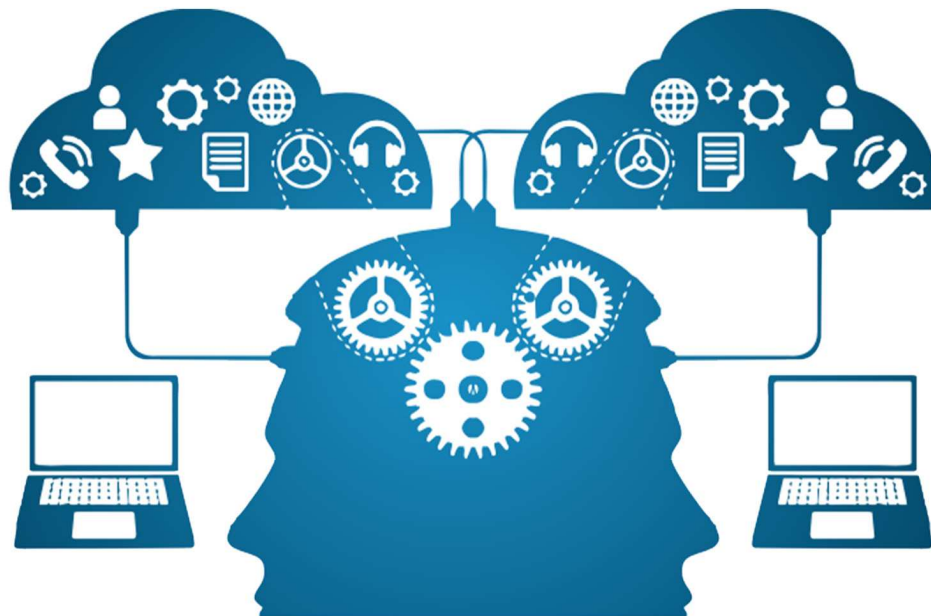




PROSIDING



“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

**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 Inset 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 <i>Multi-Hop</i> WSN pada Kanal <i>Fading Rice</i> <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 <i>Radome</i> 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 (<i>Programmable Logic Controller</i>) <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 <i>Green Building Campus</i> <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 <i>Speaker</i> dan Desain Ruang Operator <i>Sound System</i> 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 <i>Online</i> 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 <i>Wireless Sensor Network (WSN)</i> <i>Febrian</i>	195 – 198
Analisis Lentur Balok Beton Bertulang Tampang T Yang Diperkuat <i>Wire Rope</i> 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 Candiyan 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 Prototype 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 Setyani</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 Sistem Distribusi Produk di Hero Garmen

Ivan Dwi Putra¹, The Jin Ai², dan M. Chandra Dewi Kurnianingtyas³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta

¹ivan_dwi_putra@yahoo.com, ²jinai@mail.uajy.ac.id, ³candra_dewi@mail.uajy.ac.id

Abstrak — Sistem pengiriman Hero Garmen saat ini yaitu pesanan dari kota yang letaknya berjauhan dari gudang akan dikirim melalui jasa, sedangkan pesanan dari kota yang letaknya berdekatan dari gudang akan dikirim sendiri. Pengiriman hampir dilakukan setiap hari sehingga biaya pengiriman menjadi mahal. Hal ini menyebabkan perlunya evaluasi untuk memperbaiki sistem pengiriman tersebut. Penyelesaian masalah ini menggunakan metode *Route-First, Cluster-Second*. Pembuatan *tools* berupa lembar kerja elektronik dalam format file Microsoft Excel kemudian dibuat untuk membantu menyelesaikan penelitian ini. Lembar kerja elektronik ini diharapkan dapat membantu perusahaan di kemudian hari dalam menentukan proses pengiriman.

Kata kunci — lembar kerja elektronik; pengiriman; *Route-First, Cluster-Second*.

I. PENDAHULUAN

Hero Garmen merupakan sebuah industri rumah tangga yang bergerak di bidang produksi celana dalam yang terletak di kota Surakarta. Produksi industri ini mencapai 600 sampai 1000 lusin potong dalam sehari. Konsumen dari industri ini adalah toko-toko yang berada di Jawa Barat, Jawa Tengah, dan Jawa Timur. Proses pengiriman akan dilakukan seminggu setelah proses pemesanan dilakukan. Terdapat 2 armada pengiriman dari Hero Garmen yang digunakan setiap harinya, yaitu sebuah mobil Panther box dan sebuah mobil L300 box. Saat ini pengiriman untuk kota yang letaknya berdekatan dengan Surakarta akan menggunakan mobil-mobil tersebut. Pengiriman menggunakan mobil milik Hero Garmen tersebut memiliki kapasitas masing-masing 1000 lusin. Pengiriman untuk kota yang letaknya berjauhan dari Surakarta akan menggunakan jasa angkutan truk. Biaya pengiriman menggunakan jasa angkutan truk ini adalah Rp 750,00 per kilogram dengan kapasitas 2000 lusin. Jumlah pesanan untuk kota yang berjauhan tersebut juga dibatasi dengan jumlah minimal pemesanan 120 lusin.

Saat ini pengiriman untuk kota yang letaknya berdekatan dengan pabrik akan menggunakan mobil milik Hero Garmen, sedangkan kota yang berjauhan menggunakan jasa angkutan truk. Pengiriman menggunakan mobil milik Hero Garmen dikarenakan toko-toko yang letaknya berdekatan tidak mau membayar pesanan melalui transfer. Hal ini menyebabkan pabrik harus mengirim sendiri karena pembayaran dilakukan saat *salesman* mengantarkan barang ke toko tersebut. Hal ini dikarenakan toko-toko yang letaknya berdekatan tersebut melakukan pemesanan dengan jumlah yang sedikit, sehingga kuantitas pengiriman pun sedikit. Melalui sistem pengiriman yang diterapkan saat ini pengiriman produk hampir dilakukan setiap hari, namun dengan kuantitas pengiriman yang sedikit. Hal ini

mengakibatkan total biaya pengiriman per bulan menjadi besar. Perbaikan sistem pengiriman perlu dilakukan agar dapat meminimalkan biaya pengiriman ini.

Tujuan yang ingin diperoleh dari penelitian ini adalah memperbaiki sistem pengiriman pada Hero Garmen melalui sebuah lembar kerja elektronik dalam format file Microsoft Excel yang digunakan untuk membantu perusahaan dalam:

1. Menentukan setiap pengiriman akan dikirim sendiri atau menggunakan jasa.
2. Menentukan rute pengiriman yang optimal untuk pengiriman yang dikirim sendiri sehingga dapat meminimalkan biaya pengiriman

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Tidak ada penambahan pelanggan dan armada pengiriman.
2. Data pelanggan yang digunakan hanya toko pelanggan tetap, yaitu toko yang pasti melakukan pesanan setiap bulannya.
3. Pengambilan data jarak didapatkan melalui rute yang biasa dipakai sopir Hero Garmen dan menggunakan bantuan *Google Maps*.
4. Produksi diasumsikan mampu memenuhi setiap pesanan.
5. Asumsi model yang digunakan adalah *Travelling Salesman Problem*, yaitu sopir akan mengirim pesanan dari gudang menuju ke semua toko kemudian kembali ke gudang lagi

II. DASAR TEORI

A. Fungsi-fungsi dasar manajemen distribusi dan transportasi

Kegiatan transportasi dan distribusi bisa dilakukan oleh perusahaan manufaktur dengan membentuk bagian distribusi tersendiri atau diserahkan ke pihak ketiga [1]. Manajemen distribusi dan transportasi pada umumnya melakukan sejumlah fungsi dasar yang terdiri dari:

1. Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*.
2. Menentukan mode transportasi yang akan digunakan.
3. Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman.
4. Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman.
5. Memberikan pelayanan nilai tambah.
6. Menyimpan persediaan.
7. Menangani pengembalian (*return*).

B. Strategi Distribusi

Secara umum ada tiga strategi distribusi produk dari pabrik ke pelanggan. Masing-masing dari strategi ini memiliki keunggulan dan kekurangan. Ketiga strategi tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengiriman Langsung (*Direct Shipment*)

2. Pengiriman Melalui *Warehouse*
3. *Cross-Docking*

C. *Vehicle Routing Problem (VRP)*

Dasar dari *Vehicle Routing Problem (VRP)* adalah permasalahan distribusi dengan transportasi yang memiliki depot tunggal dengan kapasitas tertentu. VRP dapat digambarkan sebagai satu set konsumen yang harus dilayani oleh armada identik dengan kapasitas yang terbatas yang diletakkan pada sebuah depot atau titik awal. Tujuannya adalah menemukan satu rangkaian rute untuk armada tersebut dengan total jarak tempuh minimum. Setiap rute dimulai dari satu depot atau titik awal dan kembali ke titik tersebut tanpa melanggar kendala kapasitas armada [2].

Salah satu varian dari VRP adalah *Capacitated VRP (CVRP)*. Dalam CVRP, semua kesesuaian pengiriman pelanggan dan permintaan adalah deterministik. Kendaraan-kendaraan yang digunakan identik dan berbasis di satu pusat depot, serta terdapat pembatasan kapasitas pada kendaraan. Tujuan dari CVRP adalah untuk meminimalkan total biaya (dari sejumlah rute dan waktu yang mereka tempuh) untuk melayani semua pelanggan [3].

D. *Integer Programming (IP)*

Integer programming (IP) adalah masalah *linear programming (LP)* dimana beberapa atau semua variabelnya harus berupa bilangan bulat non negative [4]. *Linear programming (LP)* sendiri adalah *tool* untuk menyelesaikan masalah optimalisasi. Pada formulasi IP, terdapat fungsi tujuan dan kendala-kendala. Jika variabel yang ada bukan merupakan bilangan, maka variabel tersebut harus diubah menjadi bilangan bulat atau menjadi variabel 0 atau 1.

E. *Travelling Salesman Problem*

Travelling Salesman Problem (TSP) merupakan suatu permasalahan untuk seorang *salesman* yang harus berangkat dari sebuah tempat untuk mengunjungi n tempat/node, dimana setiap node hanya boleh dikunjungi sebanyak 1 kali, kemudian kembali lagi ke tempat awal dengan rute yang optimal.

Rute yang optimal adalah rute yang memberikan total biaya, waktu tempuh, dan jarak yang paling minimum. Output dari penyelesaian TSP adalah penyediaan rute bagi seorang *salesman*. Rute tersebut berisi urutan rangkaian lokasi yang harus dikunjungi oleh *salesman* dalam 1 kali perjalanan. TSP digunakan untuk menemukan sebuah rute seorang *salesman* yang berangkat dari satu lokasi, mengunjungi serangkaian kota dan kembali ke lokasi asal sedemikian rupa sehingga total jarak yang ditempuh adalah minimal dan setiap kota hanya dikunjungi satu kali [5].

F. *Route-First, Cluster-Second Method*

Metode ini termasuk dalam *two-phase method*. *Two-phase method* merupakan metode yang membagi proses pembuatan rute ke dalam dua kondisi natural: *route* dan *cluster* [3]. *Route* berarti fokus pada urutan perjalanan dalam rute (pelanggan mana yang didahulukan untuk dilayani). *Cluster* berarti fokus pada pengelompokan pelanggan berdasarkan karakteristik atau kendala yang dimiliki.

Metode *route-first, cluster-second* dibuat dengan cara memasukkan terlebih dahulu seluruh pelanggan ke dalam satu rute (*route-first*) sehingga nantinya dihasilkan satu rute yang panjang. Pemilihan urutan pelanggan yang dilayani terlebih dahulu dilihat melalui jarak terpendek dari depot dan jarak terpendek antar pelanggan (*Nearest Neighbour*). Rute panjang tersebut kemudian dibagi ke dalam beberapa rute untuk diimplementasikan (*cluster-second*), misalkan menggunakan batasan kapasitas kendaraan (jumlah total permintaan pelanggan dalam suatu rute tidak melebihi kapasitas angkut kendaraan tersebut).

G. *Metode Nearest Neighbor*

Metode *Nearest Neighbor* adalah metode pencarian rute dengan urutan kunjungan yang dimulai dari depot kemudian dilakukan penambahan konsumen yang jaraknya paling dekat dengan depot. Pada setiap tahap, rute dibangun dengan melakukan penambahan konsumen yang jaraknya paling dekat dengan konsumen terakhir yang dikunjungi

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian meliputi beberapa tahapan. Tahapan tersebut antara lain yaitu menentukan tempat penelitian, kunjungan dan observasi, identifikasi masalah, penentuan topik, studi literatur, pengambilan data, analisis data, pembuatan lembar kerja elektronik, dan penarikan kesimpulan.

Pada tahap pengambilan data, data yang diambil meliputi jumlah toko, lokasi toko, jarak dari pabrik ke antar toko, jumlah armada, dan cara pendistribusian yang digunakan sekarang. Pada tahap analisis data dibagi menjadi tiga yaitu pembuatan *influence diagram*, pembuatan model matematis, dan pembuatan rute. Metodologi penelitian yang telah dibuat dapat dilihat pada Gambar 1.

IV. DATA

Terdapat beberapa toko langganan yang tersebar di berbagai kota. Daftar toko yang menjadi langganan tetap Hero Garmen dapat dilihat pada Tabel 1.

Jarak tempuh antar toko digunakan untuk menentukan rute pendistribusian. Jarak tempuh ini didapatkan melalui rute yang biasa dipakai sopir Hero Garmen serta menggunakan bantuan *Google Maps*. Jarak tempuh antar toko dapat dilihat pada Tabel 2.

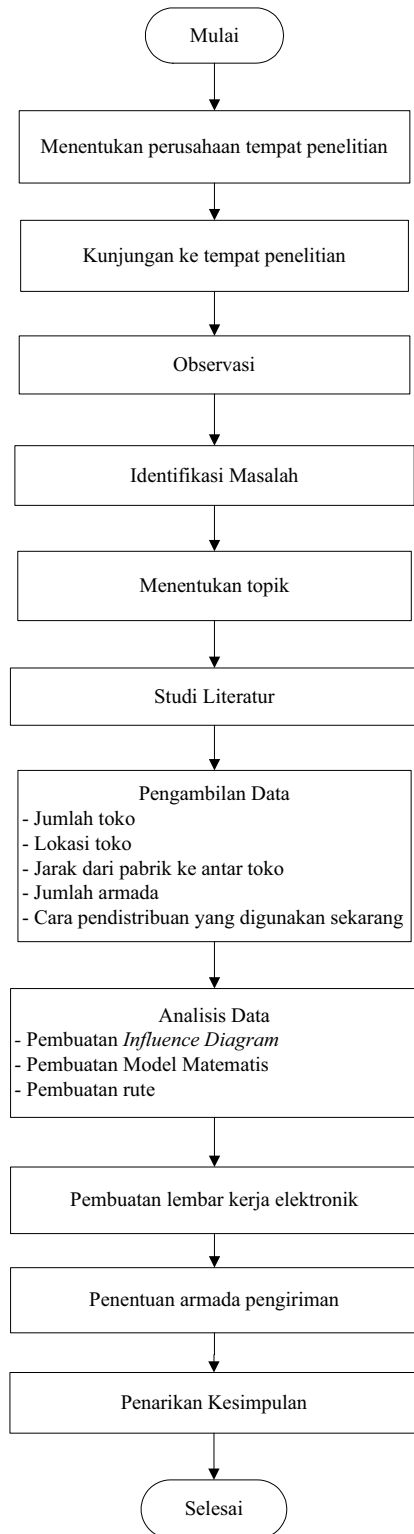
From to Chart pada Tabel 2 hanya melibatkan toko-toko yang berada di kota Surakarta, Yogyakarta, Muntilan, Magelang, Semarang, dan Kudus. Kota-kota tersebut adalah kota yang jaraknya kurang dari 150 km dari gudang. Hal ini dikarenakan perusahaan tidak ingin melakukan pengiriman dengan jarak yang terlalu jauh dari gudang. Jarak antar kota didapatkan melalui rute yang biasa dipakai sopir Hero Garmen serta menggunakan bantuan *Google Maps*. Pada *From to Chart* diatas terdapat beberapa toko yang jaraknya kurang dari 1 km dengan toko lainnya. Hal ini disebabkan dalam 1 kota terdapat 2 toko yang letaknya berdekatan sehingga jarak antar toko tersebut hampir sama.

TABEL I. DAFTAR TOKO

Kota	Nama Toko	Alamat Toko
Surakarta	Toko Elegant	Pasar Klewer, Jalan Dokter Radjiman
	Toko Satria	Jalan Kartini
Yogyakarta	Toko Kiem-Kiem	Jalan Godean
	Toko Jhony	Jalan Malioboro
Muntilan	Toko Rame	Jalan Pemuda
	Toko Toto	Jalan Pemuda
Magelang	Toko Makin Jaya	Pasar Rejowinangun, Jalan Pemuda
	Toko Busana	Jalan Sriwijaya
Semarang	Toko Sidomumbul	Jalan Gang Warung
	Toko Mulia	Jalan Haji Agus Salim
Kudus	Toko Lady	Jalan Johar
Purwokerto	Toko Mantep	Jalan Perintis Kemerdekaan
	Toko Makmur	Jalan Kombes Bambang Suprpto
Majenang	Toko Kharisma	Jalan Diponegoro
Kuningan	Toko Haji Nanie	Jalan Siliwangi
Surabaya	Toko Samajaya	Jalan Sencaki
	Toko Saudara	Jalan Nyamplungan
Lumajang	Toko Perdana	Jalan Jendral Sudirman,
Jember	Toko Barokah	Jalan Raya Karanganyar
	Toko Mubaroh	Jalan Manggar
Probolinggo	Toko Pojok	Jalan Raden Wijaya
Malang	Toko Masa Jaya	Jalan Sersan Harun
Tulungagung	Toko Sumber Murni	Jalan Kapten Kasini
	Toko Harmony	JL. WR Supratman

TABEL II. FROM TO CHART

From/To (km)	Gudang	Toko Elegant	Toko Satria	Toko Kiem-Kiem	Toko Jhony	Toko Rame	Toko Toto	Toko Makin Jaya	Toko Busana	Toko Sidomumbul	Toko Mulia	Toko Lady
Gudang		7	6,5	66	60,6	84,4	84,4	99,2	99,3	105	106	115
Toko Elegant			2	71	65,8	89,6	89,6	104	104	101	101	110
Toko Satria				70	64,5	88,4	88,4	103	103	99,5	99,7	109
Toko Kiem-Kiem					6,3	29,2	29,2	44	44	120	120	173
Toko Jhony						31,3	31,3	46	46	122	122	175
Toko Rame							0,1	14,8	14,9	90,5	90,8	143
Toko Toto								14,8	14,9	90,5	90,8	143
Toko Makin Jaya									0,5	77,9	78,2	131
Toko Busana										75,8	76,1	129
Toko Sidomumbul											0,6	53
Toko Mulia												52,3



Gambar 1. Diagram Alir Tahapan Penelitian

V. ANALISIS DATA

Pembuatan model matematis bertujuan untuk menggambarkan hubungan antar elemen sehingga terbentuk model matematis yang dapat diaplikasikan ke dalam lembar

kerja elektronik. Model matematis dari kasus ini adalah sebagai berikut

Fungsi Tujuan:

$$Min \sum_{i=0}^N \sum_{j=0}^N \sum_{k=1}^K C_{ijk} X_{ijk} Z_i + \sum_{i=0}^N B_i (1 - Z_i) \quad (1)$$

Kendala:

1. Total jumlah *demand* yang dibawa oleh kendaraan *k* tidak boleh melebihi kapasitas dari kendaraan tersebut

$$\sum_{i=0}^N Q_{ik} Y_{ik} \leq V_k, k = 1, \dots, K \quad (2)$$

2. Konsumen *i* dilayani oleh kendaraan *k*

$$Y_{ik} = 0 \text{ atau } 1; i = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots, K \quad (3)$$

3. Kendaraan *k* dari konsumen *i* langsung ke konsumen *j*

$$X_{ijk} = 0 \text{ atau } 1; i = 1, 2, \dots, N; k = 1, 2, \dots, K \quad (4)$$

4. Tiap konsumen dapat dilayani oleh kendaraan *k* atau menggunakan jasa *z*

$$\sum_{k=1}^K Y_{ik} = \begin{cases} K, & i = 0 \\ Z_i, & i = 1, \dots, N \end{cases} \quad (5)$$

5. Tiap konsumen dikunjungi oleh kendaraan yang sama dengan yang sudah dijadwalkan untuk konsumen tersebut

$$\sum_{i=0}^N X_{ijk} = Y_{jk}, j = 0, \dots, N; k = 1, \dots, K \quad (6)$$

6. Tiap konsumen dikunjungi oleh kendaraan yang sama dengan yang sudah dijadwalkan untuk konsumen tersebut

$$\sum_{j=0}^N X_{ijk} = Y_{ik}, i = 1, \dots, N; k = 1, \dots, K \quad (7)$$

Variabel Keputusan:

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1, & \text{jika kendaraan } k \text{ dari customer } i \text{ langsung ke} \\ & \text{customer } j \\ 0, & \text{jika tidak demikian} \end{cases}$$

$$y_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{jika konsumen } i \text{ dilayani oleh kendaraan } k \\ 0, & \text{jika tidak demikian} \end{cases}$$

$$z_i = \begin{cases} 1, & \text{jika dilayani kendaraan} \\ 0, & \text{jika dilayani jasa} \end{cases}$$

Keterangan:

K = nomor kendaraan

N = nomor konsumen (0 = gudang)

C_i = konsumen *i*

C₀ = gudang

C_{ijk} = biaya transportasi antara konsumen *i* dan *j* untuk kendaraan *k*

Q_{ik} = total *demand* kendaraan *k* sampai konsumen *i*

V_k = kapasitas maksimum kendaraan *k*

B_i = biaya pengiriman jasa konsumen *i*

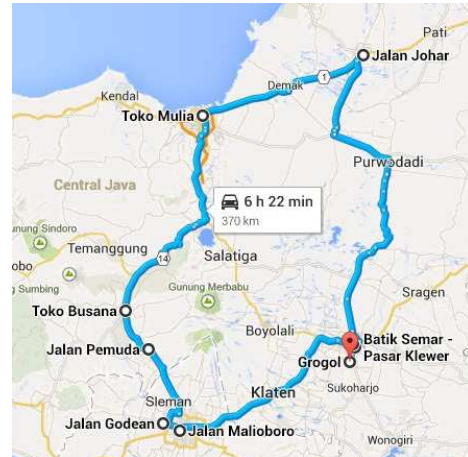
Penentuan rute pengiriman dalam penelitian ini menggunakan metode *route-first, cluster-second*. Rute yang dibuat hanya melibatkan kota yang jaraknya kurang dari 150 km dari gudang. Kota-kota tersebut adalah Surakarta, Yogyakarta, Muntilan, Magelang, Semarang, dan Kudus. Pembatasan jarak 150 km merupakan permintaan dari perusahaan, karena perusahaan tidak ingin melakukan pengiriman dengan jarak yang terlalu jauh dari gudang.

Langkah pertama adalah menentukan rute terlebih dahulu (*route-first*). Penentuan rute menggunakan prinsip *Travelling Salesman Problem* (TSP). TSP merupakan suatu permasalahan untuk seorang *salesman* yang harus berangkat dari sebuah tempat untuk mengunjungi *n* tempat/node, dimana setiap node hanya boleh dikunjungi sebanyak 1 kali,

kemudian kembali lagi ke tempat awal dengan rute yang optimal. Pemilihan urutan pelanggan yang dilayani terlebih dahulu dilihat melalui jarak pelanggan terpendek dari gudang kemudian jarak terpendek antar pelanggan. Jarak antar toko dapat dilihat pada *From to Chart* pada Tabel 2.

Pembuatan rute ini menggunakan metode *Nearest Neighbor*. Prinsip dari metode *Nearest Neighbor* adalah selalu menambahkan toko yang jaraknya paling dekat dengan toko yang kita kunjungi terakhir. Pembuatan rute dimulai dari gudang menuju toko dengan jarak terpendek. Setiap toko hanya boleh dikunjungi 1 kali.

Rute terbaik yang terbentuk dimulai dari gudang menuju ke Surakarta menuju ke Yogyakarta menuju ke Muntilan menuju ke Magelang menuju ke Semarang menuju ke Kudus dan akhirnya kembali lagi ke gudang. Hasil rute terbaik yang didapatkan menggunakan metode *Nearest Neighbor* dapat dilihat pada Gambar 2 di bawah ini.



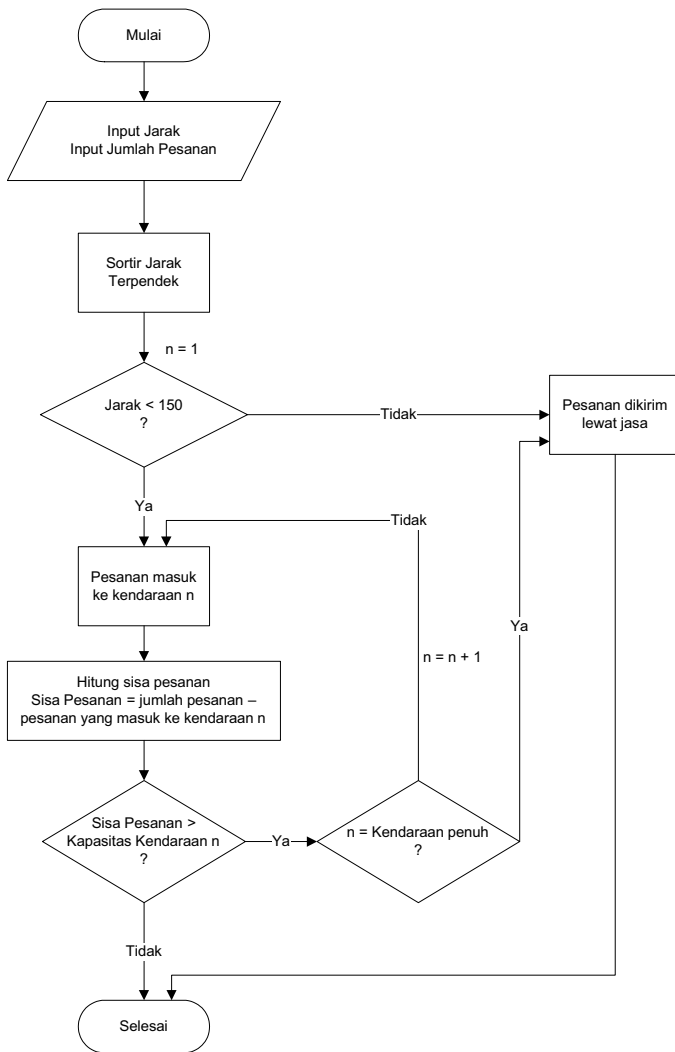
Gambar 2. Rute Terbaik

Langkah berikutnya adalah mengklasterkan rute (*route-second*) tersebut ke dalam beberapa klaster. Klaster akan terbentuk secara otomatis sesuai jumlah pesanan yang telah dimasukkan ke dalam lembar kerja elektronik. Langkah-langkah penggunaan lembar kerja elektronik dapat dilihat pada Gambar 3.

Penentuan armada pengiriman akan dilakukan secara otomatis oleh lembar kerja elektronik. Pengiriman yang dilakukan sendiri akan diklasterkan kedalam beberapa kendaraan seperti pada gambar 4.

Toko	Jarak	Jumlah Pesanan	Kendaraan 1	Kapasitas	Sisa Pesanan	Kendaraan 2	Kapasitas	Sisa Pesanan	Keputusan Kirim	Kirim Jasa
Gudang	0			1000			1000			
Toko Satria	6,5	200	1	200	800	0	1	0	0	0
Toko Elegant	7	300	1	300	500	0	1	0	0	0
Toko Jhony	60,6	300	1	300	200	0	1	0	0	0
Toko Kiem-Kiem	66	100	1	100	100	0	1	0	0	0
Toko Rame	84,4	200	0	0	100	200	1	200	800	0
Toko Toto	84,4	200	0	0	100	200	1	200	600	0
Toko Makin Jaya	99,2	200	0	0	100	200	1	200	400	0
Toko Busana	99,3	100	1	100	0	0	1	0	400	0
Toko Sidomumbul	105	200	0	0	0	200	1	200	200	0
Toko Mulia	106	100	0	0	0	100	1	100	100	0
Toko Lady	115	100	0	0	0	100	1	100	0	0
Toko Harmony	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toko Sumber Murni	181	2000	0	0	0	2000	0	0	2000	1
Toko Mantep	234	100	0	0	0	100	0	0	100	1
Toko Makmur	236	1200	0	0	0	1200	0	0	1200	1
Toko Samajaya	264	300	0	0	0	300	0	0	300	1
Toko Saudara	270	300	0	0	0	300	0	0	300	1
Toko Masa Jaya	278	350	0	0	0	350	0	0	350	1
Toko Kharisma	293	200	0	0	0	200	0	0	200	1
Toko Pojok	318	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toko Haji Nanie	365	150	0	0	0	150	0	0	150	1
Toko Perdana	366	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Toko Barokah	418	1000	0	0	0	1000	0	0	1000	1
Toko Mubaro	420	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Gambar 4. Contoh Hasil Klaster



proses pengiriman produk dilakukan seminggu setelah pemesanan dilakukan. Toko-toko pelanggan pun melakukan pemesanan di hari yang berbeda-beda sehingga pengiriman hampir dilakukan setiap hari dengan jumlah yang sedikit. Hal ini tentu saja akan memakan biaya yang cukup banyak apabila setiap toko dilayani pada hari yang berbeda-beda setiap harinya.

Pada penggunaan lembar kerja elektronik, jumlah pesanan dalam seminggu akan dikirimkan pada 1 hari saja. Pesanan tiap toko tidak lagi dikirim per hari, tetapi akan dikirim sekaligus. Pengiriman dengan menggunakan lembar kerja elektronik membagi pengiriman ke dalam 2 kendaraan. Penghitungan biaya masih sama dengan penghitungan sebelumnya. Pengiriman dengan menggunakan lembar kerja elektronik ini dapat dilakukan dalam 1 hari saja, karena jumlah kendaraan per hari adalah 2 kendaraan. Hal ini dapat dilakukan dengan menjumlahkan total pesanan dalam seminggu, sehingga proses pengiriman dapat dilakukan sekaligus pada minggu berikutnya. Pengiriman ini terbukti lebih hemat daripada pengiriman yang selama ini dilakukan perusahaan. Berikut adalah perbandingan biaya kirim sebelum dan setelah penggunaan lembar kerja elektronik selama bulan April 2014.

Selisih antara sebelum dan setelah adanya lembar kerja elektronik memiliki selisih yang cukup jauh setiap minggunya. Perusahaan dapat melakukan penghematan dalam biaya pengirimannya. Pada minggu pertama terjadi penghematan biaya sebesar 57,53%. Pada minggu kedua terjadi penghematan biaya sebesar 63,83%. Pada minggu ketiga terjadi penghematan biaya sebesar 49,79%. Pada minggu keempat terjadi penghematan biaya sebesar 43,54%.

Sistem pengiriman dengan menggunakan lembar kerja elektronik ini akan membuat perusahaan menghemat biaya pengiriman. Hal ini disebabkan karena pengiriman untuk semua toko dapat dilayani sekaligus. Penggunaan kendaraan pun dapat dimaksimalkan kapasitasnya karena menampung pesanan dari berbagai kota.

TABEL III. PERBANDINGAN DAN PENGHEMATAN BIAYA BULAN APRIL 2014

Minggu	Sebelum (Rp)	Setelah (Rp)	Selisih (Rp)	Penghematan (%)
1	1.168.415	496.175	672.240	57,53
2	1.296.190	468.895	827.295	63,83
3	989.875	497.000	492.875	49,79
4	990.370	559.150	431.220	43,54
Total (Rp)	4.444.850	2.021.220	2.423.630	54,53

Gambar 3. Flowchart Pengiriman

VI. PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah adanya perbaikan dalam meminimasi biaya pengiriman. Pada sistem pengiriman yang terdahulu, hampir setiap hari pabrik akan melakukan pengiriman. Pengiriman dalam 1 hari terkadang hanya untuk mengirimkan pesanan untuk 2 toko saja. Hal ini disebabkan

VII. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan adalah adanya perbaikan sistem pengiriman. Biaya pengiriman yang sebelumnya tinggi dikarenakan jadwal pengiriman yang dilakukan hampir setiap hari untuk kota yang berbeda, sekarang dapat dikurangi dengan adanya penelitian ini. Metode *route-first, cluster-second* membuat pengiriman dapat dilakukan sekaligus dengan menggabungkan beberapa kota menjadi satu pengiriman. Rute pengiriman terbaik yang diperoleh dimulai dari gudang menuju ke Surakarta menuju ke Yogyakarta menuju ke Muntilan menuju ke Magelang menuju ke Semarang menuju ke Kudus dan akhirnya kembali lagi ke gudang.

Sistem pengiriman yang baru membuat pengiriman untuk kota dengan jarak lebih dari 150 km dari gudang akan dikirim menggunakan jasa. Pengiriman untuk kota yang jaraknya kurang dari 150 km dari gudang akan dikirim sendiri dengan menjumlahkan total pesanan dalam seminggu, sehingga proses pengiriman dapat dilakukan

sekaligus pada minggu berikutnya. Pengiriman akan dilakukan sesuai klaster yang terbentuk. Klaster akan terbentuk secara otomatis sesuai jumlah pesanan yang telah dimasukkan ke dalam lembar kerja elektronik. Terdapat penghematan biaya pengiriman yang cukup tinggi setelah penggunaan lembar kerja elektronik ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Pujawan, I N. dan Mahendrawathi, *Supply Chain Management*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November, 2010.
- [2] Bramel, J. and Simchi-Levi, D, *The Logic of Logistics*, New York: Springer-Verlag, 1997.
- [3] Toth, P. dan Vigo, D, *The Vehicle Routing Problem*, Philadelphia: Society for Industrial and Applied Mathematics, 2002.
- [4] Winston, W.L., *Operations Research Applications and Algorithms*, Boston: Duxbury Press, 2003.
- [5] Punnen, A.P., *The Travelling Salesman Problem: Applications, Formulations and Variations*, New York: Kluwer Academic Publishers, 2002.