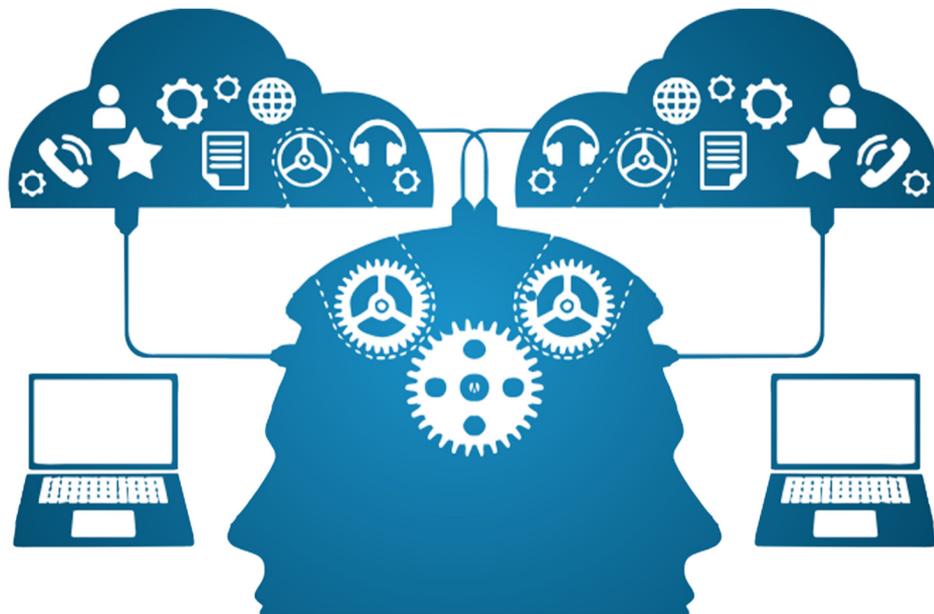




PROSIDING



“REKAYASA DAN INOVASI TEKNOLOGI UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HIDUP BANGSA”

Ruang Koendjono, Gedung Pusat Mrican
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
17-18 September 2014



**PROCEEDINGS
SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN (RITEKTRA) KE-4**

**REKAYASA DAN INOVASI TEKNOLOGI
UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HIDUP BANGSA**

17 SEPTEMBER 2014
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA - INDONESIA

Editor :

The Jin Ai, Dr.Eng
Dr. Linggo Sumarno
Sudi Mungkasi, Ph.D

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SANATA DHARMA
YOGYAKARTA – INDONESIA**

PROCEEDINGS

SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN (RITEKTRA) KE-4

REKAYASA DAN INOVASI TEKNOLOGI UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HIDUP BANGSA

ISBN : 978-602-71306-0-9

© 2014 Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University, Yogyakarta, INDONESIA

This work is copyright, no part may be reproduced by any process without prior written permission from the Editors. Request and inquiries concerning reproduction and rights should be addressed to C. Kuntoro Adi, S.J., M.A., M.Sc, Ph.D; The Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University, Yogyakarta, INDONESIA or email to ritektra2014@usd.ac.id

The intellectual property of each paper included in these proceedings remains vested in the Authors as listed on the papers.

Published by :

The Faculty of Science and Technology, Sanata Dharma University

Campus III, Paingan, Maguwoharjo, Ngemplak, Sleman, Yogyakarta, INDONESIA

Telp : (62-274) 883968

Fax : (62-274) 886529

Email : dekanfst@usd.ac.id

Website : www.usd.ac.id

KOMITE

SEMINAR NASIONAL RISET DAN TEKNOLOGI TERAPAN (RITEKTRA) KE-4

**REKAYASA DAN INOVASI TEKNOLOGI
UNTUK PENINGKATAN KUALITAS HIDUP BANGSA**

KETUA PELAKSANA : C. Kuntoro Adi, S.J., M.A., M.Sc, Ph.D

SEKRETARIS : Agnes Maria Polina, S.Kom., M.Sc.

STEERING COMMITTE :

Dr. Rr. MI. Retno Susilorini, ST., M.T

Dr. FL. Budi Setiawan

Dr. A. Teguh Siswantoro, M.S

Dr. Iswanjono

Sudi Mungkasi, Ph.D

P.H. Prima Rosa, S.Si., M.Sc

B. Wuri Harini, S.T., M.T

PROGRAM COMMITTE (REVIEWER):

The Jin Ai, Dr.Eng

Dr. Linggo Sumarno

Sudi Mungkasi, Ph.D

Ronald Sukwadi, S.T.,M.M.,Ph.D

Dr. Ir. Djoko Setyanto, M.Sc

Dr. Ir. P.J. Prita Dewi Basoeki, M.T

Prof. Ir. Hadi Sutanto, M.MAE., Ph.D

Dr. Lukas, S.T.,M.AI

Dr. Lydia Sari, S.T.,M.T

Dr. Adya Pramudita, S.T.,M.T

Prof. Ir. Suyoto, M.Sc.,Ph.D

Dr. Ir. Alb. Joko Santosa, M.T.

Dr. Pranowo, S.T.,M.T.

Ir. B. Kristyanto, M.Eng.,Ph.D

Dr. A. Teguh Siswantoro, M.S
Ririn Diar Astanti, ST.,M.MT.,Dr.Eng
Prof. Dr.Ing.L.M.F. Purwanto
Dr. Iswanjono
Drs. Eka Priyatma, M.Sc.,Ph.D

TECHNICAL COMMITTE :

Catharina M. Sri Wijayanti, S.Pd
Ridowati Gunawan, S.Kom., M.T.
Iwan Binanto, S.Si., M.Cs
Ir. Budi Setiyadi, M.T
Marlon Leong, S.Kom., M. Kom
Budi Setyahandana, S.T., M.T.
Yonathan Dri Handarkho, S.T., M.Eng.
Petrus Setyo Prabowo, S.T., M.T.
Ir. Krt. Rm. Endro Gijanto, M.M
Yosef Daryanto, S.T., M.Sc.
A. Gatot Bintoro, S.T., M.T.
Dr. Ir. Vg. Sri Rejeki, M.T
Dr. Maria Wahyuni
B. Wuri Harini, S.T., M.T
Eko Hari Parmadi, S.Si, M.Kom.
Stephanie Pamela Adhitama, S.T., M.T.
Ir. Rines, M.T.
Leo Bardus Wardoyo
Rusdanang Ali Basuni
Antonius Suryono
Susilo Dwiratno
Anastasia Rita Widiarti, S.Si.,M.Si
Fransiska Yuvita Rihantari
Zaerilus Tukija

Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) ke-4 tahun 2014

“Rekayasa dan Inovasi Teknologi untuk Peningkatan Kualitas Hidup Bangsa”

Latar Belakang

Dirasakan mulai menguatnya perubahan paradigma ekonomi berbasis sumber daya ke ekonomi berbasis pengetahuan (*knowledge-based economy*). Dalam paradigma ini, kekuatan suatu masyarakat diukur dari kemampuan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai faktor pengganti modal, lahan dan energi untuk peningkatan daya saing ekonomi.

Buku Putih (Kementerian Negara Riset dan Teknologi, 2006) mengisyaratkan 6 bidang mendasar yang perlu diprioritaskan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yaitu bidang pangan, energi, transportasi, teknologi informasi dan komunikasi, pertahanan dan keamanan, serta kesehatan dan obat.

Pengembangan iptek bidang ketahanan pangan mencakup : a). ketersediaan pangan baik dalam jumlah, mutu, keamanannya; b). distribusi pasokan yang memiliki harga stabil dan terjangkau; c). konsumsi – kemampuan mengakses, mengelola konsumsi sesuai kaidah kesehatan dan preferensinya.

Pembangunan iptek dalam bidang energi memiliki perhatian pada penciptaan sumber energi baru dan terbarukan. Buku Putih mengisyaratkan perlunya perhatian pada gagasan bauran energi (*energy mixed*), penghematan dan peningkatan efisiensi, peningkatan eksplorasi energi fosil, serta pengembangan infrastruktur energi. Dukungan iptek khususnya dari segi kebijakan dan pengembangan berkelanjutan diperlukan untuk mencukupi kebutuhan energy.

Pembangunan iptek di bidang transportasi terkait dengan pemanfaatan, pembenahan dan pengembangan manajemen transportasi nasional, pembenahan regulasi entah itu dalam transportasi jalan, kereta-api, sungai, danau, laut, udara dan transportasi antar moda dan multi-moda.

Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) mengarah pada teknologi dengan ciri konvergensi, miniaturisasi, *embedded, on demand, grid, intelligent, wireless inter-networking, open-source, seamless integration* dan *ubiquitous*. Bidang teknologi informasi dan komunikasi (TIK) Indonesia dikembangkan untuk menjawab kepentingan lima pemangku yaitu : a). masyarakat menuju *knowledge-based society*; b). public yang mengarah ke *e-services*; c). pemerintah menuju *e-government*; d). industri menuju industri TIK global; e). masyarakat iptek dan lembaganya menuju kelas dunia.

Pembangunan iptek di bidang pertahanan dan keamanan ditujukan untuk menopang sistem pertahanan dan keamanan terutama untuk keutuhan Negara kesatuan Republik Indonesia. Kebijakan industri pertahanan keamanan terkait dengan berbagai program yang menopang program penelitian, kemitraan industri, peningkatan potensi sumber daya dalam bidang desain dan rekayasa, perbaikan, pemeliharaan dan pengadaan alat, serta pemberdayaan dan peningkatan peran industri nasional.

Pembangunan iptek di bidang kesehatan dan obat diharapkan mampu menopang upaya pemenuhan hak untuk memperoleh pelayanan kesehatan yang bermutu dan terjangkau terkait dengan : a). gizi dan makanan; b). pengendalian penyakit dan kesehatan lingkungan serta c). pengembangan bahan baku obat, sediaan obat, perbekalan farmasi dan alat kesehatan.

Pertanyaannya adalah : “Inovasi ilmu pengetahuan dan teknologi seperti apakah yang relevan dan penting untuk menjawab kebutuhan di bidang sebagaimana disebut di atas?”

Tujuan Seminar

Tujuan penyelenggaraan seminar nasional tahun ini adalah:

1. Berbagi pengalaman dan penelitian dalam pengembangan ilmu pengetahuan, rekayasa dan teknologi terapan.
2. Mendorong terjalinnya interaksi dan tumbuhnya jaringan komunikasi kerjasama dan kemitraan, baik antara universitas, pemerintah, industri dan masyarakat, guna menghasilkan rekayasa dan inovasi teknologi yang dapat meningkatkan produktivitas dan daya saing nasional.
3. Memberikan kontribusi kepada masyarakat terkait dengan rekayasa dan inovasi teknologi untuk peningkatan kualitas hidup bangsa.

Tema Seminar

Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) ke-4 tahun 2014 mengusung tema: “Rekayasa dan Inovasi Teknologi untuk Peningkatan Kualitas Hidup Bangsa.”

Di dalamnya mencakup beberapa sub-tema seperti:

1. Teknologi bagi masyarakat dan kemanusiaan.
2. Peranan teknologi untuk mendukung Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) dan komunitas Asean.
3. Riset dan teknologi terapan untuk mendukung industri nasional yang kompetitif.
4. Peran energi baru dan terbarukan untuk peningkatan kesejahteraan masyarakat dan pelestarian lingkungan
5. Ketahanan pangan untuk mendukung kemandirian bangsa.
6. Rekayasa dan inovasi teknologi untuk perubahan iklim.
7. Riset ilmu dasar untuk mendukung inovasi teknologi.
8. Dan lain-lain.

Semoga Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (Ritektra) 2014 mampu memberi sumbangan inovatif melalui diskusi hasil penelitian yang sudah dilakukan oleh para peneliti, praktisi, dan peserta.

Yogyakarta, September 2014

Ketua Seminar

Dr. C. Kuntoro Adi, S.J., M.A., M.Sc.

New and Renewable Energy: Lessons from South Korea

Siyoung Jeong

Sogang University, 35 Baekbeom-ro, Mapo-gu, Seoul 121-742, Korea

E-mail address: syjeong@sogang.ac.kr

Abstract

Korea is one of the 5 biggest importers of fossil fuels in the world. Therefore, replacing fossil fuels with clean energies has always been one of the most crucial issues that Korea faces. In Korea, new and renewable energy are becoming more and more important not just to meet ambitious targets on greenhouse gas emissions, but also to boost the economy. Korea has pledged that 11% of its total energy will come from renewable ones by 2030. To this end, Korea is investing more in renewable energies, such as geothermal, solar, biomass, and wind energy.

Among various renewable energies, wind energy industry is the second biggest sector in Korea, following the photovoltaic industry. In 2004, the total installation capacity was just 37MW, and there were no domestic turbines. However, it increased to 560 MW in 2013, and several Korean heavy manufacturers have started including wind turbines in their portfolios to compete both domestically and in the international marketplace. Such a growth mainly is due to various national policies supporting the development of wind energy. The Renewable Portfolio Standard (RPS) scheme was introduced to replace the existing feed-in tariff which was not very effective to support the wind power development. Recently, offshore wind farms are actively discussed in Korea. Korean government announced an ambitious project to build a 2.5 GW offshore wind farm, the largest in the world. Many Korean companies are involved which have the know-how accumulated through shipbuilding for decades.

Although Korea is relatively late in developing wind energy, the wind power industry has developed rapidly in Korea. Indonesia has a great potential of wind sources, and will be able to take advantage of the experience of Korea in the development of wind energy.

Riset dan Teknologi Terapan untuk Mendukung Industri Nasional yang Kompetitif

Prof. Ir. Hadi Sutanto, MMAE.,PhD.

Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

Abstract

Kesejahteraan suatu bangsa tidak hanya ditentukan oleh potensi dan kekayaan sumber daya alam yang dimiliki, tetapi juga dipengaruhi oleh kemampuan inovasi dan menciptakan kreativitas untuk menghasilkan produk barang dan jasa guna memenuhi kebutuhan masyarakat secara keseluruhan. Dalam era globalisasi dengan ciri iklim persaingan yang semakin kompetitif, maka suatu negara akan mampu bertahan dan berkembang dengan memiliki daya saing yang berkelanjutan. Mampu saing negara dalam dunia industri harus mengandalkan kemampuan riset untuk menghasilkan produk-produk inovatif yang akan mendorong negara tersebut agar mampu berkompetisi dalam percaturan dunia. Proses industrialisasi untuk mewujudkan bangsa yang sejahtera memerlukan peningkatan kemampuan menguasai dan mengembangkan riset terapan berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi dengan didukung oleh pengembangan kemampuan sumber daya manusia, sarana dan prasarana **research and development (R & D)** serta peningkatan mutu pendidikan nasional.

Industri berbasis teknologi berkembang sangat cepat mengikuti perkembangan ekonomi pengetahuan (**knowledge economy**) yang juga bergerak secara dinamis. Perkembangan tersebut memerlukan riset terapan yang dilakukan oleh para peneliti sesuai dengan kapasitas dan kapabilitas mereka. Kegiatan penelitian berupa riset terapan sebaiknya bersinkronisasi dengan kebutuhan industri pengguna agar tercapai pemanfaatan nilai tambah suatu produk barang dan jasa yang relevan.

Lebih lanjut, dalam presentasi ini akan dipaparkan perbedaan antara riset dasar dan riset terapan, walaupun seringkali ke dua macam riset tersebut sulit untuk dibedakan satu dengan lainnya. Riset terapan yang terkait dengan industri dan hubungannya dengan penelitian yang ada di perguruan tinggi akan diperjelas dengan beberapa contoh.

Kata-kata kunci: riset terapan, riset dasar, inovasi, pendidikan, industri, triple helix.

Pengembangan Energi Baru Terbarukan di Kabupaten Bantul

Drs. Trisaktiyana, M.Si.*

Abstract

Sesuai dengan kebijakan Pemerintah tentang diversifikasi energi, pembangunan sektor energi di Kabupaten Bantul dilaksanakan melalui pengembangan dan pemanfaatan potensi Energi Baru Terbarukan (EBT). Pengembangan biogas, energi surya, dan energi angin untuk mengatasi berbagai permasalahan masyarakat telah banyak dilakukan. Masyarakat telah merasakan manfaatnya secara ekonomi.

Contoh yang telah dilaksanakan dengan baik adalah pengembangan dan pemanfaatan EBT di pesisir Kabupaten Bantul. Energi angin dan energi surya penghasil listrik berkapasitas 88 Kw telah dimanfaatkan di Pantai Baru Pandansimo sejak tahun 2010. Hingga saat ini energi listrik yang dihasilkan telah digunakan sebesar 22,5 Kw untuk penerangan kawasan, penyediaan listrik bagi 120 warung kuliner, penyediaan air untuk pertanian dan perikanan setempat, penyediaan air bersih untuk kawasan, dan produksi es kristal bagi kebutuhan kuliner setempat. Kotoran sapi dari kelompok kandang setempat juga diolah dalam 3 digester berkapasitas @ kotoran 100 ekor sapi untuk menghasilkan biogas yang disalurkan untuk keperluan memasak di warung-warung kuliner Pantai Baru Pandansimo.

Selanjutnya, kebijakan pengembangan EBT ini terus disebarluaskan. Pada saat ini Pantai Kuwaru, Pantai Goa Cemara, dan Rumah Tambatan Perahu di muara Sungai Opak telah memiliki instalasi energi angin ataupun surya untuk menghasilkan listrik. Museum Geospasial di Pantai Depok juga sudah memanfaatkan energi listrik dari Surya Sel. Pada akhir tahun 2014, direncanakan telah dilakukan instalasi 25 kincir angin setinggi 170 meter berkapasitas menghasilkan listrik 50 Mw. Semua ini merupakan langkah konkrit untuk mengurangi ketergantungan pada listrik yang dihasilkan dari energi fosil. Apa yang terjadi di Bantul bisa juga diutarakan sebagai upaya pengembangan EBT yang awalnya berskala nonkomersial pemberdayaan masyarakat, berkembang kearah investasi industri energi listrik EBT skala komersial bekerjasama dengan PLN.

Kata kunci : Energi Baru Terbarukan, manfaat ekonomi, sebarluas, nonkomersial, komersial

*Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Daerah Kabupaten Bantul

DAFTAR ISI

Komite Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) Ke-4	i
Kata Pengantar Ketua Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) Ke-4 tahun 2014	ii
Abstract Keynote “New and Renewable Energy : Lessons from South Korea” <i>Siyoung Jeong</i>	v
Abstract Keynote “Riset dan Teknologi Terapan untuk Mendukung Industri Nasional yang Kompetitif” <i>Hadi Sutanto</i>	vi
Abstract Keynote “Pengembangan Energy Baru Terbarukan di Kabupaten Bantul” <i>Trisaktiyana</i>	vii
Daftar Isi	viii
Studi Eksperimental Peningkatan Perpindahan Panas Turbulen Pada Penukar Kalor Dengan Twisted Tape Insert With Oblique Teeth <i>Indri Yaningsih, Tri Istanto</i>	1 - 6
Pengukuran Produktivitas Untuk Pengembangan Model Perbaikan Produktivitas Industri Kecil (UKM) Sentra Industri Sepatu Wedoro Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur Dengan Pendekatan <i>Lean Production</i> <i>Ig. Jaka Mulyana, Peter R. Angka</i>	7 – 12
Analisis Kepuasan Pengguna Terhadap Website <i>Digital library</i> Menggunakan Metode <i>Kano</i> <i>Nyoman Ayu Nila Dewi</i>	13 – 17
Kinerja Jaringan Multi Protocol Label Switching Virtual Private Network <i>Theresia Ghozali, Kumala Indriati, Michael Oliver</i>	18 - 21
Alat Pengering Kacang Tanah Sebagai Proses Pembuatan Kacang Asin Metode PI Controller <i>Sutedjo, Renny Rakhmawati, Nani Setiyowati</i>	22 – 26
Proses Elektrokoagulasi dengan Katoda dari Karbon Bekas Baterai untuk Menurunkan Kandungan Logam dalam Air Limbah <i>Sutanto, Danang Widjajanto</i>	27 – 31
Performa Perangkat Lunak ANUGA dalam Simulasi Masalah Pecahnya Bendungan Model Yeh-Petroff <i>Sudi Mungkasi</i>	32 - 37
Model Manajemen Workflow Pada Sistem Informasi Administrasi Pelatihan Kerja Berbasis Web <i>Azof Ghazali Sujono, Eko Nugroho, Hanung Adi Nugroho</i>	38 - 43
Aplikasi Sensor Inersia (IMU) dan XBee Untuk Pemantauan Data Gerakan Secara Nirkabel <i>Elang Parikesit, Laurentius Kuncoro Probo Saputra</i>	44 – 47
Scheduling Algorithm Priority Scheme In Multi Carrier System For Individual User QoS <i>Moszes Angga, A. A. Muayyadi, Arfianto Fahmi</i>	48 - 52

Kajian Awal Hubungan Teknometrik Dengan Proses Inovasi (Studi Kasus : UKM IRA Silver) <i>Angela Chintya Dwita, Augustina Asih Rumanti</i>	53 – 58
Kajian Awal Identifikasi Metode Peramalan Teknologi di UKM Surya Usaha Mandiri <i>Vania Hadisurya, Augustina Asih Rumanti</i>	59 – 63
Analisis Konsumsi Energi Sistem Multi-Hop WSN pada Kanal Fading Rice <i>Antonius Aditya, Lydia Sari</i>	64 – 67
Rancang Bangun Modul Praktikum <i>Temperature and Light Control</i> Berbasis Komputer <i>Melisa Mulyadi, Catherine Olivia Sereati</i>	68 – 72
Pengaruh Radome Terhadap Impedansi Input Antena Monopole Planar Segitiga <i>A.Ady Pramudita, Yuyu Wahyu</i>	73 – 77
Perancangan Jaringan <i>Passive Optical Network (PON)</i> Di Kampus Universitas Islam Indonesia <i>Firdaus, Ramadhany Darmaningtyas, Eka Indarto</i>	78 – 83
Usulan Pembagian Wilayah dan Rute Distribusi PT. X <i>Bonifasius Yoga Pratama Wijaya, The Jin Ai, Slamet Setio Wigati</i>	84 – 90
Analisis Kebutuhan Sistem Monitoring Akademik Mahasiswa <i>Penulis Danang Widjajanto, Akhmad Tosin Alamsyah, Sutanto</i>	91 – 95
Pengembangan Variasi Desain Berbasis <i>Artistic Computer Aided Manufacturing (ArtCam)</i> dan <i>Rapid Prototyping (RP)</i> Untuk Meningkatkan Daya Saing Produk Souvenir <i>Baju Bawono, P Wisnu Anggoro, Tonny Yuniarto</i>	96 – 101
Memahami <i>Virtual Ethnography</i> : Pendekatan Kualitative Dalam Penelitian Sistem Informasi. <i>Stevanus Wisnu Wijaya</i>	102 – 104
Prototipe Otomatis Alat Destilasi Bioethanol Menggunakan PLC (Programmable Logic Controller) <i>Ahmad Zulkarnaen, Yaya Suryana, Dwi Astharini</i>	105 – 109
Faktor Faktor Yang Mempengaruhi Niat Mahasiswa <i>Fresh Graduate</i> Dalam Menggunakan Situs Lowongan Kerja Sebagai Media Untuk Mencari Kerja <i>Wibawa Prasetya, Rizkina Nazar</i>	110 - 115
Sistem Pengereman Regenerative Menggunakan Kapasitor Pada Motor Listrik Berpenggerak Motor Induksi Tiga Fasa <i>Arman Jaya, Endro Wahjono, Ainii Siti Khodijah</i>	116 – 121
Tinjauan Laboratorium Potensi Ekstrak Etanol <i>Cabomba aquatica</i> DC not <i>Aubletii</i> sebagai Larvasida pada Larva <i>Aedes aegypti</i> <i>Erina Yatmasari</i>	122 – 125

Penentuan Sistem Distribusi Produk di Hero Garmen <i>Ivan Dwi Putra, The Jin Ai, M. Chandra Dewi Kurnianingtyas</i>	126 – 132
Perbaikan Penjadwalan Shift di Toko Mebel Beta Jaya <i>Ravika Halim, Deny Ratna Yuniartha, Ign. Luddy Indra Purnama</i>	133 – 138
Analisis Tata Kelola Teknologi Informasi Menggunakan COBIT 4.1 (Studi Kasus : PT. BPR Danagung Bakti Yogyakarta) <i>Elsa Saputra, Alb.Joko Santoso, Benyamin L. Sinaga</i>	139 – 144
Prosedur Komputasi Bertingkat Metris Untuk Pemrograman Perkalian Pada Sistem Mikroprosesor <i>Stephanus Ivan Goenawan, Ferry Rippun</i>	145 – 149
Identifikasi Polimer Toner Bekas dan Metoda Pengolahan Limbah Cairnya <i>Isdaryanto Iskandar, Noryawati Mulyono</i>	150 – 153
Studi Awal Rekayasa Pencahayaan Lingkup Fakultas Teknik Universitas Atmajaya dalam rangka menuju Green Building Campus <i>Isdaryanto Iskandar</i>	154 – 159
Analisis Dampak Implementasi SMM ISO 9001-2008 di Program Pascasarjana UNY <i>Zuhdan Kun Prasetyo, Pardjono, Muhyadi</i>	160 – 165
Perancangan Tata Letak Lantai Produksi dengan Metode SLP <i>Lukas Kristianto, Yosef Daryanto</i>	166 – 171
Implementasi Transciever FM Radio Berbasis SDR Menggunakan GNU Radio dan USRP B200 <i>Ganjar Rochmatulloh, Ahmad Zulkarnaen, Muhamad Syahroni, Dwi Astharini, Octarina Nur</i>	172 – 177
Implementasi Rancangan Tata Letak Speaker dan Desain Ruang Operator Sound System di Stasi Gereja Bunda Maria Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta <i>Ignatius Luddy Indra Purnama, Luciana Triani Dewi</i>	178-181
Studi Eksperimental Karakteristik Pengering Pakaian Dengan Memanfaatkan Panas Buang Mesin Pendingin <i>Adventus Sujiono, Maria Nuriati, Maria Natalia Wiwik Dwi Artika, Bartolomeus Damar Adi Wicaksono, Rahayu Larasati</i>	182 – 185
Evaluasi Implementasi Sistem Umpan Balik Perkuliahan Online di Unika Atma Jaya <i>M.M.Wahyuni Inderawati, Ronald Sukwadi, Hotma A. Hutahaeen</i>	186 – 191
Perancangan Antenna Array Untuk Sistem TV Satelit pada Kereta Api <i>Robby Sianipar, Adya Pramudita</i>	192 – 194
Sistem Pemeriksaan Kelembaban Tanah untuk Area Perkebunan dan Pertanian dengan Metode Wireless Sensor Network (WSN) <i>Febrian</i>	195 – 198
Analisis Lentur Balok Beton Bertulang Tampang T Yang Diperkuat Wire Rope Pada Daerah Momen Negatif Dengan Gaya Prategang Awal Menggunakan Metode Elemen Hingga Nonlinier <i>Yanuar Haryanto, Nanang Gunawan Wariyatno</i>	199 – 204
Kajian Teoritis Unjuk Kerja Keran Injak Cuci Tangan Tujuh Langkah <i>Frederikus Wenehenubun, Tarsina Wati Wenehenubun</i>	205 – 210

Perancangan dan Implementasi Program Matlab untuk Penghitung Iklan Televisi <i>Christian, Lukas</i>	211 – 216
Laju Penyerapan Air Kayu Kamper Dalam Kondisi Kering <i>Frederikus Wenehenubun, Tarsina Wati Wenehenubun</i>	217 – 221
Rancang Bangun Sistem Kendali Kualitas Air pada Model Kolam Ikan <i>Marlex F. Payara, Martanto, B. Wuri Harini, P. Yozy Merucahyo, Tri Priantoro</i>	222- 227
Prototipe Alat Ukur Kadar Kurkuminoid dalam Rimpang Kunyit Portabel menggunakan Cahaya Laser <i>B. Wuri Harini, Rini Dwiastuti, Marito Dos Santos, Ludovicus Dwi C.</i>	228 – 231
Hidrokimia Air Tanah Daerah Tlogoadi, Mlati, Sleman <i>T. Listyani R.A.</i>	232 – 236
Rancang Bangun Lengan Robot Peniru Gerakan Tangan Manusia Berbasis Mikrokontroler <i>Alfian Anta Kusuma, Tjendro</i>	237 – 242
Penggunaan Sinonim Pada Metode Query Expansion Untuk Meningkatkan Relevansi Data <i>FA. Febrian Arie Nugroho, JB Budi Darmawan</i>	243 – 246
<i>Mixed Integer Linear Programming</i> untuk Pemodelan Distribusi Logistik Bencana <i>Fransiska Mulyani, Agustinus Gatot Bintoro, The Jin Ai</i>	247 – 249
Rancang Bangun Lengan Robot Penyusun Benda Berbasis Mikrokontroler <i>Lingga Prathama Putra, Tjendra</i>	250 – 255
Rancang Bangun Lengan Robot Menulis Kata yang Dikendalikan oleh Aplikasi pada Android <i>Petrus C. Hendar, Tjendro</i>	256 – 261
Rancang Bangun Lengan Robot Penggambar Bidang 2 Dimensi Berbasis Mikrokontroler Dengan PC <i>Agustinus Welly Adi Nugroho, Tjendro</i>	262 – 267
Rancang Bangun <i>Monitoring Prototype</i> Mesin Pemilah Sampah <i>Yohanes Baptista Sunu A., Tjendro</i>	268 – 274
Sistem Penilaian Essay Jawaban Berbahasa Indonesia dengan Metode K-Nearest Neighbor (k-NN) Dan Latent Semantic Analysis (LSA) <i>Agustinus Dwi Budi Darsono, Sri Hartati Wijono</i>	275 – 279
Pengaruh Posisi, Kadar Bahan Pengawet Dan Lama Waktu <i>Leaching</i> Pada Kuat Geser Bambu Wulung Terpapar Eksterior <i>M.Fauzie Siswanto, Priyosulistyo, Suprpto, T.A Prayitno</i>	280 – 284
Prototype Lengan Robot Bermain Piano Menggunakan Lima Jari Dalam Satu Oktaf Nada Mayor Dengan Kendali Keypad <i>Kristian Adi Perbowo, Tjendro</i>	285 – 290
Rapat Medan Magnet Perlawanan Pada Generator Radial Magnet Permanen ND-35 Fasa Tunggal Dengan Rangka Akrilik Knock Down <i>A. Prasetyadi</i>	291 – 294

Studi Awal Pengembangan Sistem E-Voting Di Kabupaten Jembrana Bali Memakai Perspektif Teori Kompleksitas <i>P.H. Prima Rosa, J. Eka Priyatma, Agnes Maria Polina, Iwan Binanto</i>	295 – 300
Penentuan Harga Jual Produk Dan Ukuran Lot Secara Simultan Dengan Mempertimbangkan Deteriorasi <i>Rodhe Louis Yunita Sari Suyanto, Ririn Diar Astanti, Agustinus Gatot Bintoro, Slamet Setio Wigati</i>	301 – 306
<i>Green Open Space</i> Pada Kawasan Pusat Kota Upaya Mewujudkan <i>Green Urban Area</i> Studi Kasus: Kawasan Simpanglima Semarang <i>IM. Tri Hesti Mulyani, B. Pat Ristara Gandhi</i>	307-312
Simulasi Pengoptimalan <i>Daylight System</i> Pada Elemen Atap Bangunan Rumah Tinggal <i>Moediartianto, VG. Sri Rejeki, T. Brenda Chandrawati</i>	313 – 317
Sistem <i>Kali</i> sebagai kearifan lokal manajemen air bersih desa lereng gunung (Kasus Desa Kapencar, Desa Candiyanan dan Desa Reco, Lereng Gunung Sindoro, Wonosobo) <i>VG. Sri Rejeki</i>	318 – 320
Model Integrasi Sistem Produksi Multi Suplier Single Buyer Pada Sistem Just In Time <i>Slamet Setio Wigati, Ag. Gatot Bintoro</i>	321 – 324
Analisis Perbaikan Arsitektur Bisnis Dengan Menggunakan BPM CBOK <i>Feliks Prasepta S. Surbakti, MM.Wahyuni Inderawati, Stefanus Agusta</i>	325 - 330
Pengendalian <i>Prototype</i> Mobil berdasarkan Jarak dengan <i>Fuzzy Logic Controller</i> <i>Shodiq Ardiansyah, Yulius Arie Prayoga, Yulyanto, Theresia Prima Ari Setyani</i>	331 – 336
Model Konseptual Penerimaan TIK di Indonesia Untuk Mendukung MP3EI <i>Haris Sriwindono</i>	337 – 341
Perbandingan Berbagai Software Tool Penampil Data Secara Realtime Melalui Komunikasi Serial <i>Djoko Untoro Suwarno, Prima Ari Setiyani</i>	342 – 345
Pembangunan Aplikasi Psikotes 16 PF (<i>Personality Factors</i>) Studi Kasus di Pusat Pelayanan Tes dan Konsultasi Psikologi (P2TKP) USD <i>Eka Citra Suciati, Agnes Maria Polina</i>	346 – 351
<i>Geometric Charactetristics Of Hull Form As Combination Of Frigate And Fast Ferry Hull Froms</i> <i>Frederikus Wenehenubun</i>	352 - 354
<i>Mathematical Expression to Optimation on Performance Characteristics of Public Management and the Environmental of Sustainability Global Scheme</i> <i>Suharto</i>	355 – 359

Penentuan Harga Jual Produk Dan Ukuran Lot Secara Simultan Dengan Mempertimbangkan Deteriorasi

Rodhe Louis Yunita Sari Suyanto, Ririn Diar Astanti, Agustinus Gatot Bintoro, Slamet Setio Wigati
Program Studi Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta
rodhoulouis92@gmail.com, ririn@mail.uajy.ac.id, a.bintoro@mail.uajy.ac.id, yayan@mail.uajy.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan pengembangan model Banerjee [3] yaitu model penentuan harga jual produk yang kompetitif dari produk dengan mempertimbangkan penurunan kinerja (deteriorasi) dan kesesuaian antara ukuran lot produksi pembeli dan pemasok yang mampu meminimumkan ongkos. Pengendalian kualitas dilakukan dengan perbaikan dan restorasi. Untuk memperjelas pemodelan, peneliti melakukan analisis numerik dengan diberikan langkah-langkah untuk menemukan solusi yang optimum. Adapun penelitian ini dilengkapi dengan analisis numerik dan validasi model.

Kata kunci— harga jual produk, ukuran lot, deteriorasi, biaya perbaikan dan restorasi

I. PENDAHULUAN

Kebanyakan perusahaan menerapkan kebijakan *economic order quantity* (EOQ) dalam mengelola persediaannya [31]. Namun ukuran lot pengiriman yang diinginkan konsumen tidak selalu sesuai dengan lot produksi sehingga berakibat pada bertambahnya ongkos yang kemudian berdampak pada harga jual produk.

Berkean dengan penentuan ukuran lot yang optimal, penelitian mengenai *economic manufacturing quantity* (EMQ) atau *economic production quantity* (EPQ) telah lama mendapatkan perhatian dan beberapa peneliti telah mengembangkan model EMQ klasik yang lebih aplikatif [9,28]. Model EMQ klasik menggunakan asumsi bahwa sistem produksi berjalan sempurna [27]. EMQ merupakan model yang umum digunakan dengan mengasumsikan bahwa fungsi proses manufaktur sempurna setiap saat, namun, dalam kebanyakan situasi, adanya barang cacat tidak bisa dihindari [14]. Barang cacat tersebut memunculkan adanya biaya kualitas yang harus dipertimbangkan dalam penentuan kebijakan pemesanan optimal [20].

Pendekatan sederhana untuk menentukan kebijakan persediaan vendor-pembeli terpadu yang optimal untuk barang dengan kualitas sempurna telah dikembangkan [8]. Peneliti pertama yang secara eksplisit menguraikan hubungan yang signifikan antara adanya ketidak sempurnaan kualitas produk dan ukuran lot adalah Porteus [17] dan Rosenblatt dan Lee [22]. Mereka berasumsi bahwa waktu antara awal dari proses produksi sampai proses *out of control* terdistribusi eksponensial dengan variabel keputusan yang dicari dengan pendekatan numerik dan bahwa item rusak dapat dikerjakan ulang seketika dengan biaya. Pada penelitiannya dihasilkan bahwa adanya produk cacat mendorong semakin kecilnya ukuran lot yang dibutuhkan.

Hubungan antara produksi dengan persediaan untuk sistem produksi yang terdeteriorasi dengan asumsi bahwa produk dapat diperbaiki dan dijual dengan *Free-Repair Warranty* (FRW) diteliti oleh Wang [33].

Penentuan harga jual dan ukuran lot merupakan suatu hal yang saling terkait dalam memaksimalkan total aliran keuntungan dalam perencanaan multi periode [7]. Model penentuan harga dari perspektif pemasok yang memproduksi dan memasok produk untuk satu pelanggan yang berbasis *lot-for-lot* dengan asumsi bahwa kebiasaan pelanggan melakukan pemesanan dengan mengikuti kebijakan pembelian ekonomi (EOQ) dikembangkan oleh Banerjee [3]. Banerjee selanjutnya melakukan pengembangan model secara simultan untuk menentukan kebijakan persediaan dan harga dari pemasok, yang memproduksi dan memasok produk ke pembeli, atas dasar perjanjian kontrak, melakukan pengiriman dalam jumlah tertentu secara periodik [4]. Pada penelitian tersebut, pengukuran ukuran lot produksi merupakan perkalian bilangan integer dengan besarnya ukuran lot pengiriman sehingga model ini lebih mudah diimplementasikan.

Adanya koordinasi antara pihak pembeli dan pemasok adalah cara penting untuk meningkatkan keuntungan kompetitif dengan menurunkan biaya *supply chain* [25]. Konsep ukuran lot ekonomis gabungan (JELS) telah diperkenalkan untuk memperbaiki metode tradisional sebagai pengendalian persediaan independen untuk menemukan kebijakan persediaan dan produksi gabungan yang lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan kebijakan yang dihasilkan dari pengambilan keputusan yang independen [23, 12]. Dengan adanya model JELS, pada solusi akhir nantinya dapat dibangun penentuan keputusan gabungan dan pembagian keuntungan pada kedua belah pihak [18]. Pada penelitian-penelitian yang ada seperti [3, 8], mereka menyarankan model JELS yang bertujuan untuk meminimasi total biaya relevan gabungan pada pihak pembeli dan pemasok. Hal ini menunjukkan bahwa kebijakan ukuran lot gabungan lebih dipilih daripada kebijakan pemesanan yang ekonomis atau pun kebijakan produksi yang ekonomis [30].

Pada kenyataan di lapangan terdapat kasus di mana sistem produksi dapat mengalami deteriorasi di mana bergeser dari status *in-control* menjadi *out-of-control*. Untuk mengubah pergeseran tersebut menjadi *in-control* kembali dapat dilakukan dengan aktivitas restorasi [32].

Penelitian mengenai adanya sistem produksi yang mengalami deteriorasi telah dilakukan, yang menyatakan suatu model yang mengalami kondisi produksi terdeteriorasi

akan menyebabkan produk menjadi *non-conforming* [10]. Semakin besar peluang produk produk *non-conforming* yang dihasilkan maka akan semakin besar total biaya yang dikeluarkan perusahaan untuk melakukan pengendalian kualitas produk [11].

Bintoro menyatakan bahwa jika sistem berada pada *out-of-control* maka dapat dilakukan restorasi yang tentunya berdampak pada penambahan biaya tersendiri [5]. Pada [3] telah dilakukan penelitian model penentuan harga jual dari perspektif pemasok yang memproduksi dan memasok produk untuk pembeli tunggal dengan kebijakan *lot-for-lot*. Banerjee [4] mengembangkan penelitian sebelumnya yaitu menentukan harga jual dan ukuran lot yang sesuai sehingga mampu mencapai keuntungan per unit yang telah ditargetkan.

Penelitian yang telah dilakukan oleh [4] dikembangkan oleh [19] dengan memberikan biaya perbaikan dan restorasi namun belum memperhitungkan ukuran lot produksi dengan biaya perbaikan dan restorasi dan membandingkan kebijakan ukuran lot EOQ, EPQ, maupun ukuran lot gabungan. Di sinilah penulis menemukan *gap* dari penelitian-penelitian yang ada. Penelitian kali ini dilakukan dengan mengembangkan model matematis Banerjee [3] dengan memperhitungkan biaya perbaikan dan restorasi yang dilakukan terhadap produk sebelum pengiriman dilakukan dengan menggunakan kebijakan EOQ, EPQ, dan ukuran lot gabungan.

II. ASUMSI MODEL

Model penelitian dasar yang digunakan adalah model penelitian Banerjee [3]. Dengan menjalankan langkah yang serupa untuk mencari Q dan C₁ dan dengan penambahan biaya restorasi dan perbaikan berdasarkan model matematis [19] penelitian kali ini dilakukan.

Dalam penulisan model, notasi-notasi yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

- D = permintaan produk dalam unit per periode
- P = *production rate* pemasok dalam unit per periode
- S₁ = biaya pesan pembeli untuk sekali pesan
- S₂ = biaya *setup* pemasok untuk sekali *setup*
- h₁ = biaya simpan pembeli per unit per periode
- h₂ = biaya simpan pemasok per unit per periode
- C₁ = harga jual produk per unit
- C₂ = biaya produksi per unit
- BC = biaya pembelian
- PC = biaya pemesanan
- DC = biaya produksi
- SC = biaya setup
- HC = *holding cost*
- IC = *inventory cost*
- TRC₁ = total biaya pembeli per periode
- TRC₂ = total biaya pemasok per periode
- TRC_g = total biaya gabungan per periode
- G = keuntungan pemasok per unit produk
- Q = ukuran lot per sekali pesan dalam unit
- Q₁* = ukuran pemesanan ekonomis optimum dalam unit (EOQ)

- Q₂* = ukuran produksi ekonomis optimum dalam unit (EPQ)
- Q_g* = ukuran lot gabungan optimum dalam unit
- θ = proporsi produk *non-conforming* yang diproduksi dalam kondisi *out-of-control*
- q = probabilitas sistem berada pada keadaan *in-control* ketika memproduksi produk
- η = biaya restorasi per restorasi (\$/restorasi)
- C_r = biaya perbaikan per unit (\$/unit)

Asumsi dan batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Masing-masing biaya diketahui dan bersifat konstan.
- b. Permintaan produk adalah tetap, laju produksi konstan.
- c. Biaya *maintenance* dan inspeksi tidak diperhitungkan, tidak ada perbaikan untuk fasilitas produksi yang mengalami penurunan kinerja, persentase produk yang *non-conforming* tetap.
- d. Tidak ada *stock out* baik pada pembeli maupun pemasok, *lead time* pemasok dan pembeli konstan, laju produksi pemasok tidak lebih sedikit dari laju permintaan produk dari pembeli.
- e. Produk dapat diperbaiki dan diproduksi dengan sistem produksi tunggal.
- f. Sistem berada pada keadaan *in-control* dengan probabilitas q, dan keadaan *out-of-control* dengan probabilitas 1-q, di mana 0 < q < 1
- g. Penelitian ini hanya akan memperhatikan faktor pengendalian produksi dan pengendalian kualitas, pengendalian yang dilakukan hanya dalam bentuk perbaikan dan restorasi, faktor lain seperti *time value of money*, investasi untuk meningkatkan kualitas set up tidak dimasukkan dalam model.

III. MODEL MATEMATIS

Jika TRC₁(Q) dan TRC₂(Q) merepresentasikan ekspektasi total biaya pembeli dan pemasok per lot per periode serta dan TRC_g(Q) merupakan ekspektasi total biaya gabungan per lot. Ekspresi matematik untuk masing-masing ekspektasi total biaya akan dijelaskan sebagai berikut:

3.1. Persamaan Total Biaya Pembeli

Adapun beberapa komponen yang membentuk total biaya pembeli meliputi biaya pembelian, biaya pemesanan, dan biaya inventori [3]. Dengan menjumlahkan semua komponen biaya tersebut maka diperoleh total biaya pembeli dengan persamaan:

$$TRC_1 = D \cdot C_1 + \frac{D}{Q} \cdot S_1 + \frac{Q}{2} \cdot h_1 \cdot S_1 \tag{3.1}$$

Dengan mencari akar persamaan dari turunan persamaan (1), maka diperoleh model matematis ukuran pemesanan ekonomis (EOQ) dalam unit produk yang dinyatakan

$$Q_1^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S_1}{h_1 \cdot C_1}} \tag{3.2}$$

3.2. Persamaan Total Biaya Pemasok

Berbeda dengan perspektif pembeli, berdasarkan model [19], total biaya pemasok per periode meliputi penjumlahan dari biaya setup, biaya produksi, *holding cost*, biaya restorasi, dan biaya perbaikan. Dengan biaya produksi,

biaya setup, dan *inventory holding cost* diperoleh dari model [3], dihasilkan persamaan total biaya pemasok yang mempertimbangkan biaya restorasi serta biaya perbaikan yaitu

$$TRC_2 = D \cdot C_2 + \frac{D}{Q} \cdot S_2 + \frac{D}{P} \cdot \frac{Q}{2} \cdot h_2 \cdot C_2 + \frac{h_2 D (1 - \theta^Q)}{Q} + C_r \cdot \theta \cdot \frac{D}{Q} \cdot \left(Q - q \frac{(1 - \theta^Q)}{(1 - \theta)} \right) \quad (3.3)$$

Untuk memperoleh ukuran lot optimal yang meminimalkan total biaya pemasok per periode, maka diambil turunan pertama terhadap Q dari persamaan TRC₂ sehingga

$$\frac{dTRC_2(Q)}{dQ} = \frac{D \cdot h_2 \cdot (1 - \theta^Q)}{Q^2} - \frac{D \cdot S_2}{Q^2} + \frac{D \cdot h_2 \cdot h_2}{2 \cdot P} + C_r \cdot \theta \cdot D \cdot \left[\frac{Q \cdot (1 - \theta^Q)}{Q^2 \cdot (1 - \theta)} - \frac{Q \cdot \theta^Q \cdot \ln(\theta)}{Q \cdot (1 - \theta)} \right] - \frac{D \cdot h_2 \cdot \theta^Q \cdot \ln(\theta)}{Q} \quad (3.4)$$

Dengan mencari akar persamaan dari turunan di atas, maka diperoleh model matematis ukuran produksi ekonomis (EPQ) dalam unit produk. Untuk mencari Q₂* (optimal) secara analitis tidak dapat dilakukan maka pencarian Q₂* dalam unit dilakukan dengan menggunakan bantuan *solver* pada *Ms. Excel* yang akan dibahas pada bagian 5.1.

3.3. Persamaan Total Biaya Gabungan

Sesuai dengan [5], jika ekspektasi total biaya gabungan per periode (TRC_g) terbentuk dari total biaya pembeli (TRC₁) dan total biaya pemasok (TRC₂) maka model matematisnya adalah

$$TRC_g = D \cdot C_1 + \frac{D}{Q} \cdot S_1 + \frac{Q}{2} \cdot h_1 \cdot C_1 + D \cdot C_2 + \frac{D}{Q} \cdot S_2 + \frac{D}{P} \cdot \frac{Q}{2} \cdot h_2 \cdot C_2 + \frac{h_2 D (1 - \theta^Q)}{Q} + C_r \cdot \theta \cdot \frac{D}{Q} \cdot \left(Q - q \frac{(1 - \theta^Q)}{(1 - \theta)} \right) \quad (3.5)$$

Agar ukuran lot optimum yang dapat meminimumkan total biaya gabungan per periode dapat diperoleh, langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mencari turunan pertama TRC_g (\$/periode) terhadap Q (unit) yang membentuk persamaan berikut:

$$\frac{dTRC_g(Q)}{dQ} = \frac{C_1 \cdot h_1}{2} - \frac{D \cdot S_1}{Q^2} - \frac{D \cdot S_2}{Q^2} + \frac{D \cdot h_2 \cdot (1 - \theta^Q)}{Q^2} + \frac{D \cdot h_2 \cdot h_2}{2 \cdot P} + C_r \cdot \theta \cdot D \cdot \left[\frac{Q \cdot (1 - \theta^Q)}{Q^2 \cdot (1 - \theta)} - \frac{Q \cdot \theta^Q \cdot \ln(\theta)}{Q \cdot (1 - \theta)} \right] - \frac{D \cdot h_2 \cdot \theta^Q \cdot \ln(\theta)}{Q} \quad (3.6)$$

Dengan membawa turunan dari TRC_g(Q) terhadap nol dan mencari akar persamaan Q maka diperoleh nilai ukuran lot optimum gabungan antara pembeli dan pemasok. Untuk mencari Q_g optimal secara analitis tidak dapat dilakukan sehingga dilakukan dengan menggunakan bantuan *Solver* pada *Ms. Excel*.

IV. MODEL KEBIJAKAN EOQ

Pada bagian ini akan dilakukan analisis terhadap kasus pertama yaitu ketika pembeli menggunakan kebijakan EOQ untuk menentukan ukuran lot ekonomisnya.

4.1. Perhitungan Keuntungan Pemasok dan Harga Jual Produk

Pada persamaan ini, ukuran lot yang digunakan adalah ukuran lot ekonomis pembeli. Dengan demikian pemasok memproduksi produk dengan ukuran lot yang menguntungkan bagi pembeli. Dari persamaan ukuran lot pemesanan ekonomis pada pembeli dapat dicari persamaan keuntungan per unit produk (G) dan harga jual produk per unit (C₁ (\$/unit)). Langkah pertama yang dilakukan adalah dengan mensubstitusikan persamaan Q₁* (3.2) ke dalam persamaan TRC₂ (4.3) untuk menggantikan nilai Q.

Keuntungan pemasok merupakan selisih antara pendapatan dengan total biaya yang dikeluarkan sehingga dapat dituliskan $G = D \cdot C_1 - TRC_2$.

4.2. Contoh Numerik dan Solusi Model

Sesuai dengan contoh numerik pada penelitian yang dilakukan oleh Banerjee (1986) maka diketahui nilai-nilai sebagai berikut.

D = 12.000 unit/tahun, P = 48.000 unit/tahun, h₁ = \$0,30/unit/tahun, h₂ = \$0,24/unit/tahun, S₁ = \$10 per order, S₂ = \$500 per *setup*, C₂ = \$4,50 per unit, G = \$1,50 per unit, θ = 0,0001 q = 0,95 η = \$1 per restorasi, Cr = \$0,5 per unit

Langkah yang dilakukan sama dengan yang dilakukan oleh Banerjee yaitu dengan metode *Newton-Raphson*, diperoleh nilai C₁ senilai \$7,54 per unit dan Q₁* 325,688 unit.

V. MODEL KEBIJAKAN EPQ

Pada bagian ini akan dilakukan analisis terhadap kasus kedua yaitu ketika pemasok menggunakan kebijakan EPQ untuk menentukan ukuran lot ekonomisnya di mana pihak pembeli membeli dengan kebijakan yang dimiliki oleh pemasok. Karena nilai Q₂* tidak dapat dicari dengan menggunakan cara analitis maka dilakukan dengan bantuan *Solver* pada software *Microsoft Excel*. Keuntungan pemasok merupakan selisih antara pendapatan dengan total biaya yang dikeluarkan maka persamaan yang didapat:

$$G = C_1 - C_2 - \frac{S_2}{Q} - \frac{Q}{2} \cdot h_2 \cdot C_2 - \frac{h_2 D (1 - \theta^Q)}{Q} - C_r \cdot \theta \cdot \frac{D}{Q} \cdot \left(Q - q \frac{(1 - \theta^Q)}{(1 - \theta)} \right) \quad (5.1)$$

Untuk memperoleh nilai C₁ dan Q harus dilakukan secara simultan agar dapat memenuhi syarat persamaan (3.4) dan (5.1). Adapun langkah-langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

- Langkah 1 : Tuliskan notasi dan nilai contoh numerik parameter yang relevan dengan persamaan (4.4) dan (6.1) pada program *Ms. Excel*
- Langkah 2 : Masukkan nilai Q₂ dan C₁ = 1
- Langkah 3 : Tuliskan persamaan (3.4) dan (5.1) dalam *spreadsheet Excel*.
- Langkah 4 : Jalankan *Solver* dengan pilih *menubar Data*
- Langkah 5 : Pada *Solver Parameters*, masukkan *range* yang merupakan fungsi dari persamaan (3.4) sebagai *target cell*. Masukkan nilai *Subject of Constraints* dengan klik *Add*. Masukkan *range* yang merupakan persamaan (5.1) sebagai *Call*

Reference dengan tanda “=” dan 1.5 pada kolom *Constraint*.
Pilih *OK* dan *Solve*.

Dengan nilai numerik yang juga digunakan pada Model Kebijakan EOQ, untuk menemukan ukuran lot dengan kebijakan EPQ dicari menggunakan software Ms. Excel. Berdasarkan langkah-langkah yang telah dijelaskan, diperoleh nilai C_1 senilai \$6,15/ unit dan Q_2^* 6.673,339 unit.

VI. MODEL KEBIJAKAN UKURAN LOT GABUNGAN

Pada kasus ini, pihak pembeli dan pemasok melakukan koordinasi untuk menentukan ukuran lot gabungan dengan menggabungkan total biaya masing-masing pihak. Persamaan keuntungan per unit produk (G (\$/unit)) merupakan pengurangan dari pendapatan pemasok per unit dengan total biaya gabungan, sehingga persamaan yang didapat:

$$G = C_1 - C_2 - \frac{S_1}{Q_1} - \frac{P_1}{Q_1} \cdot \frac{Q_1}{2} \cdot h_1 - C_2 - \frac{S_2(1-qQ_2)}{Q_2} - C_1 \cdot q \cdot \frac{1}{Q_2} \left(Q_2 - q \frac{1-qQ_2}{(1-q)} \right) \tag{6.1}$$

Pada kebijakan ini nilai Q_g dan C_1 harus dicari secara simultan dengan syarat mampu memenuhi persamaan (5.1) sama dengan nol dan persamaan (6.1) dengan G sama dengan \$1,5. Dengan menjalankan langkah yang digunakan ketika mencari Q dan C_1 dengan kebijakan EPQ, diperoleh nilai C_1 senilai \$6,24/unit dan Q_g^* 2.393,417 unit.

VII. ANALISIS MODEL

7.1. Analisis Hasil Perhitungan

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan software MathCAD 14 dengan hasil perhitungan ukuran lot dan total biaya yang dapat dilihat pada Tabel 7.1.

Tabel 7.1. Rekapitulasi hasil contoh numerik

No.	Kebijakan	Q (Unit)	TRC ₁ (\$/th)	TRC ₂ (\$/th)	TRC _g (\$/th)	C ₁ (\$/unit)
1	EOQ	325,688	91.240,90	72.503,92	163.744,82	7,54
2	EPQ	6.673,339	79.976,74	55.802,40	135.779,14	6,15
3	Q Gab.	2.393,417	77.124,64	56.835,60	133.960,24	6,24

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat diketahui bahwa harga jual produk per unit yang ditetapkan pemasok mempengaruhi ukuran lot pembeli yang pada akhirnya juga berpengaruh pada total biaya relevan pada pembeli, pemasok, maupun total biaya gabungan. Harga jual pemasok yang menggunakan ukuran lot pemesanan (EOQ) lebih mahal daripada menggunakan ukuran produksi ekonomis (EPQ). Harga jual pada kebijakan ukuran lot gabungan lebih tinggi disebabkan karena pemasok harus dapat memenuhi ukuran lot gabungan yang berdampak pada peningkatan total biaya. Dengan kebijakan ukuran lot gabungan, total biaya pemasok diperoleh lebih tinggi dari pada dengan kebijakan EPQ, Faktor ini memungkinkan untuk terjadi kenaikan harga jual per produk untuk mampu

memenuhi target keuntungan \$1,5/unit. Hal tersebut menunjukkan bahwa dengan menggunakan ukuran lot gabungan untuk mampu mencapai target keuntungan produk per unit, pemasok harus menjual dengan harga yang lebih tinggi dibandingkan dengan kebijakan lain.

7.2. Verifikasi dan Validasi Model

Verifikasi yang telah dilakukan peneliti meliputi tahapan pemeriksaan sebagai berikut:

- a. Kekonsistenan notasi dan nilai numerik yang digunakan
- b. Logis tidaknya model
- c. Komponen pembentuk masing-masing biaya pada pihak yang terkait
- d. Penggunaan *software* yang berbeda

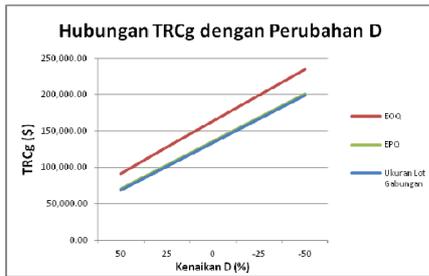
Pada analisis contoh numerik telah dilakukan pengujian terhadap nilai ukuran lot pada masing-masing kebijakan. Ketika menggunakan kebijakan EOQ, total biaya yang harus dikeluarkan oleh pemasok lebih tinggi daripada ketika menggunakan kebijakan EPQ. Hal ini disebabkan karena pemasok diharuskan menjalankan sistem sesuai dengan kebijakan yang dimiliki oleh pembeli, Lain halnya dengan menggunakan kebijakan EPQ yang mana merupakan kebijakan yang menguntungkan bagi pemasok itu sendiri. Jika digunakan kebijakan lot gabungan ternyata total biaya yang harus dikeluarkan oleh pihak pembeli dan pemasok akan lebih rendah sehingga kebijakan ini dapat dikatakan menguntungkan kedua belah pihak.

Dari hasil pengujian yang ada ternyata model yang dibangun telah berjalan sesuai dengan sistem. Oleh karena itu ketiga model dengan kebijakan yang berbeda tersebut dapat dikatakan valid dan dapat dipercaya.

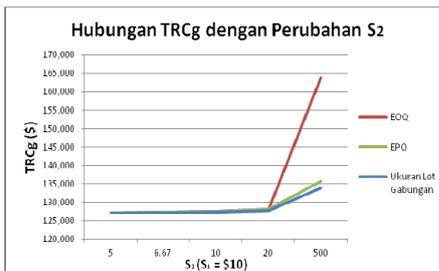
7.3. Analisis Sensitivitas

Parameter yang digunakan dalam analisis sensitivitas yaitu jumlah permintaan produk per periode, perbandingan biaya pesan produsen dengan biaya setup pemasok, dan perbandingan biaya inventori produsen dengan biaya inventori pemasok.

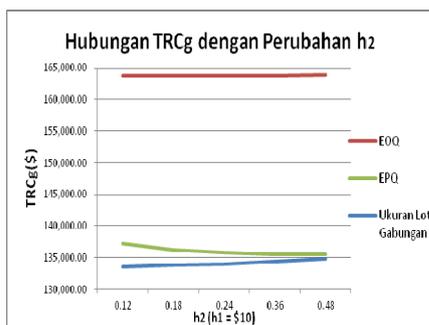
Terhadap ketiga parameter yang diuji, dilakukan lima perubahan. Pada parameter pertama yaitu jumlah permintaan produk per periode, dilakukan peningkatan nilai sebesar 50%, 25% terhadap nilai awal dan juga penurunan nilai dengan jumlah yang sama yaitu 50% dan 25% dari jumlah permintaan produk yaitu 12.000 unit/periode. Terhadap parameter kedua, pengubahan nilai biaya setup pemasok per sekali setup dilakukan dengan rentang $1x, \frac{1}{25}x, \frac{1}{50}x, \frac{1}{75}x,$ dan $\frac{1}{100}x$. Mengenai parameter ketiga, pengujian dilakukan dengan mengubah biaya inventori per unit produk pada pemasok dengan rentang 200%, 150%, 100%, 75%, dan 50% dari nilai pada contoh numerik yaitu \$0,24/\$/tahun. Hasil analisis sensitivitas dapat dilihat pada Gambar 7.1 sampai Gambar 7.3.



Gambar 7.1. Grafik hubungan TRCg dengan perubahan D



Gambar 7.2. Grafik hubungan TRCg dengan perubahan S₂



Gambar 7.3. Grafik hubungan TRCg dengan perubahan h₂

Berdasarkan hasil uji analisis sensitivitas di atas dapat diketahui bahwa solusi optimal sensitif terhadap perubahan parameter jumlah permintaan produk per periode (*D*). Lain halnya ketika nilai parameter biaya setup pemasok dan biaya inventori pemasok diubah baik dinaikkan maupun diturunkan dengan persentase tertentu, nilai ekspektasi total biaya per periode tidak mengalami perubahan yang cukup besar. Sehingga solusi optimal dapat dikatakan relatif tidak sensitif terhadap nilai parameter setup pemasok dan biaya inventori pemasok.

9. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pemodelan matematis, analisis, dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

a. Model total biaya gabungan yang merupakan pengembangan model [3] dan [19] dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$TRC_g = D \cdot C_1 + \frac{D}{Q} \cdot S_1 + \frac{Q}{2} \cdot h_1 \cdot C_1 + D \cdot C_2 + \frac{D}{Q} \cdot S_2 + \frac{D \cdot Q}{P} \cdot \frac{Q}{2} \cdot h_2 \cdot C_2 + \frac{\eta \cdot D \cdot (1 - q^N)}{Q} + C_r \cdot \beta \cdot \frac{D}{Q} \cdot \left(q - q \frac{(1 - q^N)}{(1 - q)} \right)$$

b. Berdasarkan contoh numerik, ukuran lot terendah diperoleh dengan menggunakan kebijakan EOQ yaitu

325,688 unit tetapi harga jual produknya paling tinggi yaitu \$7,54/unit. Dengan kebijakan EPQ, ukuran lot yang diperoleh adalah 6.673,339 unit dengan harga jual produk \$6,15/unit. Sedangkan dengan menggunakan kebijakan ukuran lot gabungan diperoleh harga jual produk \$6,24/unit dan ukuran lot 2.393,417 unit.

- c. Pengembangan model [3] dengan penambahan biaya perbaikan dan restorasi dari model [19] menghasilkan total biaya gabungan terendah jika menggunakan kebijakan ukuran lot gabungan.
- d. Meskipun pada masing-masing model penelitian kebijakan ukuran lot yang digunakan berbeda dan menghasilkan nilai harga jual produk dan ukuran lot yang berbeda pula, pemasok tetap mencapai target keuntungan yang telah ditetapkan yaitu \$1,5/unit.
- e. Berdasarkan hasil uji analisis sensitivitas, solusi optimal sensitif terhadap perubahan parameter jumlah permintaan produk per periode (*D*) dan relatif tidak sensitif terhadap nilai parameter setup pemasok (*S*₂) dan biaya inventori pemasok (*h*₂).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aditomo, Gregorius S. (2012). Model biaya persediaan gabungan untuk penentuan harga jual produk. Skripsi. Jurusan Teknik Industri Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- [2] Bahagia, S. N. (2003). Sistem Inventori. Departemen Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung.
- [3] Banerjee, A. (1986). A supplier's pricing model under a customer's economic purchasing policy. *Omega*, 14(5), 409–414. doi:10.1016/0305-0483(86)90082-4
- [4] Banerjee, A. (2005). Concurrent pricing and lot sizing for make-to-order contract production. *International Journal of Production Economics*, 93-94, 189–195. doi:10.1016/j.ijpe.2004.06.017
- [5] Bintoro, A.G. (2010). Penentuan ukuran lot ekonomis gabungan produsen dan distributor untuk produk dengan garansi. *Jurnal Teknologi Industri*, Vol. XIII, No. 2, 165-167. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- [6] Chapra, S. C. & Chanale, R. P. (2006). *Numerical Methods for Engineers* (5th ed.). New York, MA: McGraw-Hill.
- [7] Chen, J. M., & Chen, L. T. (2005). Pricing and production lot-size/scheduling with finite capacity for a deteriorating item over a finite horizon. *Computers & Operations Research*, 32(11), 2801–2819. doi:10.1016/j.cor.2004.04.005
- [8] Goyal, Suresh Kumar, Chao-Kuei Huang, & Kuo-Chao C. (2003). A simple integrated production policy of an imperfect item for vendor and buyer. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology: Production Planning & Control*, 14 (7) 596–602. doi:10.1080/09537280310001626188
- [9] Hax, A. C. & Candea, D. (1984). *Production and inventory management*. New Jersey, MA: Prentice Hall.
- [10] Indrapriyatna, Ahmad S., Suprayogi, Bermawi P. Iskandar, & A. Hakim H. (2007). Model penjadwalan batch pada satu mesin yang mengalami deteriorasi untuk minimasi total ongkos biaya simpan dan biaya kualitas. *Journal of Institute of Research and Community Outreach*, Jurusan Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. ISSN: 14112485
- [11] Irawan, Dicky, Hendro Prasetyo, & Arie D. (2013). Model optimisasi lot produksi pada sistem produksi yang mengalami deteriorasi dengan kriteria minimasi total ongkos. *Jurnal Online Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Nasional, Bandung*. Reka Integra ISSN: 2338-5081

- [12] Kim, T., Hong, Y., & Young, S. (2006). Joint economic procurement — production – delivery policy for multiple items in a single-manufacturer, multiple-retailer system. *International Journal of Production Economics*, 103, 199–208. doi:10.1016/j.ijpe.2005.06.005
- [13] Lee, W. (2005). A joint economic lot size model for raw material ordering, manufacturing setup, and finished goods delivering, 33, 163–174. doi:10.1016/j.omega.2004.03.013
- [14] Lin, H. D., Peter Chiu, Y. S., & Ting, C. K. (2008). A note on optimal replenishment policy for imperfect quality EMQ model with rework and backloging. *Computers & Mathematics with Applications Journal*, 56(11), 2819–2824. doi:10.1016/j.camwa.2008.07.009
- [15] Muller, Max. (2003). *Essentials of inventory management*. AMACOM, USA.
- [16] Moustafa, M. S., Maksoud, E. Y. A., & Sadek, S. (2004). Optimal major and minimal maintenance policies for deteriorating systems. *Reliability Engineering & System Safety*, 83(3), 363–368. doi:10.1016/j.res.2003.10.011
- [17] Porteus, E.L. (1986). Optimal lot sizing, process quality improvement, and setup cost reduction. *Operations Research*, Vol.34, pp.137-144
- [18] Pibernik, R., Zhang, Y., Kerschbaum, F., & Schröpfer, A. (2011). Secure collaborative supply chain planning and inverse optimization – The JELS model. *European Journal of Operational Research*, 208(1), 75–85. doi:10.1016/j.ejor.2010.08.018
- [19] Prasetyo, H. & G. Fauza (2006). Simultaneous pricing and lot sizing for a deteriorating process. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, Vol. 5, p.1-6
- [20] Rezaei, J. (2008). A deterministic, multi-item inventory model with supplier selection and imperfect quality. *Applied Mathematical Modelling Journal*, 32, 2106–2116. doi:10.1016/j.apm.2007.07.009
- [21] Ristono, A. (2009). *Manajemen Persediaan (1st ed.)*. Graha Ilmu, Yogyakarta
- [22] Rossenblatt, M.J., & Lee, H.L. (1986). Economic production cycles with imperfect production process. *IIE Transaction*, Vol.18, pp.48-55
- [23] Sajadieh, M. S., Thorstenson, A., & Akbari, M. R. (2010). An integrated vendor – buyer model with stock-dependent demand. *Transportation Research Part E*, 46(6), 963–974. doi:10.1016/j.tre.2010.01.007
- [24] Santiyasa, I.W. (2011). *Algoritma newton-raphson dengan fungsi non-linear*. Universitas Udayana, Bali.
- [25] Sarmah, S. P., Acharya, D., & Goyal, S. K. (2006). Buyer vendor coordination models in supply chain management, 175, 1–15. doi:10.1016/j.ejor.2005.08.006
- [26] Siajadi, H., Raafat N. I., Lochert, P. B. (2006). Joint economic lot size in distribution system with multiple shipment policy, *International Journal of Production Economics*, 102, 302–316. doi:10.1016/j.ijvpe.2005.04.003
- [27] Silver, E. A., Peyke, D. F., & Peterson R. (1998). *Inventory management and production scheduling (3rd ed.)*. New York, MA: John Willey and Sons.
- [28] Silver, E. A., & Peterson R. (1985). *Decision system for inventory management and production planning (2nd ed.)*. New York, MA: Willey.
- [29] Sim S.H., Endrenyi J. (1993). A failure-repair model with minimal and major maintenance. *IEEE Transact Reliab*, pp.42:134–9
- [30] Sucky, Eric. (2005). Inventory management in supply chains: A bargaining problem, *International Journal of Production Economics*, 94, 253–262. doi:10.1016/j.ijpe.2004.06.025
- [31] Tersine, R. J. (1994). *Principles of inventory and materials management (4th ed.)*. New Jersey, MA: Prentice Hall.
- [32] Tseng, Sheng-Tsaing (1996). Optimal preventive maintenance policy for deterioration production system. *IIE Transaction*, Vol. 28, p. 687-694
- [33] Wang, Chih-Hsiung & Shey-Heui Sheu. (2003). Optimal lot sizing for products sold under free-repair warranty, *European Journal of Operation Research* 149, 131–141. doi:10.1016/S0377-2217(02)00429-0

