

DESAIN KUALITAS PELET DENGAN METODE TAGUCHI MULTI RESPON
(Studi Kasus di PT.Charoen Pokphand Indonesia, Sidoarjo)

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Nama : Fatma Nadia Amin
No. Mahasiswa : 10522321

PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2014

LEMBAR PENGAKUAN

“Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa, tugas akhir ini telah ditulis dengan sungguh-sungguh dan tidak ada bagian yang merupakan penjiplakan karya orang lain seperti dimaksud dalam buku pedoman tugas akhir Program Studi Teknik Industri FTI UIL. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa pernyataan ini tidak benar, maka saya sanggup menerima hukuman/sanksi apapun sesuai peraturan yang berlaku.”

Yogyakarta, Maret 2015



KETERANGAN SELESAI PENELITIAN



**CHAROEN
POKPHAND
INDONESIA, PT.**
A tradition of quality

No : 046/Penelitian/EXT-HRD/CPIK/V/2014
Perihal : Referensi Penelitian

Kepada Yth:
Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas Islam Indonesia
Fakultas Teknologi Industri
Di Yogyakarta

Dengan hormat,

Berdasarkan surat keterangan No:046/Penelitian/EXT-HRD/CPIK/V/2014,
maka bersama ini kami informasikan bahwa :

Nama : Fatma Nadia Amin
Jurusan : Teknik Industri

Telah selesai melakukan penelitian di PT. Charoen Pokphan Indonesia, Jalan Raya
Surabaya-Mojokerto Km. 26, Krian, Sidoarjo pada tanggal 01 April s.d. 15 April 2014.

Demikian surat ini dibuat untuk menjadi pemberitahuan. Atas perhatiannya
Kami ucapkan terimakasih.

Sidoarjo, 06 Mei 2014

Duhita Laksmi
Human Capital

Cc: Bpk. Herry Siswanto	- Plant Manager CPI Krian
Bpk. Edyq Setijarso	- Section Head Feed Processing CPI Krian
Ibu. Tria Gustina S.	- Section Head P& GA



A member of the CP Group

Jl. Raya Surabaya - Mojokerto Km. 26 Sidoarjo, Surabaya, Phone : (62-31) 8972992 Hunting, Fax : (62-31) 8972258
Jl. Raya Surabaya - Mojokerto Km. 19 Sidoarjo, Surabaya, Phone : (62-31) 7882840 Hunting, Fax : (62-31) 7882161

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING

DESAIN KUALITAS PELET DENGAN METODE TAGUCHI MULTI RESPON
(Studi Kasus di PT. Charoen Pokphand Indonesia, Sidoarjo)



Yogyakarta, Februari 2015

Pembimbing

Ir. Ali Parkhan, MT.

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

DESAIN KUALITAS PELET DENGAN METODE TAGUCHI MULTI RESPON
(Studi Kasus di PT. Charoen Pokphand Indonesia, Sidoarjo)

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh:

Nama : Fatma Nadia Amin

Nomor Mahasiswa : 10522321

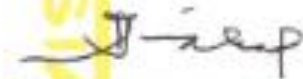
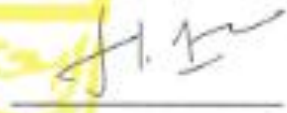
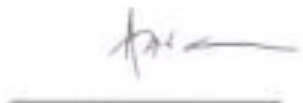
Telah dipertahankan di Depan Sidang Penguji Sebagai Salah Satu Syarat untuk
 Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Industri
 Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia
 Yogyakarta, Maret 2015

Tim Penguji

Ir. Ali Parkhan, MT,
Ketua

Hartomo, Ir., M.Sc, Ph.D,
Anggota I

Sri Indrawati, S.T., M.Eng,
Anggota II

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Industri
 Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrohmanirrohim,,,,,

Kupersembahkan Karya ini dengan setulus hati kepada

Yang tersayang:

Suamiku, Mas Perdana Dewan Daru yang dengan setia memberikan semangat, perhatian dan menemani setiap helaan nafasku selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini hingga selesai.

Kedua Orangtuaku tercinta yang telah rela mengorbankan apapun demi anak tercintanya, yang tidak pernah berhenti mendoakanku, yang selalu memperjuangkan, mendukung, segala kebaikan yang dilakukan anak-anaknya termasuk dalam proses penyelesaian tugas Akhir ini.

Bapak dan Ibu mertu, serta Emak dan Bapak yang tiada hentinya mendoakan demi kelancaran dan kesuksesan hingga Tugas Akhir dapat diselesaikan.

Semua keluarga besarku Mbak Rika, Mbak shinta, Mas Eko, Adek Tari, Adek Rama yang telah memberikan segala cinta dan kasih sayangnya, doa, dukungan, pengertian serta semua perhatiannya kepadaku

Serta para sepupu Irma Kusuma Ningrum, Selvia Ningrum, Rio Lopoz Dewanda yang selalu memberikan dukungan.

Laelia Fazrin, Laely Indah Purnamasari, Lilyani Nartikasari dan Nur Wahyu Putrianti sahabat seperjuangan yang selalu menemani saat suka dan duka selama masa-masa kuliah, yang selalu menemani dalam segala situasi.

MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan”

(QS Al Insyirah: 5)

“Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain dari apa yang telah diusahakannya.”

(QS An-Najm : 39)

”Sebesar-besarnya cita-cita manusia adalah orang beriman yang bercita-cita ingin meraih sukses urusan dunia dan urusan akhiratnya.”

(Ibnu Majah)

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji bagi Allah atas segala rahmat dan nikmat serta anugrah yang telah diberikan kepada kita semua sehingga dapat bernafas dan beriman dalam Islam. Sesungguhnya atas petunjuk, pertolongan dan bimbingan-Nya penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “**Desain Kualitas Pelet dengan Metode Taguchi Multi Respon**” dengan baik. Tugas Akhir sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang studi Strata 1 Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia. Pada penyusunan Tugas Akhir, penulis mendapatkan banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Atas kelancaran penulisan penyusunan Tugas Akhir ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Drs. Imam Djati Widodo, M.Eng.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri
2. Bapak Yuli Agusti Rochman, ST., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Industri.
3. Bapak Ir. Ali Parkhan, MT., selaku dosen pembimbing yang telah berkenan memberikan waktu, arahan, dan bimbingan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Keluarga besar PT. CHAROEN POKPHANDINDONESIA yang telah membimbing penulis selama masa-masa penelitian.
5. Kedua Orang tuaku, yang tiada henti-hentinya memberikan dukungan, do'a dan kasih sayang sehingga Tugas Akhir ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk menyempurnakan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin

Yogyakarta, Maret 2015

Penulis

Fatma Nadia Amin

ABSTRAK

Kualitas pelet dapat diketahui dari keandalan pelet dan ketahanan pelet. Keandalan pelet diukur dari (pellet durability index), semakin tinggi (pellet durability index) maka semakin baik pula kualitasnya dan ketahanan pelet diukur dengan kadar air, semakin mendekati nilai standar, kadar air maka semakin baik pula kualitas kadar air tersebut. Untuk memperbaiki kualitas pelet, banyak sekali faktor yang harus diperhatikan. Faktor-faktor yang berpengaruh dan tidak berpengaruh harus diketahui dengan jelas. Oleh sebab itu tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas pelet dan kombinasi level faktor yang optimal, serta mengetahui nilai kualitas pelet pada kondisi optimal dan peningkatannya.

Kondisi level faktor pada perusahaan saat ini adalah A (tekanan uap) 1,6 bar, B (Suhu Conditioner) 85°C, C (Diameter Cetakan Pelet) 3,5mm, D (Suhu Coller) 35°C, E (Waktu didalam Coller) 3menit, F (Roller) 1,5cm, G (Lama Pencampuran) 180 detik. Dengan rata-rata nilai durabilitas pelet adalah 86,79% dan rata-rata selisih nilai kadar air dengan nilai standar adalah 0,64%.

Usulan yang diberikan berdasarkan hasil perhitungan dengan metode Taguchi. Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keandalan pelet dan ketahanan pelet yaitu tekanan uap, suhu conditioner, diameter cetakan pelet, suhu coller dan roller. Sedangkan kombinasi level faktor yang optimal yaitu A2 B2 C1 D2 E1 F1 dan G2 atau dengan formula A (Tekanan Uap) 1,9 bar, B (Suhu Conditioner) 85°C, C (Diameter Cetakan Pelet) 3,5mm, F (Suhu Coller) 35°C, G (Waktu di dalam Coller) 2 menit, F (Roller) 1,5 cm, G (Lama Pencampuran) 175 detik. Nilai keandalan pelet untuk rata-rata data percobaan adalah 89,23%. Berdasarkan nilai rata-rata data keandalan pelet pada kondisi awal perusahaan dan nilai rata-rata data keandalan pelet hasil percobaan, mempunyai peningkatan sebesar 2,44 atau sebesar 2,81%.

Kata Kunci : Taguchi, TOPSIS, Pelet

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGAKUAN	ii
KETERANGAN SELESAI PENELITIAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	iv
HALAMAN PENGESAHAN PENGUJI	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
MOTTO	vii
KATAPENGANTAR	viii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II KAJIAN LITERATUR	
2.1 Pengertian Kualitas	6
2.2 Pengendalian Kualitas	7
2.3 Metode Taguchi	9
2.3.1 Perancangan Sistem (System Design/ Primary Design)	10
2.3.2 Perancangan Parameter (Parameter Design/Secondary Design)...	11
2.3.3 Perancangan Toleransi (Tolerance Design/Tertiary Design)	11
2.3.4 Taguchi Multi Respon	12
2.4 Quality Loss Function (QLF)	14
2.5 Rasio Signal to Noise (S/N Rasio)	15
2.6 Derajat Bebas (<i>Degree of Freedom</i>)	16

2.7 Orthogonal Array	17
2.8 Uji Normalitas	19
2.9 Uji Homogenitas	20
2.10 Analisis Of Varians (ANOVA)	22
2.11 Efek Tiap Faktor	24
2.12 Perhitungan TOPSIS	25
2.13 Uji Prediksi	26
2.13.1 Prediksi Menggunakan Regresi Linier Sederhana	26
2.13.2 Prediksi Menggunakan Regresi Linier Berganda	27
2.14 Eksperimen Konfirmasi	28
2.15 Uji Beda	29
2.13.6 Kajian Induktif	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian	32
3.2 Jenis Data	32
3.2.1 Data Primer	32
3.2.2 Data Sekunder	32
3.3 Metode Pengumpulan Data	33
3.3.1 Penelitian Lapangan	33
3.3.2 Studi Literatur	33
3.4 Pengolahan Data	34
3.4.1 Tahapan Eksperimen Taguchi	34
3.4.2 Tahapan Pelaksanaan Eksperimen	35
3.4.3 Tahapan Analisa Hasil Eksperimen	35
3.5 Metodologi Penelitian	42

BAB IV PENGUMPULAN DATA DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Latar Belakang Perusahaan	45
4.1.1 Sejarah Berdirinya Perusahaan	45
4.1.2 Lokasi Perusahaan	46
4.1.3 Visi Perusahaan	47
4.1.4 Misi Perusahaan	47
4.1.5 Produk yang Dihasilkan	47
4.2 Proses Produksi Pelet	48

4.2.1	Persiapan Material	49
4.2.2	Pencampuran	50
4.2.3	Pellet	51
4.2.4	Pengemasan	54
4.3	Fase Perancangan Eksperimen	54
4.4	Fase Pelaksanaan Eksperimen	59
4.4.1	Fase Pelaksanaan Pengujian Keandalan Pelet.....	59
4.4.2	Fase Pelaksanaan Pengujian Ketahanan Pelet.....	61
4.5	Pengumpulan Data.....	62
4.5.1	Data Produksi Pelet PT. Charoen Pokphand Indonesia	62
4.5.2	Data Pengujian Keandalan Pelet	63
4.5.3	Data Pengujian Ketahanan Pelet	64
4.6	Pengolahan Data	64
4.6.1	Uji Normalitas	64
4.6.2	Uji Homogenitas	68
4.6.3	Uji Anova	69
4.6.4	Uji SNR.....	73
4.6.5	Efek Tiap Faktor.....	74
4.7	Penentuan Level Faktor Optimal Menggunakan TOPSIS.....	75
4.8	Uji Beda.....	79
 BAB V PEMBAHASAN		
5.1	Analisa Perhitungan Uji Normalitas	83
5.1.1	Analisa Perhitungan Uji Normalitas Keandalan Pelet.....	83
5.1.2	Analisa Perhitungan Uji Normalitas Ketahanan Pelet.....	83
5.2	Analisa Perhitungan Uji Homogenitas	83
5.2.1	Analisa Perhitungan Uji Homogenitas Keandalan Pelet	84
5.2.2	Analisa Perhitungan Uji Homogenitas Ketahanan Pelet	84
5.3	Analisa Perhitungan Uji ANOVA.....	84
5.3.1	Analisa Perhitungan Uji ANOVAKeandalan Pelet.....	84
5.3.2	Analisa Perhitungan Uji ANOVAKetahanan Pelet	84
5.4	Analisa Perhitungan Efek Tiap Faktor	85
5.4.1	Analisa PerhitunganEfek Tiap FaktorKeandalan Pelet	85
5.4.2	Analisa Perhitungan Efek Tiap Faktor Ketahanan Pelet	85

5.5 Analisa Perhitungan TOPSIS	85
5.6 Uji Beda.....	86
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	87
6.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Kurva <i>smaller-the-better</i>	14
Gambar 2.2 Kurva <i>nominal-the-better</i>	15
Gambar 2.3 Kurva <i>bigger-the-better</i>	15
Gambar3.1 Diagram alir metodologi penelitian	43
Gambar 4.1 Lokasi PT. Charoen Pokphand Indonesia – Krian.....	46
Gambar4.2 <i>Hooper Intake</i>	49
Gambar4.3 <i>Hammer Mill</i>	50
Gambar4.4 <i>Mixer</i>	51
Gambar4.5 <i>Pellet Mill</i>	52
Gambar4.6 <i>Cooler</i>	53
Gambar4.7 Mesin <i>Crumble</i>	53
Gambar4.8 Mesin <i>Packing</i>	54
Gambar4.9 Diagram <i>Fishbone</i> yang dapat Mempengaruhi Kualitas	55
Gambar4.10 Diagram <i>Fishbone</i> yang Mempengaruhi Kualitas Pelet	56
Gambar 4.11 <i>Tumbler</i>	60
Gambar 4.12 Ayakan	61
Gambar 4.13 Alat pengukur Kadar Air Pelet.....	61

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 <i>Orthogonal array</i> untuk setiap level yang ada	18
Tabel 2.2 <i>matriks orthogonal array</i> $L_8 (2^7)$	19
Tabel 2.3 <i>matriks orthogonal array</i> $L_4 (2^3)$	19
Tabel 4.1. Tabel Faktor-faktor Kendali	57
Tabel 4.2 Level Faktor Noise	58
Tabel 4.3 <i>Orthogonal Array</i> L_8 Standar	58
Tabel 4.4 <i>Orthogonal Array</i> L_4 Standar	59
Tabel 4.5 Standar <i>Particle size</i> untuk jenis pakan <i>Pellet</i>	60
Tabel 4.6 Ukuran Faktor Yang Digunakan Perusahaan	62
Tabel 4.7 Data Durabilitas Pelet dan Kadar Air Perusahaan	63
Tabel 4.8 Hasil Eksperimen Keandalan Pelet	63
Tabel 4.9 Hasil Eksperimen Ketahanan Pelet	64
Tabel 4.10 Distribusi Frekuensi Data Keandalan Pelet	65
Tabel 4.11 Uji Normalitas Data Keandalan Pelet	66
Tabel 4.12 Distribusi Frekuensi Data Ketahanan Pelet	67
Tabel 4.13 Uji Normalitas Data Ketahanan Pelet	67
Tabel 4.14 Uji Homogenitas Data Keandalan Pelet	68
Tabel 4.15 Uji Homogenitas Data Ketahanan Pelet	69
Tabel 4.16 Data Keandalan Pelet	71
Tabel 4.17 Hasil Perhitungan ANOVA Respon Keandalan Pelet	71
Tabel 4.18 Data Ketahanan Pelet	72
Tabel 4.19 Hasil Perhitungan ANOVA Respon Ketahanan Pelet	72
Tabel 4.20 Hasil perhitungan SNR dari respon Keandalan Pelet	73
Tabel 4.21 Hasil perhitungan SNR dari respon Ketahanan Pelet	74
Tabel 4.22 Efek Nilai SNR Tiap Faktor Respon Keandalan Pelet	74
Tabel 4.23 Efek Nilai SNR Tiap Faktor Respon Ketahanan Pelet	75
Tabel 4.24 TOPSIS	77

Tabel 4.25Perbandingan Keandalan Pelet Hasil Perusahaan dengan Hasil Percobaan.....	79
Tabel 4.26 <i>Group Statistics</i> Keandalan Pelet	80
Tabel 4.27Independent Samples Test Keandalan Pelet	80
Tabel 4.28Perbandingan Ketahanan Pelet Hasil Perusahaan dengan Hasil Percobaan.....	81
Tabel 4.29Selisih Perbandingan Ketahanan Pelet Hasil Perusahaan dan Hasil Percobaan dengan Nilai Standar Kadar Air	81
Tabel 4.30 <i>Group Statistics</i> Ketahanan Pelet	82
Tabel 4.31Independent Samples Test Ketahanan Pelet	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia peternakan di Indonesia saat ini mulai berkembang, karena banyak masyarakat yang berprofesi sebagai peternak, baik ayam, sapi, itik, maupun puyuh, sehingga menyebabkan kebutuhan pakan ternak bertambah. Hal ini berdampak pada perusahaan *feedmill* untuk saling bersaing memenuhi permintaan pasar pakan ternak khususnya pelet. Dengan adanya persaingan tersebut perusahaan harus berupaya meningkatkan nilai kualitas pelet.

Berdasarkan hasil survei dari konsumen, bahwa konsumen menginginkan pelet yang tidak mudah hancur dan tidak mudah berjamur. Oleh sebab itu kualitas pelet yang perlu ditingkatkan berdasarkan hasil survei tersebut adalah keandalan pelet yang diukur dengan (*pellet durability index*) dan ketahanan pelet yang diukur dengan kadar air.

Pada produksi pakan pelet terdapat beberapa tahapan proses, yaitu *material preparation*, *mixing*, *pelletizing* dan *packing*. Pada proses *pelletizing* terdapat *conditioning* untuk memudahkan pencetakan, dengan menggunakan *steam* yang berasal dari *boiler*. Suhu *conditioning* sekitar 80-85°C dengan tekanan uap tertentu. Pemanasan tersebut berfungsi untuk memaksimalkan pemecahan sel pati dan kandungan nutrisi yang terdapat dalam bahan baku. Dapat dikatakan bahwa gelatinisasi pati disebabkan oleh penguapan (*steam conditioning*). Menurut Stevens (1987) tentang gelatinisasi dalam 100% ransum berbahan dasar jagung justru membuktikan fakta yang berkebalikan dengan opini umum. Dari hasil penelitian tersebut diduga bahwa secara mekanik dalam cetakan pellet (die) menyebabkan panas sehingga terjadi gelatinisasi. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Briggs et al. (1999) bahwa gelatinisasi timbul sebanyak 10-12% pada proses *pelletizing* akibat *steam conditioning*. Dari penelitian

tersebut, maka faktor-faktor yang berpengaruh dan tidak berpengaruh terhadap proses produksi pelet harus diketahui dengan jelas.

Penelitian ini dilakukan dengan metode Taguchi untuk meningkatkan kualitas, dengan cara merancang percobaan supaya memperoleh kombinasi level faktor yang terbaik, sehingga mencapai karakteristik kualitas yang diinginkan perusahaan. Faktor-faktor yang diteliti adalah tekanan uap, suhu conditioner (steam conditioning), besar diameter pellet (die), suhu coller, waktu di dalam coller, waktu pencampuran dan roller.

1.2 Rumusan Permasalahan

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka permasalahan yang dapat diangkat dalam penelitian ini adalah :

1. Faktor-faktor apa saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas pelet?
2. Bagaimana kombinasi level faktor yang optimal guna meningkatkan kualitas pelet?
3. Bagaimana nilai kualitas pelet pada kondisi optimal dan nilai peningkatan kualitas pelet.

1.3 Batasan Permasalahan

Batasan permasalahan yang dapat dilakukan agar penelitian ini lebih terarah dan topik yang dibahas tidak meluas adalah sebagai berikut:

1. Penelitian akan dilakukan di PT. Charoen Pokphand Indonesia.
2. Objek penelitian adalah kualitas pelet yaitu keandalan pelet yang diukur dengan (*pellet durability index*) dan ketahanan pelet yang diukur dengan kadar air.
3. Penelitian hanya fokus pada proses *mixing* dan proses *pelletizing*.
4. Bahan baku dan formula sudah ditentukan dari perusahaan (departemen *feedtech*)
5. Rancangan penelitian dengan menggunakan metode taguchi yang mengacu pada desain eksperimen (matriks orthogonal array).

6. Penelitian yang dilakukan hanya sampai pemberian usulan atau evaluasi perbaikan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui faktor-faktor yang berpengaruh secara signifikan terhadap kualitas pelet.
2. Mengetahui kombinasi level faktor yang optimal guna meningkatkan kualitas pelet.
3. Mengetahui nilai kualitas pelet pada kondisi optimal dan nilai peningkatannya.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Mengetahui kualitas produk yang baik dan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk serta menambah wawasan dan kemampuan untuk memecahkan suatu permasalahan dengan mengaplikasikan ilmu yang didapat selama mengikuti pendidikan di bangku kuliah.

2. Bagi Perusahaan

Memberikan informasi kepada Perusahaan Feedmill tentang faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas produk serta dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi perusahaan untuk meningkatkan produktivitas dan memperbaiki kualitas produk sehingga dapat meningkatkan kepuasan pelanggan serta dapat meminimalkan biaya produksi akibat *reprocessing*.

3. Bagi Dunia Pendidikan

Dapat dijadikan sebagai eferensi mahasiswa serta dikembangkan untuk penelitian selanjutnya.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Sistematika penulisan laporan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini memuat latar belakang, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan laporan penelitian.

BAB II KAJIAN LITERATUR

Bab ini memuat kajian literatur deduktif dan kajian induktif yang dapat membuktikan bahwa topik yang diangkat memenuhi syarat dan kriteria yang telah dijelaskan.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini memuat obyek penelitian, data yang digunakan dan tahapan yang telah dilakukan dalam penelitian secara ringkas dan jelas. Metode ini dapat meliputi metode pengumpulan data, alat bantu analisis data, pembangunan model, disain dan prototyping.

BAB IV PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada bab ini menguraikan proses pengolahan data dengan prosedur tertentu, termasuk gambar dan grafik yang diperoleh dari hasil penelitian.

BAB V PEMBAHASAN

Bab ini berisi pembahasan kritis mengenai hasil bab sebelumnya dan belum dipaparkan di bab sebelumnya. Contoh isi pembahasan adalah ditemukannya kelemahan atau ketidak normalan dari penelitian yang diusulkan. Hasil pembahasan seharusnya dapat dijadikan sebagai dasar dalam penentuan usulan penelitian selanjutnya di bab berikutnya.

BAB VI PENUTUP

Bab ini memuat kesimpulan yang berisi pernyataan singkat yang menjabarkan hasil dari penelitian yang dilakukan. Bab ini juga memuat beberapa saran yang diperlukan serta rekomendasi yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA**LAMPIRAN**

BAB II

KAJIAN LITERATUR

2.1 Pengertian Kualitas

Kualitas merupakan aspek yang sangat penting dalam kemajuan perusahaan, dimana nilai jual perusahaan dilihat dari kualitas produk akhir yang dihasilkan. Kualitas sendiri mengandung banyak pengertian, diantaranya didefinisikan oleh dua pakar penting bidang kualitas yaitu Joseph Juran dan Edward Deming dalam Lestari (2009). Menurut Juran kualitas adalah kesesuaian untuk penggunaan (*fitness for use*), ini berarti bahwa suatu produk atau jasa hendaklah sesuai dengan apa yang diperlukan atau diharapkan konsumen.

Sedangkan menurut deming, meskipun kualitas mencakup kesesuaian atribut produk dengan tuntutan konsumen, namun kualitas harus lebih dari itu. Serta menurut Gaspersz (2001) menyatakan bahwa pada dasarnya kualitas mengacu kepada pengertian pokok kualitas yaitu kualitas terdiri dari sejumlah keistimewaan produk, baik keistimewaan langsung, maupun keistimewaan atraktif yang memenuhi keinginan pelanggan dan demikian memberikan kepuasan atas penggunaan produk. Kualitas terdiri dari segala sesuatu yang bebas dari kekurangan atau kerusakan.

Menurut Taguchi ISO 9000, (1992) bahwa totalitas dari ciri-ciri dan karakteristik dari suatu produk atau jasa untuk memuaskan kebutuhan eksplisit maupun tersirat. yang sangat penting dalam kemajuan perusahaan, dimana nilai jual perusahaan dilihat dari kualitas produk akhir yang dihasilkan. Kualitas sendiri mengandung banyak pengertian, diantaranya telah didefinisikan oleh dua pakar penting bidang kualitas yaitu Joseph Juran dan Edward Deming. Menurut Juran dalam Dorothea (2004) kualitas adalah kesesuaian untuk penggunaan (*fitness for use*), ini berarti bahwa suatu produk atau jasa hendaklah sesuai dengan apa yang diperlukan atau diharapkan oleh konsumen.

Pengertian kualitas itu sendiri, yaitu dapat diartikan sebagai derajat atau tingkatan dimana produk atau jasa tersebut mampu memuaskan keinginan dari konsumen.

Gaspersz (2001) menyatakan bahwa pada dasarnya kualitas mengacu kepada pengertian pokok yaitu kualitas terdiri dari sejumlah keistimewaan produk, baik keistimewaan langsung, maupun keistimewaan atraktif yang memenuhi keinginan pelanggan dan dengan demikian memberikan kepuasan atas penggunaan produk. Kualitas terdiri dari segala sesuatu yang bebas dari kekurangan atau kerusakan.

Setiap produk mempunyai sejumlah unsur yang menggambarkan kualitasnya. Unsur-unsur ini sering dinamakan ciri-ciri kualitas yang dapat dibedakan dalam beberapa kategori, antara lain (Montgomery, 1990):

1. Fisik

Berhubungan dengan kondisi fisik produk seperti panjang, berat dan ketetapan.

2. Indera

Berhubungan dengan kehalusan dan penampilan.

3. Orientasi waktu

Berkaitan dengan rasa waktu produk digunakan seperti tahan lama.

Manajemen Kualitas seringkali disebut sebagai *the problem solving*, sehingga manajemen kualitas dapat menggunakan metodologi dalam *problem solving* tersebut untuk mengadakan perbaikan. Edwards Deming dalam Yamit (2001) mengemukakan bahwa kualitas merupakan perbaikan secara berkesinambungan pada sebuah sistem yang stabil.

Definisi ini menjelaskan 2 hal, yaitu:

1. Semua sistem administrasi, perencanaan, produksi dan sistem penjualan harus stabil yang dibuktikan dengan data-data statistik. Kestabilan ini dapat dilihat dari angka variansi yang tetap dan terjadi pada angka rata-rata yang juga tetap.
2. Perbaikan secara berkesinambungan untuk mengurangi penyimpangan dan mendapatkan kualitas yang lebih baik untuk kepuasan pelanggan.

2.2 Pengendalian Kualitas

Peningkatan kualitas merupakan aktivitas teknik dan manajemen, melalui pengukuran karakteristik kualitas dari produk (barang atau jasa), kemudian membandingkan hasil pengukuran itu dengan spesifikasi produk yang diinginkan pelanggan, serta mengambil

tindakan peningkatan yang tepat apa bila ditemukan perbedaan kinerja aktual dan standar. Terminologi kualitas didefinisikan sebagai konsistensi peningkatan atau perbaikan dan penurunan variasi karakteristik kualitas dari suatu produk yang dihasilkan, agar memenuhi kebutuhan yang telah dispesifikasikan, guna meningkatkan kepuasan pelanggan internal maupun eksternal (Gaspersz, 2001).

Pengendalian kualitas dibedakan melalui dua pendekatan yaitu :

1. Pengendalian kualitas secara langsung (*on line quality control*)

Pengendalian 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 pula dapat meningkatkan kualitas produk. Pengendalian kualitas secara *on-line* ini juga dapat mengontrol mesin-mesin produksi sehingga dapat mencegah terjadinya kerusakan pada mesin-mesin tersebut.

2. Pengendalian kualitas secara tidak langsung (*off-line quality control*)

Dalam pengendalian kualitas secara *off-line*, disain eksperimen merupakan peralatan yang sangat penting dimana dengan mendesain suatu eksperimen kita lebih bias mengidentifikasi sumber dari variasi, menentukan perancangan dan proses yang optimal. Pengendalian kualitas secara *off-line* dibagi menjadi 3 tahap (Belavendram, 1995), yaitu :

- a. Perancangan Sisem (Primary Design)

Perancangan sistem adalah tahap perancangan fungsional yang berfokus pada teknologi yang bersangkutan. Perancangan sistem membutuhkan pengetahuan teknis dan pengalaman yang luas untuk dapat merancang atau menentukan proses atau produk.

- b. Perancangan Parameter (Secondary Desain)

Tahap perancangan parameter berfungsi untuk mengurangi biaya produksi dan meningkatkan kualitas produk, mengoptimalisasi level dari faktor pengendali terhadap efek yang ditimbulkan oleh faktor *noise* sehingga produk yang dihasilkan dapat kokoh/tangguh. Oleh sebab itu perancangan parameter dapat disebut juga sebagai perancangan kokoh.

c. Perancangan Toleransi (Tertiary Desain)

Perancangan toleransi ini dilakukan dengan menggunakan *matriks orthogonal*, fungsi kerugian, dan analisis variansi untuk menyeimbangkan biaya dan kualitas dari suatu produk.

Ada beberapa metode pengendalian kualitas secara *off-line*, salah satunya adalah metode Taguchi. Metode ini dicetuskan oleh Dr. Genichi Taguchi seorang konsultan pengendalian kualitas pada tahun 1949.

2.3 Metode Taguchi

Taguchi mengembangkan metode disain eksperimen dengan memanfaatkan sifat disain kokoh (Robust Design). Disain eksperimen Taguchi merupakan pengembangan dari disain eksperimen klasik. Metode ini menghasilkan suatu rancangan proses untuk menghasilkan produk yang tidak sensitif terhadap faktor gangguan atau memiliki performansi yang tangguh (robust performance). Disain kokoh bermanfaat sebagai alat untuk meningkatkan produktifitas riset dan aktifitas pengembangan, sehingga produk berkualitas tinggi dapat dibuat secepatnya dengan biaya rendah.

Genichi Taguchi merancang sebuah eksperimen dengan tujuan mendapatkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap respon dan interaksinya dengan jumlah eksperimen yang minimal dan memilih level faktor yang terbaik dengan kriteria tertentu sebagai parameter yang optimal.

Filosofi Taguchi terhadap kualitas (Lestari, 2009), yaitu : Kualitas harus didesain kedalam produk bukan sekedar inspeksi. Kualitas terbaik dicapai dengan meminimumkan deviasi dari target Produk harus didisain robust terhadap faktor dari target. Produk harus didisain robust terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol. Biaya kualitas harus diukur sebagai fungsi deviasi dari standar tertentu dan kerugian harus diukur pada seluruh sistem. Dalam rancangan percobaan klasik menganggap bahwa semua faktor sebagai penyebab variasi. Jika semua faktor sebagai penyebab variasi. Jika faktor-faktor tersebut dikendalikan atau dihilangkan maka variasi dapat dikurangi sehingga kualitas meningkat.

Taguchi mengembangkan faktor disain dan pengembangan produk atau proses ke dalam dua kelompok yaitu faktor. Faktor terkendali adalah faktor yang ditetapkan (atau dapat dikendalikan) oleh produsen terkendali dan faktor noise adalah faktor yang tidak

dapat dikendalikan langsung oleh selama tahap disain produk atau proses dan tidak dapat diubah oleh konsumen.

Tidak semua faktor yang berpengaruh dapat dikendalikan tanpa mengeluarkan biaya, sehingga diperlukan pendekatan lain untuk meningkatkan kualitas. Pendekatan yang digunakan oleh Taguchi dinamakan disain parameter. Sebagaimana dijelaskan di atas Taguchi membagi upaya untuk meningkatkan kualitas atas 3 (tiga) menurut Taguchi yaitu :

2.3.1 Perancangan Sistem (System Design/Primary Design)

Disain sistem merupakan tahap penentuan kebutuhan akan suatu fungsi dan unjuk kerja suatu produk yang harus diterjemahkan lebih lanjut ke dalam bahasa teknis sebagai faktor-faktor yang diperlukan untuk mencapai fungsi dan unjuk kerja yang diinginkan (target). Pada tahap ini metode Taguchi menggunakan teknologi, ilmu pengetahuan dan pengalaman yang ada serta ide-ide atau gagasan-gagasan dan teknik-teknik atau metode-metode baru yang dapat dikembangkan untuk mendefinisikan karakteristik kualitas produk dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhinya.

Penentuan karakteristik kualitas produk yang akan dioptimalkan merupakan langkah awal dalam metode Taguchi. Karakteristik kualitas merupakan parameter yang variansinya memberikan efek kualitas merupakan parameter yang variansinya memberikan efek kritis (critical effect) terhadap kualitas produk. Sebagai contoh adalah berat, biaya, ketahanan terhadap karat, ketebalan, kekuatan dari struktur, radiasi elektromagnetik dan sebagainya. dari struktur, radiasi elektromagnetik dan sebagainya.

Faktor yang mempengaruhi karakteristik kualitas (respon) dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Faktor noise (Noise factors) yaitu suatu parameter yang menyebabkan terjadinya penyimpangan nilai karakteristik mutu dari nilai target. Faktor noise juga disebut sebagai faktor gangguan atau uncontrollable faktor yang mempengaruhi karakteristik mutu (respon).
2. Faktor kendali (Control factors) yaitu suatu parameter yang dapat dikendalikan oleh perancang dengan memilih level-level faktor yang optimal agar dapat dihasilkan nilai karakteristik mutu yang tidak sensitif terhadap faktor noise.

3. Faktor signal (Signal factors) yaitu suatu faktor yang menjadi input terhadap perubahan nilai dari karakteristik mutu (respon). Jika terdapat faktor-faktor yang dapat mengatur target kinerja, misalnya pengaturan potensio meter untuk menaik turunkan tegangan pada adaptor tegangan, faktor ini disebut faktor sinyal.
4. Faktor skaling (Scaling factors) yaitu suatu faktor yang digunakan untuk mencapai hubungan fungsional yang dibutuhkan antara faktor signal dengan karakteristik mutu. Faktor skaling disebut juga faktor penyesuaian. Jika terdapat faktor-faktor yang dapat dipakai untuk mengatur mutu rata-rata menuju ke nilai target, faktor tersebut disebut faktor skaling.

2.3.2 Perancangan Parameter (Parameter Design/Secondary Design)

Perancangan parameter (parameter design), adalah tahap evaluasi atas faktor-faktor yang dilakukan untuk dua tujuan yaitu : meminimumkan pengaruh faktor-faktor yang tidak dapat dikendalikan (uncontrollable factors) dan menentukan “*optimal levels*” dari faktor-faktor yang dapat dikendalikan (controllable factors).

Perancangan parameter dapat pula disebut sebagai perancangan tangguh (robust design) yang memiliki prinsip dasar sebagai berikut :

1. Memperbaiki kualitas produk/ proses dan meminimalkan) Memperbaiki kualitas produk/ proses dan meminimalkan pengaruh penyebab-penyebab variasi tanpa menghilangkan atau menyisihkan berbagai macam penyebab variasi tersebut. Hal ini dapat dicapai melalui optimasi disain produk dalam proses untuk membuat performansi (unjuk kerja) kebal atau insensitif terhadap berbagai penyebab variasi (Kolarik, 1995).
2. Disain parameter memilih rancangan terbaik dari faktor-faktor terkendali dan meminimumkan pengaruh lingkungan (Toha, 2007). Untuk memperoleh rancangan parameter terbaik (robust), Taguchi telah merekomendasikan sebuah rancangan eksperimen yang khas.

2.3.3 Perancangan Toleransi (Tolerance Design/Tertiary Design)

Perancangan toleransi adalah tahap penentuan rentang disekitar “optimal level” untuk mencari keseimbangan kerugian (loss) antara pembuat (produsen) dan pemakai

(konsumen) produk tersebut. Tahap ini dilakukan setelah mengoptimalkan disain atau rancangan tahap ini dilakukan setelah mengoptimalkan disain atau rancangan parameter, dengan melibatkan pertimbangan finansial agar diperoleh rancangan terbaik yang tidak hanya efektif tetapi juga ekonomis. Pada tahap ini Taguchi menyarankan untuk ekonomis. Pada tahap ini, Taguchi menyarankan untuk menggunakan fungsi kerugian (loss function) kuadrat (QLF) untuk mengukur sebaran dalam satuan finansial.

Secara konsep QLF mendorong untuk selalu melakukan perbaikan terus-menerus (continuous improvement), karena ekspektasi fungsi tersebut adalah penjumlahan variansi dan kuadrat bias. Perbaikan perancangan toleransi ini berkaitan erat dengan tahap produksi.

2.3.4 Taguchi Multi Respon

Dalam perkembangannya Metode Taguchi dibedakan menjadi dua yaitu Taguchi single respon dan taguchi multi respon. Taguchi single respon hanya mempunyai satu variabel respon sehingga langsung didapatkan kombinasi optimal dari variabel respon tersebut. Taguchi multi respon mempunyai lebih dari satu variabel respon (minimal dua variabel respon), dan masing-masing variabel respon mempunyai kombinasi faktor yang berbeda sehingga diperlukan penanganan lebih lanjut untuk mendapatkan kombinasi faktor yang optimal untuk meningkatkan kualitas masing-masing variabel respon. Dua metode yang dapat digunakan untuk memecahkan permasalahan taguchi multi respon adalah Metode MRSN (*Multi Respon Signal to Noise*) dan TOPSIS (*Technique for Order Preference by Similiarity to Ideal Solution*) Tong dalam Lestari (2009).

1. *Multi Respon Singnal to Noise* (MRSN)

Dalam melakukan eksperimen taguchi multi respon menggunakan metode MRSN terdapat beberapa tahapan, yaitu :

- a. Menghitung quality loss (Lij) setiap trial untuk karakteristik kualitas : *Bigger-the-better*
- b. Menentukan *Multi Respon Singnal to Noise* (MRSN) ratio.
- c. Menentukan kombinasi level faktor yang optimal berdasarkan nilai MRSN terbesar.

2. *Technique for Order Preference by Similiarity to Ideal Solution (TOPSIS)*

TOPSIS pertama kali diusulkan oleh Hwang dan Yoon. Logika yang mendasari TOPSIS adalah untuk menentukan solusi ideal dan solusi ideal negatif. Solusi ideal adalah solusi yang dapat memaksimalkan kriteria manfaat dan meminimalkan kriteria biaya, sedangkan solusi ideal negatif memaksimalkan kriteria biaya dan meminimalkan kriteria manfaat. Alternatif yang optimal adalah alternatif yang paling dekat dengan solusi ideal dan terjauh dengan solusi ideal negatif. Peringkat alternatif dalam TOPSIS didasarkan pada relatif kesamaan dengan solusi ideal, yang menghindari dari situasi memiliki kesamaan yang sama untuk kedua ideal dan solusi ideal negatif. Singkatnya, solusi ideal terdiri dari semua nilai terbaik yang dicapai dari kriteria, sedangkan yang ideal negative solusinya adalah terdiri dari semua nilai terburuk yang dicapai dari kriteria. Selama proses seleksi alternatif, alternatif yang terbaik akan menjadi salah satu yang terdekat dengan solusi ideal dan jauh dari solusi ideal negatif.

TOPSIS adalah *Multi attribute Decision Making (MADM)* yang digunakan pada peratingan dan pemilihan alternatif yang lebih disukai berdasarkan nilainya pada atribut yang dipertimbangkan. TOPSIS mengaplikasikan prinsip intuitif yaitu alternatif yang diseleksi memiliki jarak yang terpendek dari solusi yang terburuk. Prosedur ini merupakan prosedur optimasi yang didasarkan pada pemilihan beberapa alternatif yang mempunyai jarak terdekat terhadap penyelesaian ideal (*ideal solution*) dan mempunyai jarak terjauh dari penyelesaian ideal negatif (*negative ideal solution*).

Prosedur TOPSIS yang dikembangkan dari masalah *Multi attribute Decision Making (MADM)*. MADM meliputi pemilihan beberapa alternatif yang bersifat multiple atribut. Atribut dalam hal ini menyatakan tujuan dari kriteria-kriteria. Tingkat kepentingan masing-masing atribut biasanya diberikan dengan pembobotan yang diperoleh berdasarkan informasi dari pembuat keputusan. Karena penentuan tingkat kepentingan ini sifatnya *uncertain (imprecise information)* dan kadang-kadang tiap atribut mempunyai perbedaan pengukuran, maka Chen dan Hwang membuat transformasi kedalam bentuk data *fuzzy* melalui teori *fuzzy*, kemudian mengkonversikan kedalam *crisp score*.

2.4 Quality Loss Function (QLF)

Fungsi Kerugian (*Loss Function*) : biaya (oleh perusahaan maupun pengguna) yang harus ditanggung sebagai akibat dari kualitas produk yang tidak baik.

Tujuan : untuk mengevaluasi kerugian kualitas yang disebabkan pada total simpangan dari target dan Pada simpangan 0 (sama dengan target) kerugian = 0 variasi. *Loss function* terdiri dari 3 komponen: koefisien biaya (k), variansi dan kuadrat penyimpangan. Biaya ini meliputi : pengembalian barang, biaya garansi, ketidakpuasan dan keluhan konsumen, kehilangan waktu dan uang bagi konsumen, kehilangan pertumbuhan dan pangsa pasar.

Ukuran besarnya nilai karakteristik kualitas secara umum dapat dibedakan menjadi :

1. *Smaller the better*

Jenis ini untuk karakteristik mutu semakin kecil semakin baik dengan target nol. Misalnya waktu proses produksi, jumlah cacat produk, radiasi komputer dan sebagainya.

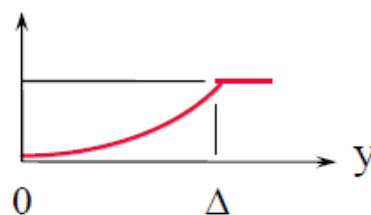
Persamaan fungsi kerugian mutu kuadratiknya adalah : $L(y) = k y^2$

Dimana,

y : nilai karakteristik kualitas

m : nilai target

k : koefisien biaya

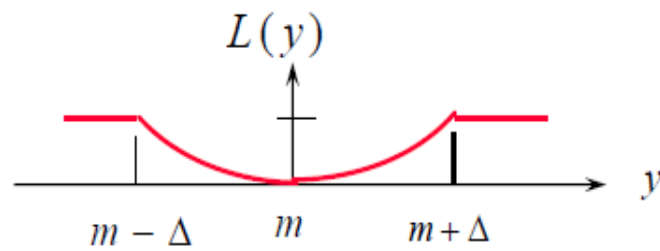


Gambar 2.1 Kurva *smaller-the-better*
(Sumber : Bagchi,1993)

2. *Nominal the better*

Jenis ini untuk karakteristik mutu dengan target tertentu, disebut juga dengan karakteristik nominal. Misalnya diameter ban mobil, kandungan bahan kimia, temperatur ruangan proses produksi, dimensi dan lain sebagainya.

Persamaan fungsi kerugian mutu kuadratiknya adalah : $L(y) = k(y-m)^2$

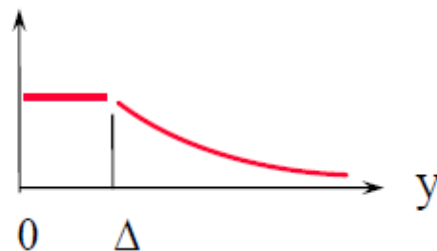


Gambar 2.2 Kurva *nominal-the-better*
(Sumber : Bagchi,1993)

3. *Large the better*

Jenis ini untuk karakteristik mutu semakin besar semakin baik. Misalnya kekuatan struktur, hasil proses produksi dan lain sebagainya.

Persamaan fungsi kerugian mutu kuadratnya adalah : $L(y) = k (1 / y)^2$



Gambar 2.3 Kurva *bigger-the-better*
(Sumber : Bagchi,1993)

2.5 Rasio Signal to Noise (S/N Rasio)

Taguchi memperkenalkan pendekatan *S/N ratio* untuk meneliti pengaruh faktor noise terhadap variasi yang timbul. Jenis dari *S/N ratio* tergantung pada karakteristik yang diinginkan, yaitu :

1. *Smaller-the-better (STB)*

Karakteristik kualitas dimana semakin rendah nilainya, maka kualitas semakin baik. Nilai untuk jenis karakteristik STB :

$$S / N_{STB} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right]$$

2. *Larger-the-better (LBT)*

Karakteristik kualitas dimana semakin besar nilainya, maka semakin baik. Nilai S/N untuk jenis karakteristik LTB adalah :

$$S / N_{LTB} = -10 \log \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{y_i} \right)^2 \right]$$

3. *Nominal-the-best (NTB)*

Karakteristik kualitas dimana ditetapkan suatu nilai nominal tertentu, jika nilainya semakin mendekati nilai nominal tertentu tersebut maka kualitasnya semakin baik.

Nilai S/N untuk jenis karakteristik NTB :

$$S/N_{NTB} = 10 \text{ Log } \left[\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right]$$

2.6 Derajat bebas (*Degree of Freedom*)

Derajat bebas merupakan banyaknya perbandingan yang harus dilakukan antar level faktor atau interaksi yang digunakan untuk menentukan jumlah percobaan minimum yang akan dilakukan. Perhitungan derajat bebas dilakukan agar diperoleh suatu pemahaman mengenai hubungan antara suatu faktor dengan level yang berbeda-beda terhadap karakteristik kualitas yang dihasilkan. Perbandingan ini sendiri akan memberikan informasi tentang faktor dan level yang mempunyai pengaruh signifikan terhadap karakteristik kualitas.

Dalam melakukan percobaan, efisiensi dan biaya yang harus dikeluarkan merupakan salah satu pertimbangan utama. Berdasarkan pertimbangan tersebut maka sebisa mungkin digunakan *orthogonal array* terkecil yang masih dapat memberikan informasi yang cukup untuk dilakukannya percobaan secara komprehensif dan penarikan kesimpulan yang valid. Untuk menentukan *orthogonal array* yang diperlukan maka dibutuhkan perhitungan derajat kebebasan. Perhitungan untuk memperoleh derajat kebebasan (Belavendram, 1995), yaitu:

1. Untuk faktor dan level:

$$v_{f1} = \text{number of levels} - 1$$

2. Untuk *orthogonal array*:

$$v_{OA} = \text{number of experiments} - 1$$

3. Untuk interaksi A dan B:

$$v_{A \times B} = (n_A - 1) \times (n_B - 1)$$

Tabel *orthogonal array* yang dipilih harus mempunyai jumlah baris minimum yang tidak boleh kurang dari jumlah derajat bebas totalnya.

2.7 *Orthogonal Array*

Orthogonal array adalah matriks dari sejumlah baris dan kolom. Setiap kolom merepresentasikan faktor atau kondisi tertentu yang dapat berubah dari suatu percobaan ke percobaan lain. Setiap kolom mewakili faktor-faktor dari percobaan yang dilakukan. *Array* disebut *orthogonal* karena setiap level dari masing-masing faktor adalah seimbang (*balance*) dan dapat dipisahkan dari faktor yang lain dalam percobaan. *Orthogonal array* merupakan suatu matriks faktor dan level yang tidak membawa pengaruh dari faktor atau level lain.

Orthogonal array digunakan untuk mendesain suatu percobaan yang efisien dan digunakan untuk menganalisis data percobaan. *Orthogonal array* digunakan untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberi informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Bagian terpenting dari *orthogonal array* terletak pada pemilihan kombinasi level dari variabel-variabel masukan untuk masing-masing eksperimen.

$L_x(n^y)$, dimana :

1. Notasi L
Menyatakan informasi mengenai *orthogonal array*
2. Nomor Baris (x)
Menyatakan jumlah percobaan yang dibutuhkan ketika menggunakan *orthogonal array*.
3. Nomor Kolom (y)
Menyatakan jumlah faktor yang diamati dalam *orthogonal array*.
4. Nomor Level (n)
Menyatakan jumlah level faktor.

Untuk dua level, table OA terdiri dari L_4 , L_8 , L_{12} , L_{16} dan L_{32} , sedangkan untuk tiga level table OA terdiri dari L_9 , L_{18} , dan L_{27} . Pemilihan jenis tabel *orthogonal array* yang akan digunakan pada percobaan didasarkan pada jumlah derajat bebas total. Masing-masing percobaan yang dapat dilakukan dengan menggunakan metode Taguchi adalah sebagai berikut :

Tabel 2.1 *Orthogonal array* untuk setiap level yang ada

2 Level	3 Level	4 Level	5 Level	Mixed Levels
$L_4(2^3)$	$L_9(3^4)$	$L_{36}(4^5)$	$L_{25}(5^6)$	$L_{18}(2^1 \times 3^7)$
$L_8(2^7)$	$L_{27}(3^{13})$	$L_{64}(4^{21})$	-	$L_{32}(2^1 \times 4^9)$
$L_{12}(2^{11})$	$L_{81}(3^4)$	-	-	$L_{36}(2^{11} \times 3^{12})$
$L_{16}(2^{15})$	-	-	-	$L_{36}(2^3 \times 3^{13})$
$L_{32}(2^{31})$	-	-	-	$L_{54}(2^1 \times 3^{25})$
$L_{64}(2^{63})$	-	-	-	$L_{50}(2^1 \times 5^{11})$

Sumber : Belavendram, N. *Quality By Design*. Prentice Hall, Internasional. 1995

Penentuan derajat bebas berdasarkan pada:

1. Jumlah faktor utama yang diamati dan interaksi yang diamati.
2. Jumlah level dari faktor yang diamati.
3. Resolusi percobaan yang diinginkan atau batasan biaya.

Angka didalam pemilihan *array* menandakan banyaknya percobaan (berbagai kemungkinan kombinasi pengujian) di dalam *array*, suatu matriks L_8 memiliki delapan percobaan dan matriks L_{27} memiliki 27 percobaan dan seterusnya. Banyaknya level di dalam faktor digunakan untuk memilih *orthogonal array*. Jika faktornya ditetapkan berlevel dua, maka harus digunakan *orthogonal array* dua level, jika tiga maka menggunakan tiga level, sedangkan jika sebagian faktor memiliki dua level dan faktor lainnya memiliki tiga level maka jumlah yang lebih besar akan menentukan jenis *orthogonal array* yang harus dipilih.

Tabel 2.2 *matriks orthogonal array* $L_8 (2^7)$

Trial No	Column Number						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	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 : Belavendram, N. *Quality By Design*. Prentice Hall, Internasional. 1995

Tabel 2.3 *matriks orthogonal array* $L_4 (2^3)$

Trial No	Column Number		
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

Sumber : Belavendram, N. *Quality By Design*. Prentice Hall, Internasional. 1995

2.8 Uji Normalitas

Distribusi normal merupakan distribusi teoritis dari variabel random yang kontinyu. Distribusi normal disebut juga distribusi gauss (*gaussian distribution*) sesuai dengan nama yang menemukannya yaitu Carl Gauss yang telah banyak menyelidiki hal ini pada akhir abad ke 18 disamping penyelidik pertama Pierre Laplace dan Abraham de Moivre (Sudjana, 1997).

Uji distribusi normal adalah uji untuk mengukur apakah data yang didapatkan memiliki distribusi normal sehingga dapat dipakai dalam statistik parametrik (statistik inferensial). Dengan kata lain, uji normalitas adalah uji untuk mengetahui apakah data empirik yang didapatkan dari lapangan itu sesuai dengan distribusi teoritik tertentu.

Rumusan Hipotesis :

H_0 : sampel berasal dari populasi berdistribusi normal

H_1 : sampel tidak berasal dari populasi berdistribusi normal

α : taraf nyata

Metode Chi-Square atau *uji goodness of fit distribution normal* ini menggunakan pendekatan penjumlahan penyimpangan data observasi tiap kelas dengan nilai yang diharapkan.

Menentukan Kriteria Pengujian Hipotesis:

Jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka terima H_0 dan tolak H_1 , dalam arti data tersebut berdistribusi normal.

Jika $\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$ maka tolak H_0 dan terima H_1 , dalam arti data tersebut tidak berdistribusi normal.

Untuk keperluan pengujian normalitas ini, data harus disusun dalam daftar distribusi frekuensi yang terdiri atas k buah interfal. Uji kebaikan sesuai antara yang teramati dengan frekuensi harapan didasarkan pada besaran :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Nilai χ^2 merupakan sebuah nilai peubah acak χ^2 yang sebaran penarikan, contohnya sangat menghampiri nilai chi-kuadrat. Lambang O_i dan E_i masing-masing menyatakan frekuensi teramati dan frekuensi harapan bagi sel ke-i.

2.9 Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas dimaksudkan untuk memberikan keyakinan bahwa sekumpulan data yang dimanipulasi dalam serangkaian analisis memang berasal dari populasi yang tidak jauh berbeda keragamannya. Khusus untuk studi korelatif yang sifatnya prediktif, model yang digunakan harus fit (cocok) dengan komposisi dan distribusi datanya. *Goodness of fit model* tersebut secara statistika dapat diuji setelah model prediksi diperoleh dari perhitungan. Model yang sesuai dengan keadaan data adalah apabila simpangan estimasinya mendekati 0. Untuk mendeteksi agar penyimpangan estimasi tidak terlalu besar, maka homogenitas variansi kelompok-kelompok populasi dari mana sampel diambil, perlu diuji.

Pengujian homogenitas varians suatu kelompok data, dapat dilakukan dengan cara: 1) Uji F dan 2) Uji Bartlett. Adapun proses pengujian dan rumus yang digunakan untuk pengujian homogenitas varians kelompok data yaitu sebagai berikut:

1. Uji F (digunakan untuk menguji homogenitas varians dari dua kelompok data).

Rumus Uji F yaitu:

$$F = S_1^2 / S_2^2$$

Dimana :

$$S_1^2 = \text{variens kelompok 1}$$

$$S_2^2 = \text{variens kelompok 2}$$

Hipotesis pengujian :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \text{ (variens data homogen)}$$

$$H_a : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \text{ (variens data tidak homogen)}$$

Kriteria Pengujian:

Jika: $F_{hitung} \geq F_{tabel} (0,05; dk_1; dk_2)$, maka Tolak H_0

Jika: $F_{hitung} < F_{tabel} (0,05; dk_1; dk_2)$, maka Terima H_0

2. Uji Bartlett (digunakan untuk menguji homogenitas varians lebih dari dua kelompok data)

Rumus Uji Bartlett yaitu (Sudjana, 1989):

$$\chi^2 = (\ln 10) \left\{ B - \sum (N_i - 1) \log s_i^2 \right\}$$

Dengan:

$$B = (\log S^2) - \sum (N_i - 1)$$

$$S^2 = \frac{\sum (N_i - 1) s_i^2}{\sum (N_i - 1)}, \text{ dimana:}$$

S^2 = varians gabungan dari semua sampel.

S_i^2 = varians masing-masing kelompok atau kelas.

Hipotesis Pengujian :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

H_1 : paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

Kriteria Pengujian:

H_0 diterima jika ($\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$)

H_1 diterima jika ($\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$)

2.10 Analisis Of Varians (ANOVA)

Analisis varians (*analysis of variance*) atau ANOVA adalah suatu metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Uji dalam anova menggunakan uji F karena dipakai untuk pengujian lebih dari 2 sampel. Dalam praktik, analisis varians dapat merupakan uji hipotesis (lebih sering dipakai) maupun pendugaan (*estimation*, khususnya di bidang genetika terapan).

Anova dapat digolongkan kedalam beberapa kriteria, yaitu :

1. Klasifikasi 1 arah (One Way ANOVA)

Anova klasifikasi 1 arah merupakan ANOVA yang didasarkan pada pengamatan 1 kriteria atau satu faktor yang menimbulkan variasi.

2. Klasifikasi 2 arah (Two Way ANOVA)

ANOVA klasifikasi 2 arah merupakan ANOVA yang didasarkan pada pengamatan 2 kriteria atau 2 faktor yang menimbulkan variasi.

3. Klasifikasi banyak arah (MANOVA)

ANOVA banyak arah merupakan ANOVA yang didasarkan pada pengamatan banyak kriteria.

Analysis of variance pada metode *Taguchi* digunakan sebagai metode statistik untuk menginterpretasikan data-data hasil percobaan. *Analysis of Variance* adalah teknik perhitungan yang memungkinkan secara kuantitatif mengestimasi kontribusi dari setiap faktor pada semua pengukuran respon. *Analisis varians* yang digunakan pada desain parameter berguna untuk membantu mengidentifikasi kontribusi faktor sehingga akurasi model dapat ditentukan.

Hipotesis pengujian :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

(semua rata-rata populasi adalah sama / tidak ada efek faktor terhadap variabel respon)

$$H_a : \text{tidak semua } \mu_i \text{ sama, } i = 1, 2, \dots, k$$

(minimal satu rata-rata populasi berbeda (yang lainnya sama) / ada efek atau pengaruh faktor terhadap variabel respon). Tidak berarti bahwa semua populasi berbeda.

Kriteria Pengujian:

Jika: $F_{\text{hitung}} \leq F_{\text{tabel}}$, maka Tolak H_0

Jika: $F_{\text{hitung}} > F_{\text{tabel}}$, maka Terima H_0

Pada analisis ANOVA, peneliti dihadapkan pada sifat taraf tiap faktor yang tetap, artinya taraf untuk masing-masing faktor tetap banyaknya dan seluruhnya digunakan dalam eksperimen. Sebagai contoh pada analisis variansi dengan eksperimen faktorial a x b (dwi faktorial), apabila peneliti hanya mempunyai a buah taraf faktor A dan hanya b buah taraf B dan semuanya digunakan dalam eksperimen yang dilakukan, maka model yang dipakai adalah model tetap. Model yang dipakai adalah :

$$Y_{ijklmn} = \mu + A_i + B_j + C_k + D_l + E_m + F_n + \sum_{k(m)} k(m)$$

Dengan :

$$i = 1, 2, \dots, a$$

$$j = 1, 2, \dots, b$$

$$k = 1, 2, \dots, n$$

Y_{ijklmn} = variabel respon hasil observasi ke-k yang terjadi karena pengaruh bersama taraf faktor A, taraf ke-j faktor B, taraf ke-k faktor C, taraf ke-l faktor D, taraf ke-m faktor E, taraf ke-n faktor F.

μ = rata-rata yang sebenarnya (berharga konstan)

A = efek taraf ke-i faktor A

B = efek taraf ke-j faktor B

C = efek taraf ke-k faktor C

D = efek taraf ke-l faktor D

E = efek taraf ke-m faktor E

F = efek taraf ke-n faktor F

$\sum_{k(in)}$ = efek setiap eksperimen ke-k dalam kombinasi perlakuan (in).

Langkah-langkah dalam analisis variansi multifaktor adalah :

1. Menghitung harga *Sum of Square* (SS) atau jumlah kuadrat (JK) yang meliputi
 - a. Total Sum of Square (SST) atau jumlah kuadrat total

$$SST = \left[\sum_{i=1}^N Y_i^2 \right] - \frac{T^2}{N}$$

$$\text{Dengan } T = \sum_{i=1}^N Y_i$$

Dimana :

Y_i = nilai respon (data pengamatan) ke-i

T = total nilai respon

N = jumlah pengamatan

- b. *Sum of Square* atau jumlah kuadrat untuk suatu faktor, misalnya faktor A.

$$SSA = \left[\sum_{i=1}^{k_A} \left(\frac{A^2}{n_{Ai}} \right) - \frac{T^2}{N} \right]$$

- c. *Sum of Square* atau jumlah kuadrat *error* (SSE)

$$SSE = SST - SS_{\text{faktor}}$$

2. Menghitung *degree of freedom* (df) atau derajat bebas

- a. *Degree of Freedom* total (df_T), dirumuskan dengan :

$$Df_T = N - 1$$

- b. *Degree of Freedom* suatu faktor, dirumuskan dengan :

$$df_A = k_A - 1$$

- c. *Degree of Freedom error* (dfe), dirumuskan dengan :

$$dfe = df_T - df_{\text{faktor}}$$

3. Menghitung *mean of square* (Mq) suatu faktor

$$Mq_A = \frac{SSA}{df_A}$$

4. Menghitung F ratio suatu faktor

$$F_{\text{ratio}} = \frac{Mq}{Mqe}$$

5. Menghitung pure of square (SS') suatu faktor

$$SS' = SS - (df \times Mqe)$$

6. Menghitung persen kontribusi (P) suatu faktor

$$P = \left[\frac{SS'}{SS_T} \right] \times 100\%$$

2.11 Efek Tiap Faktor

Perhitungan efek tiap faktor dapat dilakukan terhadap rerata maupun terhadap nilai SNR, dengan menggunakan rumus :

$$\text{Efek faktor} = \frac{1}{a} \left(\sum \eta_0 \right)$$

Keterangan :

0 = nomor eksperimen yang akan mempunyai i level yang sama

a = jumlah munculnya tiap level faktor dalam suatu kolom matriks *orthogonal*

η = SNR yang digunakan

2.12 Perhitungan TOPSIS

Metode MADM klasik dipakai (Wibowo, 2010). Prosedur ini terbagi menjadi 6 tahap sebagai berikut :

1. Mentransformasikan tingkat kepentingan relatif masing-masing respon kedalam bilangan *fuzzy* (*fuzzy number*).
 - a. Tentukan tingkat kepentingan relative dari masing-masing respon dengan bentuk linguistic, ini biasanya ditentukan oleh pengalaman *engineer*.
 - b. Temukan sistem skala formal yang dapat digunakan untuk mengkonversi bentuk linguistic kedalam *fuzzy number* yang berkesesuaian.
 - c. Setelah ditemukan skalanya, jika lebih dari satu skala maka pilih skala dengan angka terkecil atau yang paling sederhana untuk dikonversi.
2. Tandai *crisp score* untuk memilih skala konversi *fuzzy number*. Lakukan konversi *fuzzy number* ke dalam crisp score melalui metode *scooring fuzzy*. Normalisasi *crisp score* dengan tujuan memperoleh pembobot yang menyatakan kepentingan relatif masing-masing respon sedemikian hingga $\sum_{j=1}^n W_j = 1$ dimana W_j adalah pembobot respon ke j ($j=1, 2, \dots, n$)
3. Menghitung fungsi kerugian (*loss function*), dimana fungsi dari masing-masing respon dihitung berdasarkan karakteristik kualitas masing-masing.
4. Menentukan nilai TOPSIS untuk masing-masing percobaan.

- a. Hitung

$$r_{ij} = \frac{L_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (L_{ij})^2}}$$

Dimana L_{ij} adalah fungsi kerugian untuk respon ke-j pada percobaan ke-i

- b. Menghitung kedekatan relatif (*relative closeness*) dan masing-masing kombinasi perlakuan.

5. Menentukan kombinasi taraf faktor yang optimum.
 - a. Menghitung pengaruh taraf faktor terhadap nilai TOPSIS.
 - b. Menentukan kombinasi taraf kendali yang optimum dengan cara memilih taraf-taraf faktor yang memberikan nilai TOPSIS terbesar.
6. Melaksanakan eksperimen konfirmasi untuk membuktikan bahwa kondisi optimum yang telah diperoleh benar-benar memberikan peningkatan kualitas. Dalam hal ini indeks yang terbesar menunjukkan kualitas produk yang terbaik.

2.13 Uji Prediksi

Dalam kehidupan sehari-hari, sering dilihat suatu peristiwa atau keadaan yang terjadi akibat peristiwa yang lain. Untuk mengetahui hubungan antara kejadian tersebut, terutama untuk menelusuri pola hubungan yang modelnya belum diketahui maka analisis regresi dapat dijadikan alat untuk membantu menganalisis hubungan tersebut.

Uji prediksi menggunakan analisa regresi berdasarkan data yang diperoleh dari hasil eksperimen yang sudah pernah dilakukan. Tujuan dari uji prediksi adalah untuk melihat secara keseluruhan eksperimen yang seharusnya dilakukan. Uji prediksi dilakukan karena pada eksperimen Taguchi hanya ada 8 (delapan) trial atau 8 (delapan) eksperimen, yang sudah dianggap mewakili keseluruhan eksperimen yang seharusnya dilakukan.

Analisis regresi memiliki 3 kegunaan yaitu, deskripsi, kendali, dan prediksi (peramalan). Tetapi manfaat utama dari kebanyakan penyelidikan statistic dalam dunia bisnis dan ekonomi adalah mengadakan prediksi atau peramalan.

Dalam analisis regresi dikenal 2 macam variable yaitu variable bebas (independent variable) dan variable tidak bebas (dependent variable). Variabel bebas adalah variable yang telah diketahuai nilainya, sedangkan variable tidak bebas adalah variable yang nilainya belum diketahui dan yang adakan diramalkan.

2.13.1 Prediksi Menggunakan Regresi Linier Sederhana

Regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas tunggal dengan variabel bebas tunggal. Regresi linier sederhana hanya memiliki satu peubah yang dihubungkan

dengan satu peubah tidak bebas. Bentuk umum dari persamaan regresi linier untuk populasi adalah :

$$Y = a + bx$$

Di mana:

Y = Variabel takbebas

X = Variabel bebas

a = Parameter Intercept

b = Parameter Koefisien Regresi Variabel Bebas

Menentukan koefisien persamaan a dan b dapat dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, yaitu cara yang dipakai untuk menentukan koefisien persamaan dan dari jumlah pangkat dua (kuadrat) antara titik-titik dengan garis regresi yang dicari yang terkecil. Dengan demikian, dapat ditentukan :

$$a = \frac{(\sum Y_i)(\sum X_i^2) - (\sum X_i)(\sum X_i Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - (\sum X_i)(\sum Y_i)}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}$$

2.13.2 Prediksi Menggunakan Regresi Linier Berganda

Regresi linier berganda mengamati pengaruh lebih dari satu variable bebas (*independent variable*) terhadap variable tidak bebas (*dependent variable*), minimal ada dua variable bebas. Secara sistematis regresi linier berganda dapat dituliskan sebagai berikut :

$$\hat{Y} = a + b_1 X_1 + b_2 X_2 + \dots + b_n X_n$$

Dimana : Y = Variable yang diramalkan (*dependent variabel*)

X₁, X₂, X₃, ..., X_n = Variabel yang diketahui (*independent variabel*)

b₁, b₂, b₃, ..., b_n = koefisien regresi

Untuk mencari nilai b₁, b₂, b₃, ..., b_n dapat digunakan beberapa cara yaitu:

1. Persamaan Normal

$$\begin{aligned} \sum Y &= an + b_1 \sum X_1 + b_2 \sum X_2 \\ \sum X_1 Y &= a \sum X_1 + b_1 \sum X_1^2 + b_2 \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 Y &= a \sum X_2 + b_1 \sum X_1 X_2 + b_2 \sum X_2^2 \end{aligned}$$

2. Eliminasi Gauss

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_1 & \sum X_2 & \sum X_3 & \dots & \sum X_n \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_1 X_3 & \dots & \sum X_1 X_n \\ \sum X_2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_2^2 & \sum X_2 X_3 & \dots & \sum X_2 X_n \\ \sum X_3 & \sum X_1 X_3 & \sum X_2 X_3 & \sum X_3^2 & \dots & \sum X_3 X_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \sum X_n & \sum X_1 X_n & \sum X_2 X_n & \sum X_3 X_n & \dots & \sum X_n^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \\ b_3 \\ \dots \\ b_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum X_1 Y \\ \sum X_2 Y \\ \sum X_3 Y \\ \dots \\ \sum X_n Y \end{bmatrix}$$

3. Determinan

$$\begin{bmatrix} n & \sum X_1 & \sum X_2 \\ \sum X_1 & \sum X_1^2 & \sum X_1 X_2 \\ \sum X_2 & \sum X_1 X_2 & \sum X_2^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} b_0 \\ b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum Y \\ \sum X_1 Y \\ \sum X_2 Y \end{bmatrix}$$

$$\alpha = \frac{\alpha^{-1}}{R^{-1}}, \quad b_1 = \frac{b_1^{-1}}{R^{-1}}, \quad b_2 = \frac{b_2^{-1}}{R^{-1}}$$

Dimana :

R^{-1} = determinan matriks R

b_1^{-1} = determinan b_1

b_2^{-1} = determinan b_2

2.14 Eksperimen Konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk mengevaluasi apakah rancangan usulan yang didapat mampu untuk memperbaiki kualitas produk yang diinginkan. Jika rancangan usulan berhasil meningkatkan kualitas, maka usulan tersebut dapat digunakan.

Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan menggunakan SNR pada kondisi optimum untuk mendapatkan μ prediksi. Kemudian hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan eksperimen konfirmasi. Adapun langkah-langkah μ prediksi adalah sebagai berikut :

1. μ prediksi = Estimasi nilai SNR yang optimum
2. Menghitung selang kepercayaan (*confidence interval*)

$$\text{confidence interval (CI)} = \mu \text{ prediksi} \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} \times V_e \times \left[\frac{1}{n_{eff}} \right]}$$

3. Menghitung SNR data hasil eksperimen prediksi

$$SNR = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} y_i^2 \right]$$

4. Kesimpulan

Jika nilai SNR data hasil eksperimen prediksi masih berada dalam batas *confidence interval* (CI) maka dapat disimpulkan bahwa SNR hasil eksperimen sesuai dengan eksperimen prediksi, begitu pula sebaliknya.

2.15 Uji Beda

Uji beda dilakukan untuk mengetahui apakah data hasil konfirmasi berbeda atau sama dengan hasil prediksi. Perumusan hipotesanya adalah sebagai berikut (Sudjana, 1997):

H_0 : $\mu_1 - \mu_2 = 0$ (tidak ada perbedaan)

H_0 : $\mu_1 - \mu_2 > 0$ (ada penurunan, $\mu_1 > \mu_2$)

H_0 : $\mu_1 - \mu_2 < 0$ (ada kenaikan, $\mu_1 < \mu_2$)

H_0 : $\mu_1 - \mu_2 \neq 0$ (ada perbedaan $\mu_1 \neq \mu_2$)

- a. $N > 30$ (sampel besar)

$$Z_0 = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}}, \quad \sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{\sigma_1^2}{n_1} + \frac{\sigma_2^2}{n_2}}$$

Dimana apabila σ_{12} dan σ_{22} tidak diketahui maka dapat diestimasi dengan:

$$\sigma_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = \sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}$$

Ketentuan pengujian t-hitung yaitu :

H_0 diterima apabila $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq t_{\text{tabel}}$

H_0 ditolak apabila $t_{\text{hitung}} < -t_{\text{tabel}}$, $t_{\text{hitung}} > t_{\text{tabel}}$

2.16 Kajian Induktif

Kajian induktif merupakan salah satu sub bab yang menyajikan penelitian-penelitian terdahulu yang mengacu pada penerapan metode taguchi. Penelitian yang berkaitan dengan metode taguchi antara lain :

Penelitian dengan judul “Penentuan Komposisi Waktu Optimal Dengan Metode Taguchi (studi kasus : Penelitian di Pabrik Kerupuk rambak Stik Cap ikan Bawang Semarang) oleh Angga Saputra, et al, Universitas Diponegoro, Semarang, 2014. Pada penelitian ini yang menjadi objek adalah faktor-faktor yang dapat mempengaruhi waktu proses pembuatan kerupuk serta meminimalkan waktu produksi yang tepat tanpa merusak kualitas produk dengan metode Taguchi. Metode Taguchi merupakan metode yang dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dapat menekan biaya dan sumber daya seminimal mungkin.

Penelitian dengan judul “Nauli Analisis Taguchi Dalam Meningkatkan Utilisasi Produk Pada Industri Crude Palm Oil (CPO)” oleh Iwan, et al, Universitas Riau, Pekanbaru 2013. Pada penelitian ini yang menjadi objek adalah Kestabilan proses produksi merupakan faktor yang penting dalam meningkatkan utilisasi dari sebuah kapasitas desain yang telah ditetapkan. Rendahnya tingkat utilisasi terjadi karena berbagai faktor yang kompleks di lantai produksi dan kurangnya usaha perbaikan kualitas oleh pihak manajemen. Untuk mencapai utilisasi yang tinggi maka perusahaan harus terlebih dahulu memperhatikan masalah kualitas, karena kualitas berpengaruh terhadap organisasi secara keseluruhan termasuk ke dalam proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsep Taguchi yang terdiri dari variabel quality robustness, loss function/target oriented quality terhadap utilisasi produksi pada industri crude pulm oil di Provinsi Riau.

Penelitian dengan judul “Penerapan Metode Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Kain Tenun Pada Sentra Industri Kain Tenun Kabupaten Pemalang” oleh Zulfah, et al, Universitas Pancasakti, Tegal, 2013. Pada penelitian ini yang menjadi objek adalah peningkatan kualitas kain tenun. Berdasarkan studi awal dan dari penelitian pembanding diatas muncul suatu ide untuk mengimplementasikan dalam suatu produk kain tenun berdasarkan eksperimen penentuan variabel terhadap kualitas kain tenun. Eksperimen desain tersebut akan diaplikasikan untuk mengetahui kualitas kain tenun Pemalang

melalui metode taguchi. Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental murni yang mengidentifikasi karakteristik kualitas dengan metode taguchi.

Penelitian dengan judul “Setting Parameter Proses Pemasangan LID cup air minum dalam kemasan (AMDK) dengan Metode Taguchi” oleh Agus Setiawan, et al, Universitas Stikubank, Semarang, 2012. Pada penelitian ini yang menjadi objek adalah bagaimana setting parameter mesin pemasangan lid cup AMDK 240 ml dapat meningkatkan kualitas proses produksi. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kualitas pemasangan lid cup, yaitu suhu, matras alumunium, kecepatan mesin, waktu produksi, faktor fisik dan biologis operator, dan lingkungan kerja. Dengan menggunakan metode Taguchi untuk menyelesaikan masalah ini.

Penelitian dengan judul “Perancangan Parameter Proses Pemurnian Nira Dengan Pendekatan Taguchi (Studi Kasus Pada PG Madukismo Yogyakarta)” oleh Eko Nursubiyantoro, Universitas Pembangunan Nasional Veteran, Yogyakarta 2012. Pada penelitian ini yang menjadi objek adalah Proses pemurnian nira dalam industri gula. Kondisi proses dalam proses pemurnian sangat berpengaruh terhadap hasil mutu kemurnian nira yang dihasilkan. Apabila kondisi proses tidak sesuai maka akan menyebabkan kadar sukrose yang terkandung dalam nira akan rusak sehingga menyebabkan gula yang terbentuk mutunya rendah. Sejauh mana pengaruh kondisi-kondisi proses pemurnian nira tersebut terhadap mutu kemurniannya. Sehingga tujuan penelitian yang ingin dicapai adalah menentukan faktor-faktor yang mempengaruhi mutu nira jernih pada proses pemurnian nira, dan menentukan parameter proses pemurnian nira dengan memperhitungkan faktor noise. Sehingga akan bermanfaat untuk memberikan usulan proses pemurnian nira yang lebih baik, agar dapat meningkatkan karakteristik mutu kemurnian nira jernih.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Objek Penelitian

Penelitian ini mengambil objek pada proses pelet di PT. Charoen Pokphand Indonesia. Dan fokus dari penelitian ini adalah mengoptimalkan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas pakan pelet.

3.2 Jenis Data

Jenis data dapat dibagi berdasarkan sifat data, sumber data, cara memperoleh data dan waktu pengumpulan data. Jenis data dalam penelitian ini berdasarkan cara memperoleh datanya. Cara memperoleh data ada 2, yaitu :

3.2.1 Data Primer

Data primer merupakan data penelitian lapangan yang diperoleh dari aktivitas penelitian (Supardi, 2005). Data primer berkaitan dengan banyaknya percobaan yang telah dilakukan dan baik buruknya *output* yang dihasilkan. Data primer yang dipakai sebagai variabel respon adalah keandalan pellet dan ketahanan pelet.

3.2.2 Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang diperoleh tidak secara langsung baik dari buku-buku atau literatur, penelitian yang berhubungan dengan metode Taguchi dan kualitas pakan pellet serta jurnal, majalah maupun data lainnya yang dapat mendukung penelitian ini.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam metode pengumpulan data ini dilakukan sebagai tahapan dalam memperoleh data dan informasi yang ada hubungannya dengan masalah yang timbul dalam penelitian ini. Adapun jenis data yang diperoleh dalam penelitian ini menggunakan metode – metode sebagai berikut :

3.3.1 Penelitian Lapangan

Penelitian lapangan ini dilakukan untuk memperoleh data dengan cara pendekatan dan mengamatan secara langsung pada perusahaan khususnya pada *production departement*. Pada penelitian lapangan ini ada dua macam teknik pengambilan data yang dilakukan sebagai berikut :

1. Wawancara (*Interview*)

Pengumpulan data dengan metode wawancara ini dilakukan dengan cara tanya jawab secara langsung terhadap pembimbing lapangan maupun pekerja di lapangan untuk mendapatkan informasi yang dibutuhkan terkait dengan permasalahan yang sedang diteliti. Selain itu juga dengan pihak *quality control* dan bagian produksi untuk mengetahui data-data historis.

2. Pengamatan (*observasi*)

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara pengamatan langsung terhadap objek penelitian. Dalam observasi ini dilakukan pengamatan langsung untuk dapat mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas poduk pellet. Serta melakukan *trial and error* terhadap mesin pellet, serta mengontrol kualitas produk yang dihasilkan dari percobaan tersebut.

3.3.2 Studi Literatur

Studi literaur adalah metode pengumpulan data yang dilakukan berdasarkan pada buku-buku yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan. Selain itu juga diperoleh dengan sumber dari jurnal – jurnal terdahulu yang terkait pada permasalahan dalam penelitian ini. Dengan studi literatur ini maka dapat diperoleh :

1. Teori – teori yang tepat untuk digunakan dalam penelitian ini sebagai landasan dalam penyelesaian masalah yang terjadi. Teori teori tersebut terkait dengan konsep dasar dari metode taguchi.
2. Metode dalam penulisan karya ilmiah secara sistematis.

3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data adalah merubah data ke dalam bentuk yang lebih berarti berupa informasi. Bentuk pengolahan terhadap data untuk membuat data menjadi berguna sesuai dengan hasil penelitian yang diinginkan.

3.4.1 Tahapan Eksperimen Taguchi

Perancangan eksperimen dalam penelitian ini terdiri dari :

1. Pemilihan karakteristik kualitas produk yang akan diteliti.
Ciri-ciri kualitas produk pelet yang baik adalah memiliki nilai keandalan pelet yang diukur dengan PDI (*Pellet Durability Index*) minimal 85% dengan fungsi tujuan objektif adalah *Large The Better* (LTB) dan ketahanan pelet yang diukur dengan kadar air dengan nilai target 10% dengan fungsi tujuan objektif adalah *Nominal The Better* (NTB)
2. Identifikasi dan pemilihan faktor-faktor yang mempengaruhi nilai ketahanan pelet dan kadar air pelet.
Pada tahap ini dilakukan tanya jawab dengan pihak perusahaan khususnya bagian *quality control* mengenai faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kualitas produk pelet, kemudian disesuaikan dengan literatur yang ada.
3. Penentuan faktor kendali dan faktor *noise*
Faktor kendali adalah faktor yang nilainya dapat diatur atau dikendalikan, sedangkan faktor *noise* adalah faktor yang nilainya tidak dapat dikendalikan. Pada penelitian ini faktor kendalinya adalah tekanan uap, suhu conditioner, besar diameter cetakan pelet, suhu pendingin (*coller*), waktu proses di dalam pendingin, *roller* dan lama pencampuran. Dan faktor *noise* dalam penelitian ini adalah formula pakan dan umur pekerja

4. Penentuan jumlah level dan nilai level faktor
Pemilihan jumlah level sangat penting untuk ketelitian eksperimen, makin banyak level yang diteliti maka hasil eksperimen akan semakin baik tetapi akan meningkatkan ongkos eksperimen dan memperlama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan eksperimen. Untuk menghemat waktu dan biaya dalam penelitian ini akan digunakan dua level faktor saja.
5. Perhitungan derajat kebebasan
Perhitungan derajat kebebasan dilakukan untuk menghitung jumlah minimum eksperimen yang harus dilakukan.
6. Pemilihan matriks *orthogonal* untuk faktor kendali dan faktor *noise*
7. Penentuan matriks kombinasi

3.4.2 Tahapan Pelaksanaan Eksperimen

Pada tahap ini dilakukan eksperimen dan pengumpulan data, dimulai dari observasi proses produksi pellet yang meliputi *Material Preparation – Mixing – Pelletizing* hingga proses *Packing*. Melakukan *trial and error* pada mesin pellet dengan mengatur faktor kendali sesuai dengan nilai level yang dibutuhkan dalam eksperimen. Menguji atau melakukan *quality control* terhadap nilai ketahanan pellet dan kadar air pellet yang telah dieksperimenkan menggunakan ayakan dan *tumbler*.

3.4.3 Tahapan Analisa Hasil Eksperimen

Pada tahap ini dilakukan proses analisis data statistik. Ada beberapa tahap pengujian dalam menganalisis hasil eksperimen, yaitu :

1. Uji Normalitas
Rumusan Hipotesis :
 H_0 : data berdistribusi normal
 H_i : data tidak berdistribusi normal
 Metode Chi-Square atau *uji goodness of fit distribution normal* ini menggunakan pendekatan penjumlahan penyimpangan data observasi tiap kelas dengan nilai yang diharapkan.

Menentukan Kriteria Pengujian Hipotesis:

Jika $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka terima H_0 dan tolak H_1 , dalam arti data tersebut berdistribusi normal.

Jika $\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$ maka tolak H_0 dan terima H_1 , dalam arti data tersebut tidak berdistribusi normal.

Untuk keperluan pengujian normalitas ini, data harus disusun dalam daftar distribusi frekuensi yang terdiri atas k buah interfal. Uji kebaikan sesuai antara yang teramati dengan frekuensi harapan didasarkan pada besaran :

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \left(\frac{O_i - E_i}{E_i} \right)^2$$

Nilai χ^2 merupakan sebuah nilai peubah acak χ^2 yang sebaran penarikan, contohnya sangat menghampiri nilai chi-kuadrat. Lambang O_i dan E_i masing-masing menyatakan frekuensi teramati dan frekuensi harapan bagi sel ke-i.

2. Uji Homogenitas Variansi

Uji Bartlett (digunakan untuk menguji homogenitas varians lebih dari dua kelompok data)

Rumus Uji Bartlett yaitu (Sudjana, 1989):

$$\chi^2 = (\ln 10) \left\{ B - \sum (N_i - 1) \log s^2 \right\}$$

Dengan:

$$B = (\log S^2) - \sum (N_i - 1)$$

$$S^2 = \frac{\sum (N_i - 1) s_i^2}{\sum (N_i - 1)}, \text{ dimana:}$$

S^2 = varians gabungan dari semua sampel.

S_i^2 = varians masing-masing kelompok atau kelas.

Hipotesis Pengujian :

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2$$

H_1 : paling sedikit satu tanda sama dengan tidak berlaku

Kriteria Pengujian:

H_0 diterima jika ($\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$)

H_1 diterima jika ($\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$)

3. Menghitung ANOVA

Hipotesis pengujian :

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$$

(semua rata-rata populasi adalah sama / tidak ada efek faktor terhadap variabel respon)

$$H_a : \text{tidak semua } \mu_i \text{ sama, } i = 1, 2, \dots, k$$

(minimal satu rata-rata populasi berbeda (yang lainnya sama) / ada efek atau pengaruh faktor terhadap variabel respon). Tidak berarti bahwa semua populasi berbeda.

Kriteria Pengujian:

Jika: $F_{hitung} \leq F_{tabel}$, maka Tolak H_0

Jika: $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka Terima H_0

Langkah-langkah dalam analisis variansi multifaktor adalah :

d. Menghitung harga *Sum of Square* (SS) atau jumlah kuadrat (JK) yang meliputi

1) Total Sum of Square (SST) atau jumlah kuadrat total

$$SST = \left[\sum_{i=1}^N Y_i^2 \right] - \frac{T^2}{N}$$

$$\text{Dengan } T = \sum_{i=1}^N Y_i$$

Dimana :

Y_i = nilai respon (data pengamatan) ke- i

T = total nilai respon

N = jumlah pengamatan

2) *Sum of Square* atau jumlah kuadrat untuk suatu faktor, misalnya faktor A.

$$SSA = \left[\sum_{i=1}^{k_A} \left(\frac{A^2}{n_{Ai}} \right) - \frac{T^2}{N} \right]$$

3) *Sum of Square* atau jumlah kuadrat *error* (SSE)

$$SSE = SST - SS_{\text{faktor}}$$

e. Menghitung *degree of freedom* (df) atau derajat bebas

1) *Degree of Freedom* total (df_T), dirumuskan dengan :

$$Df_T = N - 1$$

2) *Degree of Freedom* suatu faktor, dirumuskan dengan :

$$df_A = k_A - 1$$

3) *Degree of Freedom error* (dfe), dirumuskan dengan :

$$dfe = df_T - df_{\text{factor}}$$

f. Menghitung *mean of square* (Mq) suatu faktor

$$Mq_A = \frac{SSA}{df_A}$$

g. Menghitung F ratio suatu faktor

$$F_{\text{ratio}} = \frac{Mq}{Mqe}$$

h. Menghitung pure of square (SS') suatu faktor

$$SS' = SS - (df \times Mqe)$$

i. Menghitung persen kontribusi (P) suatu faktor

$$P = \left[\frac{SS'}{SS_T} \right] \times 100\%$$

4. Menghitung *Signal to Noise Ratio* (SNR)

Berdasarkan target ketahanan pellet yang ingin dicapai yaitu semakin besar nilainya maka semakin baik mutunya. Nilai S/N ketahanan pellet untuk karakteristik *Large-the-better* yaitu :

$$S/N_{LTB} = -10 \log \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{y_i} \right)^2 \right]$$

Sedangkan variabel kadar air menggunakan karakteristik kualitas dimana ditetapkan suatu nilai yaitu 10%, jika nilainya mendekati 10% maka kualitas semakin baik. Nilai S/N untuk karakteristik *nominal-the-better* yaitu:

$$S/N_{NTB} = 10 \log \left[\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right]$$

Dimana :

S/N = *signal to noise ratio* yang memiliki satuan *decibell*

n = jumlah tes di dalam percobaan (trial)

Yi = nilai respon dari cuplikan ke – i untuk jenis eksperimen tertentu

5. Menghitung efek tiap faktor

Perhitungan efek tiap faktor dapat dilakukan terhadap rerata maupun terhadap nilai SNR, dengan menggunakan rumus :

$$\text{Efek faktor} = \frac{1}{a} \left(\sum \eta_0 \right)$$

Keterangan :

0 = nomor eksperimen yang akan mempunyai i level yang sama

a = jumlah munculnya tiap level faktor dalam suatu kolom matriks *orthogonal*

η = SNR yang digunakan

6. Prosedur TOPSIS

a. Mentransformasikan tingkat kepentingan relatif masing-masing respon kedalam bilangan *fuzzy* (*fuzzy number*).

a. Tentukan tingkat kepentingan relative dari masing-masing respon dengan bentuk linguistik, ini biasanya ditentukan oleh pengalaman *engineer*.

b. Temukan sistem skala formal yang dapat digunakan untuk mengkonversi bentuk linguistic kedalam *fuzzy number* yang berkesesuaian.

c. Setelah ditemukan skalanya, jika lebih dari satu skala maka pilih skala dengan angka terkecil atau yang paling sederhana untuk dikonversi.

b. Tandai *crisp score* untuk memilih skala konversi *fuzzy number*. Lakukan konversi *fuzzy number* ke dalam *crisp score* melalui metode *scooring fuzzy*. Normalisasi *crisp score* dengan tujuan memperoleh pembobot yang menyatakan kepentingan relatif masing-masing respon sedemikian hingga

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \text{ dimana } w_j \text{ adalah pembobot respon ke } j \text{ (} j=1, 2, \dots, n \text{)}$$

c. Menghitung fungsi kerugian (*loss function*), dimana fungsi dari masing-masing respon dihitung berdasarkan karakteristik kualitas masing-masing.

d. Menentukan nilai TOPSIS untuk masing-masing percobaan.

1) Hitung

$$r_{ij} = \frac{L_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m (L_{ij})^2}}$$

Dimana L_{ij} adalah fungsi kerugian untuk respon ke-j pada percobaan ke-i
 $V_{ij} = W_j r_{ij}$, dimana $R = (r_{ij})$ adalah matriks keputusan normalisasi dan $V = (v_{ij})$ adalah matriks keputusan normalisasi terboboti.

2) Menghitung kedekatan relatif (relative closeness) dan masing-masing kombinasi perlakuan sebagai berikut :

Solusi ideal

$$A^+ = \left\{ \left(\max V_{ij} \mid j \in J \right), \left(\min V_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\}$$

$$= \{V_1^+, V_2^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\}$$

Solusi ideal negatif

$$A^- = \left\{ \left(\min V_{ij} \mid j \in J \right), \left(\max V_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\}$$

$$= \{V_1^-, V_2^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\}$$

Dimana $J = \{j=1, 2, \dots, n \mid j \text{ menyatakan kriteria keuntungan}\}$ dan $J' = \{j=1, 2, \dots, n \mid j \text{ sebagai kriteria biaya}\}$

Ukuran pemisahan terhadap solusi ideal

$$S_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} V_j^+)^2}$$

Ukuran pemisahan terhadap solusi ideal negatif

$$S_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} V_j^-)^2}$$

Menghitung nilai TOPSIS (C_i^*)

$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^+ + S_i^-}$$

dimana $i = 1, 2, 3, \dots, m$

e. Menentukan kombinasi taraf faktor yang optimum.

1) Menghitung pengaruh taraf faktor terhadap nilai TOPSIS.

- 2) Menentukan kombinasi taraf kendali yang optimum dengan cara memilih taraf-taraf faktor yang memberikan nilai TOPSIS terbesar.
- f. Melaksanakan eksperimen konfirmasi untuk membuktikan bahwa kondisi optimum yang telah diperoleh benar-benar memberikan peningkatan kualitas. Dalam hal ini indeks yang terbesar menunjukkan kualitas produk yang terbaik.

7. Melaksanakan eksperimen konfirmasi

Eksperimen konfirmasi dilakukan untuk mengevaluasi apakah rancangan usulan yang didapat mampu untuk memperbaiki kualitas durabilitas pellet dan kadar air pellet. Jika rancangan usulan berhasil meningkatkan kualitas dari durabilitas pellet dan kadar airnya, maka usulan tersebut dapat digunakan.

Eksperimen konfirmasi dilakukan dengan menggunakan SNR pada kondisi optimum untuk mendapatkan μ prediksi. Kemudian hasil prediksi tersebut dibandingkan dengan eksperimen konfirmasi. Adapun langkah-langkah μ prediksi adalah sebagai berikut :

- a. μ prediksi = Estimasi nilai SNR yang optimum.
- b. Menghitung selang kepercayaan (*confidence interval*)

$$\text{confidence interval (CI)} = \mu \text{ prediksi} \pm \sqrt{F_{\alpha, v1, v2} \times V_e \times \left[\frac{1}{n_{eff}} \right]}$$

- c. Menghitung SNR data hasil eksperimen prediksi

$$SNR = -10 \log_{10} \left[\frac{1}{n} y_i^2 \right]$$

- d. Kesimpulan

Jika nilai SNR data hasil eksperimen prediksi masih berada dalam batas *confidence interval* (CI) maka dapat disimpulkan bahwa SNR hasil eksperimen usulan sesuai dengan eksperimen prediksi, begitu pula sebaliknya.

8. Melaksanakan Uji Beda

Uji beda dilakukan untuk mengetahui dan membuktikan apakah data hasil eksperimen konfirmasi sama atau berbeda dengan hasil prediksi

$$\overline{X}_1 = \frac{1}{n} \sum x_{i1}$$

$$\overline{X}_2 = \frac{1}{n} \sum x_{i2}$$

$$S_1^2 = \frac{1}{n_1 - 1} \sum (x_{i1} - \overline{x}_1)^2$$

$$S_2^2 = \frac{1}{n_2 - 1} \sum (x_{i2} - \overline{x}_2)^2$$

$$t_0 = \frac{\overline{x}_1 - \overline{x}_2}{\sqrt{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}} \sqrt{\frac{n_1 n_2 (n_1 + n_2 - 2)}{n_1 + n_2}}$$

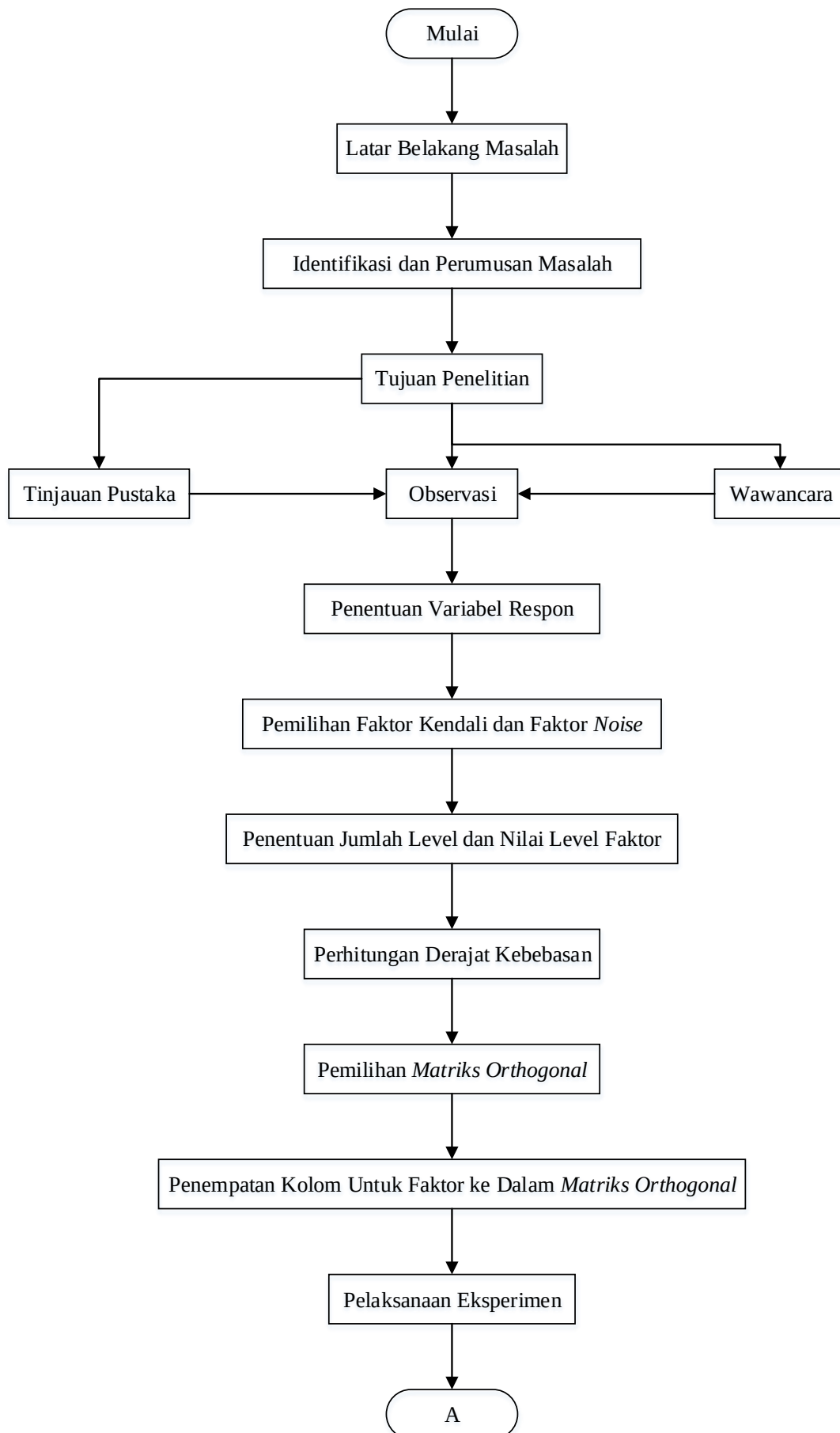
Ketentuan pengujian t-hitung yaitu :

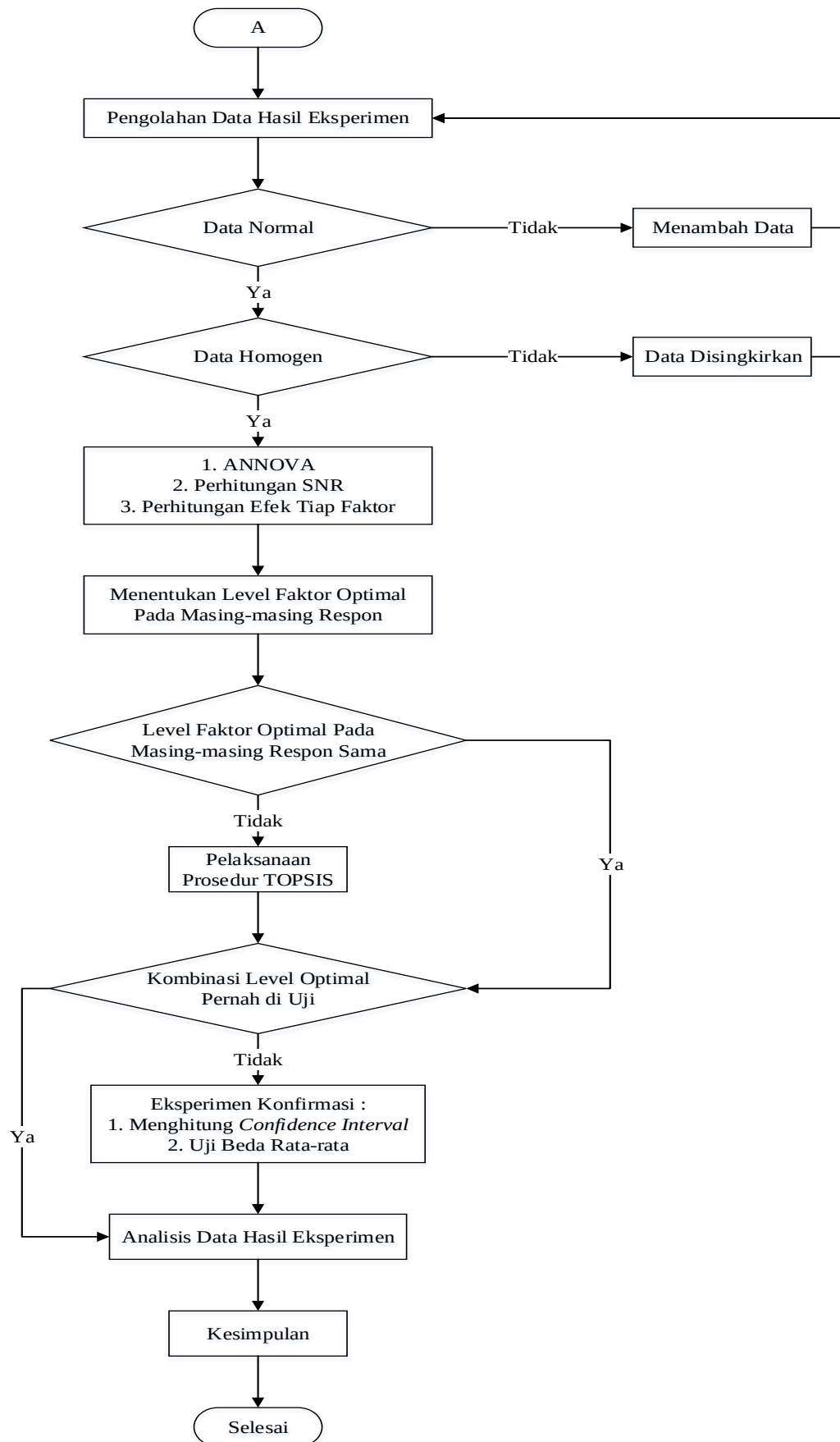
H_0 diterima apabila $-t\text{-tabel} \leq t\text{-hitung} \leq t\text{-tabel}$

H_0 ditolak apabila $t\text{-hitung} < -t\text{-tabel}$, $t\text{-hitung} > t\text{-tabel}$

3.5 Metodologi Penelitian

Setelah didapatkan beberapa kesimpulan dan memberikan saran, maka untuk tahapan dalam proses penelitian ini dapat dilihat pada gambar





Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

4.1 Latar Belakang Perusahaan

PT. Charoen Pokphand merupakan perusahaan feedmill yang cukup ternama di Indonesia dan memiliki beberapa anak cabang yang tersebar diseluruh Indonesia. Produk yang dihasilkan juga mempunyai kualitas yang baik, karena itu banyak konsumen yang lebih memilih produk dari PT. Charoen Pokphand. Oleh sebab itu peneliti memilih PT. Charoen Pokphand Indonesia sebagai tempat penelitian. Berikut penjelasan tentang riwayat perusahaan yang meliputi sejarah berdirinya perusahaan, visi, misi, sampai produk yang dihasilkan.

4.8.1 Sejarah Berdirinya Perusahaan

PT.Charoen Pokpand Indonesia adalah perusahaan yang bergerak dibidang pengolahan pakan agro dengan produksi utama adalah pakan ternak. Perusahaan ini adalah perusahaan pengolahan pakan terbesar di indonesia. PT.Charoen Pokpand Indonesia pertama didirikan di Jakarta pada tahun 1971 sebagai perusahaan yang pertama kali bergerak dibidang pengolahan pakan ternak. Perusahaan ini mulai beroperasi pada tahun 1972 dengan produk utama adalah pakan burung dan pakan babi.

Perusahaan ini pada mulanya dikembangkan oleh seorang pengusaha dari Thailand dan sekarang perusahaan ini telah memiliki 40 persen pangsa pasar di Indonesia. Pada awalnya perusahaan ini hanya menghasilkan kurang dari 20.000 ton pada tiap tahunnya. Namun dengan peningkatan permintaan di pasar dan banyaknya orang yang bekerja sebagai peternak, perusahaan ini membuat beberapa ekspansi dengan mendirikan pabrik di wilayah lain.

Pada tahun 1976, pabrik pertama didirikan di Jawa Timur. Lokasi pabrik berada di Sepanjang Surabaya dengan kapasitas dibawah 24.000 ton per tahun. Tiga tahun kemudian sebuah pabrik baru didirikan di Medan dengan kapasitas sangat besar yaitu 80.000 ton per tahun. Kemudian pertengahan tahun 1990 PT.Charoen Pokpand Indonesia mendirikan cabang lain di Jawa Timur tepatnya di Krian Sidoarjo. Pabrik ini adalah yang terbesar dari semua pabrik di PT.Charoen Pokpand Indonesia. Kapasitas pabrik ini dapat mencapai 600.000 ton pertahun pada waktu itu dan terus meningkat pada tahun berikutnya. Pada tahun 2013 kapasitas produksi telah mencapai sekitar 979.398 ton tiap tahun yang mana itu adalah jumlah yang sangat besar. PT.Charoen Pokpand Indonesia di krian sekarang adalah perusahaan pengolah pakan ternak yang paling besar di Jawa Timur.

4.8.2 Lokasi Perusahaan

Dari pabrik pakan ternak di Jakarta, Perusahaan mengembangkan usaha untuk menghadapi tantangan dalam menghasilkan produk yang dapat dipercaya dan berkualitas tinggi dengan membangun fasilitas produksi di Balaraja (Jawa Barat), Semarang (Jawa Tengah), Sepanjang dan Krian (Jawa Timur), Bandar Lampung (Lampung), Medan (Sumatra Utara) dan Makasar (Sulawesi Selatan). Jaringan luas dari distributor dan agen di seluruh negeri membuat peternak ayam memiliki kemudahan dan kecepatan dalam mendapatkan produk pakan ternak



Gambar 4.1 Lokasi PT. Charoen Pokphand Indonesia – Krian
(Sumber : PT.Charoen Pokphand Indonesia)

Gambar 4.1 merupakan tempat penelitian di Krian, Sidoarjo, Jawa Timur. Lokasi perusahaan sangat strategis, dekat dengan ibu kota Jawa Timur yaitu Surabaya.

4.8.3 Visi Perusahaan

Untuk visi PT. Charoen Pokphand Indonesia adalah sebagai berikut :

“Memberi Pangan bagi Dunia yang Berkembang”

4.8.4 Misi Perusahaan

Untuk misi PT. Charoen Pokphand Indonesia adalah sebagai berikut :

“Memproduksi dan menjual pakan, Day Old Chicks dan makanan olahan yang memiliki kualitas tinggi dan berinovasi”

4.8.5 Produksi yang Dihasilkan

Produk utama PT.Charoen Pokphand Indonesia adalah pakan ternak. Benak dari pakan ternak yang diproduksi adalah concentrate (konsentrat), mash (tepung), pellet (butiran) atau crumble (butiran halus).

1. Pakan Ternak Ayam Pedaging

Pakan ini memiliki 3 jenis produk yang masing-masing memiliki formula yang berbeda dan disesuaikan dengan kandungan nutrisi yang dibutuhkan pada setiap masa pertumbuhannya.

a. Pakan Ternak untuk Pre-Starter

Pakan ternak ini diberikan kepada ayam pedaging berumur 1 hari hingga ayam pedaging tersebut berumur 7 hari.

b. Pakan Ternak untuk Starter

Pakan ternak ini diberikan kepada ayam pedaging berumur 1 hari hingga ayam pedaging tersebut berumur 21 hari atau ayam pedaging berumur 8 hari hingga ayam pedaging berumur 21 hari.

c. Pakan Ternak untuk Finisher

Pakan ternak ini diberikan kepada ayam pedaging berumur 22 hari hingga ayam pedaging tersebut dipanen atau sekitar 30-45 hari.

2. Pakan Ternak Petelur

Pakan ternak ini memiliki 4 jenis produk yang masing-masing memiliki formula yang berbeda dan disesuaikan dengan kandungan nutrisi yang dibutuhkan pada setiap masa pertumbuhannya.

a. Pakan Ternak untuk Pre-Starter

Pakan ternak ini diberikan kepada ayam petelur berumur 1 hari hingga ayam tersebut berumur 5 minggu.

b. Pakan Ternak untuk Starter

Pakan ternak ini diberikan kepada ayam petelur berumur 6 minggu hingga ayam petelur tersebut berumur 10 minggu.

c. Pakan Ternak untuk Grower

Pakan ternak ini diberikan kepada ayam petelur berumur 11 minggu hingga ayam petelur tersebut menghasilkan telur pertamanya.

d. Pakan Ternak untuk Laying Phase

Pakan ternak ini diberikan kepada ayam pada periode peneluran hingga afkir.

3. Pakan Ternak Lainnya

Selain pakan ternak di atas, tersedia produk untuk Ayam Pembibit turunan, Ayam Kampung, Ayam Aduan, Burung Puyuh serta pakan untuk Sapi dan Babi. Produk pakan ternak tersebut juga ditawarkan sesuai kebutuhan nutrisi pada setiap masa pertumbuhannya.

4.2 Proses Produksi Pelet

Proses produksi pelet pada PT. Charoen Pokphand Indonesia – Krian pada dasarnya hampir sama dengan proses produksi industri lainnya, yaitu terdapat beberapa bahan baku sebagai *input* yang akan di proses melalui mesin-mesin produksi kemudian akan menghasilkan produk atau *output*. Proses produksi pelet di PT. Charoen Pokphand Indonesia meliputi *Material Preparation – Mixing – Pelletizing* hingga proses *Packing*.

4.2.1 Persiapan Material

Persiapan material merupakan proses dimana pengambilan bahan baku dari *warehouse* untuk dipersiapkan terlebih dahulu sebelum dicampur / *mixing*. Disini ada dua macam tipe material yaitu halus dan kasar. Material yang kasar akan digiling terlebih dahulu, sedangkan material yang halus langsung masuk ke tong-tong yang sudah siap untuk dicampur. Di dalam persiapan bahan baku ada dua proses yaitu :

1. *Intake*

Intake adalah proses perpindahan bahan baku dari *warehouse* (gudang) melalui hopper intake dan bahan baku tersebut dibawa oleh *chain* melewati *drumsieve*, *spot magnet*, *scale chronos* sesuai dengan tujuannya (tong halus atau kasar di *feedmill*). Pada PT. Charoen Pokphand Indonesia – Krian terdapat 2 jalur *intake*, yaitu jalur untuk *intake* kasar dan jalur untuk *intake* halus.



Gambar 4.2. *Hooper Intake*

(Sumber : PT.Charoen Pokphand Indonesia)

2. *Grinding*

Grinding adalah proses penggilingan bahan baku kasar menjadi halus dengan mesin *Hammer mill* sebelum dilakukan pencampuran di Mixer. Bahan baku kasar seperti jagung, bungkil kacang kedelai yang masuk melalui *intake* mengalami proses penggilingan terlebih dahulu.



Gambar 4.3 *Hammer mill*

(Sumber : PT.Charoen Pokphand Indonesia)

4.2.2 Pencampuran

Mixing adalah proses dimana bahan baku halus yang terdapat pada *Bin Mixer* akan di campur menjadi satu sesuai dengan formulasi yang sudah ditentukan. Proses ini sangat penting karena akan menentukan apakah komposisi pakan atau kualitas pakan akan baik atau tidak. Jika ada sesuatu yang hilang atau rusak selama proses pencampuran, itu pasti akan membuat kualitas produk menjadi buruk. Jadi proses *Mixing* harus selalu di bawah pengontrolan.

Proses ini dimulai setelah semua bahan baku dalam keadaan halus. Bahan baku yang di perlukan dalam jumlah besar di masukan melalui *mixer bin* dan bahan baku seperti mineral dan vitamin akan di masukan melalui *Hand add*. Sedangkan bahan baku cair akan di semprotkan melalui *Nozzle*.

Bahan baku selanjutnya akan masuk pada proses *dry mixing* (pengadukan kering), kemudian akan di lanjutkan dengan penyemprotan bahan baku cair pada proses *wet mixing*. Lama proses-proses tersebut tergantung dari jenis kode pakan yang akan di produksi.

Setelah pencampuran selesai, *Slide gate mixer* akan terbuka dan bahan baku akan di bawa oleh elevator ke *feed cleaner* (tempat penyaringan benda-benda asing seperti tali, benang, dll) yang kemudian akan di teruskan melewati *turn head* untuk masuk ke *Bin Pellet*.



Gambar 4.4 Mixer

(Sumber : PT.Charoen Pokphand Indonesia)

4.2.3 Pellet

Pelletizing adalah proses dimana pakan akan di produksi atau dicetak dalam bentuk *full cylinder* (Pakan Pellet) atau silinder pecah (Pakan Crumble), bahan baku akan di tekan atau terjadi proses kompresi dengan menggunakan Roller terhadap *Die*. Pada proses pelet terdapat 3 buah mesin utama, yaitu *Pellet mill*, *Cooler*, dan *Crumble*.

Pellet mill adalah mesin pertama yang digunakan pada proses *pellet*. Di dalam *Pellet mill* terdapat alat yang bernama *conditioner*. Dalam *conditioner*, ada penambahan uap pada pakan. Uap yang di tambahkan pada proses ini memiliki suhu sekitar 80-90°. Setelah setiap penggunaan kode pakan yang berbeda *Pellet Mill* harus bersih. Proses pembersihan ini di kenal dengan proses pembilahan. Proses ini berguna untuk memastikan bahwa tidak ada kontaminasi pada proses pakan berikutnya.

Proses pelet di mulai ketika material halus yang telah di *mixing* akan di salurkan oleh *screw feeder* ke mesin *conditioner* yang bertujuan untuk mendapatkan kematangan pakan yang di harapkan dengan melakukan pencampuran material dengan *steam*. Setelah itu, bahan baku akan masukkan ke mesin *pellet* untuk di lakukan press pada mesin *pellet* tersebut dengan menggunakan *Roller* dan *Die*. Setelah keluar dari *Die*, material akan jadi berbentuk *pellet* atau silinder yang kemudian akan dimasukkan ke mesin *cooler* untuk di dinginkan. Setelah itu, untuk produk yang berbentuk pellet akan langsung di kirim ke *bin packing*. Sedangkan untuk produk yang berbentuk *crumble* akan di masukkan ke mesin *crumble* dan kemudian akan di kirim ke *bin packing*.



Gambar 4.5 Pellet mill

(Sumber : PT.Charoen Pokphand Indonesia)

Mesin yang kedua biasa di sebut *Coller*. *Coller* di gunakan sebagai alat pendingin pelet yang keluar dari *Pellet mill*. Setiap mesin pendingin dilengkapi dengan sensor suhu untuk memastikan bahwa setiap pelet telah mencapai suhu sesuai yang di inginkan.



Gambar 4.6 *Cooler*

(Sumber : PT.Charoen Pokphand Indonesia)

Mesin utama yang ketiga adalah *Crumble*. *Crumble* adalah mesin yang digunakan untuk memecah *pellet* ke dalam bentuk yang lebih kecil. Proses *crumble* terjadi setelah proses pendinginan. Ini bertujuan untuk memastikan bahwa *pellet* yang akan di *crumble* cukup keras dan tidak mudah hancur. Setiap mesin *pellet* di perusahaan ini memiliki *crumble* dengan spesifikasi dan kekuatan yang sama.



Gambar 4.7 Mesin *Crumble*

(Sumber : PT.Charoen Pokphand Indonesia)

4.2.4 Pengemasan

Packing adalah proses akhir dari semua proses produksi yang ada. Proses ini merupakan proses pengemasan produk akhir berupa pakan yang telah selesai di proses ke dalam kemasan. Proses ini di mulai ketika pakan di *bin packing* akan di turunkan ke timbangan/*chronos* agar berat per karung nya dapat di atur secara konsisten (50kg). Jika *chronos* telah mencapai berat yang di inginkan, *slide* tong timbangan akan terbuka dan akan mengisi karung yang telah di siapkan terlebih dahulu oleh petugas *packing*. Setelah selesai karung akan terjatuh ke *conveyor* yang kemudian akan menuju mesin jahit. Karung akan di jahit menggunakan mesin penjahitan oleh operator jahit. Kemudian karung pakan tersebut akan di bawa ke area *finish good*.



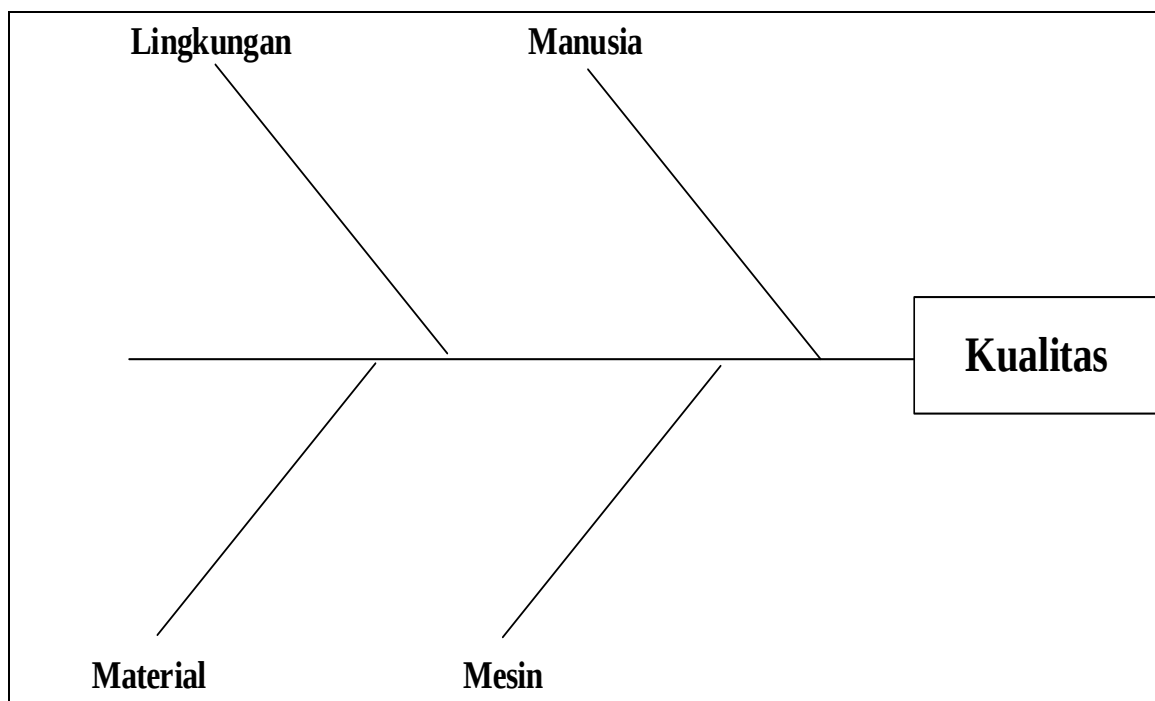
Gambar 4.8 Mesin *Packing*

(Sumber : PT.Charoen Pokphand Indonesia)

4.3 Fase Perancangan Eksperimen

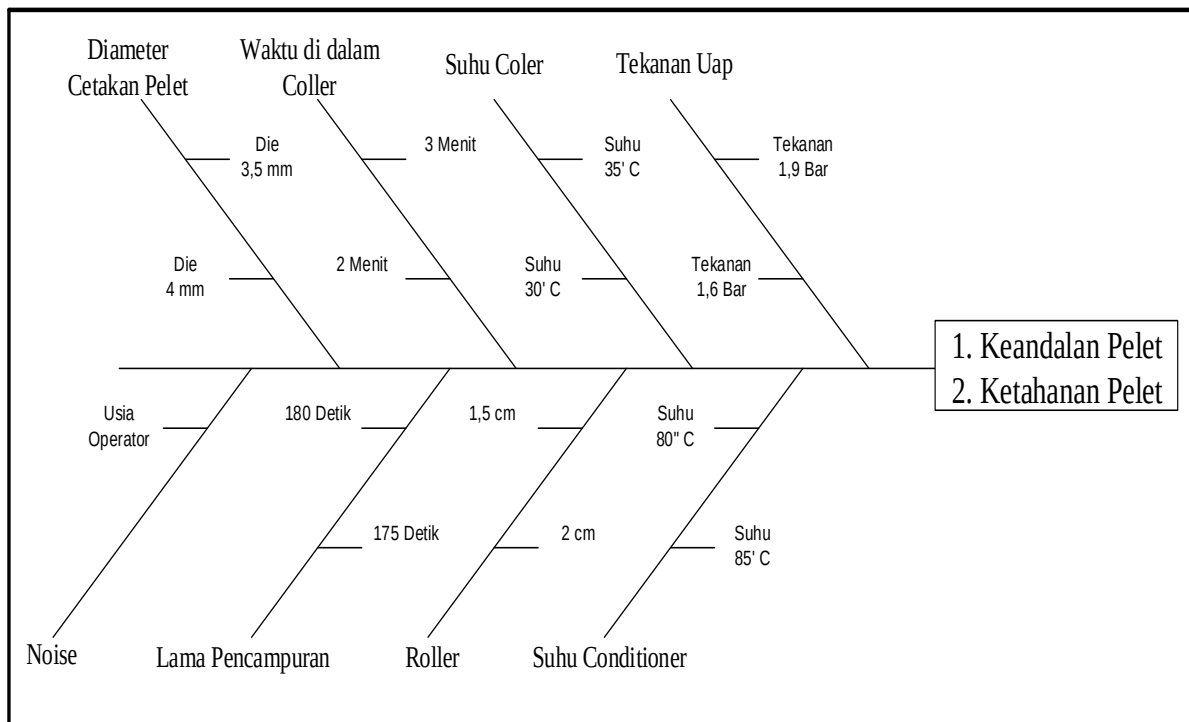
Perencanaan eksperimen merupakan tahap terpenting dalam perancangan eksperimen Taguchi, dimana dalam tahap ini merupakan fase penyediaan informasi sebagai dasar pelaksanaan eksperimen. Tahap-tahap yang dilakukan dalam eksperimen, yaitu:

1. Pemilihan karakteristik kualitas produk yang akan diteliti dan fungsi objektif yang akan dioptimalkan. Pada tahap ini, ditentukan karakteristik mutu yang akan diukur sebagai variabel terikat / variabel tak bebas dari eksperimen dan fungsi objektif yang dioptimalkan. Pada penelitian ini yang merupakan variabel terikat adalah Durabilitas Pelet dan Kadar Air Pelet. Karakteristik kualitas yang akan diukur dalam penelitian ini adalah besarnya nilai durabilitas pellet adalah *Large-the-better* (LTB), sedangkan nilai kadar air adalah *nominal-the-better* (NTB).
2. Identifikasi dan pemilihan faktor-faktor yang mungkin dapat mempengaruhi karakteristik kualitas Durabilitas Pelet dan Kadar Air Pelet. Faktor-faktor yang dilibatkan dalam eksperimen adalah :



Gambar 4.9 Diagram *Fishbone* yang dapat mempengaruhi kualitas

Pada gambar 4.9 menunjukkan diagram *fishbone* yang dapat mempengaruhi kualitas. Kualitas dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu : manusia, mesin, lingkungan, dan material.



Gambar 4.10 Diagram *Fishbone* yang mempengaruhi kualitas pelet

Pada gambar 4.10 menunjukkan diagram *fishbone* keandalan pelet dan ketahanan pelet secara keseluruhan. Faktor-faktor diatas mungkin dapat mempengaruhi karakteristik kualitas pelet di karenakan (Sumber PT. Charoen Pokphand Indonesia):

- a. Jika tekanan uap kurang dari 1,6 bar maka yang keluar adalah air bukan uap serta menyebabkan mesin macet dan apabila tekanan uap lebih dari 1,9 bar maka uap yang keluar terlalu panas menyebabkan pelet terlalu kering.
- b. Jika suhu conditioner dibawah 80°C maka pelet tidak matang dan apabila suhu conditioner diatas 85°C menyebabkan protein mengalami kerusakan.
- c. Jika diameter pelet lebih besar 4mm maka durabilitasnya kurang baik karena pada saat pengepresan masih terdapat banyak rongga udara di dalamnya, sedangkan jika besar diameter pelet kurang dari 3,5mm maka bentuk pelet terlalu kecil dan tidak sesuai standart.
- d. Jika suhu coller diatas 35°C maka pakan pelet terlalu panas dan pada saat di pecah degan roller pelet tidak bisa pecah menjadi crumble, sedangkan jika suhu pelet dibawah 30°C maka pakan pelet terlalu kering dan pada saat di pecah menggunakan roller pelet menjadi mudah hancur.

- e. Jika waktu di dalam coller lebih dari 3 menit maka kadar air pelet terlalu sedikit sehingga mengakibatkan bobot pelet menjadi ringan dan perusahaan menjadi rugi. Sedangkan jika waktu di dalam coller kurang dari 2 menit maka kadar air dalam pelet terlalu berlebih mengakibatkan pelet yang dikemas mudah berjamur.
- f. Jika roller lebih besar dari 2 cm, maka pelet tidak sesuai standard dan terlalu panjang sehingga mudah patah atau pecah. Sedangkan jika jarak roller kurang dari 1,5 cm maka pelet terlalu pendek maka akan berbentuk seperti *crumble* (butiran)
- g. Jika waktu pencampuran lebih dari 180 detik, maka pencampuran menjadi tidak merata dan bahan baku terlalu panas sehingga dapat menggumpal. Sedangkan jika pencampuran dibawah 175 detik maka pencampuran kurang merata dan berakibat pada proses pelet, pelet yang dihasilkan mempunyai durabilitas dibawah standar.
- h. Jika usia tenaga kerja lebih dari 40 tahun kemungkinan tenaga dan konsentrasi operator mulai berkurang. Sedangkan jika usia kurang dari 40 tahun kemungkinan operator kurang berpengalaman. Sehingga sulit untuk menentukannya, oleh sebab itu usia operator menjadi faktor yang tidak dapat dikendalikan (noise)

Tabel 4.1. Tabel Faktor-faktor Kendali

No	Faktor kendali	Level 1	Level 2
1	Tekanan Uap	1,6 Bar	1,9 Bar
2	Suhu Contioner	80°C	85°C
3	Diameter Cetakan Pelet	3,5 mm	4 mm
4	Suhu Coller	30°C	35°C
5	Waktu di dalam Coller	2 menit	3 menit
6	Roller	1,5 cm	2 cm

No	Faktor kendali	Level 1	Level 2
7	Lama Pencampuran	180 detik	175 detik

Sumber PT. Charoen Pokphand Indonesia

Tabel 4.2 Level Faktor Noise

Faktor Tak Terkendali	Level 1	Level 2
Usia Pekerja	≤ 40 Tahun	> 40 Tahun

3. Pemilihan *Matriks Orthogonal Array*

a. Cara pemilihan *matriks ortogonal* adalah :

Jumlah Derajat bebas (db) minimum yang diperlukan oleh *inner array* :

Jumlah db I_f (A, B, C, D, E, F, G) = $(n_A - 1) + (n_B - 1) + (n_C - 1) + (n_D - 1)$,

dimana n = jumlah level = 2 untuk masing-masing faktor (4), sehingga jumlah

db $I_f = 7 \times (2 - 1) = 7$, maka array orthogonal yang terpilih adalah L8 karena

$db^{OA} \geq db^{I_f}$, dengan $db^{OA} = 8 - 1 = 7$, sedang $db^{I_f} = 7$, maka berlaku hubungan

$db^{OA} \geq db^{I_f} = 7 \geq 7$.

Berikut ini adalah matriks dasar L8 yang digunakan untuk menugaskan faktor-faktor kendali :

Tabel 4.3 *Orthogonal Array* L8 standar

Trial	Column Number						
	1	2	3	4	5	6	7
1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	2	2	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

- b. Jumlah derajat bebas (db) minimum yang diperlukan oleh outer array :

Jumlah $db^{If}(I,J) = (nJ - 1)$, dimana n = jumlah level = 2 untuk masing-masing faktor (2), sehingga jumlah $db^{If} = 2 \times (2-1) = 2$, maka array orhogonal yang terpilih adalah L4 karena $db^{OA} \geq db^{If}$, dengan $db^{OA} = 4 - 1 = 3$, sedang $db^{If} = 2$, maka berlaku hubungan $db^{OA} \geq db^{If} = 3 \geq 2$.

Berikut ini adalah matriks dasar yang digunakan untuk menugaskan faktor noise adalah L4

Tabel 4.4 *Orthogonal Array* L4 standar

Trial No	Column Number		
	1	2	3
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

4.4. Fase Pelaksanaan Eksperimen

Tahap pelaksanaan eksperimen merupakan tahap pengumpulan data-data hasil eksperimen dari rancangan-rancangan parameter berdasarkan matrik *orthogonal array* yang telah dipilih.

4.4.1 Fase Pelaksanaan Pengujian Keandalan Pelet dengan *Pellet Durability Index* (PDI)

Pengujian untuk keamandalan pelet di ukur dengan prosentase. Cara pengukurannya adalah dengan cara mengambil sampel 500gram pelet. Selanjutnya dimasukkan kedalam mesin tumbler untuk diputar dengan kecepatan 50 Rpm, selama 10 menit. Selanjutnya pelet dari mesin tumbler diayak dengan menggunakan ayakan. Ayakan tersebut mempunyai empat lapisan, tiga lapisan merupakan ayakan dan lapisan paling bawah adalah wadah penampungan. Hasil dari lapisan paling atas dan tengah yang diambil untuk ditimbang. Hasil timbangan tersebut dibagi 500 dan dikalikan 100%.

Contohnya untuk hasil ayakan teratas dan ditengah adalah 450gram. Maka hasil perhitungannya sebagai berikut :

$(450 : 500) \times 100\% = 90\%$, jadi hasil PDI (*Pelet Durability Indeks*) adalah 90%.

Tabel 4.5 Standar *Particle size* untuk pakan pelet

	<i>Prestarter</i>	<i>Starter</i>	<i>Finisher size DIE 3,5-4 mm</i>
Ayakan 3,35 mm	<i>Max 5%</i>	<i>5-10%</i>	<i>15-20%</i>
<i>Fine</i>	<i>Max 15%</i>	<i>Max 10%</i>	<i>Max 5-10%</i>
PDI	<i>Min 85%</i>	<i>Min 85%</i>	<i>Min 85%</i>



Gambar 4.11 *Tumbler*

(Sumber : PT. Charoen Pokphand Indonesia)



Gambar 4.12 Ayakan

(Sumber : PT. Charoen Pokphand Indonesia)

4.4.2 Fase Pelaksanaan Pengujian Ketahanan Pelet dengan Kadar Air

Pengujian ketahanan pelet dengan mengukur kadar air pelet dilakukan menggunakan alat seperti gambar 4.12 dibawah ini. Cara menggunakannya dengan menyalakan tombol *on* lalu memenuhi wadah tersebut dengan sampel pelet. Tunggu beberapa saat, akan muncul nilai kadar air dalam bentuk prosentase dari pelet tersebut.



Gambar 4.13 Alat pengukur Kadar Air Pelet
(Sumber : PT. Charoen Pokphand Indonesia)

4.5 Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan kegiatan yang menggabungkan semua data yang diperoleh dari hasil wawancara, observasi atau pengamatan secara langsung dan dokumentasi mengenai data kandalan pelet dan ketahanan pelet.

4.5.1 Data Produksi Pelet PT. Charoen Pokphand Indonesia

Data produksi di PT. Charoen Pokphand Indonesia-Krian pada Departemen Produksi yang di ambil dari divisi *Quality Control* pada saat penelitian.

Tabel 4.6 Ukuran Faktor Yang Digunakan Perusahaan

No	Faktor	Nilai
1	Tekanan Uap	1,6 Bar
2	Suhu Contioner	85°C
3	Diameter Cetakan Pelet	3,5 mm

No	Faktor	Nilai
4	Suhu Coller	35°C
5	Waktu di dalam Coller	3 menit
6	Roller	1,5 cm
7	Lama Pencampuran	180 detik

Sumber : PT. Charoen Pokphand Indonesia-Krian

Pada Tabel 4.6 merupakan ukuran faktor yang digunakan oleh perusahaan. Nilai-nilai tersebut yang biasa digunakan oleh perusahaan dalam proses pembuatan pelet. Data tersebut di dapatkan dari divisi *quality control*.

Tabel 4.7 Data Durabilitas Pelet dan Kadar Air Perusahaan

No	Keandalan Pelet (PDI)	No	Ketahanan Pelet (Kadar Air)
1	85,88%	1	9,0%
2	89,08%	2	10,9%
3	86,72%	3	9,2%
4	85,96%	4	10,6%
5	87,60%	5	9,8%
6	88,46%	6	9,8%
7	84,74%	7	9,6%
8	85,91%	8	9,0%

Sumber : PT. Charoen Pokphand Indonesia-Krian

4.5.2 Data Pengujian Keandalan Pelet

Tabel 4.8 Hasil Eksperimen Keandalan Pelet

Faktor							Y1		Y2		Y3		Y4	
A	B	C	D	E	F	G	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	88,40%	88,88%	87,06%	87,00%	85,41%	88,17%	89,62%	88,74%
1	1	1	2	2	2	2	87,02%	86,64%	86,51%	85,23%	86,20%	87,75%	85,36%	87,67%
1	2	2	1	1	2	2	86,56%	87,12%	86,25%	88,32%	87,25%	90,00%	87,77%	85,52%
1	2	2	2	2	1	1	86,48%	85,18%	87,91%	86,61%	85,87%	86,02%	85,00%	86,93%
2	1	2	1	2	1	2	87,10%	86,23%	89,14%	86,24%	87,93%	85,16%	87,15%	88,91%
2	1	2	2	1	2	1	85,88%	87,69%	86,00%	87,92%	90,45%	86,79%	86,07%	85,68%
2	2	1	1	2	2	1	90,94%	89,98%	90,50%	88,92%	89,86%	89,06%	90,22%	88,38%
2	2	1	2	1	1	2	89,72%	89,58%	89,48%	88,36%	90,98%	88,12%	88,44%	89,18%

4.5.3 Data Pengujian Ketahanan Pelet

Tabel 4.9 Hasil Eksperimen Ketahanan Pelet

Faktor							Y1		Y2		Y3		Y4	
A	B	C	D	E	F	G	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	1	1	1	1	1	9,6%	9,8%	10,0%	9,5%	9,7%	9,8%	9,8%	9,6%
1	1	1	2	2	2	2	10,6%	9,9%	10,4%	10,3%	11,0%	10,0%	10,2%	10,4%
1	2	2	1	1	2	2	10,0%	9,7%	9,5%	10,0%	9,7%	9,8%	9,6%	9,9%
1	2	2	2	2	1	1	10,7%	10,2%	10,6%	11,0%	10,8%	11,0%	10,9%	10,6%
2	1	2	1	2	1	2	10,4%	10,5%	10,3%	10,2%	10,2%	10,4%	10,0%	9,4%

2	1	2	2	1	2	1	10,3%	9,9%	10,1%	10,8%	10,4%	10,6%	10,6%	10,4%
2	2	1	1	2	2	1	9,9%	10,1%	9,6%	9,7%	10,0%	9,5%	9,8%	10,0%
2	2	1	2	1	1	2	10,8%	10,8%	11,0%	11,0%	10,4%	10,6%	10,7%	10,6%

4.6 Pengolahan Data

Pengolahan data merupakan kegiatan dalam mengumpulkan data menjadi kelompok-kelompok untuk dirinci dan ditulis secara sistematis, agar data yang diperoleh bisa menjawab permasalahan dalam penelitian.

4.6.1 Uji Normalitas

Menentukan hipotesis uji normalitas data sebagai berikut :

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Daerah Penerimaan :

H_0 diterima jika ($\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$)

H_1 diterima jika ($\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$)

1. Uji Normalitas Keandalan Pelet

- a. Menentukan kelas interval (k) data durabilitas pelet dengan rumus :

kelas ($1+3.3\log n$)

n = merupakan jumlah data

kelas = ($1+3.3\log 64$) = 6,9 ≈ 7 kelas

- b. Menentukan rentang (R) data durabilitas pelet, dengan rumus :

R = data tertinggi – data terendah

R = 90,98 – 85,00 = 5,98

- c. Menentukan panjang kelas interval (p)

P = R / k

P = 5,98 / 7 = 0,85

Tabel 4.10 Distribusi Frekuensi Data Keandalan Pelet

No	Interval Kelas				Oi	Z1	Luas Z1	Z2	Luas Z2	Total	Ei
						$(BKB - \mu)/\sigma$		$(BKA - \mu)/\sigma$		$Z2 - Z1$	TOTAL Xn
1		85,00	-	85,85	8	-1,64	0,0505	-1,11	0,1335	0,08	5,31
2	>	85,85	-	86,71	14	-1,11	0,1335	-0,59	0,2776	0,14	9,22
3	>	86,71	-	87,56	9	-0,59	0,2776	-0,06	0,4761	0,20	12,70
4	>	87,56	-	88,42	13	-0,06	0,4761	0,46	0,6772	0,20	12,87
5	>	88,42	-	89,27	8	0,46	0,6772	0,99	0,8389	0,16	10,35
6	>	89,27	-	90,13	7	0,99	0,8389	1,51	0,9345	0,10	6,12
7	>	90,13	-	90,98	5	1,51	0,9345	2,04	0,9793	0,12	7,42
Total					64					1,00	64,00

Pada Tabel 4.10 diketahui bahwa pada kelas ke tujuh jumlah data (Oi) adalah lima, mengakibatkan adanya penggabungan sel-sel yang berdekatan.

Tabel 4.11 Uji Normalitas Data Keandalan Pelet

No	Interval Kelas				Oi	Ei	Chi hitung	Chi Tabel
							$((O_i - E_i)^2 / E_i)$	$(0.05, (6-3))$
1		85,00	-	85,85	8	5,31	1,360	7,81472
2	>	85,85	-	86,71	14	9,22	2,475	
3	>	86,71	-	87,56	9	12,70	1,080	
4	>	87,56	-	88,42	13	12,87	0,001	
5	>	88,42	-	89,27	8	10,35	0,533	
6	>	89,27	-	90,98	15	13,54	0,157	
Total						64,00	5,60642	

Pada Tabel 4.11 Dapat dilihat bahwa kelas data berubah menjadi enam kelas. Dan dari hasil chi kuadrat hitung < chi kuadrat tabel maka dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

2. Uji Normalitas Ketahanan Pelet

- a. Menentukan kelas interval (k) data durabilitas pelet dengan rumus :

kelas $(1+3.3\log n)$

n = merupakan jumlah data

kelas = $(1+3.3\log 64) = 6,9 \approx 7$ kelas

- b. Menentukan rentang (R) data durabilitas pelet, dengan rumus :

R = data tertinggi – data terendah

R = $11,0 - 9,4 = 1,6$

- c. Menentukan panjang kelas interval (p)

P = R / k

P = $1,6 / 7 = 0,228$

Tabel 4.12 Distribusi Frekuensi Data Ketahanan Pelet

No	Interval Kelas				Oi	Z1	Luas Z1	Z2	Luas Z2	Total
						$(BKB-\mu)/\sigma$		$(BKA-\mu)/\sigma$		$Z2-Z1$
1		9,40	-	9,63	8	-1,78	0,0370	-1,28	0,1003	0,06
2	>	9,63	-	9,86	9	-1,28	0,1003	-0,78	0,2177	0,12
3	>	9,86	-	10,09	11	-0,78	0,2177	-0,28	0,3897	0,17
4	>	10,09	-	10,31	9	-0,28	0,3897	0,22	0,5871	0,20
5	>	10,31	-	10,54	8	0,22	0,5871	0,72	0,7642	0,18
6	>	10,54	-	10,77	9	0,72	0,7642	1,22	0,8888	0,12
7	>	10,77	-	11,00	10	1,22	0,8888	1,72	0,9573	0,15

TOTAL				64					1,00
-------	--	--	--	----	--	--	--	--	------

Pada Tabel 4.12 diketahui bahwa ada tujuh kelas, dengan O_i masing-masing kelas lebih dari lima jadi tidak ada penggabungan kelas. Selain itu diketahui Besar Z_1 , Luas Z_1 , Besar Z_2 , Luas Z_2 dan Total Luas.

Tabel 4.13 Uji Normalitas Data Ketahanan Pelet

Ei	Chi hitung	Chi Tabel
TOTAL X n	$((O_i - E_i)^2 / E_i)$	(0.05,(7-3))
4,05	3,849	9,49
7,51	0,294	
11,01	0,000	
12,63	1,045	
11,33	0,981	
7,97	0,132	
9,48	0,028	
64,00	6,328936	

Pada Tabel 4.13 Dapat dilihat bahwa hasil chi kuadrat hitung < chi kuadrat tabel maka dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

4.6.2 Uji Homogenitas

Menentukan hipotesis uji homogenitas data sebagai berikut :

H_0 : Data homogen

H_1 : Data tidak homogen

Daerah Penerimaan :

H_0 diterima jika ($\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$)

H_1 diterima jika ($\chi^2_{hitung} \geq \chi^2_{tabel}$)

1. Uji Homogenitas Keandalan Pelet

Tabel 4.14 Uji Homogenitas Data Keandalan Pelet

Si^2	N-1	$\Sigma (n_i-1) Si^2$	S^2	B	$(n-1) \log Si$	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}
1,808886	7	12,6622	1,4521	9,0716	1,8019	5,560971	11,1
0,886564	7	6,2059			-0,3660		
1,912241	7	13,3856			1,9708		
0,900743	7	6,3052			-0,3178		
1,892679	7	13,2487			1,9395		
2,586	7	18,1020			2,8884		
0,757707	7	5,3039			-0,8435		
0,871879	7	6,1031			-0,4168		
	56	81,3168			6,6565		

Pada Tabel 4.14 diketahui bahwa dari perhitungan uji homogenitas keandalan pelet diatas $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka H_0 diterima, dengan demikian disimpulkan bahwa data homogen atau asumsi kesamaan ragam terpenuhi (tidak terdapat perbedaan yang signifikan).

2. Uji Homogenitas Ketahanan Pelet

Tabel 4.15 Uji Homogenitas Ketahanan Pelet

si^2	N-1	$\Sigma (n_i-1) Si^2$	S^2	B	$(n-1) \log Si$	χ^2_{hitung}	χ^2_{tabel}
0,025	7	0,175	0,067902	-65,4147	-11,2144	8,17716	11,1
0,12	7	0,84			-6,44573		
0,033571	7	0,235			-10,3182		
0,070714	7	0,495			-8,05345		
0,122143	7	0,855			-6,39192		

0,084107	7	0,58875			-7,52617		
0,045	7	0,315			-9,42751		
0,042679	7	0,29875			-9,58853		
	56	3,8025			-68,9659		

Pada Tabel 4.15 diketahui bahwa dari perhitungan uji homogenitas ketahanan pelet diatas $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka H_0 diterima, dengan demikian disimpulkan bahwa data homogen atau asumsi kesamaan ragam terpenuhi.

4.6.3 Uji ANOVA

Analisis variansi (ANOVA) dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh dari tuju hfaktor yang telah diidentifikasi terhadap respon.

Langkah-langkah perhitungan dengan menggunakan analisis variansi adalah :

a. Menyatakan hipotesi

Hipotesis awal (H_0 dan H_1)

Bedasarkan tujuan dari penelitian ini mengetahui pengaruh dari faktor kendali terhadap rata-rata hasil eksperimen respon, maka didapatkan persamaan :

Faktor A = Tekanan uap yang digunakan

Faktor B = Suhu conditioner yang digunakan

Faktor C = Diameter cetakan pelet yang digunakan

Faktor D = Suhu coller yang digunakan

Faktor E = Waktu di dalam coller yang digunakan

Faktor F = Roller yang digunakan

Faktor G = Lama waktu pencampuran yang digunakan

1.) Faktor A

H_0 : tidak ada pengaruh faktor tekanan uap terhadap respon

H_1 : ada pengaruh faktor tekanan uap terhadap respon

2.) Faktor B

H_0 : tidak ada pengaruh faktor suhu conditioner terhadap respon

H1 : ada pengaruh faktor suhu conditioner terhadap respon

3.) Faktor C

Ho : tidak ada pengaruh faktor diameter cetakan pelet terhadap respon

H1 : ada pengaruh faktor diameter cetakan pelet terhadap respon

4.) Faktor D

Ho : tidak ada pengaruh faktor suhu coller terhadap respon

H1 : ada pengaruh faktor suhu coller terhadap respon

5.) Faktor E

Ho : tidak ada pengaruh faktor waktu di dalam coller terhadap respon

H1 : ada pengaruh faktor waktu di dalam coller terhadap respon

6.) Faktor F

Ho : tidak ada pengaruh faktor roller terhadap respon

H1 : ada pengaruh faktor roller terhadap respon

7.) Faktor G

Ho : tidak ada pengaruh faktor lama waktu pencampuran terhadap respon

H1 : ada pengaruh faktor lama waktu pencampuran terhadap respon

1. Uji ANOVA Keandalan Pelet

Tabel 4.16 Data Keandalan Pelet

Y1		Y2		Y3		Y4	
88,40%	88,88%	87,06%	87,00%	85,41%	88,17%	89,62%	88,74%
87,02%	86,64%	86,51%	85,23%	86,20%	87,75%	85,36%	87,67%
86,56%	87,12%	86,25%	88,32%	87,25%	90,00%	87,77%	85,52%
86,48%	85,18%	87,91%	86,61%	85,87%	86,02%	85,00%	86,93%

87,10%	86,23%	89,14%	86,24%	87,93%	85,16%	87,15%	88,91%
85,88%	87,69%	86,00%	87,92%	90,45%	86,79%	86,07%	85,68%
90,94%	89,98%	90,50%	88,92%	89,86%	89,06%	90,22%	88,38%
89,72%	89,58%	89,48%	88,36%	90,98%	88,12%	88,44%	89,18%

Tabel 4.17 Hasil Perhitungan ANOVA Respon Keandalan Pelet

SUMBER VARIASI	DERAJAT BEBAS	SS	MS	F HITUNG	F TABEL
A	1	27,0530	27,0530	18,30	4,012973
B	1	14,5447	14,5447	9,84	4,012974
C	1	30,5947	30,5947	20,69	4,012975
D	1	9,8204	9,8204	6,64	4,012976
E	1	3,1996	3,1996	2,16	4,012977
F	1	0,0041	0,0041	0,00	4,012978
G	1	0,3496	0,3496	0,24	4,012979
Residu	56	81,3169	1,4785		
Total	63				

Pada tabel 4.17 dapat disimpulkan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap respon keandalan pelet yaitu faktor A, B, C, dan D. yang lainnya tidak berpengaruh atau tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antar perlakuan. Faktor A, B, C, D tersebut adalah tekanan uap, suhu conditioner, diameter cetakan pelet dan suhu coller.

2. Uji ANOVA Ketahanan Pelet

Tabel 4.18 Data Ketahanan Pelet

Y1		Y2		Y3		Y4	
9,6%	9,8%	10,0%	9,5%	9,7%	9,8%	9,8%	9,6%
10,6%	9,9%	10,4%	10,3%	11,0%	10,0%	10,2%	10,4%
10,0%	9,7%	9,5%	10,0%	9,7%	9,8%	9,6%	9,9%
10,7%	10,2%	10,6%	11,0%	10,8%	11,0%	10,9%	10,6%

10,4%	10,5%	10,3%	10,2%	10,2%	10,4%	10,0%	9,4%
10,3%	9,9%	10,1%	10,8%	10,4%	10,6%	10,6%	10,4%
9,9%	10,1%	9,6%	9,7%	10,0%	9,5%	9,8%	10,0%
10,8%	10,8%	11,0%	11,0%	10,4%	10,6%	10,7%	10,6%

Tabel 4.19 Hasil Perhitungan ANOVA Respon Ketahanan Pelet

SUMBER VARIASI	DERAJAT BEBAS	SS	MS	F HITUNG	F TABEL
A	1	0,3025	0,3025	4,38	4,012973
B	1	0,1806	0,1806	2,61	4,012974
C	1	0,1806	0,1806	2,61	4,012975
D	1	7,2900	7,2900	105,44	4,012976
E	1	0,2025	0,2025	2,93	4,012977
F	1	1,0506	1,0506	15,20	4,012978
G	1	0,1406	0,1406	2,03	4,012979
Residu	56	3,8025	0,0691		
Total	63				

Pada tabel 4.19 Hasil Perhitungan ANOVA Respon Ketahanan Pelet dapat disimpulkan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap respon Kadar Air yaitu faktor A, D dan F. sedangkan faktor yang lainnya tidak berpengaruh atau tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antar perlakuan. Faktor yang berpengaruh A, D, F tersebut adalah tekanan uap, suhu coller dan roller.

Jadi apabila dilakukan penggabungan antar variabel respon, didapatkan faktor yang berpengaruh adalah A, B, C, D, F. Sedangkan faktor yang tidak berpengaruh adalah E dan G.

4.6.4 Uji SNR

1. Uji SNR Keandalan Pelet

Berdasarkan target mutu yang ingin dicapai yaitu menuju suatu nilai yang maksimal maka untuk perhitungan SNR digunakan rumus sebagai berikut :

$$S/N_{LTB} = -10 \log \frac{1}{n} \left[\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{y_i} \right)^2 \right]$$

Tabel 4.20 Hasil perhitungan SNR dari respon Keandalan Pelet

No	Kolom Nomer							1/n(Σ 1/yi^2)	SNR
	A	B	C	D	E	F	G		
1	1	1	1	1	1	1	1	0,000129	38,8781
2	1	1	1	2	2	2	2	0,000134	38,7437
3	1	2	2	1	1	2	2	0,000131	38,8223
4	1	2	2	2	2	1	1	0,000134	38,7138
5	2	1	2	1	2	1	2	0,000132	38,8107
6	2	1	2	2	1	2	1	0,000132	38,7926
7	2	2	1	1	2	2	1	0,000124	39,0579
8	2	2	1	2	1	1	2	0,000126	39,0092

2. Uji SNR Ketahanan Pelet

Bedasarkan target mutu yang ingin dicapai yaitu menuju suatu nilai yang diinginkan maka untuk perhitungan SNR digunakan rumus sebagai berikut :

$$S/N_{NTB} = 10 \text{ Log } \left[\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right]$$

Tabel 4.21 Hasil perhitungan SNR dari respon Ketahanan Pelet

No	Kolom Nomer							μ		SNR
	A	B	C	D	E	F	G			
1	1	1	1	1	1	1	1	9,72	0,0218	36,3583
2	1	1	1	2	2	2	2	10,35	0,1050	30,0869
3	1	2	2	1	1	2	2	9,77	0,0294	35,1226
4	1	2	2	2	2	1	1	10,72	0,0619	32,6928
5	2	1	2	1	2	1	2	10,17	0,1069	29,8619
6	2	1	2	2	1	2	1	10,38	0,0736	31,6618
7	2	2	1	1	2	2	1	9,82	0,0394	33,8944
8	2	2	1	2	1	1	2	10,73	0,0373	34,8959

4.6.5 Efek Tiap Faktor

Setelah semua efek faktor dihitung kemudian dicari perbedaan maksimum untuk tiap-tiap faktor dan ditentukan rangkinya secara berurutan mulai dari faktor yang mempunyai perbedaan paling besar.

1. Efek Tiap Faktor untuk Keandalan Pelet

Tabel 4.22 Efek Nilai SNR Tiap Faktor Respon Keandalan Pelet

Level	Faktor Kendali						
	A	B	C	D	E	F	G
Level 1	38,7895	155,2251	155,6889	155,5690	155,5022	155,4118	155,4424
Level 2	38,9176	155,6033	155,1394	155,2594	155,3262	155,4165	155,3860
Perbedaan	0,1281	0,3781	0,5495	0,3096	0,1760	0,00473	0,0564
Ranking	5	2	1	3	4	7	6

Pada Tabel 4.22 Formulasi terbaik di dapatkan dari pemilihan nilai SNR dengan level faktor yang paling besar (Belavendram,1995). Sehingga di dapatkan formulasi tekanan uap 1,9 bar, suhu conditioner 85°C , diameter cetakan pelet 3,5mm, suhu coller 30°C, waktu di dalam coller 2 menit, roller 2cm dan lama pencampuran 180 detik (A2, B2, C1, D1, E1, F2, G1)

2. Efek Tiap Faktor untuk Ketahanan Pelet

Tabel 4.23 Efek Nilai SNR Tiap Faktor Respon Ketahanan Pelet

Level	Faktor Kendali						
	A	B	C	D	E	F	G
Level 1	33,5651	127,9690	135,2356	135,2372	138,0386	133,8089	134,6074
Level 2	32,5785	136,6057	129,3391	129,3374	126,5361	130,7657	129,9673
Perbedaan	0,9866	8,6367	5,8965	5,8998	11,5025	3,0432	4,6401
Ranking	7	2	4	3	1	6	5

Pada Tabel 4.23 Formulasi terbaik di dapatkan dari pemilihan nilai SNR dengan level faktor yang paling besar (Belavendram,1995). Sehingga di dapatkan formulasi tekanan

uap 1,6 bar, suhu conditioner 85°C, diameter cetakan pelet 3,5mm, suhu coller 30°C, waktu di dalam coller 2 menit, roller 1,5cm dan lama pencampuran 180 detik (A1, B2, C1, D1, E1, F1, G1)

4.7 Penentuan Level Faktor Optimal Menggunakan TOPSIS

Berdasarkan hasil pengolahan data eksperimen, didapatkan level faktor yang dapat mengoptimalkan durabilitas pelet dan kadar air. Kombinasi level faktor yang dapat mengoptimalkan masing masing variabel respon yaitu;

Keandalan Pelet : A2 B2 C1 D1 E1 F2 G1

Ketahanan Pelet : A1 B2 C1 D1 E1 F1 G1

Karena variabel respon keandalan pelet dan ketahanan pelet mempunyai kombinasi level yang berbeda, untuk itu diperlukan prosedur TOPSIS yang dapat mengoptimalkan dan membuat kedua respon tersebut mempunyai setting parameter optimal yang sama. Untuk mencari *coefficient* digunakan formula yang berpengaruh. Untuk durabilitas pelet hanya 4 faktor yang berpengaruh dan kadar air 3 faktor berpengaruh sehingga didapatkan coefficient dengan SPSS sebagai berikut:

1. Koefisien Keandalan Pelet

Koefisien regresi keandalan pelet di peroleh dari faktor yang berpengaruh terhadap *pellet durability index*, faktor-faktor tersebut adalah faktor A, B, C dan D. Oleh sebab itu rumus regresinya adalah sebagai berikut:

$$Y1 = 84.521 + 4.317A + 0.256B - 5.03C - 0.195D$$

$$Y2 = 91.888 + 4.717A + 0.121B - 4.43C - 0.156D$$

$$Y3 = 68.368 + 6.156A + 0.272B - 2.125C - 0.153D$$

$$Y4 = 62.288 + 3.567A + 0.291B - 0.21C - 0.118D$$

$$Y5 = 46.549 + 12.075A + 0.199B - 0.475C - 0.153D$$

$$Y6 = 86.32 - 2.342A + 0.267B - 2.565C - 0.186D$$

$$Y7 = 100.995 + 3.442A + 0.162B - 3.825C - 0.495D$$

$$Y8 = 103.825 + 2.742A - 0.05B - 3.465C - 0.105D$$

2. Koefisien Ketahanan Pelet

Koefisien regresi ketahanan pelet di peroleh dari faktor yang berpengaruh terhadap kadar air, faktor-faktor tersebut adalah faktor A, D dan F. Oleh sebab itu rumus regresinya adalah sebagai berikut:

$$Y1=6.458+0.417A+0.125D-0.35F$$

$$Y2=8.883+1.417A+0.035D-0.850F$$

$$Y3=8.233+0.417A+0.135D-1.150F$$

$$Y4=4.225+0.75A+0.185D-0.450F$$

$$Y5=5.692-0.167A+0.15D+0.000F$$

$$Y6=7.708+0.417A+0.135D-0.950F$$

$$Y7=5.775+0.5A+0.160D-0.600F$$

$$Y8=4.553-0.83A+0.155D+0.250F$$

Adapun langkah-langkah prosedur TOPSIS adalah sebagai berikut :

1. Mentransformasikan tingkat kepentingan relatif masing-masing respon kedalam bilangan *fuzzy*.
 - a. Tentukan tingkat kepentingan relative masing-masing respon dalam bentuk linguistik. Langkah awal prosedur ini adalah menentukan tingkat kepentingan relative masing-masing respon. Berdasarkan kombinasi level bahwa durabilitas pelet lebih berarti dari pada kadar air maka istilah linguistiknya adalah sangat tinggi dan tinggi dengan menggunakan tabel yang menyatakan tingkat kepentingan relative yang ditunjukkan dalam tabel *Linguistic Term* pada lampiran.
 - b. Tentukan sistem skala formal yang digunakan untuk mengkonversi bentuk linguistik ke dalam *fuzzy number* yang berkesesuaian.

Pembobotan : Berdasarkan pertimbangan bahwa keandalan pelet relatif lebih penting dibanding ketahanan pelet dipilih istilah linguistiknya "*High*" dan "*Medium*". Tingkat kepentingan relatif ditunjukkan oleh tabel *linguistic term*. Istilah tersebut dikonversikan kedalam bilangan *fuzzy*. Berdasarkan tabel *crisp scores of fuzzy number*, diperoleh 1) Keandalan pelet = 0.750 dan 2) Ketahanan pelet = 0.583. Bobot keandalan pelet ($W1$) = $0.750 / (0.750 + 0.583) = 0.562641$, Bobot ketahanan pelet ($W2$) = $0.583 / (0.750 + 0.583) = 0.437359$.

QLF (Quality Loss Function) untuk menaikkan *pellet durability index* dari 87,66% menjadi 89% dibutuhkan tambahan biaya Rp 24000,- sehingga fungsi kerugian (k) = $24000 \times (1/1,34)^2 = 13366$. Untuk menurunkan kadar air dari 10,21% menjadi 10% dibutuhkan tambahan biaya Rp 500000,- sehingga fungsi kerugian (k) = $500000 \times (0,21)^2 = 22050$.

Faktor yang berpengaruh terhadap keandalan pelet dan ketahanan pelet berjumlah lima faktor yaitu faktor A, B, C, D dan F. Oleh sebab itu TOPSIS yang digunakan adalah 2^5 yaitu 32 eksperimen.

Tabel 4.24 TOPSIS

Trial	A	B	C	D	F	Si*	Si ⁻	TOPSIS
1	1	1	1	1	1	0,015315	0,006995	0,313527
2	1	1	1	1	2	0,019132	0,005096	0,210346
3	1	1	1	2	1	0,007846	0,014828	0,653979
4	1	1	1	2	2	0,008957	0,013496	0,601079
5	1	1	2	1	1	0,016517	0,004531	0,215275
6	1	1	2	1	2	0,020197	0,001901	0,086021
7	1	1	2	2	1	0,010825	0,014453	0,571755
8	1	1	2	2	2	0,012530	0,010995	0,467381
9	1	2	1	1	1	0,014642	0,008316	0,362228
10	1	2	1	1	2	0,018694	0,007227	0,278816
11	1	2	1	2	1	0,006073	0,015465	0,718047
12	1	2	1	2	2	0,008757	0,012295	0,584035
13	1	2	2	1	1	0,015542	0,005823	0,272556
14	1	2	2	1	2	0,014941	0,006501	0,303179
15	1	2	2	2	1	0,007940	0,018398	0,698528
16	1	2	2	2	2	0,010786	0,011230	0,510084
17	2	1	1	1	1	0,013235	0,009662	0,421986
18	2	1	1	1	2	0,017018	0,008165	0,324230
19	2	1	1	2	1	0,004735	0,016840	0,780524
20	2	1	1	2	2	0,007152	0,013903	0,660323

Trial	A	B	C	D	F	Si*	Si⁻	TOPSIS
21	2	1	2	1	1	0,009676	0,011507	0,543231
22	2	1	2	1	2	0,017654	0,005178	0,226785
23	2	1	2	2	1	0,007536	0,015930	0,678845
24	2	1	2	2	2	0,007696	0,014337	0,650697
25	2	2	1	1	1	0,013077	0,011409	0,465941
26	2	2	1	1	2	0,013127	0,011272	0,461987
27	2	2	1	2	1	0,001197	0,020491	0,944824
28	2	2	1	2	2	0,006300	0,014964	0,703707
29	2	2	2	1	1	0,013415	0,008886	0,398436
30	2	2	2	1	2	0,017159	0,007230	0,296427
31	2	2	2	2	1	0,005576	0,016491	0,747321
32	2	2	2	2	2	0,007734	0,013477	0,635389

Pada tabel 4.24 dengan data pengujian TOPSIS diatas disimpulkan bahwa formula yang optimal untuk perbaikan kualitas pelet agar dapat mempertahankan keandalan pelet dan ketahanan pelet adalah A2 B2 C1 D2 E1 F1 dan G2 atau dengan formula tekanan uap 1,9 bar, suhu conditioner 85°C, diameter cetakan pelet 3,5 mm, suhu coller 35°C, waktu di dalam coller 2 menit, roller 1,5 cm, lama pencampuran 175 detik. Karena hasil diatas sudah dieksperimenkan maka tidak perlu dilakukan konfirmasi.

4.8 Uji Beda

Uji beda kedua dilakukan untuk membedakan hasil kondisi awal perusahaan dengan kondisi setelah dilakukan percobaan.

Menentukan hipotesis uji beda sebagai berikut (dengan tingkat kepercayaan 95%) :

H_0 : Rata – rata hasil respon pada kondisi percobaan sama atau tidak berbeda secara signifikan dengan kondisi awal perusahaan.

H_1 : Rata – rata hasil respon pada kondisi percobaan secara signifikan lebih besar dari pada kondisi awal perusahaan.

Daerah Penerimaan :

H_0 diterima jika ($-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$)

H_1 diterima jika $t_{hitung} < -t_{tabel}$, $t_{hitung} > t_{tabel}$

$$\alpha = 0,05 \quad ; \quad t_{tabel} = t_{\alpha/2 (n_1 + n_2 - 2)}$$

$$t_{tabel} = t_{0,05/2 (8 + 8 - 2)} = t_{0,025 (14)} = 2,509 \approx 2,51$$

1. Uji Beda Keandalan Pelet

Tabel 4.25 Perbandingan Keandalan Pelet Hasil Perusahaan dengan Hasil Percobaan

No	Keandalan Pelet	No	Keandalan Pelet
	Kondisi Awal Perusahaan		Hasil Percobaan
1	85,88%	1	89,72%
2	89,08%	2	89,58%
3	86,72%	3	89,48%
4	85,96%	4	88,36%
5	87,60%	5	90,98%
6	88,46%	6	88,12%
7	84,74%	7	88,44%
8	85,91%	8	89,18%

Tabel 4.26 *Group Statistics* Keandalan Pelet

Data		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Keandalan Pelet	Data Perusahaan	8	86.7938	1.47298	.52078
	Data Percobaan	8	89.2325	.93374	.33013

Pada tabel 4.26 dapat diketahui data keandalan pelet perusahaan berjumlah 8 data, dengan rerata 86,79 dan data keandalan pelet percobaan berjumlah 8 data dengan rerata 89,23. Dari rerata tersebut dapat diketahui nilai keandalan pada data percobaan lebih

tinggi, sehingga di dapatkan selisih rerata nilai keandalan pelet adalah 2,44. Jika kenaikan tersebut diprosentasekan hasilnya adalah $2,44 / 86,79 \times 100\% = 2,81\%$

Tabel 4.27 *Independent Samples Test* Keandalan Pelet

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
		F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Keandalan Pelet	Equal variances assumed	2.183	.162	-3.955	14	.001	-2.43875	.61660
	Equal variances not assumed			-3.955	11.844	.000	-2.43875	.61660

Pada Tabel 4.27 *Independent Samples Test* Keandalan Pelet dapat dilihat nilai derajat bebasnya 14 dan nilai t-hitungnya nya -3,955. Karena $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $-3,955 < -2,51$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima, artinya rata – rata hasil respon pada kondisi percobaan secara signifikan lebih besar dari pada kondisi awal perusahaan.

2. Uji Beda Ketahanan Pelet

Tabel 4.28 Perbandingan Ketahanan Pelet Hasil Perusahaan dengan Hasil Percobaan

No	Ketahanan Pelet	No	Ketahanan Pelet
	Kondisi Awal Perusahaan		Hasil Percobaan
1	9,0%	1	10,8%
2	10,9%	2	10,8%
3	9,2%	3	11,0%
4	10,6%	4	11,0%

No	Ketahanan Pelet	No	Ketahanan Pelet
	Kondisi Awal Perusahaan		Hasil Percobaan
5	9,8%	5	10,4%
6	9,8%	6	10,6%
7	9,6%	7	10,7%
8	9,0%	8	10,6%

Tabel 4.29 Selesih Perbandingan Ketahanan Pelet Hasil Perusahaan dan Hasil Percobaan dengan Nilai Standar Kadar Air

No	Ketahanan Pelet	No	Ketahanan Pelet
	Selisih Kondisi Awal Perusahaan dengan Target		Selisih Hasil Percobaan dengan Target
1	1,0%	1	0,8%
2	0,9%	2	0,8%
3	0,8%	3	1,0%
4	0,6%	4	1,0%
5	0,2%	5	0,4%
6	0,2%	6	0,6%
7	0,4%	7	0,7%
8	1,0%	8	0,6%

Tabel 4.30 Group Statistics Ketahanan Pelet

Data		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Ketahanan Pelet	Data Perusahaan	8	.638	.3778	.1194
	Data Percobaan	8	.738	.2066	.0730

Pada tabel 4.30 dapat diketahui data ketahanan pelet perusahaan berjumlah 8 data, dengan rerata 0,64 dan data ketahanan pelet percobaan berjumlah 8 data dengan rerata 0,74. Dari rerata tersebut dapat diketahui ketahanan pelet pada data percobaan lebih tinggi, sehingga di dapatkan selisih rerata nilai ketahanan pelet adalah 0,1. Jika kenaikan tersebut diprosentasekan hasilnya adalah $0,1 / 0,74 \times 100\% = 13,56 \%$

Tabel 4.31 *Independent Samples Test* Ketahanan Pelet

	Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means				
	F	Sig.	t	Df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Equal variances assumed	4.941	.043	-1.507	14	.154	-.2250	.1493
Pelet Equal variances not assumed			-1.507	11.011	.160	-.2250	.1493

Pada Tabel 4.31 Independent Samples Test Ketahanan dapat dilihat nilai derajat bebasnya 14 dan nilai t-hitungnya -1,507. Karena $-t_{\text{tabel}} \leq t_{\text{hitung}} \leq t_{\text{tabel}}$ atau $-2,51 \leq -1,507 \leq 2,51$ artinya rata – rata hasil respon pada kondisi percobaan sama atau tidak berbeda secara signifikan dengan kondisi awal perusahaan.

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Analisa Perhitungan Uji Normalitas

Analisa perhitungan uji normalitas merupakan analisis yang menghubungkan perkiraan dari hasil perhitungan uji normalitas, yaitu uji kenormalan distribusi data normal atau diambil dari populasi normal.

5.1.1 Analisa Perhitungan Uji Normalitas Keandalan Pelet

Pada Tabel 4.11 Uji Normalitas Data Keandalan Pelet dapat dilihat bahwa chi kuadrat hitung bernilai 5,60642 dan chi kuadrat tabel bernilai 7,81472. Maka dari hasil chi kuadrat hitung $<$ chi kuadrat tabel maka dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

5.1.2 Analisa Perhitungan Uji Normalitas Ketahanan Pelet

Pada Tabel 4.13 Uji Normalitas Data Ketahanan Pelet dapat dilihat bahwa chi kuadrat hitung bernilai 6,329 dan chi kuadrat tabel bernilai 9,49. Dari hasil $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ maka dapat disimpulkan data berdistribusi normal.

5.2 Analisa Perhitungan Uji Homogenitas

Analisa perhitungan uji homogenitas sebagai analisis yang menghubungkan perkiraan dari hasil perhitungan uji homogenitas, yaitu pengujian data yang digunakan untuk mengetahui apakah beberapa varian yang diteliti sama atau tidak.

5.2.1 Analisa Perhitungan Uji Homogenitas Keandalan Pelet

Pada Tabel 4.14 Uji Homogenitas Data Keandalan Pelet diketahui bahwa chi kuadrat hitung bernilai 5,561 dan chi kuadrat tabel bernilai 11,1. Dari hasil tersebut $x^2_{hitung} < x^2_{tabel}$ maka H_0 diterima, dengan demikian disimpulkan bahwa data homogen atau asumsi kesamaan ragam terpenuhi (tidak terdapat perbedaan yang signifikan).

5.2.2 Analisa Perhitungan Uji Homogenitas Ketahanan Pelet

Pada Tabel 4.15 Uji Homogenitas Data Ketahanan Pelet diketahui bahwa chi kuadrat hitung bernilai 8,177 dan chi kuadrat tabel bernilai 11,1. Dari hasil tersebut $\chi^2_{hitung} < \chi^2_{tabel}$ maka H_0 diterima, dengan demikian disimpulkan bahwa data homogen atau asumsi kesamaan ragam terpenuhi (tidak terdapat perbedaan yang signifikan).

5.3 Analisa Perhitungan Uji ANOVA

Analisa perhitungan uji ANOVA merupakan analisis yang menghubungkan perkiraan dari hasil perhitungan uji ANOVA, yaitu pengujian perbedaan mean (rata-rata) data lebih dari dua kelompok.

5.3.1 Analisa Perhitungan Uji ANOVA Keandalan Pelet

Pada Tabel 4.17 Hasil Perhitungan ANOVA Respon Keandalan Pelet dapat dilihat bahwa faktor A (Tekanan Uap), B (Suhu Conditioner), C (Diameter Cetakan Pelet) dan D (Suhu Coller) memiliki nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap keandalan pelet. Sedangkan faktor E, F dan G memiliki nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka faktor-faktor tersebut tidak berpengaruh atau tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antar perlakuan.

5.3.2 Analisa Perhitungan Uji ANOVA Ketahanan Pelet

Pada tabel 4.19 Hasil Perhitungan ANOVA Respon ketahanan pelet dapat disimpulkan bahwa faktor yang berpengaruh terhadap respon ketahanan pelet yaitu faktor A (Tekanan Uap), D (Suhu Coller) dan F (Roller) memiliki nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka dapat disimpulkan bahwa faktor-faktor tersebut berpengaruh terhadap ketahanan pelet. Sedangkan faktor B, C, E dan G memiliki nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka faktor-faktor tersebut tidak berpengaruh atau tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antar perlakuan.

5.4 Analisa Perhitungan Efek Tiap Faktor

Analisa perhitungan efek tiap faktor merupakan analisis yang menghubungkan perkiraan dari hasil perhitunganeфек setiap faktor yang digunakan dalam penelitian, yaitu pengujian data yang dipengaruhi oleh efek setiap faktor yang berbeda.

5.4.1 Analisa Perhitungan Efek Tiap Faktor Keandalan Pelet

Pada Tabel 4.22 Formulasi terbaik di dapatkan dari pemilihan nilai SNR dengan level faktor yang paling besar (Belavendram,1995). Sehingga di dapatkan formulasi tekanan uap 1,9 bar, suhu conditioner 85°C , diameter cetakan pelet 3,5mm, suhu coller 30°C, waktu di dalam coller 2 menit, roller 2cm dan lama pencampuran 180 detik (A2, B2, C1, D1, E1, F2, G1)

5.4.2 Analisa Perhitungan Efek Tiap Faktor Ketahanan Pelet

Pada Tabel 4.23 Formulasi terbaik di dapatkan dari pemilihan nilai SNR dengan level faktor yang paling besar (Belavendram,1995). Sehingga di dapatkan formulasi tekanan uap 1,6 bar, suhu conditioner 85°C, diameter cetakan pelet 3,5mm, suhu coller 30°C, waktu di dalam coller 2 menit, roller 1,5cm dan lama pencampuran 180 detik (A1, B2, C1, D1, E1, F1,G1).

5.5 Analisa Perhitungan TOPSIS

Pada variabel respon keandalan pelet dan ketahanan pelet mempunyai kombinasi level yang berbeda, untuk itu diperlukan prosedur TOPSIS yang dapat mengoptimalkan dan membuat kedua respon tersebut mempunyai seting parameter optimal yang sama. Untuk mencari *coefficient* digunakan formula yang berpengaruh. Untuk keandalan pelet hanya 4 faktor yang berpengaruh yaitu A, B, C, D dan ketahanan pelet ada 3 faktor yaitu A, D, dan F berpengaruh sehingga didapatkan koefisien dari masing-masing respon. Sedangkan penggabungan dari dua variabel respon tersebut adalah faktor A, B, C, D dan F. Oleh sebab itu pada pengujian TOPSIS hanya menggunakan faktor-faktor tersebut. Karena hanya 5 faktor maka eksperimen yang dilakukan berjumlah 32 data, yang didapat dari 2^5 .

Didapatkan hasilnya pada Pada tabel 4.24 dengan data pengujian TOPSIS disimpulkan bahwa formula yang optimal untuk perbaikan kualitas pelet agar dapat mempertahankan keandalan pelet dan ketahanan pelet adalah A2 B2 C1 D2 E1 F1 dan G2 atau dengan formula tekanan uap 1,9 bar, suhu conditioner 85°C, diameter cetakan pelet 3,5 mm, suhu coller 35°C, waktu di dalam coller 2 menit, roller 1,5 cm, lama pencampuran 175 detik. Karena hasil diatas sudah dieksperimenkan maka tidak perlu dilakukan konfirmasi.

5.6 Analisa Uji Beda

Uji beda kedua dilakukan untuk membedakan hasil kondisi awal perusahaan dengan kondisi setelah dilakukan percobaan. Pada Tabel 4.27 dapat dilihat uji beda untuk keandalan pelet, nilai derajat bebasnya 14 dan nilai t-hitungnya nya -3,955. Karena $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $-3,955 < -2,51$ artinya rata – rata hasil respon pada kondisi percobaan secara signifikan lebih besar dari pada kondisi awal perusahaan.

Pada Tabel 4.31 dapat dilihat dapat dilihat uji beda untuk ketahanan pelet, nilai derajat bebasnya 14 dan nilai t-hitungnya nya -1,507. Karena $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ atau $-2,51 \leq -1,509 \leq 2,51$ artinya rata – rata hasil respon pada kondisi percobaan sama atau tidak berpengaruh secara signifikan dengan kondisi awal perusahaan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Faktor-faktor kendali yang berpengaruh secara signifikan terhadap respon keandalan pelet adalah A (Tekanan Uap), B (Suhu Conditioner), C (Diameter Cetakan Pelet), D (Suhu Coller). Faktor yang berpengaruh terhadap ketahanan pelet adalah A (Tekanan Uap), D (Diameter Cetakan Pelet), dan F (Roller).

Jadi faktor yang berpengaruh terhadap kedua respon adalah : A (Tekanan Uap), B (Suhu Conditioner), C (Diameter Cetakan Pelet), D (Suhu Coller) dan F (Roller).

2. Kombinasi level faktor yang menghasilkan kualitas pelet yang optimum yaitu diperoleh dengan A2 B2 C1 D2 E1 F1 dan G2 atau dengan formula tekanan uap 1,9 bar, suhu conditioner 85°C, diameter cetakan pelet 3,5 mm, suhu coller 35°C, waktu di dalam coller 2 menit, roller 1,5 cm, lama pencampuran 175 detik.
3. Nilai keandalan pelet untuk rata-rata data percobaan adalah 89,23%. Sedangkan nilai keandalan pelet pada kondisi awal perusahaan adalah 86,79%. Berdasarkan hasil uji beda keandalan pelet mempunyai $t_{hitung} < -t_{tabel}$ atau $-3,955 < -2,51$ maka rata – rata hasil respon pada kondisi percobaan secara signifikan lebih besar dari pada kondisi awal perusahaan. Keandalan pelet hasil percobaan mempunyai nilai peningkatan sebesar 2,44 atau sebesar 2,81%.

Nilai rata-rata selisih ketahanan pelet data percobaan dengan ketahanan pelet standar adalah 0,74%. Sedangkan nilai rata-rata selisih ketahanan pelet pada kondisi awal perusahaan adalah 0,64%. Berdasarkan hasil uji beda ketahanan pelet mempunyai $t_{hitung} = -1,51$. Karena $-t_{tabel} \leq t_{hitung} \leq t_{tabel}$ atau $-2,51 \leq -1,51 \leq 2,51$ maka rata – rata hasil respon pada kondisi percobaan sama atau tidak berbeda secara signifikan dengan kondisi awal perusahaan.

6.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam menyusun kebijakan perusahaan yang dapat mendukung peningkatan kualitas produk secara berkelanjutan dalam rangka menuju manajemen perusahaan yang mampu bersaing di era globalisasi. Dalam penelitian ini, peneliti menyadari masih banyak terdapat kekurangan dikarenakan keterbatasan waktu dan dana maka diharapkan adanya tindakan perbaikan.

Pada kesempatan berikutnya, penelitian ini dapat dikembangkan dengan lebih memperhatikan hal-hal yang sekiranya dapat ditingkatkan lagi, antara lain:

1. Mengatur kembali level-level faktor dengan mengubah interval antar level.
2. Melakukan penganalisaan terhadap faktor input yang bervariasi, dalam hal ini adalah proses pembuatan yang berpengaruh terhadap kualitas pelet sehingga akan dapat menghasilkan pakan pelet dengan kualitas yang lebih baik.
3. Penelitian ini dapat dikembangkan dengan menambah variabel-variabel respon sehingga dapat lebih meningkatkan kualitas pelet.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggorodi, R. 1994. *Ilmu Makanan Ternak Umum*. PT Gramedia Pusaka Utama, Jakarta.
- Bagchi, T.P.1993. *Taguchi Method Explained: Practical Step to Robust Design*.
Prentice Hall of India Privative Limited. New Delhi.
- Behnke, K.C. 1994. Factors Affecting Pellet Quality. *Maryland Nutrition Conference*,
Department of Poult Science and Animal Science, University of Maryland.
- Belavendram, Nicolo. 1995. *quality by design*. Prentice Hall, Internasional.
- Briggs, J.L., D.E. Maier., B.A. Watkins., dan Behnke, K.C. 1999. *Effect Of Ingredients And Processing Parameters On Pellet Quality. Poultry Science*. 78:1464-1471.
- Chen, S. J., dan Hwang, C. L. 1992. *Fuzzy Multiple Atribute Decision Making Methods And Application*. Springer-Verlag, New York.
- Dorothea, Wahyu Ariani. 2004. *pengendalian kualitas statistik*. Jogjakarta: Penerbit Andi.
- Lestari, Dwi Putri. 2009. *Disain Kualitas Aspal Emulsi Menggunakan Metode Taguchi Multi Respon. Tugas Akhir. Teknik Industri, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Indonesia*.
- Gasperz, Vincent. 2001. *total quality management*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Khalil. 1999. *Pengaruh Kandungan Air Dan Ukuran Partikel Terhadap Sifat Fisik Pakan Local: Kerapatan Pemadatan Tumpukan Dan Berat Jenis. Media Peternakan*. Vol 22 (1): 1 – 11.

- Kolarik, William J., 1995. *Business & Economic*. New York: McGraw-Hill.
- Irwan Soejanto. 2009. *desain eksperimen dengan menggunakan metode taguchi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Montgomery, 1990. *Pengantar pengendalian kualitas statistik*. Yogyakarta: UGM Press.
- Nursubiyantoro, Eko. 2012. *Perancangan Parameter Proses Pemurnian Nira Dengan Pendekatan Taguchi (Studi Kasus Pada PG. Madukismo Yogyakarta)*. Opsi (Jurnal Optimasi Sistem Industri), 2 (1). Pp. 311-326. Issn 1693-2102. Yogyakarta.
- Nauli Daulay, Iwan; Novrizal, Dedy ; Azelya, Veni. 2013. *Analisis Taguchi Dalam Meningkatkan Utilisasi Produksi Pada Industri Crude Palm Oil (CPO)*. Jurnal Ekonomi Volume 21, Nomor 2. Pekanbaru: Universitas Riau.
- Peace, G. S. 1993. *taguchi methods*. Addison-Wesley Publishing Company.
- Phadke, M. S. 1989. *quality engineering using robust design*. New Jersey: Prentice Hall Int.
- Pujaningsih, R. I. 2011. *Teknologi Pengolahan Pakan. Modul kuliah*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Raharjo, Dwi. 2009. *Pengendalian Kualitas "Model Taguchi"*. Semarang.
- Saputra, Angga. 2014. *Penentuan Komposisi Waktu Optimal Dengan Metode Taguchi (studi kasus : Penelitian di Pabrik Kerupuk Rambak Stik Cap Ikan Bawang Semarang)*. Semarang : Universitas Diponegoro.

- Setiawan, Agus; Hayati, Enty Nur; Yohanes, Antoni. 2012. *Setting Parameter Proses Pemasangan Lid Cup Air Minum Dalam Kemasan (Amdk) Dengan Metode Taguchi*. Jurnal Ilmiah Dinamika Teknik Vol 6, No 2 Dinamika Teknik Vol. 6, No. 2, Juli 2012. Semarang. Universitas Stikubank.
- Sheng-Hshiung Tsaura, Te-Yi Chang, Chang-Hua Yena. 2002. the evaluation of airline service quality by fuzzy MCDM. *International Journal Of Tourism Management* 23 (2002) 107–115.
- Singgih, Santoso.2008. *Panduan Lengkap Menguasai SPSS 16*. Jakarta: PT. Alex Media Komputindao.
- Steel, R. G. D. dan Torrie, J. H., 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika. Terjemahan : M. Syah*. PT Gramedia Pusaka Utama, Jakarta.
- Stevens, C. A. 1987. *Starch Gelatinization And The Influence Of Particle Size, Steam Pressure And Die Speed On The Pelleting Process. Ph.D.Dissertation*. Kansas State University, Manhattan, Kansas.
- Sudjana, 1997.*statistika*. Bandung: TARSITO
- Sudjana, 1989.*metodostatistika*. Bandung: TARSITO
- Supardi, 2005.*metodologipenelitian ekonomi dan bsnis*. Yogyakarta: UII Press
- Toha, Isa S,. 2007. *A Model of Product Manufacturing Lead-Time in A Non Repretitive Make to Order Manufacturing System*. Jurnal Teknik Gelagar Vol. 7 No. 2. 115-124.
- Walpole, Ronald E. 1995. *Pengantar Statistika Edisi ke-3*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

- Wibowo, Henry.2010. *Madm-Tool : Aplikasi Uji Sensitivitas Untuk Model Madm Menggunakan Metode Saw Dan Topsis*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia
- Winowiski. 1988. Wheat and pellet quality. *Feed Management*. Vol 39 : 58-64.
- Wiratakusumah, M. A., 1992. Sifat Fisik Pangan. Depdikbud. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. *Pusat Antar Pangan dan Gizi*, Institut Pertanian Bogor.
- Wood, J. F. 1987. The functional Properties of Feed Raw Material and Their Effect on the Production and Quality of Feed Pellets. *Animal Feed Technology*. Vol 18:(1):1-7.
- Yamit, Zulian . 2001. *Manajemen Produksi Dan Operasi*, Edisi Pertama, Ekonisia. Yogyakarta.
- Zulfah; Luthfianto, Saufik; Nurwildani, M. Fajar. 2013. *Penerapan Metode Taguchi Untuk Meningkatkan Kualitas Kain Tenun Pada Sentra Industri Kain Tenun Kabupaten Pemalang*. Tegal: Universitas Pancasakti.