

SKRIPSI

**PENENTUAN BIAYA KUALITAS DENGAN MODEL ECONOMIC
QUALITY COST DI INDUSTRI PLASTIK KEMASAN**



DISUSUN OLEH:

ANDREE LEON AGRIA

5303015003

JURUSAN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA

SURABAYA

2019

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan skripsi dengan judul **“PENENTUAN BIAYA KUALITAS DENGAN MODEL ECONOMIC QUALITY COST DI INDUSTRI PLASTIK KEMASAN”** ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan skripsi ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan skripsi ini tidak saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 09 Juli 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



Andree Leon Agria

NRP. 5303015003

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“PENENTUAN BIAYA KUALITAS DENGAN MODEL ECONOMIC QUALITY COST DI INDUSTRI PLASTIK KEMASAN”** yang disusun oleh mahasiswa:

Nama : Andree Leon Agria

Nomor pokok : 5303015003

Tanggal ujian : 08 Juli 2019

Dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum Jurusan Teknik Industri guna memperoleh gelar Sarjana Teknik bidang Teknik Industri.

Surabaya, 09 Juli 2019

Ketua Dewan Penguji,



Martinus Edy S., S.T., M.T., IPM.

NIK. 531.98.0305

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Jurusan Teknik Industri


Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D.
IPM
NIK. 521.93.0198
Ig. Jaka Mulyana, S.T.P., M.T., IPM.
NIK. 531.98.0325

LEMBAR PENGESAHAN

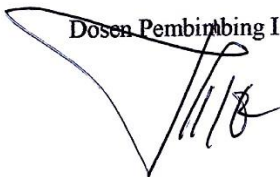
Skripsi dengan judul **“PENENTUAN BIAYA KUALITAS DENGAN MODEL ECONOMIC QUALITY COST DI INDUSTRI PLASTIK KEMASAN”** yang disusun oleh mahasiswa:

Nama : Andree Leon Agria

Nomor pokok : 5303015003

Tanggal ujian : 08 Juli 2019

Dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum Jurusan Teknik Industri guna memperoleh gelar Sarjana Teknik bidang Teknik Industri.

Dosen Pembimbing I


Ig. Jaka Mulyana, STP., MT.,

IPM.

NIK. 531.98.0325

Surabaya, 09 Juli 2019

Dosen Pembimbing II


Ivan Gunawan, ST., MMT.

NIK. 531.15.0840

LEMBAR PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai Mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Andree Leon Agria

NRP : 5303015003

Menyetujui skripsi / karya ilmiah saya dengan judul **“PENENTUAN BIAYA KUALITAS DENGAN MODEL ECONOMIC QUALITY COST DI INDUSTRI PLASTIK KEMASAN”** untuk dipublikasikan / ditampilkan di internet atau media lainnya (*Digital Library* Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 09 Juli 2019

Mahasiswa yang bersangkutan,



Andree Leon Agria

NRP. 5303015003

PERNYATAAN SKRIPSI

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Lengkap : Andree Leon Agria
Nomor Pokok : 5303015003
Jurusan : Teknik Industri
Alamat Tetap/Asal : Jl. Nginden Semolo No. 8
No. Telepon : 082231400062
Judul Skripsi : Penentuan Biaya Kualitas Dengan Model *Economic Quality Cost* di Industri Plastik Kemasan

Tanggal Ujian (lulus) : 08 Juli 2019

Nama Pembimbing I : Ig. Jaka Mulyana, S.T., M.T., IPM.

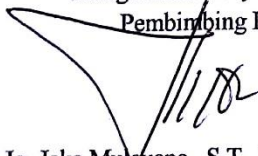
Nama Pembimbing II : Ivan Gunawan S.T., MM.T.

Menyatakan bahwa:

1. Skripsi saya adalah hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil suatu plagiat. Apabila suatu saat dalam skripsi saya tersebut ditemukan hasil plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi akademis terhadap karir saya, seperti pembatalan gelar dari fakultas, dll.
2. Skripsi saya boleh digandakan dalam bentuk apapun oleh pihak Fakultas Teknik Unika Widya Mandala Surabaya sesuai dengan kebutuhan, demi untuk pengembangan ilmu pengetahuan selama penulisan pengarang tetap dicantumkan.
3. Saya telah mengumpulkan laporan skripsi saya tersebut (pada jurusan dan fakultas) dalam bentuk buku maupun data elektronik/cd tersebut, saya bersedia memperbaikinya sampai dengan tuntas.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya, tanpa ada tekanan dari pihak manapun.

Mengetahui/Menyetujui
Pembimbing I



Ig. Jaka Mulyana, S.T., M.T., IPM.
NIK. 531.98.0325

Surabaya, 09 Juli 2019
Yang membuat pernyataan



Andree Leon Agria
NRP. 5303015003

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat dan berkatNya, penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“PENENTUAN BIAYA KUALITAS DENGAN MODEL ECONOMIC QUALITY COST DI INDUSTRI PLASTIK KEMASAN”**. Skripsi ini merupakan penerapan dari berbagai macam teori-teori yang telah didapatkan selama masih kuliah 7 semester. Penulis juga hendak menyampaikan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu selama proses pengerjaan skripsi, baik dari awal hingga tersusun skripsi ini, yang telah bersedia memberikan waktu dan pikiran dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini, yaitu antara lain kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang memberkati seluruh perjalanan saya dalam mengerjakan skripsi ini. Dalam berkat dan lindunganya, skripsi ini mampu terselesaikan
2. Bapak Ig. Joko Mulyono, S.TP., M.T, IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri UKWMS dan dosen pembimbing pertama saya yang memberi arahan yang baik dan tepat selama pengerjaan skripsi.
3. Bapak Ivan Gunawan, S.T., M.MT. selaku pembimbing kedua yang banyak memberikan masukan dan solusi yang saya temukan selama pengerjaan skripsi ini. Juga selalu memberi motivasi dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ayah, ibu, adik, dan kerabat saya yang selalu mendoakan saya supaya berhasil, dan yang selalu memberikan semangat kepada saya selama masa pengerjaan skripsi ini. Juga membantu saya dalam mencari objek penelitian.
5. Teman-teman Teknik Industri 2015 UKWMS yang selalu memotivasi saya untuk mengerjakan dan menyelesaikan skripsi saya tepat waktu.

6. Pihak-pihak yang tidak dapat saya sebutkan diatas yang telah mendukung saya dalam mengerjakan kegiatan kerja praktek ini maupun pembuatan laporan kerja praktek ini.

Akhir kata, penulis mengharapkan skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak, baik dari pihak Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Fakultas Teknik, maupun Jurusan Teknik Industri.

Surabaya, 09 Juli 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pernyataan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Lembar Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah	v
Pernyataan Skripsi	vi
Kata Pengantar	vii
Daftar Isi	ix
Daftar Tabel	xiv
Daftar Gambar	xvii
Abstrak	xviii
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penulisan	4
BAB II : LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Biaya	6
2.1.1 Biaya Produksi	6
2.1.2 Biaya Kualitas <i>Visible</i>	7
2.1.2.1 Biaya Material	7
2.1.2.2 Biaya Mesin.....	8
2.1.2.3 Biaya Tenaga Kerja.....	8
2.1.2.4 Biaya <i>Set-up</i>	9
2.1.2.5 Biaya <i>Material Handling</i>	10
2.1.2.6 Biaya Perbaikan Kegagalan.....	10

2.1.2.7 Biaya Terima dan Antar	11
2.1.3 Biaya Kualitas <i>Invisible</i>	12
2.1.3.1 Biaya <i>Prevention (Preventive Maintenance)</i>	12
2.1.3.1.1 Biaya Perawatan	12
2.1.3.1.2 Biaya Kontrol Proses	13
2.1.3.1.3 Biaya Lain-lain	13
2.1.3.2 Biaya <i>Appraisal</i>	14
2.1.3.2.1 Biaya Sampling, Inspeksi, dan Uji Coba Produk.....	14
2.1.3.2.2 Biaya Lain-lain	15
2.1.3.3 Biaya Peluang	15
2.1.3.3.1 Biaya <i>Idle</i>	15
2.1.3.3.2 Biaya Menunggu	16
2.1.3.3.3 Biaya Kesalahan Eksternal.....	17
2.1.3.4 <i>Non-Quality-Related Activities</i>	17
2.2 Penelitian Sebelumnya.....	18
2.2.1 Model P-A-F	18
2.2.2 Crosby's Model.....	19
2.2.3 <i>Opportunity or Intangible Cost Models</i>	20
2.2.4 Proses Cost Model	21
2.2.5 <i>Activity Based Costing (ABC) Model</i>	22
2.2.6 <i>Quality-Based SPL Cost Estimation Model</i> (qCOPLIMO)	22
2.3 Sistem dan Permodelan.....	23
2.3.1 Definisi Sistem	23
2.3.2 Definisi Model	24
2.3.2.1 Klasifikasi Model Simulasi	24
2.4 Simulasi.....	25

2.4.1 Verifikasi dan Validasi	26
2.5 Kualitas	26
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	28
3.1 Studi Literatur	29
3.2 Mengumpulkan Data	30
3.3 Membuat Model Konseptual.....	30
3.4 Menentukan Variabel dan Elemen Sistem.....	30
3.5 Merumuskan Hipotesis	31
3.6 Menguji Distribusi Data.....	31
3.7 Membuat Model Simulasi.....	32
3.8 Verifikasi dan Validasi Model	32
3.9 Menjalankan Simulasi	32
3.10 Analisis Model Simulasi	32
3.11 Kesimpulan dan Saran	33
BAB IV : PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA	34
4.1 Proses Produksi	34
4.1.1 Penjelasan Model IDEF0.....	38
4.2 Pengumpulan Data.....	39
4.3 Pengolahan Data.....	39
4.3.1 Kemasan (<i>Bag</i>).....	46
4.3.1.1 PB (<i>Poly Bag</i>).....	48
4.3.1.1.1 Validasi Model Simulasi Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Poly Bag</i>	48
4.3.1.1.2 Penentuan Jumlah Replikasi Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Poly Bag</i>	49
4.3.1.1.3 Perhitungan Biaya Kualitas Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Poly Bag</i>	50
4.3.1.2 VP (<i>Vacuum Pack</i>).....	51

4.3.1.2.1 Validasi Model Simulasi Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Vacuum Pack</i>	52
4.3.1.2.2 Penentuan Jumlah Replikasi Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Vacuum Pack</i>	53
4.3.1.2.3 Perhitungan Biaya Kualitas Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Vacuum Pack</i>	54
4.3.1.3 SP (<i>Standing Pouch</i>).....	55
4.3.1.3.1 Validasi Model Simulasi Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Standing Pouch</i>	55
4.3.1.3.2 Penentuan Jumlah Replikasi Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Standing Pouch</i>	56
4.3.1.3.3 Perhitungan Biaya Kualitas Kemasan (<i>Bag</i>)	
Jenis <i>Standing Pouch</i>	57
4.3.2 Gulungan (<i>Roll</i>).....	52
4.3.2.1 <i>Roll</i>	60
4.3.2.1.1 Validasi Model Simulasi <i>Roll</i>	60
4.3.2.1.2 Penentuan Jumlah Replikasi <i>Roll</i>	61
4.3.2.1.3 Perhitungan Biaya Kualitas Jenis <i>Roll</i>	62
4.3.2.2 <i>Lid</i>	63
4.3.2.2.1 Validasi Model Simulasi <i>Lid</i>	64
4.3.2.2.2 Penentuan Jumlah Replikasi <i>Lid</i>	65
4.3.2.2.3 Perhitungan Biaya Kualitas Jenis <i>Lid</i>	66
BAB V : ANALISIS DATA.....	61
5.1 Analisis Sensitivitas.....	61
5.1.1 Analisis Sensitivitas Gaji Pekerja	62
5.1.1.1 <i>Poly Bag</i>	63
5.1.1.2 <i>Vacuum Pack</i>	65
5.1.1.3 <i>Standing Pouch</i>	67

5.1.1.4 <i>Roll</i>	69
5.1.1.5 <i>Lid</i>	71
5.1.2 Analisis Sensitivitas Harga Material	72
5.1.2.1 <i>Poly Bag</i>	73
5.1.2.2 <i>Vacuum Pack</i>	75
5.1.2.3 <i>Standing Pouch</i>	77
5.1.2.4 <i>Roll</i>	79
5.1.2.5 <i>Lid</i>	81
5.1.3 Analisis Sensitivitas Waktu	82
5.1.3.1 <i>Poly Bag</i>	84
5.1.3.2 <i>Vacuum Pack</i>	86
5.1.3.3 <i>Standing Pouch</i>	88
5.1.3.4 <i>Roll</i>	90
5.1.3.5 <i>Lid</i>	92
5.2 Pembahasan	94
5.2.1 <i>Poly Bag</i>	94
5.2.2 <i>Vacuum Pack</i>	95
5.2.3 <i>Standing Pouch</i>	95
5.2.4 <i>Roll</i>	96
5.2.5 <i>Lid</i>	96
BAB VI : KESIMPULAN DAN SARAN	93
6.1 Kesimpulan	97
6.2 Saran	98
DAFTAR PUSTAKA	99
Lampiran	

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Hasil Simulasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Poly Bag</i>	48
Tabel 4.2	Hasil Uji Validasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Poly Bag</i>	49
Tabel 4.3	Hasil Perhitungan Jumlah Replikasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Poly Bag</i>	50
Tabel 4.4	Hasil Perhitungan Biaya Kualitas Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Poly Bag</i>	51
Tabel 4.5	Hasil Simulasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Vacuum Pack</i>	52
Tabel 4.6	Hasil Uji Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Vacuum Pack</i>	52
Tabel 4.7	Hasil Perhitungan Jumlah Replikasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Vacuum Pack</i>	53
Tabel 4.8	Hasil Perhitungan Biaya Kualitas Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Vacuum Pack</i>	54
Tabel 4.9	Hasil Simulasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Standing Pouch</i>	55
Tabel 4.10	Hasil Uji Validasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Standing Pouch</i>	56
Tabel 4.11	Hasil Perhitungan Jumlah Replikasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Standing Pouch</i>	57
Tabel 4.12	Hasil Perhitungan Biaya Kualitas Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Standing Pouch</i>	58
Tabel 4.13	Hasil Simulasi <i>Roll</i>	60
Tabel 4.14	Hasil Uji Validasi <i>Roll</i>	61
Tabel 4.15	Hasil Perhitungan Jumlah Replikasi <i>Roll</i>	62
Tabel 4.16	Hasil Perhitungan Biaya Kualitas Jenis <i>Roll</i>	63
Tabel 4.17	Hasil Simulasi <i>Lid</i>	64
Tabel 4.18	Hasil Uji Validasi <i>Lid</i>	64
Tabel 4.19	Hasil Perhitungan Jumlah Replikasi <i>Lid</i>	65
Tabel 4.20	Hasil Perhitungan Biaya Kualitas Jenis <i>Lid</i>	66

Tabel 5.1	Kriteria Sensitivitas Faktor.....	68
Tabel 5.2	Pengaruh Peningkatan Gaji Pekerja Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Poly Bag</i>	69
Tabel 5.3	Pengaruh Peningkatan Gaji Pekerja Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Vacuum Pack</i>	71
Tabel 5.4	Pengaruh Peningkatan Gaji Pekerja Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Standing Pouch</i>	73
Tabel 5.5	Pengaruh Peningkatan Gaji Pekerja Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Roll</i>	75
Tabel 5.6	Pengaruh Peningkatan Gaji Pekerja Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Lid</i>	77
Tabel 5.7	Pengaruh Peningkatan Harga Material Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Poly Bag</i>	79
Tabel 5.8	Pengaruh Peningkatan Harga Material Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Vacuum Pack</i>	81
Tabel 5.9	Pengaruh Peningkatan Harga Material Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Standing Pouch</i>	83
Tabel 5.10	Pengaruh Peningkatan Harga Material Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Roll</i>	85
Tabel 5.11	Pengaruh Peningkatan Harga Material Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk Jenis <i>Lid</i>	87
Tabel 5.12	Pengaruh Waktu Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk <i>Poly Bag</i>	90
Tabel 5.13	Pengaruh Waktu Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk <i>Vacuum Pack</i>	92
Tabel 5.14	Pengaruh Waktu Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk <i>Standing Pouch</i>	94

Tabel 5.15 Pengaruh Waktu Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk
 Roll 96

Tabel 5.16 Pengaruh Waktu Terhadap Biaya Kualitas Pada Produk
 Lid 98

Tabel 5.17 Hasil Analisa Sensitivitas Setiap Produk 100

Tabel 6.1 Hasil Perhitungan Biaya Kualitas 103

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Model P-A-F Tradisional.....	19
Gambar 2.2	Model P-A-F Modern (<i>Crosby's Model</i>).....	20
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian Bagian 1	28
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian Bagian 2	29
Gambar 4.1	Model IDEF0 Proses Produksi PT. X Produk <i>Poly Bag</i> ..	36
Gambar 4.2	<i>Operation Process Chart</i> (OPC) Proses Produksi <i>Poly Bag</i>	37
Gambar 4.3	Penjelasan Model IDEF0	38
Gambar 4.4	Model Simulasi Kemasan (<i>Bag</i>) Jenis <i>Poly Bag</i>	47
Gambar 4.5	Model Simulasi Gulungan <i>Roll</i>	59
Gambar 5.1	Analisis Sensitivitas Gaji Pekerja (<i>Poly Bag</i>).....	70
Gambar 5.2	Analisis Sensitivitas Gaji Pekerja (<i>Vacuum Pack</i>).....	72
Gambar 5.3	Analisis Sensitivitas Gaji Pekerja (<i>Standing Pouch</i>).....	74
Gambar 5.4	Analisis Sensitivitas Gaji Pekerja (<i>Roll</i>).....	76
Gambar 5.5	Analisis Sensitivitas Gaji Pekerja (<i>Lid</i>).....	78
Gambar 5.6	Analisis Sensitivitas Harga Material (<i>Poly Bag</i>).....	80
Gambar 5.7	Analisis Sensitivitas Harga Material (<i>Vacuum Pack</i>)	82
Gambar 5.8	Analisis Sensitivitas Harga Material (<i>Standing Pouch</i>) ...	84
Gambar 5.9	Analisis Sensitivitas Harga Material (<i>Roll</i>)	86
Gambar 5.10	Analisis Sensitivitas Harga Material (<i>Lid</i>).....	88
Gambar 5.11	Analisis Sensitivitas Waktu (<i>Poly Bag</i>).....	91
Gambar 5.12	Analisis Sensitivitas Waktu (<i>Vacuum Pack</i>).....	93
Gambar 5.13	Analisis Sensitivitas Waktu (<i>Standing Pouch</i>)	95
Gambar 5.14	Analisis Sensitivitas Waktu (<i>Roll</i>)	97
Gambar 5.15	Analisis Sensitivitas Waktu (<i>Lid</i>).....	99

ABSTRAK

Kompetisi yang terjadi dalam dunia industri kemasan plastik semakin ketat. Sehingga tuntutan konsumen terhadap kualitas produk kemasan plastik pun semakin tinggi. Agar dapat memenangkan persaingan, suatu industri kemasan plastik harus mampu menghasilkan produk yang berkualitas tinggi namun dengan harga yang terjangkau. Oleh karena itu, industri harus terus berevolusi dengan mencari dan mengimplementasikan metode-metode baru untuk meningkatkan kualitas sekaligus menurunkan biaya. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan model *Discrete Event Simulation* untuk memodelkan proses produksi pada PT. X dengan tujuan mencari nilai parameter untuk menghitung biaya kualitas pada proses produksi terutama parameter waktu yang hanya secara detil dapat dihasilkan oleh proses simulasi. Model biaya kualitas yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Chiadamrong (2003) dengan melihat biaya kualitas sebagai fungsi dari dua komponen utama yakni: biaya *prevention-appraisal-failure* dan *hidden-opportunity quality loss cost*. Pendekatan pada biaya proses ini memungkinkan melacak biaya yang berhubungan dengan proses produksi dengan tambahan biaya yang berhubungan dengan kualitas. Penelitian ini akan dilakukan di PT. X, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang *packaging* plastik. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan hasil biaya kualitas produk *poly bag* sebesar Rp1.684.400.011, *vacuum pack* sebesar Rp836.230.841, *standing pouch* sebesar Rp799.622.240, *roll* sebesar 1.343.474.853, dan *lid* Rp516.700.647.

Kata Kunci: Simulasi, *Quality cost*, Analisis Sensitivitas