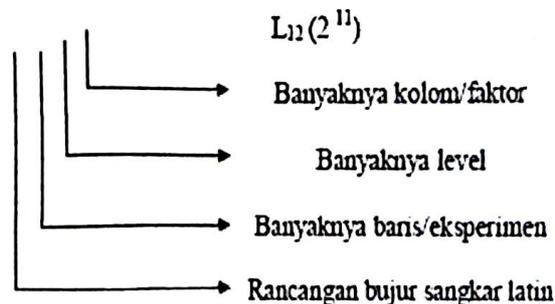
Suatu faktor yang tidak mempengaruhi rata-rata atau ragam adalah faktor yang tidak bermanfaat. Walaupun dengan level yang lebih baik faktor tersebut bermanfaat tetapi akan tergantung pada faktor lain misalkan biaya.

2.3.1.5 Matriks Ortogonal

Matriks orthogonal yaitu suatu matriks yang elemen-elemennya disusun menurut baris dan kolom. Kolom merupakan faktor yang dapat diubah dalam

eksperimen. Baris merupakan kombinasi level dari faktor dalam eksperimen. Matriks disebut orthogonal karena level-level dari faktor berimbang dan dapat dipisahkan dari pengaruh faktor lain dalam eksperimen. Jadi matriks orthogonal adalah matriks seimbang dari faktor-faktor dan level sedemikian hingga pengaruh suatu faktor atau level tidak baur dengan pengaruh faktor atau level yang lain. Faktor-faktor dan level-level merupakan kondisi bermacam-macam proses yang akan diteliti.

Matriks orthogonal sangat efisien dalam memperoleh jumlah data yang relatif kecil dan mampu menterjemahkan ke kesimpulan yang berarti dan jelas. Lebih jauh desain eksperimen yang menggunakan matriks orthogonal pada dasarnya lebih mudah untuk dimengerti dan petunjuknya sangat mudah untuk diikuti karena suatu matriks merupakan suatu pemetaan dari level masing-masing faktor yang akan diteliti. Notasi matriks orthogonal dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Notasi Matriks Orthogonal

(Sumber : Sujanto, 2009)

Pemilihan matriks orthogonal yang sesuai tergantung dari nilai faktor dan interaksi yang diharapkan dan nilai level dari tiap-tiap faktor. Penentuan ini akan mempengaruhi total jumlah derajat kebebasan yang berguna untuk menentukan jenis matriks orthogonal yang dipilih. Dalam memilih matriks orthogonal yang sesuai, diperlukan suatu persamaan dari matriks orthogonal tersebut yang mempresentasikan jumlah faktor, jumlah level dan jumlah pengamatan yang dilakukan. Bentuk umum dari matriks orthogonal adalah $L_a(b^c)$ dimana perhitungan derajat kebebasan untuk matriks orthogonal adalah:

Derajat Kebebasan Matriks = (Banyaknya Faktor) x (Banyaknya Level – 1)

Dalam penelitian ini digunakan matriks orthogonal yang mempunyai derajat kebebasan lebih besar atau sama dengan jumlah total derajat kebebasan dari penelitian. Pada penelitian ini jumlah derajat kebebasannya adalah 6 sehingga matriks orthogonal yang sesuai adalah $L_8(2^7) = 7 \times (2-1) = 7$ derajat kebebasan. Adapun susunan matriks orthogonal $L_8(2^7)$ dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Matriks Orthogonal Array

Eksperimen	Kolom/Faktor						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

(Sumber : Sujanto, 2009)

2.3.1.6 Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan adalah banyaknya pengukuran bebas yang dapat dilakukan untuk menaksir sumber informasi. Angka derajat kebebasan menunjukkan banyak perbandingan bebas yang dapat dilakukan pada sekelompok data. Dalam lingkup eksperimen definisi ini diterjemahkan "jumlah perbandingan antara faktor (efek utama) atau level interaksi yang dibuat untuk menemukan level mana yang lebih baik dan secara khusus seberapa bagus level tersebut. Pentingnya memahami berapa banyak derajat kebebasan yang dibutuhkan untuk mempelajari faktor minat adalah penting dalam menentukan matriks orthogonal dalam desain eksperimen. Tiap matriks orthogonal mempunyai derajat kebebasan yang dibutuhkan, kita dapat memilih sebuah matriks orthogonal yang mempunyai perbandingan atau derajat kebebasan. Dengan menerapkan beberapa aturan dan

rumus sederhana, kita dapat menentukan derajat kebebasan untuk faktor (efek utama) dan interaksi dan diperoleh matriks orthogonalnya masing-masing.

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum penelitian yang harus dilakukan untuk menyelidiki faktor yang diamati. Perhitungan derajat kebebasan dan kombinasi yang diusulkan nantinya akan mempengaruhi pemilihan dalam tabel matriks orthogonal. Perhitungan derajat kebebasan memiliki rumus:

$$V = \text{Banyaknya Level} - 1$$

Dalam penelitian ini terdapat 6 faktor dan 2 level yaitu:

1. Faktor A = 2 level
2. Faktor B = 2 level
3. Faktor C = 2 level
4. Faktor D = 2 level
5. Faktor E = 2 level
6. Faktor F = 2 level

Dengan demikian diperoleh derajat kebebasannya yang dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Perhitungan Derajat Kebebasan

Faktor	Derajat Kebebasan	Total
A	2-1	1
B	2-1	1
C	2-1	1
D	2-1	1
E	2-1	1
F	2-1	1
Total Derajat Kebebasan		6

(Sumber : Sujanto, 2009)

2.3.2 Tahap Pelaksanaan Eksperimen

Pelaksanaan eksperimen meliputi penentuan jumlah replikasi eksperimen dan randomisasi pelaksanaan eksperimen.

1. Jumlah Replikasi

Replikasi adalah pengulangan kembali perlakuan yang sama suatu percobaan dengan kondisi yang sama untuk memperoleh ketelitian yang lebih tinggi.

Replikasi dilakukan untuk tujuan:

- a. Menambah ketelitian data eksperimen
- b. Mengurangi tingkat kesalahan pada eksperimen
- c. Memperoleh harga taksiran kesalahan eksperimen sehingga memungkinkan diadakannya uji signifikan hasil eksperimen.

2. Randomisasi

Dalam eksperimen selain faktor-faktor yang diselidiki pengaruhnya terhadap variabel, juga terhadap faktor-faktor lain yang tidak terkendali atau tidak diinginkan yang dapat mempengaruhi hasil eksperimen. Pengaruh faktor-faktor tersebut diperkecil dengan menyebarkan pengaruh tersebut selama eksperimen melalui randomisasi (pengacakan) urutan percobaan. Secara umum randomisasi dimaksudkan untuk:

- a. Meratakan pengaruh dari faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan pada semua unit eksperimen.
- b. Memberikan kesempatan yang sama pada semua unit eksperimen untuk menerima suatu perlakuan sehingga diharapkan ada kehomogenan pengaruh dari setiap perlakuan yang sama.
- c. Mendapatkan hasil pengamatan yang bebas satu sama lain. Jika replikasi dengan tujuan untuk memungkinkan dilakukan uji signifikan, maka randomisasi bertujuan menjadikan uji tersebut valid dengan menghilangkan sifat bias. Pelaksanaan eksperimen Taguchi adalah melakukan pengerjaan berdasarkan setting faktor pada matriks orthogonal dengan jumlah eksperimen sesuai jumlah replikasi dan urutan seperti pada randomisasi.

2.3.3 Tahap Analisis

Pada analisis dilakukan pengumpulan dan pengolahan data yang meliputi pengumpulan data, pengaturan data, perhitungan serta penyajian data dalam suatu

layout tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih untuk suatu eksperimen yang dipilih. Selain itu dilakukan perhitungan dan pengujian data dengan statistik seperti analisis variasi, tes hipotesis dan penerapan rumus-rumus empiris pada data hasil eksperimen.

2.3.3.1 Analisis Varians Taguchi

Analisis varians adalah teknik yang digunakan untuk menganalisis data yang telah disusun dalam perencanaan eksperimen secara statistik. Analisis ini merupakan teknik menganalisis dengan menguraikan seluruh (total) varians atas bagian-bagian yang diteliti. Di sini dilakukan pengklasifikasian hasil-hasil percobaan secara statistik sesuai dengan sumber-sumber variasi. Analisis varians digunakan untuk membantu mengidentifikasi kontribusi faktor sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan. Analisis varians untuk suatu mariks orthogonal dilakukan berdasarkan jumlah kuadrat untuk masing-masing kolom.

1. Jumlah Kuadrat Faktor

Jumlah kuadrat faktor dihitung dengan rumus:

$$SSA = \left[\sum_{j=1}^{KA} \left(\frac{AI^2}{n_{AI}} \right) \right] \frac{T^2}{N} \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana:

K_A = Jumlah level faktor A

A_i = Level ke I faktor A

N_{Ai} = Jumlah percobaan level ke I faktor A

T = Jumlah seluruh nilai data

N = Banyak data keseluruhan

2. Perhitungan Derajat Kebebasan

Derajat kebebasan diperlukan dalam mempelajari faktor atau efek utama, yaitu sama dengan jumlah level dikurangi satu dalam eksperimen.

Perhitungan derajat kebebasan dilakukan pada tiap faktor dengan rumus

$$V = \text{Banyaknya Level} - 1 \dots \dots \dots (2.2)$$

3. Perhitungan Rata-rata Kuadrat (*Mean Square*)

Perhitungan rata-rata kuadrat menggunakan rumus:

$$MS = \frac{SS}{V} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dimana:

SS = Jumlah Kuadrat

V = Derajat Kebebasan

Rata-rata kuadrat dari setiap faktor (A, B, C, D, E, F) dihitung dengan cara yang sama.

4. Jumlah Kuadrat Total

Jumlah kuadrat total dihitung dengan rumus:

$$SS_T = \sum y^2 \dots\dots\dots(2.4)$$

5. Perhitungan Kuadrat karena Rata-rata (*Mean*)

Kuadrat karena rata-rata dihitung dengan rumus:

$$SS_m = n \cdot \bar{y}^2 \dots\dots\dots(2.5)$$

6. Perhitungan Jumlah Kuadrat Error

Jumlah kuadrat error dihitung dengan rumus:

$$SS_e = SS_T - SS_m - SS_{faktor} \dots\dots\dots(2.6)$$

7. Perhitungan Persen Kontribusi

Ketika analisis varians telah digunakan pada seperangkat data dan jumlah kuadrat telah dihitung kita dapat menggunakan data ini untuk membagi jumlah kuadrat dengan faktor-faktor yang relevan. Dengan membandingkan nilai ini terhadap jumlah kuadrat total menghasilkan persen kontribusi dari masing-masing faktor.

$$SA' = SA - vA \cdot V_e \dots\dots\dots(2.7)$$

SA adalah jumlah kuadrat deviasi dari target, SA' adalah jumlah kuadrat sesungguhnya dari faktor A, vA adalah derajat kebebasan A dan Ve adalah varian. Bagian dari jumlah kuadrat vA Ve harus ditambahkan pada jumlah kuadrat karena error untuk menyakinkan bahwa jumlah kuadrat total sudah diperhitungkan. Kita dapat menentukan p sebagai persentase dari jumlah kuadrat suatu sumber yang sesungguhnya terhadap jumlah kuadrat total, St:

$$p = SS'_{faktor} / SS_{Total} \times 100\%$$

Bagian dari error yang berasal dari jumlah kuadrat deviasi untuk suatu sumber harus ditambahkan pada jumlah kuadrat untuk menghemat jumlah kuadrat total.

8. Perhitungan Prediksi Rata-rata yang Optimum

Biasanya peneliti ingin mendapatkan nilai respon tertentu dari suatu produk atau proses. Nilai rata-rata respon yang lebih tinggi adalah lebih baik, nilai nominal adalah yang terbaik, atau rata-rata respon yang lebih rendah adalah lebih baik. Bergantung pada karakteristik, dapat dilakukan pemilihan kombinasi perlakuan yang berbeda-beda sehingga diperoleh hasil-hasil yang memuaskan. Bila telah dilakukan suatu eksperimen dan telah ditentukan kondisi perlakuan optimum, terdapat dua kemungkinan yaitu:

1. Kombinasi level faktor yang digunakan sama dengan salah satu kombinasi di dalam eksperimen.
2. Kombinasi level faktor yang digunakan tidak termasuk di dalam eksperimen (kemungkinan kejadian ini akan semakin besar bila digunakan eksperimen dengan resolusi yang semakin rendah dan semakin fraksional).
Jika kemungkinan pertama yang terjadi, maka salah satu cara langsung untuk memperkirakan nilai rata-rata kondisi perlakuan tersebut adalah dengan merata-ratakan semua hasil trial yang ditetapkan pada level-level tertentu tersebut. Jika kemungkinan kedua yang terjadi, maka harus dilakukan perhitungan. Perhitungan interval kepercayaan untuk perkiraan rata-rata yang optimum adalah sebagai berikut:

$$CI = \pm \sqrt{F(v_1, v_2) \times MS_e \times \frac{1}{n_{eff}}} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dimana n_{eff} adalah jumlah pengamatan efektif.

$$n_{eff} = \frac{\text{Jumlah total eksperimen}}{1 + \text{Jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}}$$

sehingga prediksi rata-rata dihitung dengan rumus:

$$\mu_{prediksi} = \bar{Y} + (\bar{E}_{level1} - \bar{Y}) + (\bar{B}_{level1} - \bar{Y}) + (\bar{C}_{level2} - \bar{Y})$$

9. Perhitungan Eksperimen Konfirmasi

Tujuan eksperimen konfirmasi adalah untuk melakukan verifikasi bahwa rata-rata yang ditaksir untuk faktor dan level yang telah dipilih dari eksperimen matriks orthogonal adalah valid. Hal ini perlu dilakukan bila digunakan percobaan pemeriksaan dengan resolusi rendah dan berbentuk faktorial fraksional. Karena adanya pencampuran di dalam kolom, kesimpulan yang diperoleh harus dianggap sebagai kesimpulan awal hingga dilakukannya validasi oleh eksperimen konfirmasi. Ketika eksperimen yang digunakan berbentuk faktorial fraksional dan beberapa faktor memiliki kontribusi terhadap variasi, terdapat kemungkinan bahwa kombinasi terbaik dari faktor dan level tidak terlihat pada kombinasi pengujian matriks orthogonal. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$CI = \pm \sqrt{F(v_1, v_2) \times MS_e \times \frac{1}{n_{eff}} + \frac{1}{r}} \dots \dots \dots (2.9)$$

Dimana r adalah ukuran sampel yang digunakan (jumlah replikasi) untuk eksperimen konfirmasi (r tidak sama dengan 0).

2.3.3.2 Strategi *Pooling Up*

Strategi *pooling up* dirancang Taguchi untuk mengestimasi variansi error pada analisis varians. Sehingga estimasi yang dihasilkan akan lebih baik, karena strategi ini akan mengakumulasikan beberapa variansi error dari beberapa faktor yang kurang berarti. Strategi ini menguji F efek kolom terkecil terhadap yang lebih besar berikutnya untuk melihat kesignifikasiannya. Dalam hal ini jika tidak ada rasio F signifikan yang muncul maka kedua efek tersebut di *pooling* untuk menguji kolom yang lebih besar berikutnya sampai rasio F yang signifikan muncul. Strategi *pooling up* cenderung memaksimalkan jumlah kolom yang dipertimbangkan signifikan. Dengan keputusan signifikan faktor-faktor tersebut akan digunakan dalam putaran percobaan selanjutnya atau desain produk/proses.

Pada *pooling up* dilakukan dengan ketentuan nilai $MS_{hitung} \leq MS_{error}$. Penentuan error ini dilakukan dengan metode *pooling up* yaitu mengumpulkan faktor-faktor yang tidak signifikan sebagai error. Pada *pooling up* dilakukan

dengan ketentuan nilai $M_{hitung} \leq M_{error}$. *Pooling up* bertujuan untuk melihat faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap terjadinya penurunan kualitas *crude palm oil* sehingga dapat di atasi dengan segera.

2.3.3.3 Uji F

Hasil analisis varians tidak membuktikan adanya perbedaan perlakuan dan pengaruh faktor-faktor dalam percobaan, pembuktian ini dilakukan uji hipotesa F. Uji hipotesis dilakukan dengan cara membandingkan variansi yang disebabkan masing-masing faktor dan variansi error. Variansi error adalah variansi setiap individu dalam pengamatan yang timbul karena faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan. Uji F dihitung dengan rumus:

$$F_{rasio} = \frac{\text{mean square}}{\text{mean square error}} \dots \dots \dots (2.10)$$

2.3.3.4 Rasio S/N

Rasio S/N (rasio *Signal To Noise*) digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon. Rasio S/N merupakan rancangan untuk transformasi pengulangan data ke dalam suatu nilai yang merupakan ukuran variasi yang timbul. Penggunaan rasio S/N untuk mengetahui level faktor mana yang berpengaruh pada hasil eksperimen. Rasio S/N mempunyai keuntungan dibandingkan dengan simpangan kuadrat rata-rata. Jika nilai target diubah, maka kondisi optimal yang diperoleh dengan memaksimalkan rasio S/N akan tetap valid. Berdasarkan pendekatan *loss function*, karakteristik kualitas yang terukur menurut Taguchi dapat dibagi menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Semakin kecil semakin baik

Adalah karakteristik kualitas dengan batas nilai 0 dan non negatif. Nilai semakin kecil (mendekati nol adalah yang diinginkan).

$$S/N_1 = -10 \log_{10}(MSD_1) \dots \dots \dots (2.11)$$

2. Tertuju pada nilai tertentu

Karakteristik kualitas dengan nilai atau target tidak nol dan terbatas. Atau dengan kata lain nilai yang mendekati suatu nilai yang ditentukan adalah yang terbaik.

$$S/N = -10 \log V_e \dots \dots \dots (2.12)$$

3. Semakin besar semakin baik (*Higher is Better*)

Karakteristik kualitas dengan rentang nilai tak terbatas dan non negatif. Nilai semakin besar adalah semakin yang diinginkan.

2.4 Peta Kendali (*Control Chart*)

Peta kendali atau batas kendali pertama kali diperkenalkan oleh Dr. Walter Andrew Shewhart pada tahun 1924 dengan maksud untuk menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab umum. Peta kendali dibagi menjadi dua jenis, yaitu peta kendali atribut dan peta kendali variabel. Berikut penjelasan mengenai kedua jenis peta kendali:

2.4.1 Peta Kendali Atribut

Atribut diagram kontrol yang terdiri atas empat kualifikasi dapat digunakan bergantung pada situasi kekonstanan ukuran sampel atau variabel ukuran yang digunakan. Ilustrasi tentang atribut diagram kontrol tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini (Hidayat, 2007).

Tabel 2.3. Diagram Atribut Empat Kelas

Diagram Kontrol Atribut	<i>Non-conformities</i>	<i>Unit Non-conforming</i>
Ukuran sampel Konstan	Diagram np	Diagram c
Ukuran sampel bervariasi	Diagram p	Diagram u

(Sumber : Hidayat, 2007)

Ukuran sampel atribut diagram kontrol meliputi (Hidayat, 2007):

1. *p-chart*

p-chart digunakan jika ingin memonitor proporsi item yang memiliki karakteristik tertentu. *P-chart* biasanya digunakan untuk menggambarkan proporsi produk atau transaksi yang tidak memenuhi syarat. Jika menggunakan sampel yang berbeda ukuran, batas kontrol atas dan bawah *p-chart* tidak akan rata. *P-chart* digunakan baik untuk subgrup sampel yang sama ataupun tidak.

2. *np-chart*

np-chart hampir sama dengan *p-chart* kecuali bahwa *np-chart* menampilkan jumlah (bukan proporsi) item yang memiliki karakteristik tertentu (misalnya jumlah produk yang tidak memenuhi syarat). *np-chart* digunakan jika ukuran sampel subgroup sama.

3. *c-chart*

Peta kendali atribut *c-chart* adalah peta kendali untuk ketidaksesuain (kecacatan) barang dimana besarnya subgroup sama.

2.4.2 Peta Kendali Variabel

Peta kendali variabel terdiri dari 3 jenis peta. Adapun jenis peta kendali variabel adalah sebagai berikut:

1. Peta Kendali \bar{X} (Rata-rata) dan R (*Range*)

Peta kendali \bar{X} merupakan diagram kendali untuk melihat apakah proses masih berada dalam batas pengendalian atau tidak. Diagram ini harus digunakan bersamaan dengan diagram kendali R untuk mengetahui tingkat keakurasian proses. Peta kendali \bar{X} (Rata-rata) dan R (*Range*) digunakan untuk memantau proses yang berdimensi kontinyu, sehingga peta kendali \bar{X} dan R sering disebut peta kendali untuk data variabel. Peta kendali \bar{X} menjelaskan kepada kita apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran titik pusat (*central tendency*) rata-rata suatu proses. Sedangkan peta kendali R (*Range*) menjelaskan tentang apakah perubahan-perubahan telah terjadi dalam ukuran variasi, dengan demikian berkaitan dengan perubahan homogenitas produk yang dihasilkan dalam suatu proses (Gasperz, 1998).

2. Peta Kontrol \bar{X} (Rata-rata) dan s (*Standar Deviation*)

s dalam *s chart* menandai *Sigma* (σ) atau *standard deviation chart* hendaknya digunakan untuk mendeteksi apakah karakteristik proses stabil. Oleh karena itu, *S chart* biasanya diplot bersama dengan \bar{X} chart sehingga memberi gambaran mengenai variasi proses lebih baik. Peta kendali standar deviasi digunakan untuk mengukur tingkat keakurasian suatu proses (Gasperz, 1998).

2.4.3 Perhitungan Kapabilitas Proses

Kapabilitas proses adalah kemampuan dari dalam proses yang menghasilkan produk yang memenuhi spesifikasi. Jika proses memiliki kapabilitas yang baik, proses itu akan menghasilkan produk yang berada dalam batas-batas spesifikasi (di antara batas bawah dan batas atas spesifikasi). Sebaliknya, apabila proses memiliki kapabilitas yang jelek, proses itu akan menghasilkan banyak produk yang berada di luar batas-batas spesifikasi sehingga menimbulkan kerugian karena banyak produk akan ditolak. Indeks Kapabilitas Proses (C_p) dihitung menggunakan formula berikut:

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6s} \dots\dots\dots(2.13)$$

Keterangan:

C_p = indeks kapabilitas proses (*process capability index*)

USL = batas spesifikasi atas (*upper specification index*)

LSL = batas spesifikasi bawah (*lower specification index*)

6 s = enam simpangan baku

Jika nilai indeks kapabilitas proses lebih besar atau sama dengan satu ($C_p > 1$), hal itu menunjukkan bahwa proses memiliki kapabilitas yang baik, yang berarti bahwa proses mampu menghasilkan produk yang berada dalam batas-batas spesifikasi. Sebaliknya, jika nilai indeks kapabilitas lebih kecil daripada satu ($C_p < 1$), hal itu menunjukkan bahwa proses memiliki kapabilitas yang jelek, yang berarti bahwa proses tidak mampu menghasilkan produk yang sesuai dengan batas-batas spesifikasi. Untuk keperluan penelitian, biasanya dipergunakan kriteria sebagai berikut (Gasperz, 1998):

- a. $\frac{1}{2} < \frac{1}{3}$, maka jarak antara kedua bus adalah $\frac{1}{6}$.
- b. $\frac{1}{2} < \frac{1}{3} < \frac{1}{4}$, maka jarak antara bus yang pertama dengan bus yang kedua adalah $\frac{1}{6}$ dan jarak antara bus yang kedua dengan bus yang ketiga adalah $\frac{1}{12}$.
- c. $\frac{1}{2} < \frac{1}{3}$, maka jarak antara bus yang kedua dengan bus yang ketiga adalah $\frac{1}{6}$.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian ini menggambarkan langkah-langkah atau kerangka pikir yang akan dijalankan pada penelitian ini. Tujuan dari pembuatan metodologi penelitian ini adalah agar proses dalam penelitian ini terstruktur dengan baik dan dapat mencapai sasarnya. Metodologi penelitian ini terdiri dari tahapan-tahapan proses penelitian atau urutan-urutan langkah yang harus dilakukan oleh peneliti dalam menjalankan penelitiannya. Penelitian ini memiliki metodologi sebagai berikut:

3.1 Jenis dan Sumber Data

Penelitian ini menggunakan tipe data kuantitatif. Penelitian kuantitatif dilakukan dengan suatu teori sebagai titik tolaknya atau verifikasi teori yang melandasi perumusan masalah atau pertanyaan, pengembangan hipotesis, pengujian data dan pengambilan kesimpulan. Kemudian data diolah, dianalisis atau diuji kemudian diambil kesimpulan berdasarkan teori yang telah dipelajari.

Informasi atau data dapat dibedakan berdasarkan sumbernya, yaitu:

1. Data primer yaitu data yang diperoleh langsung tanpa perantara, yang dapat berupa opini secara individual atau kelompok, hasil observasi dan data mengenai segala hal yang berkaitan dengan kriteria kegagalan dalam proses produksi. Data ini dapat dikumpulkan dengan cara wawancara secara langsung, survei, dan pengamatan.
2. Data sekunder yaitu data yang diperoleh dari data yang telah diteliti dan dikumpulkan oleh pihak lain yang berkaitan dengan permasalahan ini seperti buku-buku maupun literatur-literatur yang ada kaitannya dengan pengendalian kualitas dan metode taguchi. Data sekunder yang dikumpulkan dalam observasi ini seperti data umum perusahaan, visi dan misi perusahaan, struktur organisasi, data produk cacat kabinet piano, dan data-data lainnya yang dapat membantu observasi ini.

SUMBANGAN ALUMNI

Berdasarkan sifatnya, maka penelitian ini digolongkan sebagai penelitian eksperimen (*experimental research*) yaitu penelitian yang bertujuan untuk menyelidiki hubungan sebab akibat dan berapa besar hubungan tersebut dengan mengenakan perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol atau kelompok yang tidak dikenakan perlakuan.

3.2 Metode Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data sebagai berikut:

1. Pengumpulan Kepustakaan

Pengumpulan kepustakaan merupakan metode pengumpulan landasan teori dengan cara memperoleh data-data yang berasal dari literatur-literatur, dan buku-buku yang ada hubungannya dengan materi yang akan dibahas dalam karya tulis ini. Pengumpulan kepustakaan ini merupakan data-data yang bersifat teori dan merupakan penunjang didalam melaksanakan riset lapangan.

2. Penelitian Lapangan

Dalam melakukan penelitian ini maka dilakukan pengumpulan data melalui metode obserfasi langsung. Observasi langsung ke bagian produksi dan pengendalian mutu yang berkaitan dengan produksi kabinet *fall board* piano. Kemudian melakukan pengamatan langsung pada parameter yang berpengaruh dicatat dan frekuensi produksi yang baik maupun yang tidak sesuai dengan standar kualitas dan penyebab faktor cacat. Observasi juga dilakukan untuk mencatat gambaran umum perusahaan yang berupa data umum perusahaan. Dalam pengamatan ini disesuaikan dengan konsep-konsep teori yang terdapat pada referensi daftar pustaka yang mendukung dalam pengolahan data.

Pengambilan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Data Primer

Data primer adalah informasi atau data orisinil yang dikumpulkan dan berhubungan dengan objek yang akan diteliti. Mengumpulkan data primer

dengan pengamatan langsung dan melakukan wawancara dengan pihak perusahaan untuk mendapat data yang dibutuhkan.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung yang biasanya berbentuk dokumen, file, arsip, atau catatan-catatan perusahaan.

3.3 Teknis Analisis

Langkah-langkah dalam metodologi pemecahan masalah ini dimulai dari suatu studi pendahuluan pada perusahaan. Langkah-langkah tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi Pendahuluan

Studi ini dilakukan dengan melakukan penelitian lapangan pada proses produksi *fall board* piano untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini.

2. Perumusan Masalah

Setelah melakukan studi pendahuluan, langkah selanjutnya adalah membuat perumusan masalah. Adapun perumusan masalah yang terkait dengan penelitian ini adalah:

- a. Apa saja faktor-faktor kontrol yang mempengaruhi kualitas kabinet *fall board* piano?
- b. Bagaimana mendapatkan *design* optimal faktor-faktor kontrol kabinet *fall board* piano?

3. Studi Pustaka

Tahap selanjutnya adalah melakukan studi pustaka untuk menunjang penelitian. Tahap ini memberikan gambaran serta metode yang akan digunakan dalam pengolahan data untuk memecahkan permasalahan yang ada dengan menggunakan literatur dan buku ilmiah yang relevan dengan tujuan penelitian.

4. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian dibuat agar setiap langkah yang dilakukan dalam penelitian ini terarah, dan tepat sasaran sesuai dengan perumusan masalah yang telah dibuat. Adapun tujuan penelitian penulisan tugas akhir ini adalah:

- a. Mengetahui faktor-faktor kontrol yang mempengaruhi kabinet *fall board* piano.
- b. Mendesign faktor-faktor kontrol yang optimal dari kabinet *fall board* piano.

5. Pengumpulan Data

Untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan, perlu dilakukan pengumpulan data yang dapat mendukung pemecahan masalah yang ada. Adapun data yang dikumpulkan sebagai berikut :

- a. Data jumlah produksi kabinet *fall board* piano
- b. Data *defect* kabinet *fall board* piano
- c. Data material kabinet *fall board* piano
- d. Data jenis-jenis cacat pada kabinet *fall board* piano

6. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode *control chart*, kapabilitas proses, dan taguchi, yang bertujuan sebagai berikut:

a. Peta kendali (*control chart*)

Peta kendali atau batas kendali dibuat dengan maksud untuk mengetahui atau menghilangkan variasi tidak normal melalui pemisahan variasi yang disebabkan oleh penyebab yang terjadi.

b. Kapabilitas proses

Kapabilitas proses dibuat dengan maksud untuk mengetahui nilai dari kapabilitas proses sebelum dilakukannya perbaikan kualitas.

c. Taguchi

Taguchi dibuat dengan maksud untuk melakukan perbaikan kualitas kabinet *fall board* piano agar kualitas lebih baik dan untuk menjadikan produk atau kabinet kokoh (*robust*) terhadap faktor-faktor gangguan.

Perhitungan efek faktor utama dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor utama dalam pengendalian kualitas menggunakan metode Taguchi.

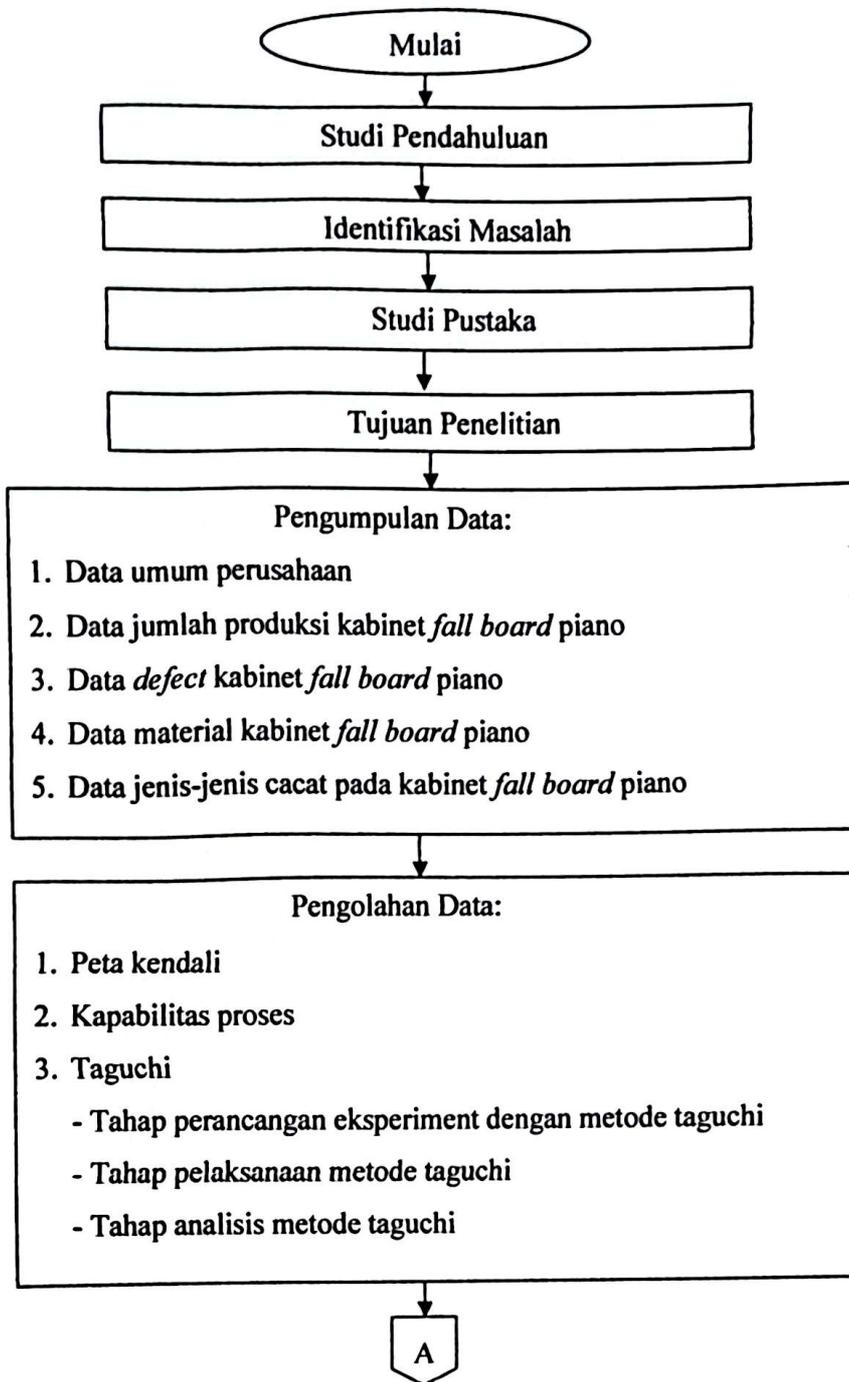
7. Analisis Masalah

Analisis Masalah berisikan pembahasan dan analisis dari hasil pengumpulan dan pengolahan data dengan metode taguchi dan di analisis dengan menggunakan *tools* yang dibutuhkan, dan ada tahapan ini dilakukan penganalisisan terhadap hasil pengolahan data yang telah dilakukan sebelumnya serta melakukan evaluasi terhadap hasil pengolahan data yang diperoleh. Dari hasil analisis dan evaluasi akan diperoleh penyebab turunnya kualitas produk dan diketahui bagaimana cara penanganannya.

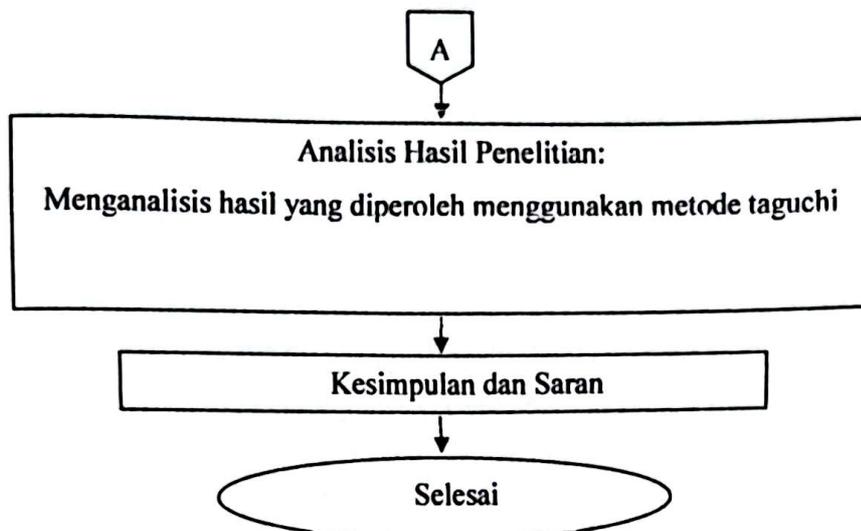
8. Kesimpulan dan Saran

Dari hasil pengolahan data dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan dari penelitian ini dan juga memberikan saran perbaikan proses pada perusahaan.

Teknik analisis data yang dijelaskan dapat digambarkan menjadi suatu diagram kerangka pemecahan masalah yang merupakan langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian. Berikut adalah gambar kerangka pemikiran masalah dalam penelitian yang dilakukan:



Gambar 3.1. Kerangka Pemikiran Masalah



Gambar 3.1. Kerangka Pemikiran Masalah (Lanjutan)

RAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data yang dilakukan adalah pengambilan data yang berkaitan langsung dengan penelitian yang dilakukan, yaitu sejarah perusahaan, profil perusahaan, alur proses produksi secara umum, gambaran kabinet *full board*, bahan baku *full board*, proses produksi *full board*, jenis cacat *full board*, dan jumlah cacat *full board*.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

SUMBERAN ALUMNI

Kata YAMAHA yang sekarang terkenal di seluruh dunia sebagai merek sepeda motor dan alat-alat musik yang sebetulnya kata Yamaha berasal dari nama seorang industriawan Jepang yaitu Mr. Torakusu Yamaha. Beliau sangat mengenal teknologi dan pengetahuan dunia barat sejak masa mudanya, semula menyediakan pelayanan perbaikan alat-alat kedokteran. Dengan kepercayaan dirinya yang tinggi akan keberhasilan usahanya ini, maka beliau berusaha menghadapi segala kemungkinan untuk mendirikan *Yamaha Organ Works* di kota Hamamatsu, Jepang pada tahun 1887. Dengan jiwa wiraswasta, wawasan yang luas, dan kegigihannya untuk mengatasi kesulitan, telah membungkahkan galra beliau untuk meraih kesuksesan. Jiwa dan semangat yang sama yang telah membangun merk Yamaha, dan merupakan warisan yang sangat penting bagi *Yamaha Corporation* sekarang ini.

Bisnis Yamaha bukan hanya terbatas pada alat-alat musik saja tetapi juga merupakan produsen dan pemasar dari berbagai macam jenis produk mulai dari produk-produk audio visual, semi konduktor, perlengkapan komputer, alat-alat olahraga, perlengkapan rumah tangga atau furnitur, logam, alat-alat berat dan bahkan robot-robot untuk keperluan industri berat dan ringan.

Tiga buah gambar garputala pada logo Yamaha menggambarkan hubungan kerjasama yang menghubungkan tiga tonggak bisnis Yamaha, yaitu Teknologi, Produksi dan Penjualan. Garputala tersebut juga mengingatkan kita akan kekuatan

energi dari suara dan musik di dunia, yang wilayahnya diindikasikan dengan lingkaran tertutup. Tanda ini juga melambangkan tiga elemen penting musik : melodi, harmoni dan irama.

Sepuluh tahun kemudian yaitu pada tahun 1897, pabrik Reed Organ mengadakan reorganisasi, dan sejak itu dipakailah nama Nippon Gakki KabushikiKaisha atau Nippon Gakki Co.Ltd. dengan Mr. Torakusu Yamaha sebagai Presiden Direktur yang pertama, dengan menggunakan YAMAHA sebagai merek dagangnya.

Pada tahun 1900 Nippon Gakki Co.Ltd.mulai memproduksi *Upright Piano* dan pada tahun 1902 mulai memproduksi *Grand Piano*. Selanjutnya pada tahun 1906 di *St. Louis World Exposition*, *Reed Organ* dan Piano YAMAHA mulai terkenal di beberapa negara di dunia. Dari keyakinan yang pasti dari segenap pimpinan dan karyawan-karyawannya, Nippon Gakki Co.Ltd. terus mengembangkan tekniknya di dalam pembuatan alat-alat musik yang tadinya oleh sementara orang dianggap tidak mungkin akan dapat dibuat di Jepang.

Perkembangan Nippon Gakki Co.Ltd. Terhenti sementara, oleh karena berkecamuknya Perang Dunia II, yang memaksa Nippon Gakki Co.Ltd.memproduksi baling-baling pesawat yang diperintahkan oleh penguasa Jepang waktu itu guna keperluan perang. Setelah Perang Dunia II selesai, Nippon Gakki Co.Ltd.dengan segala kekurangannya akibat kerusakan masa perang, mencoba untuk beroperasi kembali dengan produksi alat-alat musiknya, dan semenjak itu secara bertahap tetapi pasti Nippon Gakki Co.Ltd.terus berkembang. Dalam masa waktu 26 tahun terakhir sampai dengan tahun 1976, Nippon Gakki Co.Ltd.di bawah pimpinan Mr. Gen' Ichi Kawakami telah mengalami perkembangannya yang luar biasa baik dari segi produksi maupun pemasarannya.

Di bawah pimpinan Mr. Gen' Ichi Kawakami yang seorang industriawan dan seorang seniman, YAMAHA mulai bergerak di dalam bidang pendidikan musik. Beliau mendirikan kursus-kursus musik dan sekolah-sekolah musik, mengadakan konser-konser dan festival-festival serta mendirikan YAMAHA MUSIC FOUNDATION yang berpusat di kota Tokyo Jepang, guna menangani kegiatan-kegiatan tersebut.

Walaupun semua jenis alat musik dan beberapa peralatan sport sudah dapat dibuat oleh Nippon Gakki Co.Ltd.namun Mr. Gen' Ichi Kawakami merasa belum puas, maka pada tahun 1955 mulailah Nippon Gakki Co.Ltd. membuat sepeda motor dengan merek YAMAHA. Mengingat perkembangan produksi sepeda motor yang sangat luar biasa cepat sekali, maka divisi ini segera ditingkatkan menjadi suatu badan usaha yang berdiri sendiri dengan nama YAMAHA MOTOR CO.LTD. Yang kemudian disamping membuat motor juga membuat kapal pesiar, kapal layar, motor tempel dan kendaraan salju.

Pada tahun 1971 Nippon Gakki Co.Ltd.Telah menjadi suatu organisasi yang besar. Disamping mempunyai kurang lebih sepuluh buah pabrik dengan jumlah karyawan sekitar 15,000 orang di Jepang, maka telah didirikan juga pabrik-pabrik assembling alat-alat musik di negara-negara lain seperti: Taiwan, Philipina, Amerika Serikat, Meksiko, Korea Selatan, Hongkong, Singapura, Australia, Canada, Jerman, Norwegia, Inggris, dan Brazil. Yamaha kini memiliki 44 Kantor cabang dan perwakilan resmi di seluruh dunia di samping berbagai anak perusahaan yang terdapat di Jepang.

Yamaha di samping merupakan produsen dan pemasar dari berbagai macam produk, juga mengelola fasilitas rekreasi dan resort yang unik di berbagai tempat di Jepang, yang bertujuan untuk meningkatkan aktivitas kebudayaan dan pelesir dari para pelanggan Yamaha. Di samping itu, Yamaha juga menyediakan tempat-tempat untuk belajar musik, melakukan presentasi dan pertunjukan dari komposisi musik, serta menciptakan tempat untuk menikmati berbagai macam musik yang diperuntukkan bukan saja bagi para musisi tetapi juga para penggemar musik.

Sejak didirikannya Yamaha Musik Foundation pada tahun 1966, Yamaha telah menciptakan berbagai macam aktivitas di bidang musik di seluruh dunia, termasuk di antaranya Sekolah Musik Yamaha, dan Junior Original Concert. Komitmen Yamaha untuk mempromosikan dan mendukung popularisasi serta pendidikan musik merupakan suatu ciri khas dan yang membedakan Yamaha dari para pesaingnya.

Merupakan tujuan dari Yamaha untuk menciptakan berbagai produk dan pelayanan yang mampu memuaskan berbagai macam kebutuhan dan keinginan dari para pelanggan Yamaha di seluruh dunia. Kualitas prima dari produk dan layanan Yamaha di bidang akustik, rancangan, teknologi, karya cipta, dan pelayanan yang selalu mengutamakan pelanggan telah dikenal di seluruh penjuru dunia. Produk dan layanan di bawah bendera Yamaha ini sangat dikenal dan dihormati oleh berbagai kalangan mulai dari para profesional, institusi, para pelaku bisnis dan juga para pelanggan Yamaha.

Falsafah dari Yamaha Corporation adalah Operasi dan Manajemen yang berorientasi pada pelanggan, kesempurnaan dalam produk dan pelayanan, usaha yang berkesinambungan untuk mengembangkan dan menciptakan pasar, peningkatan dalam bidang penelitian dan pengembangan secara berkala, globalisasi dari bisnis Yamaha, serta secara terus menerus mengembangkan pertumbuhan bisnis yang positif melalui diversifikasi.

Sasaran yang paling mendasar dari Yamaha tercermin pada motto dari Yamaha Corporation, yaitu *"To contribute to the enrichment of the quality of lives for people around the world."*

Pada tahun 1965 Mr. Gen' Ichi Kawakami berkunjung ke Indonesia untuk pertama kalinya. Beliau terkesan pada rakyat Indonesia yang pada umumnya suka akan kesenian khususnya musik, tetapi pada saat itu belum terpikir olehnya untuk mendirikan industri alat musik di Indonesia.

Dalam kunjungan keduanya ke Indonesia pada tahun 1972, dimana kondisi dan situasinya sudah dianggap memungkinkan, Mr. Gen' Ichi Kawakami mempunyai gagasan untuk mendirikan industri alat musik di Indonesia. Beliau berfikir "Mengapa saya tidak mendirikan industri alat-alat musik di Indonesia? Sedangkan di negara-negara lain sudah didirikan, dan YAMAHA-lah yang harus mempelopornya."

Selama masa kunjungannya di Indonesia, Mr. Genichi Kawakami tidak hanya terkesan dengan melihat besarnya ketertarikan masyarakat Indonesia terhadap musik namun juga senang melihat betapa antusiasnya mereka untuk lebih mempelajari dan mendalami musik. Nippon Gakki yang memiliki sebuah

yayasan yang diberi Nama Yamaha Music Foundation, memiliki keinginan besar untuk memperluas jangkauan mereka sampai ke Indonesia. Salah satu tujuan utamanya adalah untuk mengembangkan pendidikan musik Yamaha dan mensosialisasikan musik di kehidupan masyarakat Indonesia. Dengan demikian Nippon Gakki akhirnya mendirikan Yayasan Musik Indonesia (YMI).

Niat untuk mendirikan pabrik pembuatan/ perakitan alat-alat musik itu diutarakan kepada sahabatnya di Indonesia yaitu Bapak Drs. Hoegeng Iman Santoso, yang juga seorang seniman. Karena Mr. Gen' Ichi Kawakami tahu benar bahwa Bapak Hoegeng tidak suka dengan bidang bisnis, maka ditanyakan siapa kiranya pengusaha yang pribumi Indonesia yang dapat dijadikan partner untuk mewujudkan niatnya. Oleh Bapak Hoegeng Mr. Gen' Ichi Kawakami diperkenalkan kepada salah seorang sahabatnya yang sudah lama berkecimpung di bidang bisnis, yaitu Bapak Ali Syarif.

Pada tanggal 12 Desember 1972 dibuat persetujuan kerjasama antara Mr. Gen' Ichi Kawakami dengan Bapak Ali Syarif untuk mendirikan perusahaan pembuatan/ perakitan alat-alat musik di Indonesia berdasarkan Undang-Undang Penanaman Modal Asing dan dipilihlah PT YAMAHA INDONESIA sebagai nama dari badan usaha yang dimaksud, yang beralamat di Jalan Rawagelam I/5 Kawasan Industri Pulogadung, Jakarta yang mulai beroperasi pada tanggal 17 Januari 1977.

Jenis Usaha : Industri Perakitan Alat-alat Musik.
Merek YAMAHA dengan produk: Piano, Organ,Clavinova, Electone, dan Pianica.
Induk Perusahaan : YAMAHA CORPORATION
10-11 Nakazawa -Cho
Hamamatsu, Jepang.

PT Yamaha Indonesia didirikan sebagai basis untuk menyuplai alat-alat musik ke pasar domestik, serta ke pasar luar negeri (mengekspor) khususnya ke kawasan Asia, Eropa dan Amerika. Adapun anggota YAMAHA MUSIK GROUP di Indonesia adalah sebagai berikut:

1. PT NUSANTIK
2. PT YAMAHA MUSIK INDONESIA DISTRIBUTOR (PT YMID)
3. PT YAMAHA INDONESIA (PT YI)
4. PT YAMAHA MUSIC MANUFACTURING INDONESIA (PT YMMI)
5. PT YAMAHA MUSIC MANUFACTURING ASIA (PT YMMA)
6. PT YAMAHA MUSIC PRODUCTS INDONESIA
7. PT YAMAHA ELECTRONICS MANUFACTURING INDONESIA
8. YAMAHA MUSIC SERVICE CENTER

4.1.2 Profil Perusahaan

PT Yamaha Indonesia adalah sebuah perusahaan yang bergerak dibidang manufacturing dengan pembuatan bermacam tipe piano, adapun profil perusahaan dapat dilihat sebagai berikut:

Nama : PT YAMAHA INDONESIA

Alamat : Jl. Rawagelam I No. 5 Kawasan Industri Pulogadung
Jakarta Timur 13930

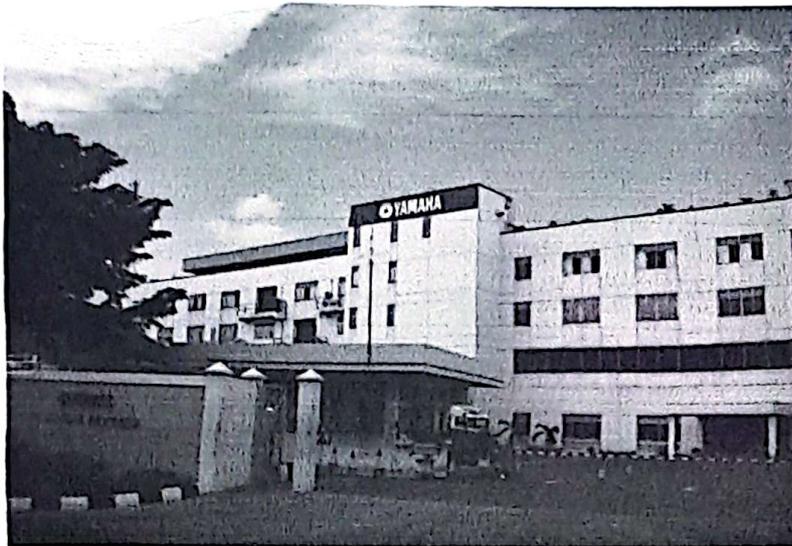
Telepon : (021) 4619171 (Hunting)
Fax: (021) 4602864

Pengurus : Dairokuno Takashi (Komisaris)
Toshihiko Ito (Presiden Direktur)
Aditya S. Hoengeng (Wakil Presiden Direktur)
Toshikazu Yamada (Direktur)
Seiichiro Uchida (Direktur)
Hiro Okabe (Direktur)

Jumlah Karyawan : 841 orang

Luas Pabrik	: - Luas keseluruhan	: 17,305 M²
	- Luas bangunan pabrik	: 8,060 M²
	- Luas bangunan lainnya	: 1,074 M²
	- Jalan / Saluran	: 2,616 M²
	- Taman	: 5,555 M²

Adapun tampak depan PT Yamaha Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.1.

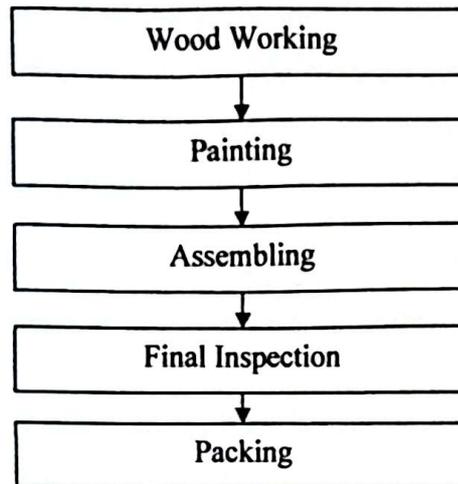


Gambar 4.1 Tampak Depan PT Yamaha Indonesia
(Sumber: PT Yamaha Indonesia)

Adapun tampak atas PT Yamaha Indonesia dapat dilihat pada Gambar 4.2.

4.1.3 Alur Proses Produksi Secara Umum

Proses pembuatan alat musik piano melalui beberapa tahapan proses produksi antara lain: *wood working*, *painting*, *assembling*, *final inspection*, dan *packing*, adapun alur proses produksi piano bisa dilihat dari Gambar 4.4.



Gambar 4.4 Alur Proses Produksi Piano
(Sumber: PT. Yamaha Indonesia)

1. *Wood working*: Proses awal pembuatan piano, dimana pada tahap ini barang material mentah (kayu) di bentuk sesuai dengan ukuran yang dibutuhkan menjadi sebuah kabinet-kabinet bagian dari piano. Adapun kabinet yang dibuat antara lain: kaki piano (*leg*), *side board*, *top board*, *top frame*, dll. Pada umumnya proses kerja terdiri dari *cutting*, *press*, *splitting*, *moulder* dan pelubangan. Kayu yang digunakan terdiri dari tiga jenis diantaranya, pinus dan beech atau meranti dan dapat dilihat pada Gambar 4.5.



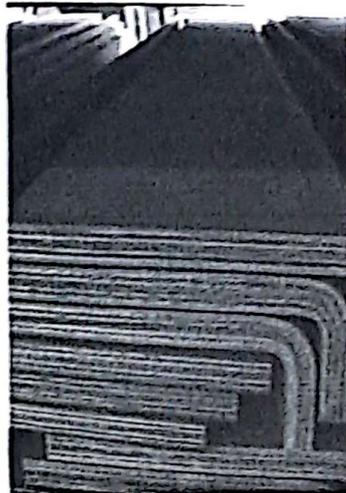
Gambar 4.5 Jenis Material (Kayu)
(Sumber: PT Yamaha Indonesia)

2. **Painting:** Setelah semua kabinet yang diperlukan sudah siap, maka tahap selanjutnya yaitu pengecatan (*painting*) pada setiap kabinet yang dibuat. Sebelum pada proses pengecatan pada kabinet-kabinet, terlebih dahulu di *sanding*. *Sanding* merupakan proses penghalusan pada kabinet atau permukaan kayu. Ada tiga jenis tahapan proses sanding diantaranya.
 - a. **Sanding Dasar:** Proses penghalusan kayu setelah dari *wood working*.
 - b. **Sanding Balik:** merupakan proses penghalusan kembali pada bagian kabinet yang tidak di *spray*. Prosesnya hampir sama dengan *sanding* yang lainnya yaitu barang yang telah di *spray* di *sanding* dengan menggunakan *belt sander*, kemudian di *hand sanding*.
 - c. **Sanding buffing:** Proses penghalusan kabinet setelah proses *spray*. Penghalusan ini menggunakan amplas yang memiliki beberapa *abrasive*. *Buffing* merupakan proses pengkilapan bagian kabinet dengan menggunakan *wax* dan *cartridge* yang terbuat dari wool.
3. **Assembling:** Proses perakitan kabinet-kabinet menjadi suatu alat musik piano. Adapaun tahap proses yang dilakukan pada bagian *assembling* antara lain *stringing*, *side glue*, *fire regulation*, *first tuning*, *case assy*.
4. **Final Inspection** merupakan tahap terakhir dari proses pembuatan piano, dimana pada tahap ini seluruh komponen diperiksa secara menyeluruh mengenai kualitas barang sebelum ketahap pengemasan atau *packing*.
5. **Packing:** Proses pengepakan piano.

4.1.4 Gambaran Kabinet *Fall Board*

Kabinet *fall board* adalah salah satu kabinet dari sekian banyak kabinet yang di produksi PT Yamaha Indonesia untuk pembuatan piano, fungsi dari kabinet ini adalah sebagai penutup yang menutup bagian keyboard piano. Kabinet ini merupakan salah satu *part* yang paling banyak di produksi perusahaan diantara kabinet-kabinet penyusun piano lainnya. dikarenakan perusahaan juga mengexport *fall board* ke jepang untuk kebutuhan perusahaan piano yang berada di jepang. Sistem produksi *fall board* yang akan di expor bersifat *make to order*, yaitu produksi hanya berdasarkan pesanan.

Adapun bentuk model *fall board* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Kabinet *Fall Board*
(Sumber:PT.Yamaha Indonesia)

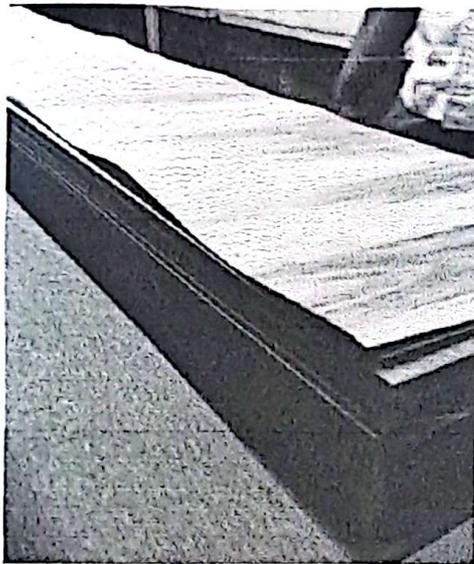
4.1.5 Bahan Baku *Fall Board*

Fall board terdiri dari dua jenis bahan baku yaitu vinir/*veneer* dan *beaker*. Kedua jenis bahan baku ini dijadikan menjadi satu dan menjadi sebuah kabinet atau *part* dari sebuah piano, adapun penjelasan dari kedua bahan baku tersebut:

1. Vinir (*Veener*)

Vinir adalah lembaran kayu tipis dari 0,24 mm sampai 0,6 mm yang diperoleh dari penyayatan (pengupasan) kayu jenis-jenis tertentu, dengan ketebalan sama dan lebih kecil dari 6 mm. Ketebalan di atas batas ini digolongkan ke dalam jenis papan. Penggunaan utama dari vinir adalah untuk pembuatan kayu lapis (*plywood*), di mana beberapa lembar vinir direkat menjadi satu dengan arah serat yang saling tegak lurus dalam jumlah yang ganjil.

Adapun contoh bahan baku vinir/*veneer* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Bahan Baku Vinir/*Veneer*
(Sumber:PT.Yamaha Indonesia)

2. *Beaker*

Beaker tidak beda jauh dengan bahan utama vinir/*veneer*, hanya saja ketebalan *beaker* dibuat lebih tebal, dikarenakan *beaker* sebagai pelindung luar vinir, yang paling membedakan kedua bahan baku ini adalah dari segi warna. Untuk vinir mempunyai warna kuning sedangkan untuk *beaker* memiliki warna abu-abu.

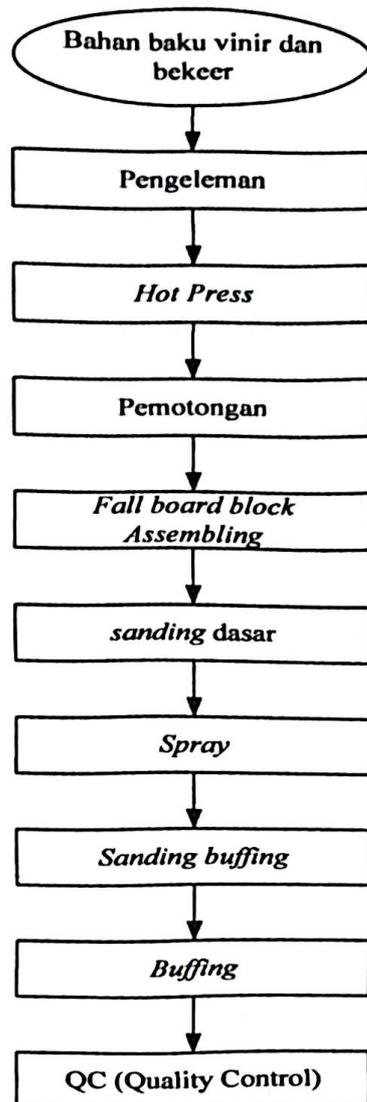
Adapun contoh bahan baku *beaker* dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4.8 Bahan Baku *Beaker*
(Sumber:PT.Yamaha Indonesia)

4.1.6 Proses Produksi *Fall Board*

Alur proses produksi *fall board* terdiri dari delapan proses, yaitu pengeleman bahan baku vinir dan *beaker*, *hot press*, pemotongan, *fall board block Assembling*, *sanding dasar*, *spray*, *sanding buffing*, *buffing*. Penelitian ini dilakukan pada proses pengeleman untuk mengidentifikasi karakteristik kualitas pada proses tersebut, mengetahui tahapan proses produksi dan mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pada proses tersebut, berikut ini adalah alur proses produksi *fall board* dapat dilihat dari Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Alur Proses Produksi *Fall Board*
(Sumber: PT Yamaha Indonesia)

1. Pengeleman bahan baku

Pengeleman adalah proses pertama dari pembuatan *fall board*, proses ini berlangsung di mesin *glue spreader*, proses produksi melakukan tugas penyatuan lapisan *veneer* dan *beaker* untuk menjadi *plywood*. Bahan untuk merekatkan kedua bahan baku tersebut biasanya digunakan perekat sintesis *thermosetting* yang biasa mengeras akibat terkena panas. Jenis perekat yang

biasa digunakan adalah campuran *Urea Formaldehyde* dan *Fenol formaldehyde*.

2. *Hot Press*

proses produksi ini melakukan pekerjaan penekanan pada *plywood* agar menjadi lebih rapat, dan sekaligus membuat bengkakan pada bagian pinggir *plywood* untuk membuat sudut pada *fall board*. Proses produksi ini dilakukan pada mesin *press hidrolik*, proses pengepresan ini memiliki waktu 8 menit dengan suhu $110 \pm 0,5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. Pematangan

Proses ini dilakukan setelah *fall board* didiamkan dari hasil proses *press*. Pengerjaan proses ini berlangsung pada mesin *danc saw*, mesin *danc saw* berfungsi melakukan pematangan *fall board* sesuai ukuran yang telah ditentukan.

4. *Fall Board Block Assembling*

Fall board block assembling memiliki tujuan yaitu perakitan antara bagian *fall board* yang telah di potong dengan blok kayu pada permukaan bawah *fall board*, proses ini mempunyai sub proses seperti pengeboran pada blok kayu, pengeleman.

5. *Sanding Dasar*

Sanding Dasar adalah Proses penghalusan *fall board* setelah dari *wood working*, proses ini sudah termasuk pada departemen *painting*, pengerjaan ini dilakukan secara manual oleh operator dengan menggunakan *abrasive*.

6. *spray*

Spray adalah suatu proses aplikasi cat dalam bentuk cair pada permukaan *fall board*, untuk membuat lapisan tipis yang kemudian membentuk lapisan keras. Fungsi dari pengecatan sendiri dapat dilihat melalui beberapa aspek antara lain efek estetika dan proteksi.

7. *Sanding buffing*

Sanding buffing adalah proses penghalusan permukaan kabinet *fall board*, proses ini tidak beda jauh dari *sanding dasar*, yang membedakan dengan *sanding dasar* adalah permukaan kabinet *fall board* yang akan di *sanding*

telah memiliki cat, selain itu *Sanding buffing* tidak semua manual seperti sanding dasar, proses ini dibantu oleh dua mesin *belt sander* yang ditujukan untuk penghalusan kabinet yang memiliki permukaan luas. Proses ini menggunakan amplas yang memiliki beberapa *abrasive*. diantaranya *abrasive 120, abrasive 240, abrasive 320*.

8. *Buffing*

Proses *buffing* merupakan proses yang bertujuan menghilangkan bekas proses *sanding* dan menghaluskan serta mengkilapkan bagian kabinet *fall board*, proses ini dikerjakan pada mesin *ryoto* dengan menggunakan *wax* dan *cartridge* yang terbuat dari wool.

4.1.7 Jenis Cacat *Fall Board*

Penentuan jenis cacat dapat dilakukan pada karakteristik kualitas yang bersifat atribut, dari gambaran proses produksi yang telah di jelaskan sebelumnya ditemukan jenis cacat untuk masing – masing proses produksi *fall board*. berikut ini adalah jenis cacat yang terjadi setiap proses :

1. Proses pengeleman

a. Alur

Alur adalah cacat pada permukaan vinir, berbentuk alur dan berwarna hitam, disebabkan oleh endapan yang berwarna gelap pada pori kayu.

b. Pecah

Pecah merupakan jenis cacat yang mengakibatkan ada bagian permukaan vinir hilang atau patah sehingga permukaan calon *Fall board* tidak utuh.

c. Renggang

Cacat ini merupakan jenis cacat mengakibatkan lapisan-lapisan vinir kurang menyatu.

d. *Geld*

Cacat ini memiliki ciri-ciri permukaan hasil pengeleman yang bergelombang yang di akibat kan oleh terlalu banyaknya kandungan lem pada proses pengeleman.

2. Proses *hot press*

a. Uki

Uki adalah jenis cacat yang terjadi pada bagian dalam *fall board*. memiliki ciri adanya bagian dalam *fall board* yang tidak padat akibat lem tidak merekat sempurna.

b. Kotor

Hasil hot press ditemukan benda atau bahan asing yang menempel atau menyatu pada *fall board*.

c. Retak

Retak merupakan jenis cacat yang hampir pecah, cacat ini mengakibatkan timbulnya garis halus ada permukaan *fall board*.

3. Proses pemotongan

a. Kepanjangan

Cacat dari ukuran panjang melebihi panjang yang ditentukan.

b. Kelebaran

Cacat dari ukuran lebar yang tidak sesuai yang telah di tentukan.

c. Terlalu pendek

Cacat potong yang melebihi batas *spesifikasi* ukuran.

d. Pecah

Jenis cacat yang mengakibatkan ada bagian permukaan *Fall board* vinir hilang atau patah. Cacat ini terulang dikarenakan lolosnya cacat retak pada proses *hot press*

4. *Fall Board Block Assembling*

a. Tuis (melintir)

Cacat yang merupakan tidak seimbangya perakitan *fall board* dengan kayu blok.

b. Salah bor

Cacat yang diakibat jarak bor yang tidak sesuai tempat yang ditentukan.

c. Gores

Cacat yang mengakibatkan adanya goresan pada permukaan *fall board*.

d. Uki

Uki adalah jenis cacat yang terjadi pada bagian dalam *fall board*. memiliki ciri adanya bagian dalam *fall board* yang tidak padat akibat lem tidak merekat sempurna.

5. *Sanding Dasar*

a. Kasar

Cacat ini merupakan cacat yang di akibatkan kurangnya waktu menghaluskan permukaan *fall board*. Sehingga permukaan tetap kasar.

b. Cacat ampelas

Cacat yang mengakibatkan lapisan luar yang hilang pada tempat tertentu akibat pengampelasan yang berlebihan.

c. Benjol

Cacat ini menimbulkan permukaan tidak rata, diakibatkan pengampelasan tidak merata.

6. *Spray*

a. Kotor

Permukaan *fall board* yang telah di *spray* menimbulkan noda benda asing yang menempel.

b. Bintik

Terdapat binti-bintik di permukaan *fall board* hasil dari *spray*

c. Leleh

Hasil cat *spray* meleleh

d. Cat tipis

Hasil cat *spray* kurang tebal.

7. *Sanding buffing*

a. Muke

cacat berupa bintik berbeda warna dengan yang warna cat yang sesungguhnya.

b. Dekok

cacat yang di sebabkan penyandingan yang terlalu sering pada bagian sama mengakibatkan cat *spray* terkelupas terlalu dalam.

c. Keriting

cacat berupa bentuk permukaan cat kabinet tidak rata.

8. *Buffing*

a. Gelombang

Hasil *buffing* bergelombang atau permukaan yang mengkilap tidak merata.

b. Kotor

Hasil *buffing* kurang bersih.

4.1.8 Jumlah Cacat *Fall Board*

Jumlah cacat *fall board* yang diamati hanya didalam proses pengeleman, dikarenakan proses pengeleman ini sangat berperan penting dalam menjadikan sebuah kabinet *fall board* menjadi *roubust* dan menjadikan produk tidak sensitif terhadap variabel gangguan (*noise*), adapun jumlah cacat kabinet *fall board* dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jumlah Cacat Kabinet *Fall Board*

Pengamatan ke-	Jumlah produksi (unit)	Jenis Cacat (unit)			
		Alur	Pecah	Renggang	<i>Geld</i>
1	160	0	2	22	12
2	175	2	2	15	11
3	186	0	0	21	10
4	170	1	0	16	9
5	150	3	7	19	5
6	145	0	2	18	12
7	155	0	2	17	14
8	152	4	9	18	8
9	158	0	5	20	7
10	165	3	8	18	12
11	144	2	4	17	7
12	180	5	8	14	7
13	175	2	3	18	6
14	174	1	2	17	10
15	150	1	8	15	10
16	156	1	4	19	8

Tabel 4.1 Jumlah Cacat Kabinet *Fall Board* (Lanjutan)

17	140	2	5	22	7
18	140	0	3	21	4
19	142	0	5	14	8
20	145	3	3	19	6
21	144	2	4	19	11
22	155	1	3	18	12
23	155	0	4	17	13
24	170	0	5	19	8
25	166	0	6	18	15
26	148	4	7	20	15
27	158	2	4	19	12
28	158	1	3	20	9
29	150	1	4	22	8
30	160	1	5	23	8
31	154	1	3	21	11
32	144	2	2	20	14
33	150	0	2	22	9
34	150	0	3	14	7
35	155	1	3	12	7
36	160	2	0	18	7
37	155	2	6	14	11
38	152	1	1	19	11
39	146	1	2	18	10
40	168	1	2	20	12
Jumlah		53	151	733	383
total produksi	6260				
total cacat	1320				

(Sumber: PT Yamaha Indonesia)

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data ini bertujuan sebagai pembahasan dalam penelitian yang dilakukan sehingga mampu menyelesaikan permasalahan dalam penelitian yang dilakukan. Data yang terkumpul akan diolah dengan menggunakan beberapa

pendekatan dan metode seperti membuat batas kendali/peta kendali, kapabilitas proses, dan eksperimen menggunakan metode Taguchi.

4.2.1 Peta Kendali P

Peta kendali yang dibuat adalah peta kendali P dikarenakan data yang diambil bersifat data atribut, adapun cara perhitungan untuk menentukan batas-batas dalam peta kendali tersubst, yaitu: *Central Line (CL)*, *Upper Control Line (UCL)*, dan *Lower Control Limit (LCL)* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Rata-rata bagian yang ditolak (\bar{p}) atau *control limit (CL)*

$$p = \frac{np}{n}$$

$$= \frac{36}{160} = 0,225$$

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{\sum n} = \frac{1320}{6260} = 0,2108$$

Adapun tabel perhitungan penentuan proporsi bisa dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Tabel Proporsi

pengamatan ke-	Jumlah kabinet yang di periksa (unit)	Jumlah kabinet cacat (unit)	proporsi
1	160	36	0,2250
2	175	30	0,1714
3	186	31	0,1666
4	170	26	0,1529
5	150	34	0,2266
6	145	32	0,2206
7	155	33	0,2129
8	152	39	0,2565
9	158	32	0,2025

Tabel 4.2 Tabel Proporsi (Lanjutan)

10	165	41	0,2484
11	144	30	0,2083
12	180	34	0,1888
13	175	29	0,1657
14	174	30	0,1724
15	150	34	0,2266
16	156	32	0,2051
17	140	36	0,2571
18	140	28	0,2000
19	142	27	0,1901
20	145	31	0,2137
21	144	36	0,2500
22	155	34	0,2193
23	155	34	0,2193
24	170	32	0,1882
25	166	39	0,2349
26	148	46	0,3108
27	158	37	0,2341
28	158	33	0,2088
29	150	35	0,2333
30	160	37	0,2312
31	154	36	0,2337
32	144	38	0,2638
33	150	33	0,2200
34	150	24	0,1600
35	155	23	0,1483
36	160	27	0,1687
37	155	33	0,2129
38	152	32	0,2105
39	146	31	0,2123
40	168	35	0,2083

(Sumber: Pengolahan Data)

Dapat dilihat persentase cacat rata-rata adalah 21,08 % dengan jumlah produksi sebanyak 6260 kabinet *fall board* piano. Selanjutnya dilakukan perhitungan untuk mencari batas atas dan batas bawah dan yang kemudian diperlihatkan menggunakan gambar peta kendali P, adapun perhitungan untuk mencari batas atas dan batas bawah dengan rumus sebagai berikut:

2. Batas Kendali Atas atau *Upper Control Limit* (UCL)

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,2108 + 3 \sqrt{\frac{0,2108(1-0,2108)}{160}} \\ &= 0,2108 + 3 (0,0322) \\ &= 0,3075 \end{aligned}$$

3. Batas Kendali Bawah atau *Lower Control Limit* (LCL)

$$\begin{aligned} UCL &= \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \\ &= 0,2108 - 3 \sqrt{\frac{0,2108(1-0,2108)}{160}} \\ &= 0,2108 - 3 (0,0322) \\ &= 0,1140 \end{aligned}$$

Adapun tabel hasil perhitungan UCL dan LCL terdapat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan UCL dan LCL

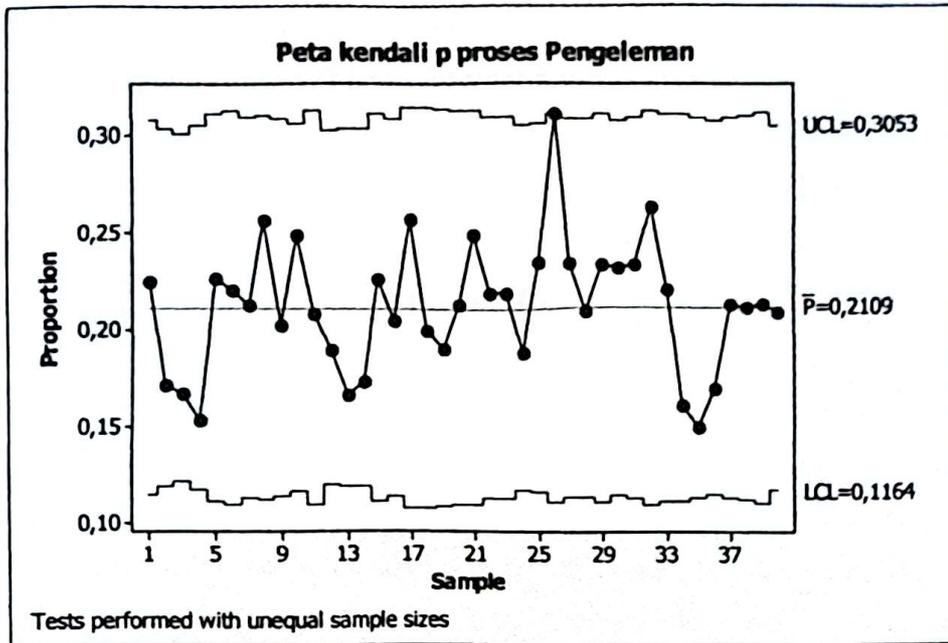
pengamatan ke-	Jumlah kabinet yang di periksa (unit)	Jumlah kabinet cacat (unit)	proporsi	<i>Upper Control Limit</i> (UCL)	<i>Control Limit</i> (CL)	<i>Lower Control Limit</i> (LCL)
1	160	36	0,2250	0,3075	0,2108	0,1140
2	175	30	0,1714	0,3032	0,2108	0,1183
3	186	31	0,1666	0,3005	0,2108	0,1210
4	170	26	0,1529	0,3046	0,2108	0,1169
5	150	34	0,2266	0,3107	0,2108	0,1108
6	145	32	0,2206	0,3124	0,2108	0,1091

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan UCL dan LCL (Lanjutan)

7	155	33	0,2129	0,3090	0,2108	0,1125
8	152	39	0,2565	0,3100	0,2108	0,1115
9	158	32	0,2025	0,3081	0,2108	0,1134
10	165	41	0,2484	0,3060	0,2108	0,1155
11	144	30	0,2083	0,3127	0,2108	0,1088
12	180	34	0,1888	0,3020	0,2108	0,1195
13	175	29	0,1657	0,3032	0,2108	0,1183
14	174	30	0,1724	0,3035	0,2108	0,1180
15	150	34	0,2266	0,3107	0,2108	0,1108
16	156	32	0,2051	0,3087	0,2108	0,1128
17	140	36	0,2571	0,3142	0,2108	0,1073
18	140	28	0,2000	0,3142	0,2108	0,1073
19	142	27	0,1901	0,3134	0,2108	0,1081
20	145	31	0,2137	0,3124	0,2108	0,1091
21	144	36	0,2500	0,3127	0,2108	0,1088
22	155	34	0,2193	0,3090	0,2108	0,1125
23	155	34	0,2193	0,3090	0,2108	0,1125
24	170	32	0,1882	0,3046	0,2108	0,1169
25	166	39	0,2349	0,3057	0,2108	0,1158
26	148	46	0,3108	0,3113	0,2108	0,1102
27	158	37	0,2341	0,3081	0,2108	0,1134
28	158	33	0,2088	0,3081	0,2108	0,1134
29	150	35	0,2333	0,3107	0,2108	0,1108
30	160	37	0,2312	0,3075	0,2108	0,1140
31	154	36	0,2337	0,3094	0,2108	0,1121
32	144	38	0,2638	0,3127	0,2108	0,1088
33	150	33	0,2200	0,3107	0,2108	0,1108
34	150	24	0,1600	0,3107	0,2108	0,1108
35	155	23	0,1483	0,3090	0,2108	0,1125
36	160	27	0,1687	0,3075	0,2108	0,1140
37	155	33	0,2129	0,3090	0,2108	0,1125
38	152	32	0,2105	0,3100	0,2108	0,1115
39	146	31	0,2123	0,3120	0,2108	0,1095
40	168	35	0,2083	0,3052	0,2108	0,1163

(Sumber: Pengolahan Data)

Hasil peta kendali untuk proses pengeleman dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Peta Kendali p Proses Pengeleman
(Sumber: Pengolahan Data)

Dari gambar di atas dapat dilihat bahwa proses pengeleman dalam pembuatan kabinet *fall board* berada dalam batas kontrol. Setelah didapat proporsi cacat sebesar 0,2108 maka dihitunglah nilai kapabilitas proses dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai } z &= 1 - \frac{21,08}{(100)(2)} \\
 &= 0,8946 \\
 &= 1,25 \text{ (dilihat dari tabel distribusi normal)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 C_p &= \frac{1,25}{3} \\
 &= 0,414
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa nilai kapabilitas proses adalah 0,414 yang berarti proses dianggap tidak mamampu, maka perlu dilakukannya perbaikan untuk mengurangi jumlah cacat dan menaikkan nilai kapabilitas proses pengeleman kabinet *fall board* piano.

4.2.2 Tahap Perancangan Metode Taguchi

4.2.2.1 Penentuan Variabel tak Bebas

Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Dalam merencanakan suatu eksperimen harus dipilih dan ditentukan dengan jelas variabel tak bebas mana yang akan diselidiki, dalam variabel tak bebas dalam penelitian ini adalah kualitas kabinet *fall board* piano, dimana karakteristik kualitas yang digunakan adalah *smaller the better* dimana berkurangnya jumlah cacat maka akan semakin baik.

4.2.2.2 Penentuan Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Pada tahap ini akan dipilih faktor-faktor mana saja yang akan diselidiki pengaruhnya terhadap variabel tak bebas yang bersangkutan. Dalam suatu percobaan tidak seluruh faktor yang diperkirakan mempengaruhi variabel yang diselidiki, sebab hal ini akan membuat pelaksanaan percobaan dan analisisnya menjadi kompleks, adapun faktor-faktor yang akan diteliti dalam penelitian ini adalah:

1. Tingkat kandungan air

Tingkat kandungan air berpengaruh dalam lamanya pengeleman, dikarenakan banyaknya kandungan air yang diberikan kepada lem mengakibatkan lamanya pengeleman *fall board* piano itu sendiri.

2. Lama pengeleman

Lama pengeleman dalam proses pengeleman kabinet *fall board* mempunyai faktor yang berpengaruh terhadap kualitas dari kabinet, dimana jika lama pengeleman tidak sesuai maka kabinet bisa menjadi renggang atau retak yang mengakibatkan cacat pada kabinet itu sendiri.

3. Ketebalan *beaker*

Ketebal beaker harus ditentukan secara tepat untuk mencapai efek yang optimal, semakin tebal beaker maka akan semakin lama tingkat pengelaman.

4. Ketebalan vinir

Ketebal vinir juga harus ditentukan secara tepat untuk mencapai efek yang optimal, dikarenakan jika tidak tepatnya ketebalan vinir akan mengakibatkan kabinet *fall board* akan menjadi cacat pada lapisan vinir dan *beaker*.

4.2.2.3 Penentuan Jumlah Level dan Nilai Level Faktor

Menentukan banyaknya level dan faktor yang digunakan untuk tiap faktor yang dipilih dalam eksperimen adalah tahap penting dalam perencanaan. Menentukan level dari faktor kualitatif biasanya telah jelas dari sifat permasalahan yang diteliti, sumber data dalam penentuan level dari faktor ini didapat dari data pabrik, adapun data hasil penentuan level ini dapat dilihat dari Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Penentuan Level Faktor

Kode	Faktor	Level 1	Level 2	Satuan
A	Lama Pengeleman	2	3	Menit
B	Ketebalan vinir	0,24	0,6	Mm
C	Ketebalan <i>Beaker</i>	0,6	0,8	Mm
D	Tingkat kandungan air	5	10	%

(Sumber: PT Yamaha Indonesia)

Dari tabel penentuan level faktor di atas diketahui bahwa faktor yang mempengaruhi kabinet *fall board* piano mempunyai empat faktor, yaitu: tingkat kandungan air, lama pengeleman, ketebalan *beaker*, dan ketebalan vinir.

4.2.2.4 Perhitungan Derajat Kebebasan

Angka derajat kebebasan menunjukkan banyak perbandingan bebas yang dapat dilakukan pada sekelompok data, dalam perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk mengetahui minimum jumlah penelitan yang dilakukan, adapun perhitungan yang dilakukan untuk mencari derajat kebebasan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{dof faktor A} &= \text{jumlah level} - 1 \\ &= 2 - 1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

Adapun tabel perhitungan derajat kebebasan dapat dilihat dari Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perhitungan Derajat Kebebasan

Faktor	Derajat Kebebasan (dof)	Total
A	2 - 1	1
B	2 - 1	1
C	2 - 1	1
D	2 - 1	1
AxB	(2 - 1)x(2 - 1)	1
AxC	(2 - 1)x(2 - 1)	1
AxD	(2 - 1)x(2 - 1)	1
Total Derajat Kebebasan		7

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel perhitungan jumlah derajat kebebasan yang didapat akan disesuaikan kedalam matriks orthogonal.

4.2.2.5 Pemilihan Matriks Orthogonal

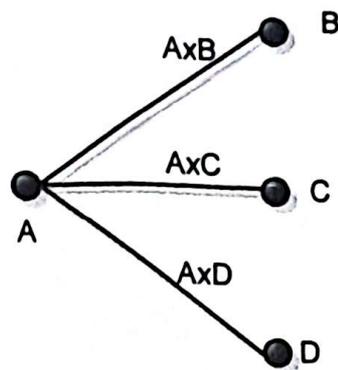
Tiap matriks orthogonal mempunyai derajat kebebasan yang dibutuhkan, kita dapat memilih sebuah matriks orthogonal yang mempunyai pembeding atau derajat kebebasan, adapun penentuan pemilihan matriks orthogonal dapat dilihat dari Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Penentuan Pemilihan Matriks Orthogonal

Jumlah dof	Orthogonal Array
2-3	L_4
4-7	L_8
8-11	L_{12}
12-15	L_{16}

(Sumber: Bagchi, 1993)

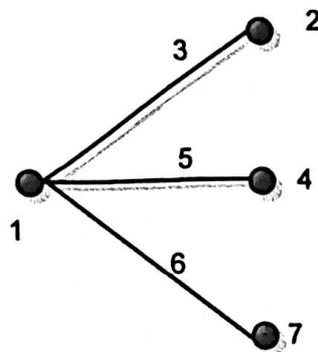
Dari tabel penentuan pemilihan matriks orthogonal di atas dapat diketahui bahwa matriks orthogonal yang digunakan adalah $L_8(2^7)$, dengan melihat susunan matriks orthogonal $L_8(2^7)$ maka ditentukannya kolom untuk faktor dan interaksi kedalam matriks orthogonal yang didapat, adapun penentuan kolom untuk faktor dan interaksi didapat menggunakan grafik linier, dengan demikian penelitian ini menggunakan grafik linier yang dapat dilihat dari Gambar 4.11.



Gambar 4.11. Grafik Linier Yang Dibutuhkan

(Sumber : Pengolahan Data)

Berdasarkan gambar grafik linier yang diperlukan di atas dapat diketahui bahwa grafik yang cocok adalah $L_8(2^7)$ yang bisa dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12. Grafik Linier $L_8(2^7)$

(Sumber : Sujanto, 2009)

Berdasarkan grafik linier $L_8(2^7)$ di atas dapat ditentukan dan diketahui bahwa:

Faktor A ditempatkan pada kolom 1

Faktor B ditempatkan pada kolom 2

Interaksi AxB ditempatkan pada kolom 3

Faktor C ditempatkan pada kolom 4

Interaksi AxC ditempatkan pada kolom 5

Interaksi AxD ditempatkan pada kolom 6

Faktor D ditempatkan pada kolom 7

Adapun penentuan faktor-faktor tersebut dapat dilihat dari Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Penentuan faktor dan Interaksi pada Kolom Matriks Orthogonal

Faktor A	1
Faktor B	2
Interaksi AxB	3
Faktor C	4
Interaksi AxC	5
Interaksi AxD	6
Faktor D	7

(Sumber: Pengolahan Data)

Adapun penentuan matriks orthogonal $L_8(2^7)$ dengan faktor interaksi dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Susunan Matriks Orthogonal $L_8(2^7)$ dengan Faktor dan Interaksi

Eksperimen	Matriks Orthogonal $L_8(2^7)$						
	1	2	3	4	5	6	7
	A	B	AxB	C	AxC	AxD	D
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	2	2
3	1	2	2	1	1	2	2
4	1	2	2	2	2	1	1
5	2	1	2	1	2	1	2
6	2	1	2	2	1	2	1
7	2	2	1	1	2	2	1
8	2	2	1	2	1	1	2

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel susunan matriks orthogonal $L_8(2^7)$ dengan faktor dan interaksi di dapat, bahwa kolom 1 untuk faktor A, kolom 2 untuk faktor B, kolom 3 untuk interaksi AxB, kolom 4 untuk faktor C, kolom 5 untuk interaksi AxC, kolom 6 untuk interaksi AxD, dan kolom 7 untuk faktor D.

4.2.3 Tahap Pelaksanaan Metode Taguchi

Tahap pelaksanaan metode taguchi adalah tahap dimana pelaksanaan percobaan dilakukan, dimana dengan melakukan penerapan langsung dengan faktor-faktor dan level yang sudah dilakukan di tahap perancangan metode

taguchi, adapun percobaan dibuat sesuai dengan matriks yang sudah ditentukan, adapun hasil percobaan kualitas *fall board* dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Percobaan kualitas *fall board*

Eksperimen	Frekuensi <i>Reject</i> (unit)		Total (unit)
	1	2	
1	36	32	34
2	33	38	36
3	41	37	39
4	29	35	32
5	32	29	31
6	25	34	30
7	46	41	44
8	37	35	36

(Sumber: PT Yamaha Indonesia)

Dari tabel di atas didapatkan hasil percobaan kualitas *fall board*, dimana dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Hasil Percobaan Kualitas *Fall Board*

Eksperimen	Matriks Orthogonal $L_8(2^7)$							Frekuensi Cacat (unit)		Total (unit)
	Faktor dan Interaksi							1	2	
	A	B	AxB	C	AxC	AxD	D			
1	1	1	1	1	1	1	1	36	32	34
2	1	1	1	2	2	2	2	33	38	36
3	1	2	2	1	1	2	2	41	37	39
4	1	2	2	2	2	1	1	29	35	32
5	2	1	2	1	2	1	2	32	29	31
6	2	1	2	2	1	2	1	25	34	30
7	2	2	1	1	2	2	1	46	41	44
8	2	2	1	2	1	1	2	37	35	36

(Sumber: Pengolahan Data)

4.2.4 Tahap Analisis Metode Taguchi

Pada tahap analisis metode taguchi dilakukannya pengumpulan, pengolahan, serta penyajian data dalam satu *layout* tertentu yang sesuai dengan desain yang dipilih untuk suatu eksperimen yang dipilih.

Untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang signifikan yang berpengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano diperlukan analisis dan

pengolahan data eksperimen dengan menggunakan perhitungan nilai *mean* dan ditransformasikan ke bentuk rasio S/N dalam tabel analisis varians.

4.2.4.1 Pengaruh Level dari Faktor Terhadap Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap kualitas kabinet *fall board* piano maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata tiap level dengan rumus:

$$X_n = \frac{1}{4} (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n)$$

Adapun contoh perhitungan untuk faktor A:

$$\begin{aligned} \bar{A}_1 &= \frac{1}{4} (34 + 36 + 39 + 32) \\ &= 35,25 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{A}_2 &= \frac{1}{4} (31 + 30 + 44 + 36) \\ &= 35,25 \end{aligned}$$

Adapun contoh perhitungan Interaksi Ax B:

$$\begin{aligned} \overline{Ax B}_1 &= \frac{1}{4} (34 + 36 + 44 + 36) \\ &= 37,50 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \overline{Ax B}_2 &= \frac{1}{4} (39 + 32 + 31 + 30) \\ &= 33,00 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan level dari faktor atau nilai respon rata-rata kualitas kabinet *fall board* piano bisa dilihat dari Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Respon Rata-rata Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano

	A	B	AxB	C	AxC	AxD	D
Level 1	35,25	32,75	37,50	37,00	34,75	33,25	35,00
Level 2	35,25	37,75	33,00	33,50	35,75	37,25	35,50
Selisih	0,00	5,00	4,50	3,50	1,00	4,00	0,50
Rangking	7	1	2	4	5	3	6

(Sumber: Pengolahan Data)

Dikarenakan matriks orthogonal $L_8(2^7)$ mempunyai 7 derajat kebebasan, maka diambil setengah derajat kebebasan sebagai pengaruh penting. Pada penelitian yang dilakukan memakai 7 kolom, maka yang diambil adalah 4 sebagai

pengaruh penting. Dari tabel respon rata-rata kualitas kabinet *fall board* piano kombinasi level optimum yang dicapai untuk karakteristik kualitas taguchi adalah faktor B level 1, interaksi AxB level 2, Interaksi AxD level 1, dan Faktor C level 2. Adapun pemecahan dari faktor dan interaksi diselesaikan dengan perhitungan berikut ini:

Perhitungan untuk interaksi AxB:

- Rata-rata pengaruh $A_1B_1 = (34+36)/2$
= 35,00
- Rata-rata pengaruh $A_1B_2 = (39+32)/2$
= 35,50
- Rata-rata pengaruh $A_2B_1 = (31+30)/2$
= 30,50
- Rata-rata pengaruh $A_2B_2 = (44+36)/2$
= 40,00

Adapun tabel pemecahan interaksi AxB dilihat dari Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Pemecahan Interaksi AxB

Interaksi	A ₁	A ₂
B ₁	35,00	30,50
B ₂	35,50	40,00

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel pemecahan interaksi AxB untuk kualitas kabinet *fall board* piano, didapat bahwa karakteristik kualitas taguchi berada pada faktor A level 2 dan faktor B level 1.

Perhitungan untuk interaksi AxC:

- Rata-rata pengaruh $A_1C_1 = (34+39)/2$
= 36,50
- Rata-rata pengaruh $A_1C_2 = (36+32)/2$
= 34,00
- Rata-rata pengaruh $A_2C_1 = (31+44)/2$
= 37,5

- Rata-rata pengaruh $A_2C_2 = (30+36)/2$
= 33,00

Adapun tabel pemecahan interaksi AxC dilihat dari Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Pemecahan Interaksi AxC

Interaksi	A ₁	A ₂
C ₁	36,50	37,50
C ₂	34,00	33,00

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel pemecahan interaksi AxC untuk kualitas kabinet *fall board* piano, didapat bahwa karakteristik kualitas taguchi berada pada faktor A level 2 dan faktor C level 2.

Perhitungan untuk interaksi AxD:

- Rata-rata pengaruh $A_1D_1 = (34+32)/2$
= 33,00
- Rata-rata pengaruh $A_1D_2 = (36+39)/2$
= 37,50
- Rata-rata pengaruh $A_2D_1 = (31+30)/2$
= 30,50
- Rata-rata pengaruh $A_2D_2 = (44+36)/2$
= 40,00

Adapun tabel pemecahan interaksi AxD dilihat dari Tabel 4.14.

Tabel 4.14 Pemecahan Interaksi AxD

Interaksi	A ₁	A ₂
D ₁	33,00	30,50
D ₂	37,50	40,00

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel pemecahan interaksi AxD untuk kualitas kabinet *fall board* piano, didapat bahwa karakteristik kualitas taguchi berada pada faktor A level 1 dan faktor D level 1.

4.2.4.2 Analisis Varians Rata-rata Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano

Analisis varians digunakan sebagai suatu metode statistik untuk menginteroretasikan data hasil eksperimen, dimana teknik perhitungan yang

memungkinkan secara kuantitatif memperkirakan kontribusi dari setiap faktor pada semua pengukuran respon, analisis varians berguna untuk mengidentifikasi kontribusi faktor, sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan.

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap kualitas kabinet *fall board* piano maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata tiap level sebagai berikut:

Adapun contoh perhitungan untuk faktor A:

$$\begin{aligned}SS_A &= \frac{141^2}{4} + \frac{141^2}{4} - \frac{282^2}{8} \\ &= 4970,25 + 4970,25 - 9940,50 \\ &= 0\end{aligned}$$

Adapun contoh perhitungan untuk faktor B:

$$\begin{aligned}SS_B &= \frac{131^2}{4} + \frac{151^2}{4} - \frac{282^2}{8} \\ &= 4290,25 + 5700,25 - 9940,50 \\ &= 50\end{aligned}$$

Adapun contoh perhitungan untuk faktor Ax B:

$$\begin{aligned}SS_{AxB} &= \frac{150^2}{4} + \frac{132^2}{4} - \frac{282^2}{8} \\ &= 5625 + 4356 - 9940,50 \\ &= 40,5\end{aligned}$$

Adapun contoh perhitungan untuk faktor C:

$$\begin{aligned}SS_C &= \frac{148^2}{4} + \frac{134^2}{4} - \frac{282^2}{8} \\ &= 5476 + 4489 - 9940,50 \\ &= 24,5\end{aligned}$$

Adapun contoh perhitungan untuk interaksi Ax C:

$$\begin{aligned}SS_{AxC} &= \frac{136^2}{4} + \frac{146^2}{4} - \frac{282^2}{8} \\ &= 4624 + 5329 - 9940,50 \\ &= 12,5\end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan jumlah kuadrat faktor dapat dilihat pada Tabel

4.15.

Tabel 4.15 Jumlah Kuadrat Faktor

Faktor	Nilai
A	0
B	50
AxB	40,5
C	24,5
AxC	12,5
AxD	30
D	0,5

(Sumber: Pengolahan Data)

Adapun hasil perhitungan derajat kebebasan bisa dilihat pada Tabel 4.16.

Tabel 4.16 Derajat Kebebasan

Faktor	Derajat Kebebasan (dof)	Total
A	2 - 1	1
B	2 - 1	1
C	2 - 1	1
D	2 - 1	1
AxB	(2 - 1)x(2 - 1)	1
AxC	(2 - 1)x(2 - 1)	1
AxD	(2 - 1)x(2 - 1)	1
Total Derajat Kebebasan		7

(Sumber: Pengolahan Data)

Adapun perhitungan rata-rata kuadrat (*mean square*) untuk setiap faktor adalah sebagai berikut:

$$MS_a = \frac{0}{1} = 0$$

Adapun hasil perhitungan rata-rata kuadrat bisa dilihat pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17 Rata-rata Kuadrat

MS_A	0
MS_B	50
$MS_{A \times B}$	40,5
MS_C	24,5
$MS_{A \times C}$	12,5
$MS_{A \times D}$	30
MS_D	0,5

(Sumber: Pengolahan Data)

Adapun perhitungan jumlah kuadrat total adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 SS_T &= \sum y^2 \\
 &= 34^2 + 36^2 + 39^2 + 32^2 + 31^2 + 30^2 + 44^2 + 36^2 \\
 &= 10090
 \end{aligned}$$

Adapun perhitungan kuadrat rata-rata (*mean*) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 SS_m &= n \cdot \bar{y}^2 \\
 &= 8 \cdot 35,25^2 \\
 &= 9940,5
 \end{aligned}$$

Adapun perhitungan jumlah kuadrat error adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 SS_{faktor} &= SS_A + SS_B + SS_{A \times C} + SS_C + SS_{A \times C} + SS_{A \times D} + SS_D \\
 &= 0 + 50 + 40,5 + 24,5 + 12,5 + 30 + 0,5 \\
 &= 158
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS_e &= SS_T - SS_m - SS_{faktor} \\
 &= 10090 - 9940,5 - 158 \\
 &= -8,5
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan analisis varians dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 Analisis Varians

Faktor	Dof	SS	MS
A	1	0	0
B	1	50	50
AxB	1	40,5	40,5
C	1	24,5	24,5
AxC	1	12,5	12,5
AxD	1	30,0	30,0
D	1	0,5	0,5
Error	1	-8,5	-8,5
Total	8	149,5	

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari data di atas untuk mengetahui faktor dan interaksi yang signifikan terhadap rata-rata kualitas kabinet *fall board* piano, maka dilakukan penggabungan (*pooling up*) beberapa faktor kedalam error, dengan melakukan metode *pooling up* Taguchi, dikarenakan MS_{hitung} lebih besar dari MS_{error} maka tidak dilakukan penggabungan, setelah tidak dilakukannya penggabungan maka dihitung nilai F-rasio dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{F-rasio A} &= \frac{0}{-8,5} \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F-rasio B} &= \frac{50}{-8,5} \\ &= -5,882 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interaksi AxB} &= \frac{40,5}{-8,5} \\ &= -4,765 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F-rasio C} &= \frac{24,5}{-8,5} \\ &= -2,882 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interaksi AxC} &= \frac{12,5}{-8,5} \\ &= -1,471 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interaksi AxD} &= \frac{30}{-8,5} \\ &= -3,529 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F-rasio D} &= \frac{0,5}{-8,5} \\ &= -0,058 \end{aligned}$$

Adapun hasil analisis varians dengan f-rasio dapat dilihat pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Hasil Analisis Varians

Faktor	Dof	SS	MS	F-rasio
A	1	0	0	0
B	1	50	50	-5,882
AxB	1	40,5	40,5	-4,765
C	1	24,5	24,5	-2,882
AxC	1	12,5	12,5	-1,471
AxD	1	30,0	30,0	-3,529
D	1	0,5	0,5	-0,058
Error	1	-8,5	-8,5	-
Total	8	149,5	-	-

(Sumber: Pengolahan Data)

Pengujian hipotesis dan kesimpulan dengan tingkat kepercayaan 90% yang diperoleh dari tabel analisis varians setelah dilakukan *pooling up* I adalah sebagai berikut:

1. Faktor A

H_0 = Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh faktor A terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = 0 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh faktor A terhadap kualitas *fall board* piano.

2. Faktor B

H_0 = Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh faktor B terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = -5,882 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh faktor B terhadap kualitas *fall board* piano.

3. Interaksi AxC

H_0 = Tidak ada pengaruh interaksi AxB terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh interaksi AxB terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = -4,765 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh interaksi AxB terhadap kualitas *fall board* piano.

4. Faktor C

H_0 = Tidak ada pengaruh faktor C terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh faktor C terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = -2,882 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh faktor C terhadap kualitas *fall board* piano.

5. Interaksi AxC

H_0 = Tidak ada pengaruh interaksi AxC terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh interaksi AxC terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = -1,371 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh interaksi AxC terhadap kualitas *fall board* piano.

6. Interaksi AxD

H_0 = Tidak ada pengaruh interaksi AxD terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh interaksi AxD terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = -3,529 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh interaksi AxD terhadap kualitas *fall board* piano.

7. Faktor D

H_0 = Tidak ada pengaruh faktor D terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh faktor D terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = -0,058 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh faktor D terhadap kualitas *fall board* piano.

Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang diberikan oleh masing-masing faktor dan interaksi, maka harus dihitung persen kontribusi masing-masing faktor dan interaksi. Perhitungan persen kontribusi yang diberikan oleh masing-masing faktor terlebih dahulu dihitung SS' dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SS'_A &= SS_A - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\ &= 0 - (-8,5) (1) \\ &= 8,5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_A &= \frac{8,5}{149,5} (100\%) \\
 &= 0,057 \\
 &= 5,7\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_B &= SS_B - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 50 - (-8,5) (1) \\
 &= 58,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_B &= \frac{58,5}{149,5} (100\%) \\
 &= 0,3913 \\
 &= 39,13\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_{AxB} &= SS_{AxB} - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 40,5 - (-8,5) (1) \\
 &= 49
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{AxB} &= \frac{49}{149,5} (100\%) \\
 &= 0,3277 \\
 &= 32,77\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_C &= SS_C - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 24,5 - (-8,5) (1) \\
 &= 33
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_C &= \frac{33}{149,5} (100\%) \\
 &= 0,2207 \\
 &= 22,07\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_{AxC} &= SS_{AxC} - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 12,5 - (-8,5) (1) \\
 &= 21
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{AxC} &= \frac{21}{149,5} (100\%) \\
 &= 0,1404 \\
 &= 14,04\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_{AxD} &= SS_{AxD} - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 30 - (-8,5) (1) \\
 &= 38,5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{AxD} &= \frac{38,5}{149,5} (100\%) \\
 &= 0,2575 \\
 &= 25,75\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_D &= SS_D - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 0,5 - (-8,5) (1) \\
 &= 9
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_D &= \frac{9}{149,5} (100\%) \\
 &= 0,0602 \\
 &= 6,02\%
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan persentase kontribusi dapat dilihat pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Hasil Perhitungan Persentase Kontribusi

Faktor	Dof	SS	MS	F-rasio	SS'	P(%)
A	1	0	0	0	8,5	5,7
B	1	50	50	-5,882	58,5	39,13
AxB	1	40,5	40,5	-4,765	49	32,77
C	1	24,5	24,5	-2,882	33	22,07
AxC	1	12,5	12,5	-1,471	21	14,04
AxD	1	30	30	-3,529	38,5	25,75
D	1	0,5	0,5	-0,058	9	6,02
Error	1	22	7,333	-	-	-
Total	8	149,5	-	-	-	-

(Sumber: Pengolahan Data)

Untuk memprediksi kualitas kabinet *fall board* piano yang optimum, harus diketahui faktor dan interaksi yang signifikan terhadap kualitas kabinet *fall board* piano. Dari perhitungan analisis yang dilakukan maka harus dilakukannya perhitungan menggunakan *signal to noise rasio*. Sehingga model persamaan rata-rata kualitas kabinet *fall board* piano adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
\mu_{\text{prediksi}} &= \bar{y} + (\bar{B}_1 - \bar{y}) + [(\bar{A}_2\bar{B}_1 - \bar{y}) - (\bar{A}_2 - \bar{y}) - (\bar{B}_1 - \bar{y})] + (\bar{C}_2 - \bar{y}) + [(\bar{A}_2\bar{C}_2 - \bar{y}) - (\bar{A}_2 - \bar{y}) - (\bar{C}_2 - \bar{y})] \\
&= 35,25 + (32,75 - 35,25) + [(35,25 - 35,25) - (33,00 - 35,25) - (37,50 - 35,25)] + (33,50 - 35,25) + [(35,25 - 35,25) - (35,75 - 35,25) - (34,75 - 35,25)] \\
&= 31,00
\end{aligned}$$

Interval kepercayaan rata-rata pada tingkat kepercayaan 90% adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
n_{\text{eff}} &= \frac{\text{jumlah total eksperimen}}{1 + \text{jumlah derajat kebebasan perkiraan rata-rata}} \\
&= \frac{8,2}{1 + (1+1+1+1)} = 3,2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
CI &= \pm \sqrt{5,54 \times 7,333 \times \frac{1}{3,2}} \\
&= \pm 3,563
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mu_{\text{prediksi}} - CI &\leq \mu_{\text{prediksi}} \leq \mu_{\text{prediksi}} + CI \\
31,00 - 3,563 &\leq 31,00 \leq 31,00 + 3,563 \\
27,437 &\leq 31,00 \leq 34,563
\end{aligned}$$

4.2.4.3 Perhitungan dengan *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Perhitungan dengan *signal to noise ratio* digunakan untuk memilih faktor-faktor yang memiliki kontribusi pada pengurangan variasi suatu respon. *Signal to noise ratio* merupakan rancangan untuk transformasi pengulangan data kedalam suatu nilai yang merupakan ukuran variasi yang timbul.

Penggunaan *signal to noise ratio* untuk mengetahui level faktor mana yang berpengaruh pada hasil eksperimen, pada penelitian ini digunakan karakteristik kualitas *smaller the better* atau semakin kecil semakin baik, adapun perhitungan rasio S/N untuk karakteristik kualitas *smaller the better* adalah sebagai berikut:

$$MSD = N^2$$

$$S/N = -10 \log(MSD)$$

Adapun contoh perhitungan untuk S/N_1 adalah sebagai berikut:

$$MSD = 34^2$$

$$S/N = -10 \log(34^2)$$

$$= -30,629$$

Hasil perhitungan nilai rasio S/N untuk setiap faktor dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Nilai Rasio S/N

Eksperimen	Rasio S/N
1	-30,629
2	-31,126
3	-31,821
4	-30,103
5	-29,827
6	-29,524
7	-32,869
8	-31,126

(Sumber: Pengolahan Data)

Selanjutnya dilakukan perhitungan rata-rata tiap level faktor berdasarkan rasio S/N sehingga diperoleh peringkat faktor yang dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Hasil Percobaan Terhadap Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano Berdasarkan Rasio S/N

Eksperimen	Matriks Orthogonal							Rasio S/N
	Faktor							
	A	B	AxB	C	AxC	e	D	
1	1	1	1	1	1	1	1	-30,629
2	1	1	1	2	2	2	2	-31,126
3	1	2	2	1	1	2	2	-31,821
4	1	2	2	2	2	1	1	-30,103
5	2	1	2	1	2	1	2	-29,827
6	2	1	2	2	1	2	1	-29,524
7	2	2	1	1	2	2	1	-32,869
8	2	2	1	2	1	1	2	-31,126

(Sumber: Pengolahan Data)

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap kualitas kabinet *fall board* piano maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata tiap level dengan rumus:

$$X_n = \frac{1}{4} (Y_1 + Y_2 + \dots + Y_n)$$

Adapun contoh perhitungan untuk faktor A:

$$\begin{aligned} \bar{A}_1 &= \frac{1}{4} ((-30,629) + (-31,126) + (-31,821) + (-30,103)) \\ &= -30,919 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{A}_2 &= \frac{1}{4} ((-29,827) + (-29,524) + (-32,869) + (-31,126)) \\ &= -30,837 \end{aligned}$$

Adapun contoh perhitungan untuk faktor B:

$$\begin{aligned} \bar{B}_1 &= \frac{1}{4} ((-30,629) + (-31,126) + (-29,827) + (-29,524)) \\ &= -30,277 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bar{B}_2 &= \frac{1}{4} ((-31,821) + (-30,103) + (-32,869) + (-31,126)) \\ &= -31,279 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan faktor berdasarkan rasio S/N dapat dilihat pada Tabel

4.23.

Tabel 4.23 Perhitungan Faktor Berdasarkan Rasio S/N

	A	B	AxB	C	AxC	AxD	D
Level 1	-30,919	-30,277	-31,438	-31,287	-30,775	-30,421	-30,781
Level 2	-30,837	-31,279	-30,501	-30,469	-30,981	-31,335	-30,975
Selisih	0,082	1,002	0,937	0,818	0,394	0,914	0,194
Rangking	7	1	2	4	5	3	6

(Sumber: Pengolahan Data)

Matriks orthogonal $L_8(2^7)$ mempunyai 7 derajat kebebasan, maka diambil setengah derajat kebebasan sebagai pengaruh penting. Pada penelitian yang dilakukan memakai 7 kolom, maka yang diambil adalah 4 sebagai pengaruh penting. Dari tabel respon rata-rata kualitas kabinet *fall board* piano kombinasi

level optimum yang dicapai untuk karakteristik kualitas taguchi adalah faktor B level 1, interaksi AxB level 2, interaksi AxD level 1, dan Faktor C level 2.

Adapun pemecahan dari faktor dan interaksi diselesaikan dengan perhitungan berikut ini:

Perhitungan untuk interaksi AxB:

- Rata-rata pengaruh $A_1B_1 = ((-30,629)+(-31,126))/2$
 $= -30,878$
- Rata-rata pengaruh $A_1B_2 = ((-31,821)+(-30,103))/2$
 $= -30,962$
- Rata-rata pengaruh $A_2B_1 = ((-29,827)+(-29,524))/2$
 $= -29,676$
- Rata-rata pengaruh $A_2B_2 = ((-32,869)+(-31,126))/2$
 $= -31,998$

Adapun tabel pemecahan interaksi AxB dilihat dari Tabel 4.24.

Tabel 4.24 Pemecahan Interaksi AxB Berdasarkan Rasio S/N

Interaksi	A ₁	A ₂
B ₁	-30,878	-29,676
B ₂	-30,962	-31,998

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel pemecahan interaksi AxB untuk kualitas kabinet *fall board* piano, didapat bahwa karakteristik kualitas Taguchi berada pada faktor A level 2 dan faktor B level 1.

Perhitungan untuk interaksi AxC:

- Rata-rata pengaruh $A_1C_1 = ((-30,629)+(-31,821))/2$
 $= -31,225$
- Rata-rata pengaruh $A_1C_2 = ((-31,126)+(-30,103))/2$
 $= -31,615$
- Rata-rata pengaruh $A_2C_1 = ((-29,827)+(-32,869))/2$
 $= -31,348$
- Rata-rata pengaruh $A_2C_2 = ((-29,524)+(-31,126))/2$
 $= -30,325$

Adapun tabel pemecahan interaksi AxC dilihat dari Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Pemecahan Interaksi AxC Berdasarkan Rasio S/N

Interaksi	A ₁	A ₂
C ₁	-31,225	-31,348
C ₂	-31,615	-30,325

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel pemecahan interaksi AxC untuk kualitas kabinet *fall board* piano, didapat bahwa karakteristik kualitas Taguchi berada pada faktor A level 2 dan faktor C level 2.

Perhitungan untuk interaksi AxD:

- Rata-rata pengaruh A₁D₁ = $((-30,629)+(-30,103))/2$
= -30,366
- Rata-rata pengaruh A₁D₂ = $((-31,821)+(-31,126))/2$
= -31,474
- Rata-rata pengaruh A₂D₁ = $((-29,827)+(-29,524))/2$
= -29,676
- Rata-rata pengaruh A₂D₂ = $((-32,869)+(-31,126))/2$
= -31,996

Adapun tabel pemecahan interaksi AxD dilihat dari Tabel 4.26.

Tabel 4.26 Pemecahan Interaksi AxD Berdasarkan Rasio S/N

Interaksi	A ₁	A ₂
D ₁	-30,366	-29,676
D ₂	-31,474	-31,996

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari tabel pemecahan interaksi AxC untuk kualitas kabinet *fall board* piano, didapat bahwa karakteristik kualitas Taguchi berada pada faktor A level 2 dan faktor D level 1.

4.2.4.4 Analisis Varians Rasio S/N

Analisis varians digunakan sebagai suatu metode statistik untuk menginterpretasi data hasil eksperimen, dimana teknik perhitungan yang memungkinkan secara kuantitatif memperkirakan kontribusi dari setiap faktor

pada semua pengukuran respon, analisis varians berguna untuk mengidentifikasi kontribusi faktor, sehingga akurasi perkiraan model dapat ditentukan.

Sebagaimana faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata kualitas kabinet piano, maka untuk mengetahui faktor yang berpengaruh signifikan terhadap nilai rasio S/N juga dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan mode analisis varians.

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap kualitas kabinet *fall board* piano maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata tiap level sebagai berikut:

Adapun contoh perhitungan untuk faktor A:

$$SS_A = \frac{-123,679^2}{4} + \frac{-123,346^2}{4} - \frac{-247,025^2}{8}$$

$$= 0,014$$

Adapun contoh perhitungan untuk faktor B:

$$SS_B = \frac{-121,106^2}{4} + \frac{-125,919^2}{4} - \frac{-247,025^2}{8}$$

$$= 2,896$$

Adapun hasil perhitungan jumlah kuadrat faktor rasio S/N dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Jumlah Kuadrat Faktor Rasio S/N

Faktor & Interaksi	SS
A	0,014
B	2,896
AxB	2,503
C	1,334
AxC	0,085
AxD	1,670
D	0,075

(Sumber: Pengolahan Data)

Adapun perhitungan rata-rata kuadrat (*mean square*) untuk setiap faktor adalah sebagai berikut:

$$MS_A = \frac{0,014}{1}$$

$$= 0,014$$

Adapun hasil perhitungan rata-rata kuadrat rasio S/N bisa dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Rata-rata Kuadrat Rasio S/N

MS_A	0,014
MS_B	2,896
MS_{AxB}	2,503
MS_C	1,334
MS_{AxC}	0,085
MS_{AxD}	1,670
MS_D	0,075

(Sumber: Pengolahan Data)

Adapun perhitungan jumlah kuadrat total adalah sebagai berikut:

$$SS_T = \sum y^2$$

$$= (-30,629)^2 + (-31,126)^2 + (-31,821)^2 + (-30,103)^2 + (-29,827)^2 + (-29,524)^2 + (-32,869)^2 + (-31,126)^2$$

$$= 7636,246$$

Adapun perhitungan kuadrat rata-rata (*mean*) adalah sebagai berikut:

$$SS_m = n \cdot \bar{y}^2$$

$$= 8 \cdot (-30,878)^2$$

$$= 7627,669$$

Adapun perhitungan jumlah kuadrat error adalah sebagai berikut:

$$SS_{faktor} = SS_A + SS_B + SS_{AxB} + SS_C + SS_{AxC} + SS_{AxD} + SS_D$$

$$= 0,014 + 2,896 + 2,503 + 1,334 + 0,085 + 1,670 + 0,075$$

$$= 8,574$$

$$SS_e = SS_T - SS_m - SS_{faktor}$$

$$= 7636,246 - 7627,669 - 8,574$$

$$= 0,003$$

Adapun hasil perhitungan analisis varians rasio S/N dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Analisis Varians Rasio S/N

Faktor	Dof	SS	MS
A	1	0,014	0,014
B	1	2,896	2,896
AxB	1	2,503	2,503
C	1	1,334	1,334
AxC	1	0,085	0,085
AxD	1	1,670	1,670
D	1	0,075	0,075
Error	1	0,003	0,003
Total	8	8,58	

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari data di atas untuk mengetahui faktor dan interaksi yang signifikan terhadap rata-rata kualitas kabinet *fall board* piano, maka dilakukan penggabungan S/N (*pooling up S/N*) beberapa faktor ke dalam error, dengan melakukan metode *pooling up S/N* taguchi.

4.2.4.5 Pooling Up S/N

Penentuan error dilakukan menggunakan pendekatan *pooling up* yaitu dengan menggunakan dan menggabungkan faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai error. Pada *pooling up* dilakukan dengan ketentuan nilai $MS_{hitung} \leq MS_{error}$, dikarenakan MS_{hitung} lebih besar dari MS_{error} maka tidak dilakukan penggabungan, setelah tidak dilakukannya penggabungan maka dihitung nilai F-rasio dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{F-rasio A} &= \frac{0,014}{0,003} \\ &= 4,667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F-rasio B} &= \frac{2,896}{0,003} \\ &= 965,333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interaksi AxB} &= \frac{2,503}{0,003} \\ &= 834,333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F-rasio C} &= \frac{1,334}{0,003} \\ &= 444,667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interaksi AxC} &= \frac{0,085}{0,003} \\ &= 28,333 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Interaksi AxD} &= \frac{1,670}{0,003} \\ &= 556,667 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{F-rasio D} &= \frac{0,075}{0,003} \\ &= 25 \end{aligned}$$

Adapun hasil analisis varians S/N dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Hasil Analisis Varians S/N

Faktor	Dof	SS	MS	F-rasio
A	1	0,014	0,014	4,667
B	1	2,896	2,896	965,333
AxB	1	2,503	2,503	834,333
C	1	1,334	1,334	444,667
AxC	1	0,085	0,085	28,333
AxD	1	1,670	1,670	556,667
D	1	0,075	0,075	25
Error	1	0,003	0,003	-
Total	8	8,58	-	-

(Sumber: Pengolahan Data)

Pengujian hipotesis dan kesimpulan dengan tingkat kepercayaan 90% yang diperoleh dari tabel analisis varians S/N setelah tidak dilakukan *pooling up* adalah sebagai berikut:

1. Faktor A

H_0 = Tidak ada pengaruh faktor A terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh faktor A terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = 4,667 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh faktor A terhadap kualitas *fall board* piano.

2. Faktor B

H_0 = Tidak ada pengaruh faktor B terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh faktor B terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = 965,333 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh faktor B terhadap kualitas *fall board* piano.

3. Interaksi AxB

H_0 = Tidak ada pengaruh interaksi AxB terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh interaksi AxB terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = 834,333 > F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh interaksi AxB terhadap kualitas *fall board* piano.

4. Faktor C

H_0 = Tidak ada pengaruh faktor C terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh faktor C terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = 444,667 > F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh faktor C terhadap kualitas *fall board* piano.

5. Interaksi AxC

H_0 = Tidak ada pengaruh interaksi AxC terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh interaksi AxC terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = 28,333 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh interaksi AxC terhadap kualitas *fall board* piano.

6. Interaksi AxD

H_0 = Tidak ada pengaruh interaksi AxD terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh interaksi AxD terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = 556,667 > F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 ditolak, artinya ada pengaruh interaksi AxD terhadap kualitas *fall board* piano.

7. Faktor D

H_0 = Tidak ada pengaruh faktor D terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

H_1 = Ada pengaruh faktor D terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Kesimpulan = $F_{hitung} = 25 < F_{tabel\ 0,10\ (1,1)} = 39,88$ maka H_0 diterima, artinya tidak ada pengaruh faktor D terhadap kualitas *fall board* piano.

Untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang diberikan oleh masing-masing faktor dan interaksi, maka harus dihitung persen kontribusi masing-masing faktor dan interaksi. Perhitungan persen kontribusi yang diberikan oleh masing-masing faktor terlebih dahulu dihitung SS' dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} SS'_A &= SS_A - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\ &= 0,014 - 0,003 (1) \\ &= 0,011 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_A &= \frac{0,011}{8,58} (100\%) \\ &= 0,0012 \\ &= 0,12\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS'_B &= SS_B - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\ &= 2,896 - 0,003 (1) \\ &= 2,893 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_B &= \frac{2,893}{8,58} (100\%) \\ &= 0,3371 \\ &= 33,71\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS'_{A \times B} &= SS_{A \times B} - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\ &= 2,503 - 0,003 (1) \\ &= 2,500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{A \times B} &= \frac{2,500}{8,58} (100\%) \\ &= 0,2913 \\ &= 29,13\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} SS'_C &= SS_C - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\ &= 1,334 - 0,003 (1) \\ &= 1,331 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_C &= \frac{1,331}{8,58} (100\%) \\ &= 0,1551 \\ &= 15,51\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_{AxC} &= SS_{AxC} - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 0,085 - 0,003 (1) \\
 &= 0,082
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{AxC} &= \frac{0,082}{8,58} (100\%) \\
 &= 0,0095 \\
 &= 0,95\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_{AxD} &= SS_{AxD} - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 1,670 - 0,003 (1) \\
 &= 1,667
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{AxD} &= \frac{1,667}{8,58} (100\%) \\
 &= 0,1942 \\
 &= 19,42\%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 SS'_D &= SS_D - MS_e (\text{dof}_{\text{faktor}}) \\
 &= 0,075 - 0,003 (1) \\
 &= 0,072
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_D &= \frac{0,072}{8,58} (100\%) \\
 &= 0,0083 \\
 &= 0,83\%
 \end{aligned}$$

Adapun hasil perhitungan persentase kontribusi S/N dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Persentase Kontribusi S/N

Faktor	Dof	SS	MS	F-rasio	SS'	P(%)
A	1	0,014	0,014	4,667	0,011	0,12
B	1	2,896	2,896	965,333	2,893	33,71
AxB	1	2,503	2,503	834,333	2,5	29,13
C	1	1,334	1,334	444,667	1,331	15,51
AxC	1	0,085	0,085	28,333	0,082	0,95

Tabel 4.31 Hasil Perhitungan Persentase Kontribusi S/N (Lanjutan)

AxD	1	1,670	1,670	556,667	1,667	19,42
D	1	0,075	0,075	25	0,072	0,83
Error	1	0,003	0,003	-	-	-
Total	8	8,58	-	-	-	-

(Sumber: Pengolahan Data)

Dari perhitungan analisis yang dilakukan diketahui bahwa faktor dan interaksi yang signifikan berada pada fakto A level 2, fakto B level 1, interaksi A level 2 dengan B level 1, faktor C level 2, interaksi A level 2 dengan C level 2, interaksi A level 2 dengan D level 1, dan faktor D level 1.

4.2.4.6 Eksperimen Konfirmasi

Pelaksanaan konfirmasi dengan menggunakan kombinasi setting faktor A adalah level 2, faktor B level 1, faktor C level 2, dan faktor D adalah level 1. Dengan menggunakan kombinasi tersebut dan dengan jumlah produksi yang ada, maka didapat hasil percobaan konfirmasi dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Hasil Percobaan Konfirmasi

Pengukuran	Jumlah Produksi	Reject	Proporsi cacat
1	155	29	0.187
2	159	26	0.164
3	160	30	0.188
4	152	27	0.178
5	161	30	0.186
6	154	31	0.201
7	158	28	0.177
8	157	30	0.191
Jumlah	1256	231	1.472
Rata-rata	157	28.875	0.1840

(Sumber: PT Yamaha Indonesia)

Adapun perhitungan interval kepercayaan konfirmasi adalah sebagai berikut:

$$C1 = \sqrt{18,40 \cdot 1,60} = 17,14$$

$$= 17,14$$

$$R_{max} - C1 = R_{min} + C1$$

$$18,40 - 1,60 = R_{min} + 1,60 + 1,60$$

$$15,20 = R_{min} + 3,20$$

BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Analisis Peta Kendali

Analisis peta kendali yang dibuat adalah peta kendali P dikarenakan data yang diambil bersifat data atribut, dalam analisis peta kendali adalah menganalisis perhitungan *Central Line* (CL), *Upper Control Line* (UCL), dan *Lower Control Limit* (LCL), berdasarkan hasil pengolahan data yang dibuat peta kendali berada dalam batas kendali dan mempunyai persentase cacat rata-rata 21,08% dengan jumlah produksi sebanyak 6260 kabinet *fall board* piano, setelah didapatkan persentase cacat sebesar 21,08% maka didapatkan kapabilitas proses sebesar 0,414 yang berarti proses dianggap belum mampu, dan perlu dilakukannya perbaikan terus-menerus untuk mencapai kapabilitas proses mencapai angka lebih dari 1.

5.2 Analisis Perancangan Metode Taguchi

SUMBANGAN ALUMNI

Variabel tak bebas adalah variabel yang perubahannya tergantung pada variabel-variabel lain. Penentuan variabel tak bebas diambil berdasarkan masalah yang terjadi di perusahaan dimana terdapat masalah di pembuatan kabinet *fall board* piano didalam proses pengeleman yang mempunyai tingkat kecacatan cukup tinggi, oleh karena itu kualitas kabinet *fall board* piano dijadikan variabel tak bebas.

Variabel bebas adalah variabel yang perubahannya tidak tergantung pada variabel lain. Penentuan variabel tak bebas dalam penelitian ini menggunakan pendekatan *brainstorming*, dilakukan untuk mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano, dan adapun faktor-faktor yang dapat berpengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano adalah:

1. Lama pengeleman, dimana lama pengeleman berpengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano, dimana jika lama pengeleman tidak sesuai, maka kabinet *fall board* piano bisa mengalami kerenggangan, dan mengakibatkan kabinet piano menjadi cacat, adapun lama pengeleman mencapai waktu 2-3 menit.

2. Tingkat kandungan air, tingkat kandungan air sangat berpengaruh terhadap cacat kabinet *fall board* piano jenis alur, dimana alur adalah cacat permukaan vinir yang mengakibatkan kabinet piano bisa menjadi pecah.
3. Ketebalan *beaker*, ketebalan *beaker* yang tidak sesuai bisa mengakibatkan kabinet *fall board* piano menjadi cacat, adapun ketebalan *beaker* adalah 0,6 – 0,8 mm.
4. Ketebalan vinir, ketebalan vinir yang tidak sesuai bisa mengakibatkan kabinet *fall board* piano menjadi cacat, adapun ketebalan *beaker* adalah 0,2 – 0,6 mm.

Berdasarkan perhitungan jumlah derajat kebebasan diperoleh 4 faktor dan 3 interaksi, maka *orthogonal array* adalah L_8 , berarti bahwa memiliki 8 (delapan) eksperimen dimana tiap eksperimen dipengaruhi oleh 4 faktor dan 3 interaksi yang masing-masing mempunyai 2 level.

5.3 Analisis Pengaruh Level dari Faktor Terhadap Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap kualitas kabinet *fall board* piano maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata tiap level, dari pengolahan data yang dilakukan didapat nilai rata-rata tiap level faktor untuk kualitas taguchi *smaller the bather* dengan ranking tertinggi adalah faktor B level 1 yaitu dengan nilai sebesar 32,75, dan nilai rata-rata tiap level faktor yang mempunyai ranking terendah adalah faktor A yaitu dengan nilai sebesar 35,25. Hasil dari perhitungan yang dilakukan dipengolahan data untuk nilai level dan faktor dapat diketahui bahwa faktor B adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Dari tahap analisis pemecahan interaksi AxB untuk kualitas kabinet *fall board* piano, didapat bahwa karakteristik kualitas untuk *smaller the bather* adalah faktor A level 2 dengan faktor B level 1 dengan nilai sebesar 30,50. Sedangkan untuk interaksi AxC berada pada faktor A level 2 dengan C level 2 dengan nilai sebesar 33,00, dan untuk interaksi AxD berada pada faktor A level 2 dengan D level 1 dengan nilai sebesar 33,00.

5.4 Analisis Perhitungan Varians Rata-rata Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap kualitas kabinet *fall board* piano maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata tiap level dan dihitung jumlah kuadrat *error*. Hasil dari pengolahan data yang dilakukan didapat kuadrat level faktor yang tertinggi dan mempengaruhi kualitas kabinet *fall board* piano adalah faktor B dengan nilai sebesar 50, dan faktor A adalah faktor yang tidak mempengaruhi kualitas kabinet *fall board* piano dengan nilai sebesar 0.

Analisis perhitungan jumlah kuadrat *error* untuk mengidentifikasi *error* yang terjadi dari hasil perhitungan yang dilakukan dalam pengolahan data, nilai *error* yang didapat digunakan untuk mendapatkan *error* pada perhitungan analisis varians.

5.5 Analisis *Poling Up* Faktor

Penentuan *error* dilakukan menggunakan pendekatan *poling up* yaitu dengan menggunakan dan mengumpulkan faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai *error*. Pada *pooling up* dilakukan dengan ketentuan nilai $MS_{hitung} \leq MS_{error}$, dari hasil pengolahan data yang dilakukan didapat, dikarenakan MS_{hitung} lebih besar dari MS_{error} maka tidak dilakukan penggabungan atau *pooling up*.

5.6 Analisis Perhitungan F – rasio

Perhitungan F-rasio dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano, dari perhitungan yang didapat akan dilakukannya pengujian hipotesis dan kesimpulan dengan tingkat kepercayaan 90% yang diperoleh dari tabel analisis varians. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat tidak adanya faktor dan interaksi yang berpengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano dikarenakan F_{hitung} lebih kecil dari pada F_{tabel} .

5.7 Analisis Perhitungan Persentase Kontribusi

Analisis perhitungan persentase kontribusi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang dilakukan. Dimana dari hasil perhitungan

pengolahan data didapat bahwa faktor B memiliki kontribusi paling besar yaitu 39,13% dan faktor A memiliki kontribusi paling kecil yaitu sebesar 5,7%.

5.8 Analisis Pengaruh Level dari Faktor Berdasarkan Rasio S/N

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap kualitas kabinet *fall board* piano maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata tiap level berdasarkan rasio S/N, dari pengolahan data yang dilakukan didapat nilai rata-rata tiap level faktor untuk kualitas taguchi *smaller the bather* dengan ranking tertinggi adalah faktor B level 1 yaitu dengan nilai sebesar -30,277, dan nilai rata-rata tiap level faktor yang mempunyai ranking terendah adalah faktor A level 2 yaitu dengan nilai sebesar -30,837. Hasil dari perhitungan yang dilakukan dipengolahan data untuk nilai level dan faktor dapat diketahui bahwa faktor B adalah faktor yang paling berpengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano.

Dari tahap analisis pemecahan interaksi AxB untuk kualitas kabinet *fall board* piano, didapat bahwa karakteristik kualitas untuk *smaller the bather* adalah faktor A level 2 dengan faktor B level 1 dengan nilai sebesar -29,676, sedangkan untuk interaksi AxC berada pada faktor A level 2 dengan C level 2 dengan nilai sebesar -30,325, dan untuk interaksi AxD berada pada faktor A level 2 dengan D level 1 dengan nilai sebesar -29,676.

5.9 Analisis Perhitungan Varians Rata-rata Kualitas Kabinet *Fall Board* Piano Berdasarkan Rasio S/N

Untuk mengidentifikasi pengaruh level dari faktor terhadap kualitas kabinet *fall board* piano maka dilakukan perhitungan nilai rata-rata tiap level dan dihitung jumlah kuadrat *error*. Hasil dari pengolahan data yang dilakukan didapat kuadrat level faktor yang tertinggi dan mempengaruhi kualitas kabinet *fall board* piano adalah faktor B dengan nilai sebesar 2,896, dan faktor A adalah faktor yang tidak mempengaruhi kualitas kabinet *fall board* piano dengan nilai sebesar 0,014.

Analisis perhitungan jumlah kuadrat *error* untuk mengidentifikasi *error* yang terjadi dari hasil perhitungan yang dilakukan dalam pengolahan data, didapat

nilai *error* sebesar 0,003 yang digunakan untuk mendapatkan *error* pada perhitungan analisis varians berdasarkan rasio S/N.

5.10 Analisis Poling Up Berdasarkan Rasio S/N

Penentuan *error* dilakukan menggunakan pendekatan *poling up* yaitu dengan menggunakan dan mengumpulkan faktor-faktor yang sangat berpengaruh terhadap nilai *error*. Pada *poling up* berdasarkan rasio S/N dilakukan dengan ketentuan nilai $MS_{hitung} \leq MS_{error}$, dikarenakan MS_{hitung} lebih besar dari MS_{error} maka tidak dilakukan penggabungan atau *pooling up*.

5.11 Analisis Perhitungan F – rasio Berdasarkan Rasio S/N

Perhitungan F-rasio dilakukan untuk mengetahui ada tidaknya pengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano, dari perhitungan yang didapat akan dilakukannya pengujian hipotesis dan kesimpulan dengan tingkat kepercayaan 90% yang diperoleh dari tabel analisis varians. Dari hasil pengujian yang dilakukan didapat bahwa faktor B, interaksi AxB, faktor C, dan interaksi AxD memiliki pengaruh terhadap kualitas kabinet *fall board* piano dikarenakan F_{hitung} lebih besar dari pada F_{tabel} .

5.12 Analisis Perhitungan Persentase Kontribusi Berdasarkan Rasio S/N

Analisis perhitungan persentase kontribusi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kontribusi yang dilakukan. Dimana dari hasil perhitungan pengolahan data didapat bahwa faktor B memiliki kontribusi paling besar yaitu 33,71% dan faktor A memiliki kontribusi paling kecil yaitu sebesar 0,12%.

5.13 Analisis Perbandingan Selang Kepercayaan

Pada analisis ini perbandingan selang kepercayaan menentukan diterima atau tidaknya hasil eksperimen konfirmasi yang dibandingkan dengan prediksi interval kepercayaan. Dari hasil pengolahan yang didapat selang kepercayaan prediksi menghasilkan $27,437 \leq \mu_{prediksi} \leq 34,563$ sedangkan perhitungan selang kepercayaan konfirmasi menghasilkan $12,71 \leq \mu_{konfirmasi} \leq 24,09$, dari hasil yang

dilapat dari kelas selang kepercayaan tersebut maka percobaan konfirmasi dapat diterima, dikarenakan hasil percobaan konfirmasi berada pada perantara lebih kecil dari pada produksi yang ditentukan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan data dan analisis yang dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu:

1. Faktor-faktor kontrol yang mempengaruhi kabinet *fall board* piano adalah lama pengeleman, tingkat kandungan air, ketebalan *beaker*, dan ketebalan vinir.
2. Kombinasi level faktor yang menghasilkan kualitas kabinet *fall board* piano terbaik adalah faktor A level 2 yaitu dengan lama pengeleman sebesar 3 menit, faktor B level 1 yaitu tingkat ketebalan vinir 0,24 mm, faktor C level 2 yaitu dengan tingkat ketebalan *beaker* 0,8 mm, dan faktor D level 1 yaitu dengan tingkat kandungan air sebanyak 5%.
3. Faktor dan interaksi yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas kabinet *fall board* piano faktor A, faktor B, interaksi AxB, faktor C, interaksi AxC, interaksi AxD, dan faktor D.

SUMBANGAN ALUMNI!

6.2 Saran

Berdasarkan dari hasil analisis kesimpulan di atas, perlu diajukannya berapa saran untuk peningkatan kualitas kabinet piano, yaitu:

1. Untuk meningkatkan kualitas kabinet piano, maka PT Yamaha Indonesia sebaiknya melibatkan seluruh karyawan dalam masalah pengendalian kualitas.
2. Sebaiknya PT Yamaha Indonesia melakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan kualitas piano yang lebih baik dengan menggunakan metode pengendalian kualitas yang lain.
3. PT Yamaha Indonesia harus memperhatikan kualitas material vinir dan *beaker* dikarenakan mempunyai pengaruh yang besar terhadap terhadap kualitas kabinet piano.

4. Sebaiknya dilakukannya perbaikan terus menerus terhadap kualitas kabinet piano, agar mencapai kualitas kabinet piano terbaik.
5. Sebaiknya dilakukan *briefing* setiap ditemukannya masalah dalam proses produksi.
6. Jadwal *preventive maintenance* harus dilakukan secara optimal agar tidak ada lagi mesin yang rusak dan menyebabkan gangguan pada laju produksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, D.W. 2004. Pengendalian Kualitas Statistik. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Bagachi, T.P. 1993. *Taguchi Methods Explained Practical Steps to Robust Design*. New Delhi.
- Belavendram, N. 1995. *Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*. New York: Prentice Hall.
- Besterfield, D.H. 1992. *Total Quality Control*. New Jersey: Prentice Hall.
- Evan, W. 2007. Pengantar *Six Sigma (An Introduction to Six Sigma and Process Improvement)*. Jakarta: Salemba Empat.
- Faigenbaum, A.V. 1991. Kendali Mutu Terpadu. Jakarta : Erlangga.
- Garvin, D.A. 1996. *Management Quality*. New York: The Free Press.
- Gasperz, V. 1998. *Statistical Process Control: Penerapan Teknik-Teknik Statistikal Dalam Manajemen Bisnis Total*. Edisi 1. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Gasperz, V. 2002. Pedoman Implementasi Program *Six Sigma* Terintegrasi dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HCCP. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Hidayat, A. 2007. Strategi *Six Sigma*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Iswanto, A. dkk. 2013. Aplikasi Metode Taguchi Analysis dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) Untuk Perbaikan Kualitas Produk di PT XYZ. *Jurnal Teknik Industri*. Volume 2. Nomor 2. Sumatra.
- Jualingsih, 2004. Penentuan Komposisi Bahan Baku Optimal Produk Kecap X dengan Metode Taguchi. *Jurnal Teknik Industri*. Volume 6. Nomor 2. Surabaya.
- Nasution, M.N. 2001. Manajemen Mutu Terpadu (*Total Quality Management*). Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Pande, P.S. 2002. *The Six Sigma Way*. Edisi Bahasa Indonesia. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Sujanto, I. 2009. Desain Eksperimen dengan Metode Taguchi. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Taguchi, G. 1987. *System of Experimental Design*. New York: Unipub Kraus International Publications.