

5 November 2011

# Industrial Engineering Conference

## Peranan Teknik Industri untuk mewujudkan Eko-efisiensi di Industri

(Industrial Engineering Contribution to create Eco-Efficiency in Industry)



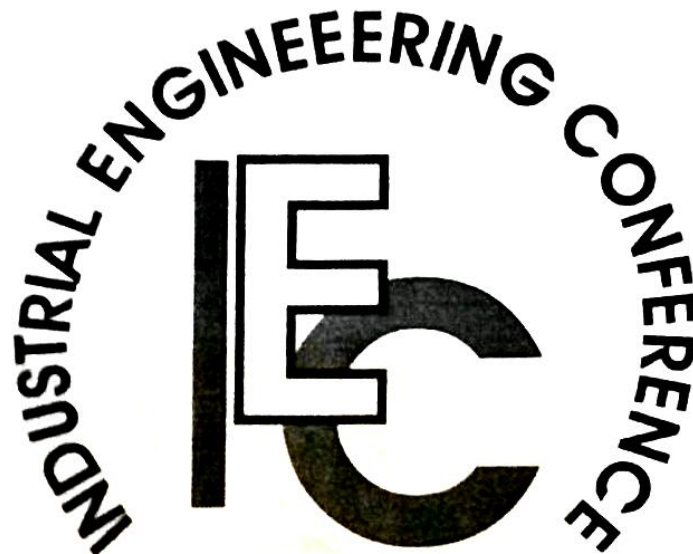
Industrial Engineering Department  
Faculty of Industrial Technology  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"  
Yogyakarta

ISBN 978-979-96854-3-8

PROSIDING SEMINAR NASIONAL - IEC 2011

**PERANAN TEKNIK INDUSTRI UNTUK MEWUJUDKAN  
EKO-EFISIENSI DI INDUSTRI**

5 November 2011



**Teknik Industri - FTI  
U P N "Veteran"  
Yogyakarta**

ISBN. 978-979-96854-3-8

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL 'VETERAN'**

## YOGYAKARTA

### Prosiding Seminar Nasional - Industrial Engineering Conference (IEC) 2011 "PERANAN TEKNIK INDUSTRI UNTUK MEWUJUDKAN EKO-EFISIENSI DI INDUSTRI"

Terbitan : November 2011

Tim Editor : Ahmad Muhsin, S.T., M.Deng  
Yuli Dwi Astanti, S.T.

Tim Reviewer : Agus Ristono, S.T., M.T.  
Laila Nafisah, S.T., M.T.  
Tri Wibawa, S.T., M.T.  
Trismi Ristyowati, S.T., M.T.

Desain Layout : Wikan Widya Kusuma, S.T.

Hak Cipta pada :  
Jurusan Teknik Industri - Fakultas Teknologi Industri  
UPN 'Veteran' Yogyakarta  
Jl. SWK No. 4 (Lingkar Utara), Condongcatur, Yogyakarta.  
Telp : (0274) 486369, Fax : (0274) 486369  
E-mail : [iec.ti@upnyk.ac.id](mailto:iec.ti@upnyk.ac.id)

ISBN. 978-979-96854-3-8

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun, tanpa izin tertulis dari Penerbit

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Warahamtullah Wabarakatuh*

Puji Syukur kita panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat Rahmat dan Hidayah-Nya kami dapat menyelesaikan Prosiding Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference 2011* dengan tema "*Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri*" yang diselenggarakan oleh Jurusan Teknik Industri FTI UPN "Veteran" Yogyakarta pada hari Sabtu, 05 November 2011 bertempat di Gedung Seminar Nyi Ageng Serang UPN "Veteran" Yogyakarta Jl SWK 104 Condongcatur Yogyakarta. Prosiding ini memuat makalah-makalah yang telah dikirimkan pada panitia dan dipresentasikan pada Seminar Nasional tersebut.

Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference 2011* dengan tema "*Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri*" bertujuan untuk memperkenalkan konsep keefisiensi dalam kerangka pembangunan berkelanjutan sebagai salah satu solusi permasalahan lingkungan, memberikan gambaran instrumen eko-efisiensi, penerapan di dunia industri, dan saling keterkaitan antar berbagai pihak baik pelaku industri - pemerintah - akademisi untuk bersama menjalankan konsep keefisiensi guna mendukung keberhasilan produk ramah lingkungan. Makalah yang diterbitkan dalam prosiding ini diseleksi oleh tim reviewer untuk dinilai kelayakan dan kesesuaian atau relevansinya dengan tema Seminar. Makalah yang terkinim juga harus memenuhi standar penulisan dan disesuaikan dengan format yang telah ditentukan oleh panitia. Secara keseluruhan terdapat 26 makalah yang dapat diterbitkan tim prosiding ini setelah disetujui oleh tim reviewer dan menjalani editing oleh tim editor yang terdiri dari Ahmad Muhsin, S.T., M.Eng., dan Yuli Dwi Dwi Astuti, S.T, adapun desain *lay out* prosiding oleh Wikan Widya Kusuma, S.T.

Tim editor menyampaikan ucapan terimakasih kepada Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta, para Wakil Rektor, Dekan, Wakil Dekan FTI, para pejabat, pembicara, pemakalah, peserta seminar dan HMJ Teknik Industri FTI UPN "Veteran" Yogyakarta yang telah berpartisipasi dan mambantu penyelenggaraan acara sehingga dapat tersusun prosiding ini. Harapan kami prosiding ini dapat memberikan sumbangan pemikiran dan manfaat bagi dunia industri dan masyarakat dalam rangka mewujudkan Indonesia yang bersih dan hijau.

*Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.*

Yogyakarta, 05 November 2011  
Tim Editor



**SAMBUTAN KETUA PELAKSANA  
SEMINAR NASIONAL – IEC 2011  
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FTI UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*  
Salam sejahtera untuk kita semua

Yang saya hormati,  
Bapak Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta  
Bapak/Ibu pembicara

Bapak Ir. Polin MW Napitupulu (Disperindagkop & UKM Provinsi DIY)  
Bapak Safrudin Bakti Negara (PT. San Husada Yogyakarta)  
Ibu Ir. Nur Indrianti, M.T., D.Eng (FTI UPN "Veteran" Yogyakarta)

Yang saya hormati, para pejabat di lingkungan FTI UPN "Veteran" Yogyakarta  
Bapak dan ibu pemakalah yang saya hormati, serta para peserta seminar yang berbahagia

Pertama-tama marilah puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Kuasa karena atas rahmat dan hidayah-Nya pada hari ini kita masih dibenarkan nikmat kesehatan dan kesempatan untuk menghadiri seminar ini.

Pada kesempatan ini saya atas nama panitia mengucapkan selamat datang dan berterimakasih telah hadir di ruangan ini dalam acara seminar nasional (*Industrial Engineering Conference*) 2011 yang pada tahun ini mengambil tema "Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri"

Seminar ini merupakan rangkaian kegiatan dan agenda tahunan dari Jurusan Teknik Industri UPN "Veteran" Yogyakarta yang ditujukan untuk memberikan wahana kepada para peneliti, dosen, dan mahasiswa sebagai media sarana berbagi informasi mengenai hasil-hasil penelitian, dan gagasan-gagasan baru yang inovatif guna membuka perspektif dalam perkembangan dunia keilmuan Teknik Industri.

Bapak dan ibu hadirin sekalian

Pada kesempatan ini perkenankan kami dari panitia pelaksana untuk menyampaikan laporan pelaksanaan seminar saat ini, sebagai berikut :

1. Seminar nasional IEC 2011 ini diikuti oleh 200 peserta yang terdiri dari para peneliti, akademisi, praktisi dan mahasiswa dari berbagai Perguruan Tinggi di daerah Jawa Timur, Jawa Tengah, dan DIY. Animo masyarakat akademisi untuk menjadi peserta dalam seminar ini CUKUP BESAR, namun karena kapasitas yang tidak mencukupi maka jumlah peserta untuk tahun ini kami batasi sebanyak maksimal 200 orang karena disesuaikan dengan jumlah tempat duduk yang tersedia. Harapan kami ditahun yang akan datang Seminar semacam ini dapat menampung lebih besar lagi peserta.
2. Seminar ini terbagi menjadi dua sesi yaitu pemaparan makalah utama oleh para pembicara dilanjutkan dengan sesi presentasi makalah hasil-hasil penelitian di sesi kedua setelah istirahat. Jumlah makalah yang masuk kepanitia setelah melalui review dan editing sebanyak 26 makalah.

Selanjutnya kami mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas dukungan dan kerjasama dari seluruh tim panitia dalam mempersiapkan acara ini. Terimakasih juga kami

sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu serta memberikan dukungan dalam bentuk apapun sehingga seminar nasional ini dapat terselenggara.

Harapan kami dalam penyelenggaraan seminar ini dapat memberikan pelayanan yang sebaik-baiknya kepada seluruh hadirin, tetapi betapa sempurnanya persiapan yang dilakukan, kami merasakan masih banyak terdapat hal-hal yang kurang berkenan. Atas nama panitia saya mohon maaf atas kesalahan, kekurangan, kekilafaan, dan ketindaknyamanan yang dirasakan hadirin semua.

Kepada Bapak Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta kami mohon untuk memberikan sambutan sekaligus membuka secara resmi pelaksanaan Seminar Nasional "*Industrial Engineering Conference 2011*" ini. Akhirnya kepada para peserta, saya mengucapkan selamat mengikuti seminar, semoga seminar ini memberikan manfaat bagi para hadirin dan perkembangan Teknik Industri pada umumnya.

Terimakasih  
*Wassalamu'alaikum Wr.Wb.*

Yogyakarta, 5 November 2011  
Ketua Pelaksana

Tri Wibawa, S.T., M.T.  
NPY. 2 7302 00 0228 1



## SAMBUTAN REKTOR

Dalam Acara

### SEMINAR NASIONAL TEKNIK INDUSTRI 2011 "PERANAN TEKNIK INDUSTRI UNTUK MEWUJUDKAN EKO-EFISIENSI DI INDUSTRI"

Gedung Nyi Ageng Serang UPN "Veteran" Yogyakarta  
Sabtu, 05 November 2011

**Assalamu'alaikum Wr. Wb.**

**Selamat pagi dan salam sejahtera untuk kita semua**

Yang saya hormati para nara sumber:

1. Bapak Ir. Polin MW Napitupulu M.Si (Disperindagkop dan UKM DIY)
2. Bapak Safrudin Bakti Negara (PT Sari Husada Yogyakarta)
3. Ibu Ir. Nur Indrianti, M.T., D.Eng. (FTI UPN "Veteran" Yogyakarta)

Bapak dan ibu para pemakalah yang saya hormati  
Wakil Rektor I dan Para Pejabat di Lingkungan FTI UPN "Veteran" Yogyakarta  
Para peserta seminar yang berbabahagia

Puji dan syukur marilah kita panjatkan kehadirat Allah SWT, Tuhan yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang, karena atas perkenannya pada hari ini kita dapat berkumpul disini untuk bersama-sama mengikuti acara **Seminar Nasional Teknik Industri 2011** dengan tema "**Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-efisiensi di Industri**".

Saya selaku Pimpinan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta mengucapkan selamat datang di kampus UPN "Veteran" Yogyakarta, semoga seluruh hadirin mendapatkan nuansa hijau dan nyaman sesuai dengan tema tersebut diatas selama berada disini, dan dapat mengikuti seminar dengan bahagia sampai acara selesai nanti.

Bapak dan ibu sekalian

Kita ketahui bahwa perkembangan industri yang terus meningkat memberikan keuntungan yang signifikan bagi pertumbuhan ekonomi nasional, namun disamping itu juga memberikan dampak efek negatif bagi masyarakat dengan terjadinya pencemaran lingkungan dan terganggunya kesehatan.

Limbah polutan yang dihasilkan Industri mengakibatkan degradasi lingkungan, sementara kesadaran pelaku usaha terhadap upaya pelestarian lingkungan masih rendah, terbukti dengan masih banyaknya tersiar berita yang mengabarkan kalangan industri yang membuang limbah dan sampah sembarangan di sungai, saluran air, dan sembarang tempat.

Salah satu upaya yang dilakukan pemerintah adalah dengan membuat konsep pembangunan berkelanjutan dengan menitikberatkan penekanan pada aspek ekologi, ekonomi, dan sosial. Eko-efisiensi merupakan salah satu instrumen yang digunakan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan dengan jalan melakukan manajemen lingkungan industri.

Eko-efisiensi mengutamakan adanya efisiensi dalam penggunaan bahan baku, air, dan energi dalam industri sehingga proses produksi yang terjadi berjalan secara efektif dan efisien serta menghasilkan limbah yang minimal bahkan *zero waste*.

Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference 2011* dengan tema "*Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri*" bertujuan untuk memperkenalkan konsep eko-efisiensi dalam kerangka pembangunan berkelanjutan sebagai salah satu solusi permasalahan lingkungan, memberikan gambaran instrumen eko-efisiensi, penerapan di dunia industri, dan saling keterkaitan antar berbagai pihak baik pelaku industry - pemerintah - akademisi untuk bersama menjalankan konsep ekoefisiensi guna mendukung keberhasilan produk ramah lingkungan

Berkaitan dengan hal tersebut di atas saya menyambut gembira dengan diselenggarakannya seminar pada hari ini dengan mendatangkan narasumber yang berkompeten dibidangnya. Semoga materi yang disampaikan memberikan semangat kepada kita semua untuk ikut berperan dalam penerapan eko-efisiensi.

Terima kasih atas kehadiran dan perhatian bapak/ibu sekalian, juga kepada panitia yang sudah bekerja keras mempersiapkan terselenggaranya acara ini. Akhirnya dengan mengucapkan *Bismillahirrohmanirrohim* Seminar Nasional *Industrial Engineering Conference 2011* dengan tema "*Peranan Teknik Industri untuk Mewujudkan Eko-Efisiensi di Industri*" dengan resmi saya nyatakan dibuka.

Demikianlah yang dapat saya sampaikan. Marilah kita panjatkan doa kehadirat Allah SWT, Semoga Tuhan YME senantiasa memberikan petunjuk dan kekuatan kepada kita semua.

**Selamat melaksanakan seminar, terima kasih dan Wassalamu'alaikum Wr. Wb.**

Yogyakarta, 05 November 2011  
Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta,

**Prof. Dr. H. Didit Welly Udjiyanto, M.S.**  
NIP. 19590620 198603 1 001



## DAFTAR ISI

|   | Hlm  |
|---|------|
| Cover Dalam   | i    |
| ISBN  | ii   |
| Kata Pengantar  | iii  |
| Sambutan Ketua Panitia  | iv   |
| Sambutan Rektor UPN "Veteran" Yogyakarta  | vi   |
| Daftar Isi  | viii |
| <br>  |      |
| <b><u>MAKALAH UTAMA :</u></b>   |      |
| Nur Indrianti_ Eco-Efficiency sebagai Instrumen Manajemen Lingkungan Industri   | 1    |
| <br>  |      |
| <b><u>MAKALAH PRESENTASI :</u></b>  |      |
| Ahmad Muhsin_PEMANFAATAN LIMBAH HASIL PENGOLAHAN PABRIK TEBU BLOTONG MENJADI PUPUK ORGANIK  | 1-1  |
| Ahmad Muhsin, Dyah Rachmawati Lucitasari_ANALISA STRATEGIS PENGEMBANGAN PRODUK RAMAH LINGKUNGAN GUNA MEWUJUDKAN EKONOMI BERAWASAN LINGKUNGAN DI PROVINSI DIY  | 2-1  |
| Puryani, A. Soepardi, N.K. Sari_PENGEMBANGAN MODEL PENJADWALAN <i>PREVENTIVE MAINTENANCE</i> UNTUK MEMINIMASI <i>DOWNTIME</i>   | 3-1  |
| Budiarto, Tedy Agung Cahyadi _PERANAN KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA (K3) DALAM KEGIATAN PELEDAKAN MINERAL DAN BATUBARA  | 4-1  |
| Cahyono Sigit Pramudyo, Dina Ayu Ratnasari_ANALISIS PERSEDIAAN MATERIAL MULTI PRODUK MENGGUNAKAN <i>MATERIAL REQUIREMENT PLANNING</i> PADA PT. YOGYA INDO GLOBAL  | 5-1  |
| Jaka Purwanta_DAMPAK USAHA PEMANCINGAN PAKEM SARI TERHADAP KUALITAS LINGKUNGAN DI SEKITARNYA  | 6-1  |
| Jaka Pumama, Agung Rasmito _MODEL <i>MATERIAL REQUIREMENT PLANNING(MRP)</i> UNTUK MENGOPTIMALKAN OUTPUT PRODUKSI PADA PRODUK CAIR   | 7-1  |
| Trismi Ristyowati_ANALISIS KELAYAKAN INVESTASI PENGGANTIAN MESIN PRINTING PADA INDUSTRI BATIK AKIBAT ALIH TEKNOLOGI   | 8-1  |
| Fakhrina Fahma, Irwan Iftadi, Tri Wijayanti_PENENTUAN PRIORITAS PERBAIKAN LAYANAN KERETA API PRAMBANAN EKSPRESS BERDASARKAN PERSEPSI KONSUMEN DENGAN METODE IPA DAN MODEL KANO  | 9-1  |
| Irwan Iftadi, Yusuf Priyandari, Fatchul Muflich_PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB UNTUK PENGOLAHAN DATA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (P2M) DI FAKULTAS TEKNIK   | 10-1 |
| Rahmaniyah Dwi Astuti, Ilham Priadythama, Asti Suarti Pane _PERANCANGAN ALAT PENCETAK LILIN SISTEM PARALLEL CASTING SEBAGAI ALAT BANTU DALAM PERBAIKAN POSTUR KERJA DAN PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PENCETAKAN LILIN STEARINE NONEKONOMI (Studi Kasus: Home Industry "Blue Star" Nusukan) | 11-1 |
| Taufiq Rochman, Rahmaniyah Dwi Astuti, Iskandar Fajar M _PERBAIKAN FASILITAS FISIK DAN CARA KERJA OPERATOR SPBU BERDASARKAN PENDEKATAN BEBAN KERJA, SIKAP KERJA DAN ANTHROPOMETRI (Studi Kasus di SPBU Begajah Sukoharjo)   | 12-1 |

|  |      |
|--|------|
| Irwan Soejanto_PENINGKATAN KUALITAS PRODUK SEMEN DENGAN PENERAPAN METODE SIX SIGMA   | 13-1 |
| Gunawan Madyono Putro_MODEL PERSEDIAAN PERIODIC REVIEW MENGGUNAKAN PROGRAM DINAMIS   | 14-1 |
| Sutrisno, Muhammad Faisal Efendi_APLIKASI EVOLUTIONARY ALGORITHM DALAM MASALAH PENJADWALAN PRODUKSI  | 15-1 |
| Yuli Dwi Astanti_PELUANG PENERAPAN KONSEP SUSTAINABLE MANUFACTURING PADA PRODUK MASS CUSTOMIZATION   | 16-1 |
| Tri Wibawa, sadi_PENDEKATAN BIOMEKANIKA UNTUK MENENTUKAN GAYA TEKAN DI PERTEMUAN LUMBAR LIMA DAN SACRUM SATU (L5/S1) PADA PEKERJAAN PENANAMAN PADI   | 17-1 |
| Mochammad Chaeron_Reconfigurable Manufacturing Systems: Satu Tinjauan  | 18-1 |
| Eko Nursubiyantoro, Nur Indrianti dan Puryani_KEBIJAKAN PERSEDIAAN PROBABILISTIK PADA KONDISI LOST SALES DENGAN MEMPERTIMBANGKAN QUANTITY DISCOUNT   | 19-1 |
| A.N.Hardianti, Adityarini, A.P.Rini, dan A. Soepardi_Perancangan Alat Bantu Pada Proses Pengepresan Kardus Bekas   | 20-1 |
| Endah Utami, Mukhammad Dzulqomain_UPAYA PENINGKATAN KUALITAS PELAYANAN PROSES BELAJAR-MENGAJAR MENGGUNAKAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT MELALUI PENDEKATAN IMPORTANCE PERFORMANCE ANALYSIS (Studi Kasus : di Kampus III Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta) | 21-1 |
| Enty Nur Hayati_OPTIMASI ALAT ANGKUT PENGIRIMAN BERAS (Studi Kasus pada PT Umbul Berlian Semarang)   | 22-1 |
| Yasrin Zabidi_PERANCANGAN SISTEM EVALUASI KINERJA UPT PERPUSTAKAAN SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI ADISUTJIPTO  | 23-1 |
| Laila Nafisah, Rachmad Krisno Aji_PERENCANAAN PENGENDALIAN PERSEDIAAN PADA SISTEM DISTRIBUSI DUA LEVEL DENGAN KEBIJAKAN PEMESANAN KONGRUENSIAL   | 24-1 |
| Agus Ristono_ALGORITMA TABU SEARCH UNTUK MASALAH MULTI-DIMENSIONAL KNAPSACK PROBLEM (MDKP)   | 25-1 |
| Dyah Rachmawati L, Tri Wibawa, Andhi Wuryanto_VALUE ENGINEERING SEBAGAI METODE UNTUK MODIFIKASI PERANCANGAN ALAT PERONTOK BULU AYAM  | 26-1 |

# VALUE ENGINEERING SEBAGAI METODE UNTUK MODIFIKASI PERANCANGAN ALAT PERONTOK BULU AYAM

Oleh:

**Dyah Rachmawati L, Tri Wibawa, Andhi Wuryanto**  
Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri,  
Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Yogyakarta  
Email: [dlucitsari@yahoo.co.id](mailto:dlucitsari@yahoo.co.id)

## ABSTRAK

*Alat perontok bulu ayam adalah salah satu jenis alat tepat guna yang membantu proses perontokan bulu ayam. Pada alat perontok bulu ayam yang sudah ada dipasaran masih belum aman, dalam proses pembilasan masih manual, dan fitur kurang lengkap. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan berbagai alternatif pengembangan yang dapat mendukung perancangan alat perontok bulu ayam sehingga hasil perancangan memiliki nilai dan performansi yang lebih baik dari pada alat sebelumnya.*

*Perancangan dilakukan dengan metode value engineering yang menganalisa hasil pengembangan alat perontok bulu ayam dengan menggunakan lima langkah yaitu: tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, tahap pengembangan, dan tahap presentasi.*

*Hasil analisis memberikan kesimpulan bahwa alternatif pengembangan terbaik adalah melakukan pengembangan pada desain, bahan baku, penutup atas tabung, saluran air, pintu pembuka tabung, posisi mesin.*

*Kata Kunci: value engineering, Perontok Bulu Ayam, perancangan alat*

## PENDAHULUAN

Perkembangan zaman mempengaruhi kebutuhan manusia, termasuk dalam hal penggunaan dan pengembangan teknologi maupun metode yang dapat digunakan untuk menjalankan kegiatan sehingga memunculkan suatu ide atau kreatifitas untuk menghasilkan produk yang lebih bermutu, memperoleh kenyamanan dalam bekerja dan dapat mengoptimalkan hasil kerja.

Berdasar pengamatan di suatu industri rumah tangga khususnya rumah pemotongan ayam diperlukan suatu teknologi alat tepat guna untuk mempercepat proses pembersihan bulu-bulu ayam. Pada mulanya proses pembersihan bulu ayam dilakukan dengan tangan, dalam perkembangannya digunakan suatu alat perontok bulu ayam dengan motor listrik sebagai penggerakannya dan dengan desain yang masih sederhana. Penelitian ini dimaksudkan untuk mengembangkan dan merancang alat perontok bulu dengan modifikasi yang ditawarkan sesuai kebutuhan dan keinginan pengguna.

Pada alat perontok bulu ayam yang sudah ada di pasaran pengambilan ayam dari dalam tabung silinder masih cukup berbahaya karena tangan masuk ke dalam alat yang masih berputar, dalam proses pembilasan masih menuang air menggunakan gayung, karet streng mudah aus karena kena air, dan bulu-bulu ayam berhamburan keluar dari tabung silinder.

Modifikasi desain dan bahan serta beberapa fungsi pendukung untuk meningkatkan performansi alat perontok bulu ayam tersebut perlu dilakukan supaya modifikasi dapat diterima konsumen serta memiliki daya saing yang tinggi. Salah satu strategi yang tepat yaitu dengan mendesain alat perontok bulu ayam dengan pendekatan rekayasa nilai (*Value Engineering*). Rekayasa nilai adalah suatu teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi metode-metode untuk melaksanakan fungsi-fungsi yang diharapkan dan penggunaan produk dengan biaya yang terjangkau oleh pengguna.

## PENGOLAHAN DATA

Dengan studi Rekayasa Nilai akan membantu dalam meminimasi biaya-biaya dalam membuat suatu desain dan mencoba menampilkan ide-ide baru yang berkaitan dengan produk yang sedang dikembangkan serta meningkatkan performansi produk tersebut.

Setelah informasi dikumpulkan dalam studi literatur kemudian dilakukan identifikasi elemen yang akan diteliti dimana dalam penelitian ini berhubungan dengan modifikasi desain dan modifikasi beberapa bagian peralatan pada alat perontok bulu. Modifikasi yang dihasilkan ini nantinya diharapkan dapat memberikan nilai tambah atau menaikkan performansi dari alat perontok bulu sehingga dapat diterima konsumen dan mampu menaikkan angka penjualan.

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh dengan melakukan wawancara langsung pada pengguna alat perontok bulu ayam dan beberapa data sekunder dari ahli pembuat alat perontok bulu ayam.

Data ini berupa informasi-informasi yang diperoleh dengan mempelajari literatur-literatur yang berhubungan dengan rencana kerja 5 tahap (*Five Phase Job Plan*) yaitu

1. Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan langkah awal dari rekayasa nilai. Pada tahapan ini membahas hal-hal yang berkaitan dengan Alat perontok bulu ayam, dengan cara mengumpulkan berbagai informasi dan data yang diperlukan baik dengan melakukan pengamatan, wawancara langsung, mencari literatur yang mendukung dan membuat kuisioner.

2. Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif akan dibangun ide-ide untuk memodifikasi Alat perontok bulu ayam setelah semua informasi terkumpul.

3. Tahap Analisa

Pada tahap ini merupakan tahap kelanjutan dari tahap sebelumnya, dalam hal ini akan dilakukan beberapa evaluasi antara lain tingkat kepentingan, perhitungan penilaian dengan matrik kelayakan, analisa pembobotan dan perhitungan performansi dengan matrik evaluasi.

4. Tahap Pengembangan

Dalam tahap pengembangan ini akan dibahas mengenai analisa keuntungan dan kerugian dari masing-masing modifikasi, analisa biaya, perhitungan nilai.

5. Tahap Presentasi

pada tahap ini akan mempresentasikan atau menjelaskan alternatif yang dipilih pada tahap sebelumnya. Presentasi ini bertujuan meyakinkan para pengambil keputusan bahwa alternatif yang diambil adalah alternatif terbaik dan menguntungkan.

Setelah melakukan 5 tahap tersebut analisa yang dilakukan menjadi dasar dari perancangan produk lalu pada tahap akhir akan didapatkan kesimpulan dan saran bagi penelitian selanjutnya

Pada tahap analisa ini merupakan tahap kelanjutan dari tahap informasi dan kreatif, dalam hal ini akan dilakukan beberapa evaluasi antara lain tingkat kepentingan, Perhitungan Penilaian dengan Matrik Kelayakan, Analisa Pembobotan dan Perhitungan Performansi dengan Matrik Evaluasi.

### **Prioritas Tingkat Kepentingan**

Tahap ini merupakan merupakan tahap untuk mengetahui tingkat kepentingan berdasarkan keinginan konsumen. Untuk mengetahui keinginan konsumen, sebelumnya diberikan kuisioner kepada konsumen yang berisi urutan prioritas kriteria. Pada penelitian ini kuisioner diberikan kepada 50 responden. Dimana para responden tersebut adalah pengguna dan orang yang mengerti tentang alat perontok bulu ayam. Dimana pada table penentuan prioritas ini berisi nilai antara 0 sampai 10. Bila kriteria tersebut sangat penting nilainya mendekati angka 10 dan sebaliknya bila kriteria tersebut tidak penting nilainya akan mendekati 0. Dengan demikian kriteria yang diinginkan konsumen akan diketahui melalui skor/nilai yang diberikan oleh para responden.

Dari analisa data di atas maka urutan tingkat kepentingan untuk tiap kriteria penilaian adalah :

1. Bahan baku ( Penting)

2. Desain produk ( Penting)
3. Saluran air (Cukup penting)
4. Fitur( Cukup penting )
5. posisi mesin (Cukup penting)

### Matrik Kelayakan

Matrik kelayakan dilakukan dengan tujuan untuk menyeleksi alternatif modifikasi yang diusulkan agar lebih memenuhi tujuan yang diinginkan. Dalam membuat matrik kelayakan harus mempertimbangkan Kriteria-kriteria kelayakan agar tujuan yang diinginkan dapat terpenuhi.

Kriteria penilaian dari modifikasi ini antara lain:

1. Desain produk :Penilaian ini untuk menilai desain dari alat perontok bulu yaitu kemudahan dan praktis tidaknya dalam penggunaan .
2. Bahan baku :Penilaian ini untuk menilai bahan yang digunakan serta *finishing* dari produk.
3. Fitur :Penilaian ini untuk menilai fitur atau kelengkapan yang tersedia
4. Posisi mesin :Penilaian ini untuk menilai posisi mesin yang dipasang secara horizontal maupun vertikal. Hal ini berpengaruh pada keawetan mesin dan penggunaan 2 sumber tenaga yang berbeda.
5. Saluran air :Penilaian ini menilai penggunaan saluran air untuk mengurangi aktifitas kerja (menghilangkan aktifitas menuang air menggunakan gayung pada proses pembilasan masih )

Hasil dari penilaian matrik kelayakan di tunjukan pada tabel 1.

**Table 1. Penilaian matrik kelayakan**

| Modifikasi | KRITERIA      |            |       |              |             | Total | Ranking |
|------------|---------------|------------|-------|--------------|-------------|-------|---------|
|            | Desain Produk | Bahan Baku | Fitur | Posisi Mesin | Saluran Air |       |         |
| AWAL       | 273           | 278        |       | 271          |             | 822   | 5       |
| I          | 289           | 284        | 287   | 296          | 282         | 1149  | 4       |
| II         | 337           | 299        | 285   | 298          | 294         | 1513  | 1       |
| III        | 306           | 302        | 273   | 297          | 283         | 1461  | 3       |
| IV         | 359           | 289        | 281   | 296          | 274         | 1499  | 2       |

### Matrik Evaluasi

Pada matrik evaluasi ini kriterianya diambil dari data kuisioner dengan pertimbangan aspek prioritas utama yang berpengaruh terhadap modifikasi. Dalam matrik ini setiap kriteria akan diberikan nilai antara 1 sampai 5, dimana kuisioner ini diberikan kepada 50 responden. Penilaian ini diberikan untuk memudahkan dalam mempertimbangkan modifikasi yang akan dipilih. Acuan nilai dalam pembobotan kriteria ini adalah:

**Nilai 1 = Sangat kurang; Nilai 2 = Kurang; Nilai 3 = Cukup;**

**Nilai 4 = Baik ; Nilai 5 = Sangat baik**

Hasil penilaian dari matrik evaluasi dapat dilihat pada tabel 2

**Tabel 2. Hasil penilaian matrik evaluasi**

| Modifikasi | KRITERIA      |            |       |              |             | Total | Ranking |
|------------|---------------|------------|-------|--------------|-------------|-------|---------|
|            | Desain Produk | Bahan Baku | Fitur | Posisi Mesin | Saluran Air |       |         |
| AWAL       | 154           | 158        |       | 145          |             | 457   | 5       |
| I          | 166           | 159        | 153   | 142          | 137         | 757   | 4       |
| II         | 169           | 171        | 182   | 188          | 146         | 856   | 1       |
| III        | 167           | 164        | 154   | 162          | 142         | 789   | 3       |
| IV         | 182           | 161        | 152   | 171          | 134         | 800   | 2       |

## Pembobotan Kriteria

Dalam pembobotan kriteria akan dilakukan perbandingan dari bobot untuk masing-masing kriteria dengan menggunakan matrik perbandingan berpasangan. Proses pembobotan kriteria ini didasarkan pada tingkat kepentingannya dengan acuan tabel perbandingan berpasangan. Dengan matrik berpasangan akan dilakukan normalisasi dengan cara membagi entry dengan jumlah kolom yang bersangkutan sehingga diperoleh bobot tiap kriteria atau biasa disebut *eugen vector*. Proses dalam melakukan pembobotan kriteria terdiri dari beberapa tahap yaitu :

1. Memberikan skor pada perbandingan kriteria
2. Mengubah skor perbandingan dalam bentuk tabel banding berpasangan
3. Menjumlahkan skor menurut kolom
4. Melakukan normalisasi dan rata-rata menurut baris dalam desimal

Dalam proses matrik banding berpasangan, untuk menentukan banyaknya entri digunakan rumus :

$$\text{Banyak entri} = (n^2 - n) / 2$$

Dengan  $n$  = banyaknya kriteria.

Sehingga banyaknya entri dalam penelitian ini sebanyak :

$$\text{Banyaknya entri} = (5^2 - 5) / 2 = 10$$

Dari 5 kriteria akan dibandingkan dengan memberikan skor perbandingan berpasangan. Dimana nilai ini di dapat dari orang yang benar-benar paham dalam hal ini. Hasil dari perbandingan kepentingan didapat pada tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Matrik Perbandingan Berpasangan

| KRITERIA     | Desain | Bahan baku | Fitur | Posisi mesin | Saluran air |
|--------------|--------|------------|-------|--------------|-------------|
| Desain       | X      | 1          | 2     | 2            | 3           |
| Bahan baku   | X      | X          | 3     | 2            | 2           |
| Fitur        | X      | X          | X     | 1/3          | 1/2         |
| Posisi mesin | X      | X          | X     | X            | 2           |
| Saluran air  | X      | X          | X     | X            | X           |

Tabel 4. Matrik Banding Berpasangan Kriteria Matrik Evaluasi

| KRITERIA     | Desain | Bahan baku | Fitur | Posisi mesin | Saluran air |
|--------------|--------|------------|-------|--------------|-------------|
| Desain       | 1      | 1          | 2     | 2            | 3           |
| Bahan baku   | 1/1    | 1          | 3     | 2            | 2           |
| Fitur        | 1/2    | 1/3        | 1     | 1/3          | 1/2         |
| Posisi mesin | 1/2    | 1/2        | 3     | 1            | 2           |
| Saluran air  | 1/3    | 1/2        | 2     | 1/2          | 1           |

Tabel 5. Jumlah Matrik Banding Berpasangan Menurut Kolom

| KRITERIA      | Desain      | Bahan baku  | Fitur     | Posisi mesin | Saluran air |
|---------------|-------------|-------------|-----------|--------------|-------------|
| Desain        | 1           | 1           | 2         | 2            | 3           |
| Bahan baku    | 1/1         | 1           | 3         | 2            | 2           |
| Fitur         | 1/2         | 1/3         | 1         | 1/3          | 1/2         |
| Posisi mesin  | 1/2         | 1/2         | 3         | 1            | 2           |
| Saluran air   | 1/3         | 1/2         | 2         | 1/2          | 1           |
| <b>JUMLAH</b> | <b>10/3</b> | <b>20/6</b> | <b>11</b> | <b>35/6</b>  | <b>17/2</b> |

**Tabel 6 Matrik yang dinormalisasi dan rata-rata jumlah**

| KRITERIA     | Desain | Bahan baku | Fitur | Posisi mesin | Saluran air | Rata - Rata Baris |
|--------------|--------|------------|-------|--------------|-------------|-------------------|
| Desain       | 3/10   | 6/20       | 2/11  | 12/35        | 6/17        | 0.295             |
| Bahan baku   | 3/10   | 6/20       | 3/11  | 12/35        | 4/17        | 0.290             |
| Fitur        | 3/20   | 6/60       | 1/11  | 6/105        | 2/34        | 0.091             |
| Posisi mesin | 3/20   | 6/40       | 3/11  | 6/35         | 4/17        | 0.196             |
| Saluran air  | 3/30   | 6/40       | 2/11  | 6/70         | 2/17        | 0.127             |

### Uji Konsistensi

Uji konsistensi dilakukan untuk mengetahui seberapa baik konsistensi dari bobot yang diberikan. Konsistensi dikatakan baik jika nilainya  $\leq 0,1$  dan sebaliknya konsistensi dikatakan buruk jika nilainya  $> 0,1$ . proses dalam uji konsistensi terdiri dari beberapa langkah yaitu :

- Nilai pada matrik banding berpasangan di ubah dalam bentuk desimal
- Nilai matrik dalam bentuk desimal dikalikan *eugen vector*
- Menjumlahkan hasil perkalian menurut baris tiap kriteria
- Membagi hasil penjumlahan dengan *eugen vector* sehingga didapat *eugen value* ( $\lambda$ )
- Menentukan nilai indeks konsistensi dengan rumus :

$$CI = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1)$$

Dengan  $n$  = jumlah kriteria

- Membagi nilai indeks konsistensi dengan nilai indeks rasio

Uji konsistensi tiap bobot criteria sebagai berikut :

**Tabel 7 Matrik banding berpasangan dalam bentuk desimal**

| KRITERIA     | Desain<br>(0.295) | Bahan baku<br>(0.290) | Fitur<br>(0.091) | Posisi mesin<br>(0.196) | Saluran air<br>(0.127) | Jumlah Nilai |
|--------------|-------------------|-----------------------|------------------|-------------------------|------------------------|--------------|
| Desain       | 0.295             | 0.290                 | 0.182            | 0.392                   | 0.381                  | 1.54         |
| Bahan baku   | 0.295             | 0.290                 | 0.273            | 0.392                   | 0.254                  | 1.504        |
| Fitur        | 0.148             | 0.096                 | 0.091            | 0.065                   | 0.064                  | 0.464        |
| Posisi mesin | 0.148             | 0.145                 | 0.273            | 0.196                   | 0.254                  | 1.016        |
| Saluran air  | 0.097             | 0.145                 | 0.182            | 0.098                   | 0.127                  | 0.649        |

**Tabel 8. Nilai Eugen Value**

| JUMLAH NILAI                         | EUGEN VEKTOR | EUGEN VALUE ( $\lambda$ ) |
|--------------------------------------|--------------|---------------------------|
| 1.54                                 | 0.295        | 5.220                     |
| 1.504                                | 0.290        | 5.186                     |
| 0.464                                | 0.091        | 5.099                     |
| 1.016                                | 0.196        | 5.184                     |
| 0.649                                | 0.127        | 5.110                     |
| Rata - rata nilai $\lambda$ maksimum |              | 5.153                     |

$$\text{Nilai Consistensi Index (CI)} = (\lambda \text{ maks} - n) / (n - 1)$$

$$= (5.153 - 5) / (5-1)$$

$$= 0.038$$

$$\text{Nilai Consistensi Ratio} = CI / RI$$

Dimana nilai RI diperoleh dari tabel index random, untuk  $n = 5$  maka

$$= 0.038 / 1.12$$

$$= 0.033$$

Tabel 9. Perhitungan Performansi

| Modifikasi  | KRITERIA EVALUASI        |               |                        |                          |                            | Pn      | Ranking |
|-------------|--------------------------|---------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|---------|---------|
|             | Sistem Pendingin (0.295) | Fitur (0.290) | Kualitas Bahan (0.091) | Desain Ergonomis (0.196) | Peredam Kebisingan (0.127) |         |         |
| Desain awal | 154                      | 158           |                        | 145                      |                            | 119.67  | 5       |
| Modif I     | 166                      | 159           | 153                    | 142                      | 137                        | 154.234 | 4       |
| Modif II    | 169                      | 171           | 182                    | 188                      | 146                        | 171.397 | 1       |
| Modif III   | 167                      | 164           | 154                    | 162                      | 142                        | 160.625 | 3       |
| Modif IV    | 182                      | 161           | 152                    | 171                      | 134                        | 164.746 | 2       |

Tabel 10 Hasil Perhitungan Prioritas Level III

| Modifikasi | Kriteria |            |       |              |             | Jumlah | Ranking |
|------------|----------|------------|-------|--------------|-------------|--------|---------|
|            | Desain   | Bahan baku | Fitur | Posisi mesin | Saluran air |        |         |
| Awal       | 0.025    | 0.025      | 0.006 | 0.017        | 0.005       | 0.072  | 5       |
| 1          | 0.033    | 0.034      | 0.010 | 0.013        | 0.016       | 0.090  | 4       |
| 2          | 0.125    | 0.111      | 0.030 | 0.009        | 0.043       | 0.320  | 1       |
| 3          | 0.051    | 0.056      | 0.018 | 0.078        | 0.035       | 0.249  | 2       |
| 4          | 0.06     | 0.061      | 0.024 | 0.066        | 0.025       | 0.237  | 3       |

Dari perhitungan prioritas level III dapat dinyatakan bahwa alternatif modifikasi awal memiliki bobot prioritas sebesar (0,72), modifikasi I sebesar (0.090), modifikasi II sebesar (0.320), modifikasi III sebesar (0.249), dan modifikasi IV sebesar (0.237). Sehingga modifikasi II adalah modifikasi yang dipilih karena memiliki nilai prioritas tertinggi sebesar (0,320)

**Penentuan Nilai (Value)**

Berdasarkan nilai performansi dan biaya modifikasi diatas maka kedua nilai tersebut akan dibandingkan untuk memperoleh nilai teknik (*Value engineering*) yang digunakan sebagai pembandingan desain modifikasi.

Perhitungan nilai ditentukan dengan menggunakan rumus:

$$V_{max} = \frac{P}{C_{min}} \dots\dots\dots(1)$$

Dengan : V = Nilai (value)  
P = Performansi  
C = Biaya

Nilai P merupakan angka besaran, maka perlu dikonversikan menjadi satuan biaya. Pengkonversian diperoleh dengan melakukan perbandingan performansi alternatif awal dengan alternatif ke - n yaitu :

$$V_o = V_n \dots\dots\dots(2)$$

$$\frac{P_o}{C_o} = \frac{P_n}{C_n} \dots\dots\dots(3)$$

$$C_n = \frac{P_n \times C_o}{P_o} \dots\dots\dots(4)$$

C<sub>n</sub> adalah satuan besaran nilai rupiah untuk performansi sebesar P<sub>n</sub>.



$$C'_n = \frac{P_n}{C_n} = \frac{C'_n}{C_n} \dots\dots\dots (5)$$

- dimana :
- $V_o$  = Nilai (value) alternatif awal
  - $V_n$  = Nilai (value) alternatif produk ke - n
  - $P_o$  = Performansi awal
  - $P_n$  = Performansi produk ke - n
  - $C_o$  = Biaya desain awal
  - $C_n$  = Biaya alternatif produk ke - n
  - $C'_n$  = Performansi alternatif produk ke - n dalam rupiah

Berdasar rumus 6 nilai alternatif awal adalah sebesar 1, yang nantinya dapat dipakai sebagai bahan acuan untuk memilih modifikasi terbaik, sehingga suatu performansi dalam rupiah dihargai sebesar n, sehingga dengan menggunakan persamaan diatas, masing-masing modifikasi dibandingkan dengan desain awal.

$$1 = \frac{nxP_o}{C_o} \dots\dots\dots (6)$$

$$n = \frac{C_o}{P_o} \dots\dots\dots (7)$$

$$n = \frac{650.000}{119,67} = 5431,60$$

Untuk alternatif I

$$V = \frac{nxP_{10}}{C_{10}} \dots\dots\dots (8)$$

$$V = \frac{5431.60 \times 154.234}{774000}$$

$$V = 1,082$$

Dengan menggunakan rumus 8 akan diperoleh nilai (value) untuk tiap-tiap alternatif modifikasi dan desain awal diperlihatkan pada tabel 11 berikut:

**Tabel 11 Perhitungan Nilai (Value)**

| Modifikasi | Pn      | N       | Cn      | Vn    |
|------------|---------|---------|---------|-------|
| Awal       | 119.67  | 5431,60 | 650000  | 1     |
| I          | 154.234 | 5431,60 | 774000  | 1.082 |
| II         | 171.397 | 5431,60 | 737000  | 1.263 |
| III        | 160.625 | 5431,60 | 693.000 | 1.259 |
| IV         | 164.746 | 5431,60 | 791.000 | 1,131 |

Berdasarkan tabel 11 maka modifikasi yang memiliki nilai terbesar merupakan modifikasi terbaik. Dimana modifikasi yang memiliki nilai tertinggi adalah modifikasi II dengan nilai 1,263, sehingga modifikasi II tersebut layak dirancang

**Pembahasan**

Berdasarkan pengamatan, perhitungan dan analisa maka diperoleh perbandingan antara desain awal dan desain alternative terpilih yang akan direalisasikan yaitu alternative II. Berikut adalah perbandingan dari desain awal dan desain alternative II:

**1. Desain Awal**

Adapun pembahasan mengenai desain awal secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

1. Desain awal belum mengalami pengembangan dan hanya memiliki fungsi standar
2. Bahan baku desain awal: kerangka utama dengan bahan besi siku, tabung silinder dengan bahan aluminium, piringan putar bordes, karet perontok dari jenis karet TXZ
3. Proses pembilasan belum optimal karena masih menggunakan gayung (manual) sehingga warna ayam yang telah melalui proses perontokan bulu kurang segar (kemerah - merahan)
4. Desain awal hanya bisa menggunakan satu buah sumber tenaga yaitu motor listrik
5. Proses pengambilan ayam dari tabung silinder masih manual yaitu tangan langsung masuk ke dalam tabung yang masih berputar
6. Desain awal belum di lengkapi dengan fitur-fitur pendukung untuk menambah performansi. Seperti :  
penutup atas tabung untuk mencegah bulu-bulu bertaburan, pintu pembuka tabung untuk proses keluarnya ayam, saluran pembilasan untuk membantu pembilasan ayam dalam tabung serta untuk mendorong bulu keluar,

## 2. Alternatif II

Adapun pembahasan mengenai alternative II secara keseluruhan adalah sebagai berikut:

1. Modifikasi alat perontok bulu ayam yang terpilih adalah modifikasi yaitu dengan melakukan modifikasi desain / model, bahan, penambahan fitur ,seperti tutup atas tabung roda gigi, tuas untuk mengontrol kecepatan, pintu pembuka .
2. Keunggulan dari alternatif modifikasi ini adalah :
  - a. Lebih memudahkan para pengguna alat perontok bulu ayam dalam pemakaian, tanpa harus sering mematikan mesin listrik maupun diesel pada saat pengambilan ayam .
  - b. Kualitas alat perontok bulu ayam lebih baik dan dilengkapi dengan fitur yang mendukung *performansi* alat perontok bulu ayam.
  - c. Alat ini di desain dapat menggunakan mesin menurut keinginan pengguna, sehingga pengguna dapat memilih alternative mesin yang digunakan
  - d. Dilengkapi dengan, saluran air, tutup atas tabung silinder dan tuas untuk mengontrol kecepatan sehingga memudahkan pengguna dalam memanfaatkannya serta mengurangi aktifitas kerja
  - e. Bahan tabung silinder dan piringan putar dari aluminium sehingga ayam yang telah dibersihkan lebih higienis karena bahan tersebut anti karat .
  - f. Dari segi biaya, biaya modifikasi Alat perontok bulu ayam ini juga relatif tidak begitu mahal dibanding Alat perontok bulu ayam yang lain.
3. Modifikasi memberikan nilai yang tertinggi yaitu dan biaya modifikasi sebesar Rp. 737.000

## Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan analisa yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan kuisisioner dan analisa hasil dapat diidentifikasi bahwa alternative 2 adalah alternative yang terpilih.
2. Modifikasi alat perontok bulu ayam yang terpilih adalah modifikasi 2 yaitu dengan melakukan modifikasi desain / model, bahan, penambahan fitur ,seperti tutup atas tabung , roda gigi , tuas untuk mengontrol kecepatan, pintu pembuka .
3. Biaya modifikasi alternative 2 adalah sebesar Rp. 737.000

### Saran

Saran-saran yang diberikan sehubungan dengan hasil penelitian :  
penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan analisis ergonomis dalam kaitan dengan kenyamanan dan keamanan

### DAFTAR PUSTAKA

- Aang, F., *Penerapan Metode Value Engineering pada Design Kemasan Sepatu di Home Industri*. Jurnal DIAGONAL, Vol.6 Nomor 3, Oktober 2005, Fakultas Teknik UNMER Malang, Malang, 2005.
- Aryawan, D., 2005, *Perancangan Casing Komputer dengan Metode Analisa Nilai*. FTI-TI, UPN, Yogyakarta.
- Chandra, S., 1986, *The Application Of value Engineering and Analysis In Design and Construction*. Indonesian Consultancy Development Project, Jakarta.
- Dieter, G. E., 1991, *Engineering Design*, McGraw-Hill.
- Heller, E. D., 1971, *Value Management*, Addison Wesley.
- Hutabarat, J., *Diktat Rekayasa Nilai*, Institut Teknologi Nasional, Malang, 1995, 4-5.
- Koesoemo, H. D., 2004, *Pengantar Perancangan Teknik (Perancangan Produk)*. Edisi Kedua, Penerbit ITB, Bandung.
- Ld. MILLER, 1960, *Technique Value Engineering*, London.
- Richard, J. P., *Value Engineering A Plan for Invention*, St. Lucie Press, Florida, 2000, 26.
- Saaty, T. L., 1993, *Pengambilan Keputusan Bagi Para Pemimpin*. Penerbit Pustaka Binaman Pressindo. Jakarta.
- Siregar, A. B., 1995, *Rekayasa Nilai*. ITB-Bandung.
- Ulrich, K.T., 1995, *Product Design and Development*, McGraw-Hill.