

INKOM

Jurnal Informatika, Sistem Kendali dan Komputer

Volume 9, No 2, 2015

Daftar Isi:

Ekstraksi Ciri Tekstur dengan Menggunakan Local Binary Pattern Esa Prakasa	45-48
Rekayasa Sistem Pengawasan Online dan Peringatan Dini Lingkungan Perairan Foni Agus Setiawan, Yuli Sudriani	49-56
Desain dan Analisis Hybrid Vessel Monitoring System berbasis Kolaborasi DTN dan Internet Akbari Indra Basuki, Aciek Ida Wuryandari	57-64
Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien Trio Adiono, Rachmad Vidya Wicaksana Putra, Maulana Yusuf Fathany, Waskita Adijarto	65-72
Pengembangan Layanan Sistem Informasi dengan Enterprise Architecture Planning (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung) I Ketut Widhi Adnyana, Yeffry Handoko Putra, Didi Rosiyadi	73-80

2/2015



Pusat Penelitian Informatika - LIPI

INKOM

Jurnal Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer

p-ISSN 1979-8059, e-ISSN 2302-6146

Volume 9, No 2, November 2015

Penanggung Jawab
Kepala Pusat Penelitian Informatika - LIPI

Dewan Redaksi

<i>Ketua</i>	Dr. Edi Kurniawan, M.Eng	Puslit Informatika LIPI
<i>Anggota</i>	Prof. Dr. Ir. Engkos Koswara N., M.Sc.	Puslit Informatika LIPI
	Dr. Ir. Ashwin Sasongko Sastrosubroto., M.Sc.	Puslit Informatika LIPI
	Drs. Tigor Nauli	Puslit Informatika LIPI
	Dr. Nasrullah Armi	PPET LIPI
	Dr. Kadek Heri Sanjaya	Puslit Telimek LIPI

Redaksi Pelaksana

<i>Penyunting Tata Letak</i>	Inna Syafarina, M.Si	Puslit Informatika LIPI
	Nurhayati Masthurah, M.Kom	Puslit Informatika LIPI
<i>Penyunting Naskah</i>	Riyo Wardoyo, MT.	Puslit Informatika LIPI
	Arwan Ahmad Khoiruddin, M.Cs	Puslit Informatika LIPI
<i>Desain Grafis</i>	Dicky Rianto Prajitno, MT.	Puslit Informatika LIPI

Mitra Bestari

Prof. I. KG. Darma Putra (Komputer), Dr. Eppy Yundra (Otomasi), Dr. Yusuf Nur Wijayanto (Otomasi), Yuliani Dwi Lestari, Ph.D (Informatika), Leon Andretti Abdillah, MM (Informatika), Ahmad Mukhlason, M.Sc (Komputer), Hadi Susanto, Ph.D (Informatika), Andria Arisal, MEDC (Informatika), Brilliant Adhi Prabowo, M.Eng (Komputer)

Sekretariat

Asri Rizki Yuliani, MBA	Puslit Informatika LIPI
Rini Wijayanti, M.Kom	Puslit Informatika LIPI
Nana Suryana, MT	Puslit Informatika LIPI

Alamat Redaksi

Jurnal INKOM

Pusat Penelitian Informatika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Komp. LIPI Gd. 20 Lt. 3 Jln Sangkuriang, Bandung, 40135

Telp: +62 22 2504711, Fax: +62 22 2504712

Email: jurnal@informatika.lipi.go.id, Website: <http://jurnal.informatika.lipi.go.id>

Pertama terbit: Mei 2007

Frekuensi terbit: Dua kali setahun, setiap bulan Mei dan November

Jurnal INKOM adalah jurnal yang mengkaji masalah yang berhubungan dengan Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer dengan keberkalaan penerbitan dua kali setahun pada Mei dan November. Tulisan yang dipublikasikan berupa hasil penelitian, pemikiran atau pengembangan untuk kemajuan keilmuan atau terapan. Kelayakan pemuatan dipertimbangkan oleh penilai dengan *double blind review* berdasarkan keaslian (originalitas) dan keabsahan (validitas) ilmiah.



Jurnal Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer

Volume 9, No 2, 2015

Daftar Isi

Hasil Penelitian	Halaman
<i>Ekstraksi Ciri Tekstur dengan Menggunakan Local Binary Pattern</i> Esa Prakasa	45-48
<i>Rekayasa Sistem Pengawasan Online dan Peringatan Dini Lingkungan Perairan</i> Foni Agus Setiawan, Yuli Sudriani	49-56
<i>Desain dan Analisis Hybrid Vessel Monitoring System berbasis Kolaborasi DTN dan Internet</i> Akbari Indra Basuki, Aciek Ida Wuryandari	57-64
<i>Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien</i> Trio Adiono, Rachmad Vidya Wicaksana Putra, Maulana Yusuf Fathany, Waskita Adijarto	65-72
<i>Pengembangan Layanan Sistem Informasi dengan Enterprise Architecture Planning (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung)</i> I Ketut Widhi Adnyana, Yeffry Handoko Putra, Didi Rosiyadi	73-80



Jurnal Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer

Volume 9, No 2, 2015

Editorial

Pembaca yang terhormat, Jurnal INKOM Volume 9 Nomor 2 Tahun 2015 kembali menyajikan 5 karya tulis ilmiah terpilih yang telah melalui proses *double-blind review* dari para mitra bestari. Karya tulis pertama berjudul "Ekstraksi Ciri Tekstur dengan Menggunakan *Local Binary Pattern*" memaparkan secara rinci eksperimen awal deskripsi tekstur dengan menggunakan algoritma *Local Binary Pattern* (LBP). Tulisan ini juga menjelaskan potensi penggunaan LBP dalam mengekstraksi ciri suatu tekstur permukaan. Karya tulis yang kedua berjudul "Rekayasa Sistem Pengawasan Online dan Peringatan Dini Lingkungan Perairan". Tulisan ini menyajikan desain dan implementasi sistem *embedded* untuk pemantauan dan peringatan dini bencana lingkungan. Desain ini bertujuan mengatasi permasalahan aktivitas pengukuran parameter lingkungan yang dilakukan secara manual, terutama dalam hal cakupan wilayah dan besarnya biaya. Dengan menggunakan sistem yang diusulkan, pengukuran dan pemantauan dapat dilakukan secara kontinyu dan *online*. Karya tulis yang ketiga berjudul "Desain dan Analisis Hybrid Vessel Monitoring System berbasis Kolaborasi DTN dan Internet". Tulisan ketiga mengajukan skema alternatif pada *Vessel Monitoring System* (VMS) yang disebut sebagai *Hybrid* VMS. Skema alternatif ini bertujuan untuk menyediakan skema VMS yang lebih adaptif dan mampu mengatasi hambatan ketiadaan perangkat *online* VMS (*offline vessel*). Hasil simulasi menunjukkan bahwa skema *Hybrid* VMS mampu meningkatkan kecepatan kirim 1,5 hingga 2 kali kecepatan semula.

Karya tulis keempat berjudul "Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien". Publikasi ini menampilkan usulan sistem rumah cerdas berdasarkan dua pendekatan yaitu arsitektur bertopologi *mesh* dan protokol *Wireless Sensor Network* (WSN). Dua lingkungan kerja - *indoor* dan *outdoor* - dapat terhubung dalam skema yang dikenal sebagai *Internet-of-Things* (IoT). Dengan menggunakan sistem rumah cerdas, situasi *indoor* dapat dipantau dan dikendalikan melalui perangkat ponsel cerdas. Karya tulis kelima sebagai penutup pada penerbitan kali ini berjudul "Development Information System Services using Enterprise Architecture Planning (Case Study: Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung)". Karya tulis ini mengajukan usulan perbaikan layanan sistem informasi yang ada di sebuah rumah sakit. Kasus yang terjadi di RSUD Bandung menjadi objek kajian dalam tulisan ini. Metode *Enterprise Architecture Planning* digunakan untuk memberi gambaran dan kemudian mengembangkan organisasi demi tercapainya strategi bisnis perusahaan. Beberapa usulan aplikasi untuk perbaikan layanan sistem informasi dipaparkan dalam tulisan ini.

Akhir kata kami mewakili Dewan Editor mengucapkan terima kasih kepada para anggota Dewan Pengarah, Dewan Redaksi, Editor Pelaksana, Sekretariat dan para penulis yang telah melancarkan proses penerbitan Jurnal INKOM Volume 9 Nomor 2 Tahun 2015. Semoga terbitan Jurnal INKOM kali ini memberikan kontribusi yang nyata dan bermanfaat bagi komunitas ilmiah di Indonesia.

Ketua Dewan Editor



Jurnal Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer

Volume 9, No 2, 2015

Kata kunci yang dicantumkan adalah istilah bebas. Lembar abstrak ini boleh disalin tanpa izin dan biaya

DDC 621.32

Esa Prakasa (Pusat Penelitian Informatika-LIPI)

Ekstraksi Ciri Tekstur dengan Menggunakan Local Binary Pattern

INKOM, 9(2) 2015: 45-48

Local Binary Pattern (LBP) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik tekstur permukaan. Dengan menggunakan LBP, probabilitas pola tekstur tertentu dapat dirangkum dengan menggunakan histogram. Nilai LBP dihitung secara merata pada setiap piksel yang ada dalam citra. Keteraturan pola tekstur suatu permukaan dapat diamati berdasarkan sebaran histogram nilai LBP. Hasil uji coba LBP terhadap dua kelompok tekstur-teksut buatan dan alami menunjukkan bahwa hasil ekstraksi ciri tekstur bisa digunakan sebagai input pada bagian klasifikasi pola. Metode *Euclidean distance* digunakan untuk mengklasifikasi pola yang diperoleh dari perhitungan LBP.

(Penulis)

Kata kunci : ciri tekstur, *local binary pattern*, tekstur alami

DDC 621.38

Foni Agus Setiawan, Yuli Sudriani (Pusat Penelitian Limnologi, LIPI)

Rekayasa Sistem Pengawasan Online dan Peringatan Dini Lingkungan Perairan

INKOM, 9(2) 2015: 49-56

Aktivitas pengukuran biasanya dilakukan pada satu waktu atau di waktu-waktu tertentu. Dalam kasus ketika pengukuran hanya dilakukan pada satu waktu, pengukuran yang dilakukan secara manual dengan mengunjungi lokasi, melakukan pengukuran, mencatatnya, dan kemudian meninggalkan lokasi tidaklah menjadi masalah. Akan tetapi, ketika beberapa atau banyak pengukuran harus dilakukan pada rentang waktu tertentu atau tahunan, pengukuran yang dilakukan secara manual akan melelahkan, memakan banyak biaya dan waktu. Desain dan implementasi sistem *embedded* untuk pemantauan dan peringatan dini bencana lingkungan perairan kemudian diusulkan. Sistem ini terdiri dari dua bagian: stasiun pemantau dan pusat pemantauan. Stasiun pemantau merupakan sebuah sistem *embedded* yang memiliki antarmuka dengan alat pengukur (*logger*). Pusat pemantauan adalah sebuah komputer yang menjalankan layanan pengambilan data yang dikirim oleh stasiun pemantau, memprosesnya, dan memasukkannya kedalam database. Pusat pemantauan juga menjalankan layanan *http* agar data dari stasiun pemantau dapat ditampilkan kepada pengguna baik dalam bentuk tabular ataupun grafik melalui *website*. Implementasi sistem ini dapat melakukan pengukuran secara kontinyu dan *online* serta hasil pengukuran tersebut dapat dipantau dari jarak jauh.

(Penulis)

Kata kunci: pemantauan *online*, sistem peringatan dini, lingkungan perairan

Kata kunci yang dicantumkan adalah istilah bebas. Lembar abstrak ini boleh disalin tanpa izin dan biaya

DDC 621.39

Akbari Indra Basuki (Pusat Penelitian Informatika-LIPI), Aciek Ida Wuryandari (STEI-ITB)

Desain dan Analisis Hybrid Vessel Monitoring System berbasis Kolaborasi DTN dan Internet

INKOM, 9(2) 2015: 57-64

Pada makalah ini, diajukan skema alternatif untuk *Vessel Monitoring System* (VMS) yang disebut *Hybrid VMS* dengan mengkolaborasikan jaringan internet dan *Disruption-Tolerant-Networks* (DTN). Solusi hibrida ini menggabungkan skema *offline VMS* yang menggunakan jaringan radio dan *online VMS* yang menggunakan jaringan berbasis internet satelit. *Hybrid VMS* bertujuan untuk menyediakan alternatif skema VMS yang lebih fleksibel dan mampu mempercepat waktu pengiriman data pada kapal yang tidak menggunakan perangkat *online VMS (offline vessel)*. Pada skema *Hybrid VMS*, kedua jenis kapal, baik yang menggunakan *online VMS* maupun *offline VMS*, sama-sama memasang perangkat radio yang sama untuk digunakan sebagai jaringan dasar DTN. Jaringan dasar DTN ini digunakan untuk mempercepat pengiriman data VMS pada *offline vessel* dengan cara mem-forward data VMS ke sesama *offline vessel* yang akan kembali ke pelabuhan terlebih dahulu atau ke kapal lain yang memiliki perangkat *online VMS (online vessel)*. Pengukuran performa pengiriman data dilakukan dengan mensimulasikan skema *Hybrid VMS* menggunakan *simulator ONE* dan membandingkannya dengan skema *offline VMS* murni. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *Hybrid VMS* mampu mempercepat pengiriman data *offline vessel* sebesar 1.5 kali sampai 2 kali lebih cepat. *Hybrid VMS* juga memiliki kelebihan dalam hal fleksibilitas implementasi di lapangan. Nelayan dapat dengan mudah untuk berganti dari mode *online VMS* ke *offline VMS* menyesuaikan kondisi keuangan masing-masing. Algoritma routing DTN yang paling sesuai untuk skema *Hybrid VMS* adalah Spray and Wait Routing karena memiliki efisiensi rasio+ yang bagus.

(Penulis)

Kata kunci:*Vessel Monitoring System, Hybrid VMS, DTN, pemercepatan pengiriman data, Kolaborasi dengan Internet*

DDC 621.32

Trio Adiono, Rachmad Vidya Wicaksana Putra, Maulana Yusuf Fathany, Waskita Adijarto (Pusat Mikroelektronika ITB)

Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien

INKOM, 9(2) 2015: 65-72

Dalam publikasi ini, kami mengusulkan sistem rumah cerdas berdasarkan dua pendekatan. Pendekatan pertama adalah arsitektur bertopologi *mesh* dan yang kedua adalah protokol *Wireless Sensor Network* (WSN) yang efisien. Sistem ini memiliki dua lingkungan kerja, *indoor* dan *outdoor*. Lingkungan *indoor* menggunakan sistem WSN, sedangkan lingkungan *outdoor* menggunakan sistem *internet-cloud*. Skema ini dikenal sebagai *Internet-of-Things* (IoT). Lingkungan *indoor* dan *outdoor* terhubung satu sama lain dengan menggunakan suatu jembatan penghubung. Sistem WSN dibentuk dari komponen-komponen WSN yang menggunakan topologi *mesh*. Setiap komponen dari WSN dirancang untuk mengimplementasikan protokol data efisien yang diusulkan. Untuk lingkungan *outdoor*, sistem *internet-cloud* yang ada adalah infrastruktur utama. Dengan demikian, sistem rumah cerdas ini dapat dipantau dan dikendalikan dari ponsel cerdas, kapan saja dan di mana saja, selama akses *mobile* data tersedia. Untuk evaluasi sistem, beberapa tes telah dilakukan untuk mendapatkan profil sistem.

(Penulis)

Kata kunci: *Internet-of-Things*, sistem rumah cerdas, *wireless sensor network*, topologi *mesh*



Jurnal Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer

Volume 9, No 2 2015

Kata kunci yang dicantumkan adalah istilah bebas. Lembar abstrak ini boleh disalin tanpa izin dan biaya

DDC 621.39

I Ketut Widhi Adnyana, Yeffry Handoko Putra (Universitas Komputer (UNIKOM)), Didi Rosiyadi (Pusat Penelitian Informatika-LIPI)

Aplikasi Android pada Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu

INKOM, 9(2) 2015: 73-80

Perkembangan teknologi telah mengubah manusia dalam menyelesaikan semua pekerjaan dan segala aspek kehidupan manusia. Teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang semakin pesat selain berdampak pada kegiatan manusia. Selain itu juga berdampak pada perilaku dan peta persaingan bagaimana cara mengelola perusahaan yang akhirnya berpengaruh pada perkembangan bisnis dunia. RSUD Kota Bandung belum menggunakan sistem informasi dengan teknologi terkini yang dapat menunjang kemudahan akses. Dilihat dari pemanfaatan sistem informasi yang belum optimal dalam mendukung bisnis rumah sakit, ini merupakan suatu kekurangan dari efisiensi organisasi.

Dengan demikian diperlukan sebuah solusi untuk memperbaiki pelayanan sistem informasi saat ini dengan cara mengajukan beberapa usulan aplikasi Metode yang digunakan untuk menggambarkan kondisi organisasi RSUD Bandung saat ini adalah *Enterprise Architecture Planning*. Metode ini digunakan untuk menggambarkan dan mengembangkan *enterprise architecture* untuk mencapai strategi bisnis perusahaan. Penelitian ini menghasilkan beberapa usulan aplikasi yang dapat memperbaiki pelayanan sistem informasi saat ini. Perkembangan teknologi telah mengubah manusia dalam menyelesaikan semua pekerjaan dan segala aspek kehidupan manusia. Teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang semakin pesat selain berdampak pada kegiatan manusia. Selain itu juga berdampak pada perilaku dan peta persaingan bagaimana cara mengelola perusahaan yang akhirnya berpengaruh pada perkembangan bisnis dunia. RSUD Kota Bandung belum menggunakan sistem informasi dengan teknologi terkini yang dapat menunjang kemudahan akses.. Dilihat dari pemanfaatan sistem informasi yang belum optimal dalam mendukung bisnis rumah sakit, ini merupakan suatu kekurangan dari efisiensi organisasi. Dengan demikian diperlukan sebuah solusi untuk memperbaiki pelayanan system informasi saat ini dengan cara mengajukan beberapa usulan aplikasi Metode yang digunakan untuk menggambarkan kondisi organisasi RSUD Bandung saat ini adalah *Enterprise Architecture Planning*. Metode ini digunakan untuk menggambarkan dan mengembangkan *enterprise architecture* untuk mencapai strategi bisnis perusahaan. Penelitian ini menghasilkan beberapa usulan aplikasi yang dapat memperbaiki pelayanan sistem informasi saat ini.

(Penulis)

Kata kunci: Rumah Sakit Umum Kota Bandung, Layanan Rawat Inap, Sistem Informasi



Jurnal Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer

Volume 9, No 2, 2015

The descriptor given are free terms. This abstract sheet may be reproduced without permission or charge.

DDC 621.32

Esa Prakasa (Research Center for Informatics, Indonesian Institute of Sciences)

Texture Feature Extraction by Using Local Binary Pattern

INKOM, 9(2) 2015: 45-48

Local Binary Pattern (LBP) is a method used to describe texture characteristics of a surface. By applying LBP, texture pattern probability can be summarised into a histogram. LBP values need to be determined for all of the image pixels. Texture regularity might be determined based on the distribution shape of the LBP histogram. The implementation results of LBP on two texture types - synthetic and natural textures - shows that extracted texture feature can be used as input for pattern classification. Euclidean distance method is applied to classify the texture pattern obtained from LBP computation.

(Author)

Keywords : texture feature, local binary pattern, natural textures

DDC 621.38

Foni Agus Setiawan, Yuli Sudriani (Research Center for Limnology, Indonesian Institute of Sciences)

System Engineering for Online Monitoring and Early Warning of Water Environment

INKOM, 9(2) 2015: 49-56

Measurement activity usually performed at a time or in a certain time period. In the case of measurements at one time, measurements manually by visiting the location of measurements, take measurements and write them down, then left the location is not a problem. However, measurements made within a certain period of time or year would be very draining, costly, and time consuming if performed manually. Thus, design and implementation of embedded system for online monitoring and early warning of water environment is proposed. The system consists of two parts i.e. monitoring stations (site) and monitoring center (server). A monitoring station is an embedded system that has interface with a logger. Monitoring center is a computer that runs the service that gets the data sent by the monitoring stations, process it and put it into the database. Monitoring center also run an http service to display data acquired from monitoring stations to end users both in tabular or graphical view . The system can perform continuous measurements and its results can be monitored remotely.

(Author)

Keywords: online monitoring, early warning system, water environment

INKOM

Jurnal Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer

Volume 9, No 2, 2015

The descriptor given are free terms. This abstract sheet may be reproduced without permission or charge.

DDC 621.39

Akbari Indra Basuki (Research Center for Informatics, Indonesian Institute of Sciences), Aciek Ida Wuryandari (School of Electrical Engineering and Informatics, Bandung Institute of Technology)

Design and Analysis of Hybrid Vessel Monitoring System based on DTN and Internet Collaboration

INKOM, 9(2) 2015: 57-64

In this paper, we propose hybrid Vessel Monitoring System (VMS) design as alternative for current VMS scheme by collaborating internet connection and Disruption-Tolerant-Networks (DTN). The hybrid solution combines offline VMS that use radio networks and online VMS that utilizing satellite-based internet. Hybrid VMS aims to provide a more flexible VMS design and able to speed up delivery process of offline vessels data. The concept is both type of vessels must install a standard radio for DTN backbone network. This backbone network is used to speed up data delivery by forwarding VMS data from one vessel to another using DTN forwarding scheme. Data can be forwarded to other offline vessels that will return to harbor earlier or to online vessels which have internet connection. Performance measurement is done through simulation analysis using ONE simulator. It aims to measure the speed up data delivery using hybrid VMS implementation compare to a pure offline VMS implementation. Simulation result show that hybrid VMS able to speed up data delivery for offline vessel data in 1.5 up to 2 times faster compare to a pure offline VMS implementation. Hybrid VMS also has advantages in flexible implementation by easily switching between online and offline VMS scheme, according to fisherman financial situation. Spray-and-Wait routing is the most suitable routing algorithm for hybrid VMS according to the efficiency ratio.

(Author)

Keywords: Vessel Monitoring System, Hybrid VMS, DTN, data delivery speed up, Internet collaboration

DDC 621.32

Trio Adiono, Rachmad Vidya Wicaksana Putra, Maulana Yusuf Fathany, Waskita Adijarto (Microelectronic Center, Bandung Institute of Technology)

Design of Smart Home System based on Mesh Topology and Efficient Wireless Sensor Network Protocol

INKOM, 9(2) 2015: 65-72

In this publication, we propose a smart home system based on two approaches. First approach is mesh topology architecture and second one is an efficient Wireless Sensor Network (WSN) protocol. This system has two environments, indoor and outdoor. Indoor environment uses WSN system, while outdoor environment uses internet-cloud system. This scheme is known as Internet-of-Things (IoT). Indoor and outdoor environments are connected to each other by using a bridge. WSN system is established from WSN components which are connected in mesh topology. Each component of WSN is designed to implement the proposed efficient protocol. For outdoor environment, the existing internet-cloud system is the main infrastructure. Thus, this smart home system can be monitored and controlled from smart phone, anytime and anywhere, as long as mobile data access is provided. For system evaluation, tests have been done to deliver the system profile.

(Author)

Keywords: Internet-of-Things, smart home system, wireless sensor network, mesh topology



Jurnal Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer

Volume 9, No 2, 2015

The descriptor given are free terms. This abstract sheet may be reproduced without permission or charge.

DDC 621.39

I Ketut Widhi Adnyana, Yeffry Handoko Putra (UNIKOM), Didi Rosiyadi (Research Center for Informatics, Indonesian Institute of Sciences)

Development Information System Services using Enterprise Architecture Planning (Case Study: Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung)

INKOM, 9(2) 2015: 73-80

The development of technology has changed the human in completing all the works and all aspects of human life. Information and communication technology growing more rapidly in addition to impact on human activities. Moreover, it also has an impact on behavior and the competitive landscape of how to manage a company that ultimately affect the development of the business world. Bandung hospitals do not use information systems with the latest technology that can support ease of access by the users. Views of the Opera system utilization is not optimal in supporting the hospital business. It is a shortcoming of the efficiency of the organization. A solution to improve the current information system services is required. The solution can be acquired by using the proposed application In this case the method used to describe the organization today is Enterprise Architecture Planning. This method is used to describe and develop enterprise architecture to achieve the companys business strategy. This research produces some proposals that can improve the current information system services.

(Author)

Keywords: Development Current Enterprise, General Hospital Bandung, inpatient services

Ekstraksi Ciri Tekstur dengan Menggunakan Local Binary Pattern

Texture Feature Extraction by Using Local Binary Pattern

Esa Prakasa

Pusat Penelitian Informatika, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Bandung, Indonesia
Email: esa.prakasa@lipi.go.id

Abstract

Local Binary Pattern (LBP) is a method used to describe texture characteristics of a surface. By applying LBP, texture pattern probability can be summarised into a histogram. LBP values need to be determined for all of the image pixels. Texture regularity might be determined based on the distribution shape of the LBP histogram. The implementation results of LBP on two texture types - synthetic and natural textures - shows that extracted texture feature can be used as input for pattern classification. Euclidean distance method is applied to classify the texture pattern obtained from LBP computation.

Keywords: texture feature, local binary pattern, natural textures

Abstrak

*Local Binary Pattern (LBP) adalah salah satu metode yang digunakan untuk mendeskripsikan karakteristik tekstur permukaan. Dengan menggunakan LBP, probabilitas pola tekstur tertentu dapat dirangkum dengan menggunakan histogram. Nilai LBP dihitung secara merata pada setiap piksel yang ada dalam citra. Keteraturan pola tekstur suatu permukaan dapat diamati berdasarkan sebaran histogram nilai LBP. Hasil uji coba LBP terhadap dua kelompok tekstur - tekstur buatan dan alami - menunjukkan bahwa hasil ekstraksi ciri tekstur bisa digunakan sebagai input pada bagian klasifikasi pola. Metode *Euclidean distance* digunakan untuk menklasifikasi pola yang diperoleh dari perhitungan LBP.*

Kata kunci: ciri tekstur, *local binary pattern*, tekstur alami

1. Introduction

Local Binary Pattern (LBP) method has been used in various applications. The LBP algorithm was applied to recognise human face [1] and facial expression [2]. The LBP histograms are extracted from Gabor map of human face. These histograms are then concatenated into a single vector. The vector is considered as a pattern vector [1]. In the other implementations, the combination between LBP texture features and a Self-Organizing Map were applied to identify the quality of paper [3].

LBP is an operator for texture description that based on the signs of differences between neighbour pixels and central pixels [4, 5]. Figure 1 shows an example of the calculation of LBP values. For each pixel value in the image, a binary code is obtained by thresholding its neighbourhood with the value of

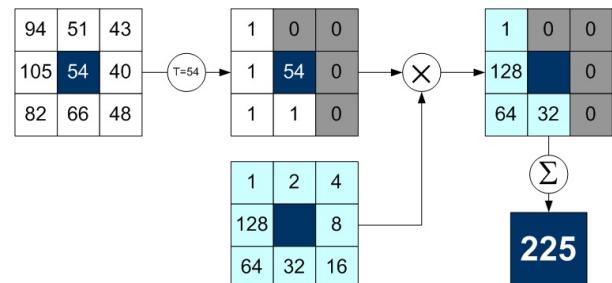


Figure 1. The stages of LBP calculation.

the centre pixel. This binary code can be considered as a binary pattern. The neighbour pixel becomes 1 if the pixel value is greater than or equal to threshold value, and it becomes 0 if the pixel value is less than threshold. Next, the histogram will be constructed to determine the frequency values of binary patterns. Each pattern represents possibility of binary pattern found in the image. The number of histogram bins depends on the number of involved pixels in LBP calculation. If LBP uses 8 pixels, the number of histogram bin will be 2^8 or equal to 256.

Received: 6 July 2015; Revised: 2 Februari 2016; Accepted: 12 Februari 2016; Published Online: 30 May 2016 ©2015 INKOM 2015/15-NO420

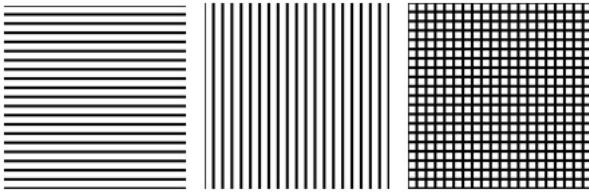


Figure 2. Synthetic images: horizontal, vertical, and cross lines.

The basic version of LBP operator uses the centre pixel value as threshold to the 3×3 neighbour pixels. Threshold operation will create a binary pattern representing texture characteristic. The equation basic of LBP can be given as follows.

$$LBP(x_c, y_c) = \sum_{n=0}^7 2^n g(I_n - I(x_c, y_c)) \quad (1)$$

$LBP(x_c, y_c)$ is a LBP value at the centre pixel (x_c, y_c) . I_n and $I(x_c, y_c)$ are the values of neighbour pixel and centre pixel respectively. Index n is the index of neighbour pixels. The function $g(x)$ will be zero if $x < 0$ and $g(x) = 1$ if $x \geq 0$. For example (see Figure 1), the centre pixel, 54, will be selected as threshold value. The neighbour pixels are assigned to 0 if its values are less than threshold. Conversely, it becomes 1, if the neighbour pixels are greater or equal to the threshold. The LBP value is computed by applying scalar multiplication between the binary and weight matrices. Finally, the sum of all multiplication results is used to represent LBP value. Therefore, LBP value of the matrix 3×3 shown in Figure 1 is $2^0 + 2^5 + 2^6 + 2^7 = 1 + 32 + 64 + 128$ or equal to 225. Some researchers have extended the types of LBP. The extended types are created by varying the number of involved pixels and neighbor location. Some examples of LBP variation are VLBP [6], circular LBP [7], Advanced-LBP [2], and center-symmetric LBP [8].

2. Methodology

This paper defines research work into three stages i.e. data collection, feature extraction, and pattern classification. The stages are detailed in the following sub sections.

2.1. Data Collection

Two image groups are used in the experiment. The images are categorised as synthetic and natural texture images. The synthetic image is generated from sine function. The images consist of horizontal, vertical, and mixture horizontal-vertical lines. The synthetic images is required in order to investigate LBP performance at the simplest image. The synthetic images are shown in Figure 2.

The natural texture images are collected from website of Texture Warehouse. 25 images are

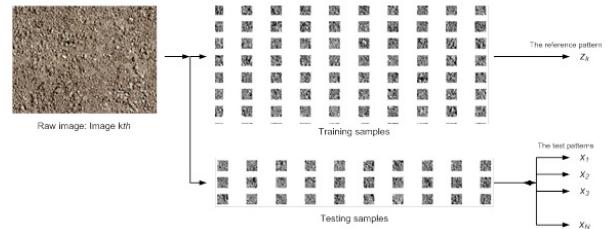


Figure 3. The sampling procedure of natural texture.

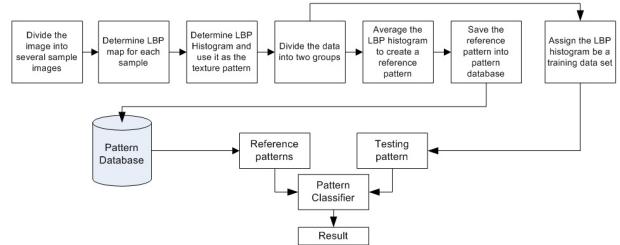


Figure 4. Flow diagram of feature extraction and pattern classification.

selected as data source. The images are divided into regular and irregular texture, but most of the textures are irregular. Each image is divided into some sub image samples which its size is 50×50 pixels. We use 75% of the samples for creating the reference pattern and 25% for the testing pattern. Figure 3 shows an example of natural texture and procedure to obtain image samples.

2.2. Feature Extraction

By using natural texture as the object, we will calculate their LBP bitmaps. The histogram will be extracted for each LBP bitmap. We will consider this histogram as the sample pattern. We divide the data into two groups. The first group will be used as reference patterns and the second group for the testing patterns. The reference pattern can be created by averaging a number of sample patterns. After the reference patterns have been created, we save them on pattern database. The pattern classifier will find the minimum difference between the input pattern as testing pattern and the reference patterns on database. The input pattern can be decided belong to a particular group, if the minimum difference has been achieved on that group. We enhance the contrast of psoriasis images by using histogram equalization. The enhancement results are shown in the next section. The complete stages of feature extraction and pattern recognition are illustrated in Figure 4.

2.3. Pattern Classification

The classification is built based on the extracted patterns from the image. Euclidean distance method is applied to classify the texture. This method is also known as minimum distance classifier. The equation

Table 1. The recognition rates of natural textures

Group	Accuracy (%)	Group	Accuracy (%)
1	43.8	14	65.6
2	84.4	15	96.9
3	68.8	16	43.8
4	40.6	17	56.3
5	84.4	18	65.6
6	71.9	19	93.8
7	68.8	20	93.8
8	65.6	21	31.3
9	46.9	22	15.6
10	100.0	23	84.4
11	84.4	24	68.8
12	100.0	25	25.0
13	71.9		

for calculating the distance between two patterns is given below:

$$D_k = \frac{1}{N} \sqrt{\sum_{k=-s}^s (\bar{x}_i - \bar{z}_{k,i})^2} \quad (2)$$

Variable D_k is the Euclidean distance at the k -th group, \bar{x}_i is the input pattern, $\bar{z}_{k,i}$ is the reference pattern at the k -th group, and N is the number of pattern element for each group. In this paper, 25 texture groups are used for experiment on the natural textures. The reference patterns are created by averaging patterns from 94 texture samples of the natural texture. 32 texture samples are used to test the system.

3. Results and Discussion

LBP filter was applied to the synthetic textures. The LBP bitmap is then converted into LBP histogram as depicted in Figure 5. The synthetic images contain only vertical, horizontal, and cross lines. In the image with vertical lines, three peaks can be found. The highest peak, scale 255, indicates the similarity values between the center and neighbor pixels. This value can be found on the area without boundaries of black line and white background. The next two peaks are representing two patterns of LBP (Figure 6). The patterns express two vertical boundaries. Those are the transition from black to white and white to black area.

Natural textures will be classified by applying the procedure of feature extraction and pattern classification. Figure 7 shows some texture examples with their LBP histograms. The average of LBP histogram from the same group is used as the reference pattern. Some patterns of natural textures are displayed in Figure 8.

The performance of pattern classification for the natural textures can be evaluated by using the percentage value of recognition rate. This value

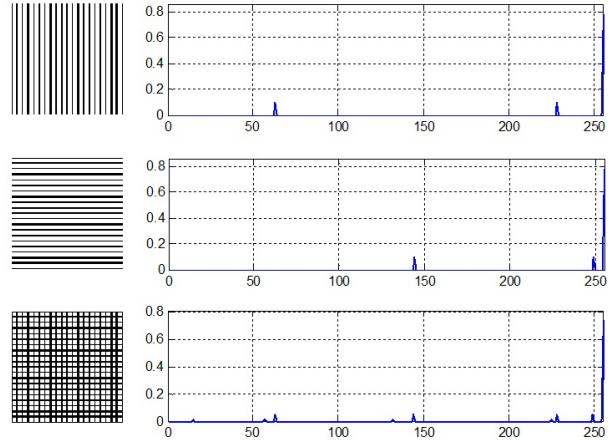


Figure 5. LBP histograms of synthetic textures.

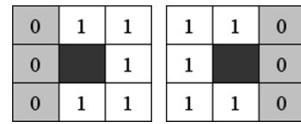


Figure 6. Two LBP patterns for the image of vertical lines.

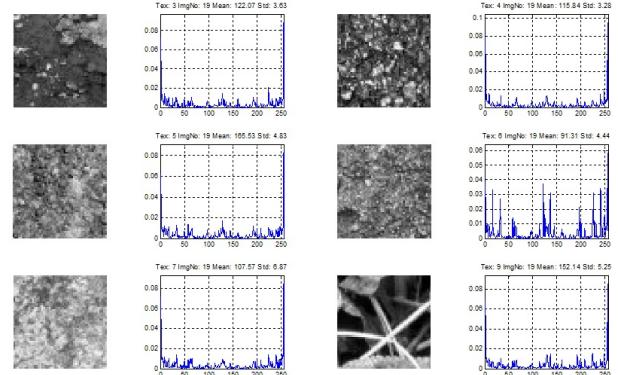


Figure 7. Natural textures with its LBP histograms.

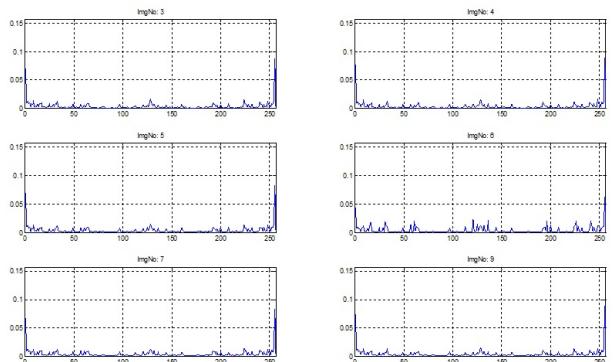


Figure 8. The reference patterns of natural textures.

represents the ratio between the number of texture that recognized correctly and the number of tested textures. The recognition rate values for all texture groups are described in Table 1. The textures from group 10 and 12 have the highest rate. Their rates

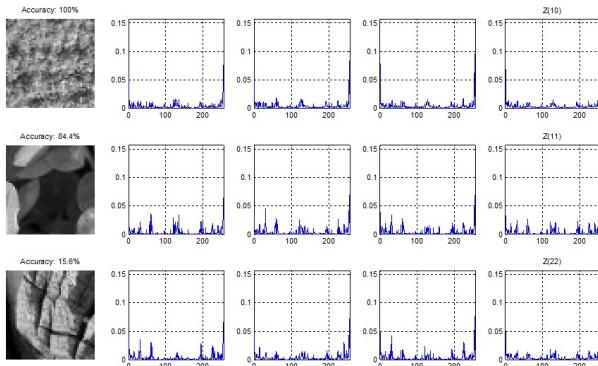


Figure 9. Examples of natural texture with high (top), medium (middle), and low accuracy (bottom).

are 100%. It can be realized, because the variation of texture surface is quite low. Even tough texture 10 and 12 are natural textures. The 3rd texture has the lowest recognition rate (see Figure 9), because the textures are extracted from wood cross section image. Its texture is varied along the radial direction.

4. Conclusion

LBP algorithm has been tested on synthetic and natural textures. The result shows that the algorithm is able to characterise and distinguish the surface textures. High accuracy can be achieved if the algorithm is implemented on the texture with low variance. The LBP and pattern recognition algorithm might be applied for further implementations, such as texture segmentation and grading on regularity of texture patterns.

References

- [1] W. Zhang, S. Shan, H. Zhang, W. Gao, and X. Chen, “Multi-resolution histograms of local variation patterns (MHLVP) for robust face recognition,” in *Audio-and Video-Based Biometric Person Authentication*. Springer, 2005, pp. 937–944.
- [2] S. Liao, W. Fan, A. Chung, and D.-Y. Yeung, “Facial expression recognition using advanced local binary patterns, tsallis entropies and global appearance features,” in *Image Processing, 2006 IEEE International Conference on*. IEEE, 2006, pp. 665–668.
- [3] M. Turtinen, T. Mäenpää, and M. Pietikäinen, “Texture classification by combining local binary pattern features and a self-organizing map,” in *Image Analysis*. Springer, 2003, pp. 1162–1169.
- [4] X. Tan and B. Triggs, “Fusing Gabor and LBP feature sets for kernel-based face recognition,” in *Analysis and Modeling of Faces and Gestures*. Springer, 2007, pp. 235–249.
- [5] T. Ahonen and M. Pietikäinen, “A framework for analyzing texture descriptors,” *Threshold*, vol. 5, no. 9, p. 1, 2008.
- [6] G. Zhao and M. Pietikäinen, “Dynamic texture recognition using local binary patterns with an application to facial expressions,” *Pattern Analysis and Machine Intelligence, IEEE Transactions on*, vol. 29, no. 6, pp. 915–928, 2007.
- [7] G. Zhang, X. Huang, S. Li, Y. Wang, and X. Wu, “Boosting Local Binary Pattern (LBP)-Based Face Recognition,” in *Advances in Biometric Person Authentication SE - 21*, ser. Lecture Notes in Computer Science, S. Li, J. Lai, T. Tan, G. Feng, and Y. Wang, Eds. Springer Berlin Heidelberg, 2005, vol. 3338, pp. 179–186. [Online]. Available: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-30548-4_21
- [8] M. Heikkilä, M. Pietikäinen, and C. Schmid, “Description of interest regions with center-symmetric local binary patterns,” in *Computer Vision, Graphics and Image Processing*. Springer, 2006, pp. 58–69.

Rekayasa Sistem Pengawasan Online dan Peringatan Dini Lingkungan Perairan

System Engineering for Online Monitoring and Early Warning of Environment

Foni Agus Setiawan, Yuli Sudriani

Research Center for Limnology, Indonesian Institute of Sciences

masagus_setiawan@yahoo.com

Abstract

Measurement activity usually performed at a time or in a certain time period. In the case of measurements at one time, measurements manually by visiting the location of measurements, take measurements and write them down, then left the location is not a problem. However, measurements made within a certain period of time or year would be very draining, costly, and time consuming if performed manually. Thus, design and implementation of embedded system for online monitoring and early warning of water environment is proposed. The system consists of two parts i.e. monitoring stations (site) and monitoring center (server). A monitoring station is an embedded system that has interface with a logger. Monitoring center is a computer that runs the service that gets the data sent by the monitoring stations, process it and put it into the database. Monitoring center also runs an http service to display data acquired from monitoring stations to end users both in tabular or graphical view. The system can perform continuous measurements and its results can be monitored remotely.

Keywords: online monitoring, early warning system, water environment.

Abstrak

Aktivitas pengukuran biasanya dilakukan pada satu waktu atau di waktu-waktu tertentu. Dalam kasus ketika pengukuran hanya dilakukan pada satu waktu, pengukuran yang dilakukan secara manual dengan mengunjungi lokasi, melakukan pengukuran, mencatatnya, dan kemudian meninggalkan lokasi tidaklah menjadi masalah. Akan tetapi, ketika beberapa atau banyak pengukuran harus dilakukan pada rentang waktu tertentu atau tahunan, pengukuran yang dilakukan secara manual akan melelahkan, memakan banyak biaya dan waktu. Desain dan implementasi sistem *embedded* untuk pemantauan dan peringatan dini bencana lingkungan perairan kemudian diusulkan. Sistem ini terdiri dari dua bagian: stasiun pemantau dan pusat pemantauan. Stasiun pemantau merupakan sebuah sistem *embedded* yang memiliki antarmuka dengan alat pengukur (*logger*). Pusat pemantauan adalah sebuah komputer yang menjalankan layanan pengambilan data yang dikirim oleh stasiun pemantau, memprosesnya, dan memasukkannya kedalam *database*. Pusat pemantauan juga menjalankan layanan *http* agar data dari stasiun pemantau dapat ditampilkan kepada pengguna baik dalam bentuk tabular ataupun grafik melalui *website*. Implementasi sistem ini dapat melakukan pengukuran secara kontinyu dan *online* serta hasil pengukuran tersebut dapat dipantau dari jarak jauh.

Kata kunci: pengawasan *online*, sistem peringatan dini, lingkungan perairan

1. Introduction

Measurement is an activity taken to look at the health of an environment in inland waters such as reservoirs, lakes, rivers, swamps, and shallow or deep groundwater. Monitoring of the water should be done to ensure that the aquatic environment is healthy, stable, and are not harmful to organisms living in the vicinity. This is important because the water environment, as well as other environmental elements like soil, organisms and atmosphere, etc., constitute an organic complex. Once a change or damage to the

water environment is observed in this complex, changes to other environmental elements inevitably occurs [1].

Field measurement for monitoring the environment are expensive and difficult to conduct [2]. Understanding the response of lakes is important in the monitoring of lake patterns as it can influence water quality and status of a lake. System engineering for monitoring quality status of lake become important because it can measure any changes in the lake and relate these changes to status of lake using analytical model.

Measurements usually done at a time or in a certain time period. In the case of single measurement, performing manual measurements

by visiting the location of measurements, taking measurements and writing them down, then leaving the location is not a problem. However, measurements performed within a certain time period or year would be very draining, costly, and time consuming if done manually. Therefore, it is necessary to build a system that is able to perform continuous measurements, online, and can be monitored remotely. The conclusion is presented in chapter five.

2. Related work

Early Warning System (EWS) is a system that links the instruments in monitoring technology. This technology can analyze and interpret monitoring result in real time [2]. The purpose of EWS is to identify accidental contamination event from small scale until large scale by giving warning to people who use the system. EWS must provide an accurate data and fast response. It can clearly identify lake's status such as normal, risk, or danger. It can also differentiate data of biochemical and physical interactions. It means that this technology can provide accurate identification and database of lake condition or environment in sufficient time, inexpensive, easy to integrate and maintain [2, 3].

In recent years, many studies have been conducted relating to early warning system and lake monitoring, such as early warning system of water shortage by using Stella software based on the system dynamics (SD) model [4]. This method has been believed to delineate clearly the coupling correlation between the water resource and the

social economic system and aquatic ecosystem. The ecological flow was considered as an indispensable element in the water demand. So the calculation model of ecological flow was involved in the SD model, which distinguished it from traditional model of water resources supply and demand.

The government of China has pushed the development of early warning systems (EWS) for drinking water source protection [2]. The application of Data Driven Models (DDM) such as Artificial Neural Networks (ANN) has acquired recent attention as an alternative to physical models. A DDM based on genetic algorithm (GA) and ANN was tested to increase the response time of the city's EWS. However, there are still many weaknesses in EWS such as the lack of pollution monitoring and advanced water quality prediction models.

The other research paper discuss tools for water quality monitoring and mapping i.e. using paper based sensors and cell phone [5]. This system was a combination of paper-based sensors and a novel smart-phone application for on-site quantification of colorimetric readouts as an ultra-low cost solution to monitoring water quality. The monitoring system also can be used for early warning bloom alert network for immediate notification and rapid response to algal blooms, characterizing fish movement behaviour, or detection of dead fish.

There are some technology applied to monitoring system related to lake as summarized in Table 1.

Table 1. Recent Technology Relating to Lake Monitoring System.

Name	Location	Problem	System View
Axys Technologies (2014) [6]	Lake Michigan, lake in Ilha Solteira, Brazil	How to monitor water quality	There are 3 modules in this system: Core module consists of analytical portal services. This technology is used to control a network of systems and sensors, as well as collecting, managing, analyzing, visualizing environmental data from sensor platforms. Monitoring module is a fully-automated system for continuous, year-round and real-time monitoring of lake water quality. Data Management module controls the configuration of sensors and collects data to be inserted into the database. Data dissemination through DBMS, serial, TCP/IP, email, SMS is also performed in this module. There is a desktop and also a web-based interactive application used to display data.
Water Quality Monitoring	Liming River in the eastern	How to monitor and control water quality for	This system use Chemical Oxygen Demand (COD) as the water quality parameter to

(2008) [7]	part of Daqing City of China's Heilongjiang province	environmental protection in the river area	represent total organic matter. The value of COD is measured by a real time analog sensor. A PLC (Programmable Logic Control) is used to convert the analog into digital signals. A Data Logger reads the measurement value supplied by the PLC and then carried it out by using SMS to a Control Center. The Control Center polls a request to each station every 30 minutes. The control center can connect to the internet by using a dial-up connection at any time to publish information to public.
Fish Culture Monitors (2009) [8]	China	How to monitor fish culture	The system is divided into two major parts: the Remote Monitoring Platform (RMP) and the Central Monitoring Platform (CMP). The system use CDMA services combined with IPsec-based VPN as its transport line to submit data from RMP to CMP. Data can be collected and analyzed via internet through web interface. The data do not contain only measurement values but also information about the status and changes of the system. The measurement variables include water temperature, room temperature, dissolved oxygen saturation, dissolve oxygen concentration, pH, electricity conductivity, and salinity. CMP receives, preprocess and analyzes the data from RMP and warn stakeholders through early audio warning or early message warning (SMS).
Wireless Sensor Network (WSN) Project (2009) [1]	China	How to monitor water quality using Wireless Sensor Network (WSN)	A WSN is a system used to monitor water quality by applying sensors as a network. The parameters measured are pH, DO (Dissolved Oxygen), electrical conductivity rate, and temperature. The measurement value is then sent to database station via GPRS network. The monitoring center process and analyzes the water quality data, give an alarm for emergencies (i.e. water contamination) and provides support for decision making in prevention of water contamination. End users can get the data via web interface and email.
LakeNet Project (2007) [9]	St.Mary Lake, University of Notre Dame, USA	How to monitor water quality	The parameters measured in this system are pH, DO, and temperature. Sensors are scheduled in interval 10-15 minutes to collect data and then save it automatically into database. The system is used to determine health condition of the lake, but it has no warning feature.

This study describes the process of design and implementation of inland water online monitoring system, including the early warning of water quality and mass mortality of fish. Some of the differences found in this study compared to other similar studies mentioned above are in terms of:

- a) Measurements were made using wired sensors attached to a monitoring station. The system does not use the wireless sensor networks because it only retrieve

data in a predetermined location. In the case in lakes and reservoirs, measurement is emphasized to capture temperature profile data vertically to see the stratification.

- b) These are then combined with DO (Dissolved Oxygen) data for early warning analysis materials of mass mortality of fish. As in the case of mining, the measurements were made at the water

- treatment facility outlet to see the quality of the mine water discharged into river.
- c) The processor used to perform measurements is using ARM architecture that is able to work in multitasking mode but still saving power. This is intended to minimize the losses of measurement moment because the system can perform several tasks simultaneously (for example, the system can fetch the data from the logger/sensor, send the data to the server, and send an alert message at the same time).
 - d) The system has SMS Gateway feature which is able to answer the message sent by user (such as request for recent data) or process the commands given (such as to update or restart the system).

3. Design and implementation

3.1. System requirement

The system for online monitoring and early warning of water environment consists of two parts: monitoring stations (site) and monitoring center (server). A monitoring station is an embedded system that has interface with a logger. The logger has sensors such as pH, temperature, conductivity, DO, and depth. The embedded system also has an interface with the internet network (GPRS/3G) and a modem for SMS command, notification or warning. The GPRS/3G module's communication task is responsible for setting up the GPRS network and communicating with the data monitoring center. The system architecture is described in the picture below.

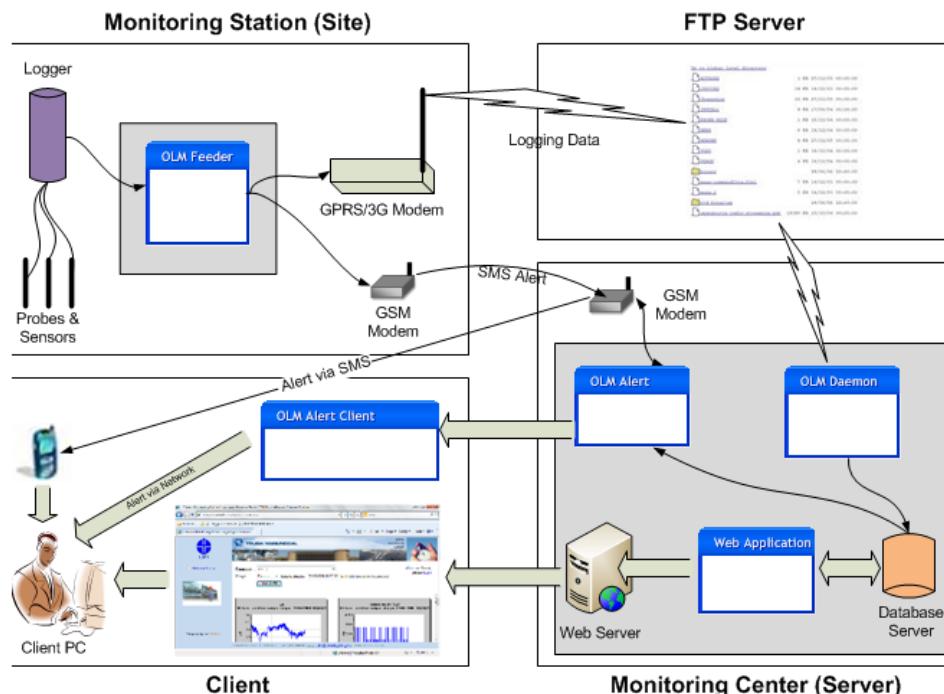


Figure 1. Architecture of the online monitoring and early warning system.

At a certain time period, the system will retrieve data from the logger. The data is then be parsed to get the value of each sensor/variable. If values found outside normal limits, such as if the pH is lower than 6.0 or the water level exceeds a certain limit the potential occurrence of floods, it will send an early warning of sirens and/or SMS to the number specified.

At a certain time period or as needed, monitoring stations will transmit data obtained

from the logger to a monitoring center via the internet. Data is sent as a text file which if required can be encrypted for security reasons. The embedded system can also be controlled via SMS by sending appropriate command to do such a task, i.e. sending current data or restart the system.

Monitoring center is a computer that runs the service that gets the data sent by the monitoring stations, process it and put it into the database. Automated collection and web-based

dissemination of data provide a centralized database for use and detailed data analysis by all water quality stakeholders. Monitoring center is also running an http service for the data from monitoring stations can be displayed to end users either in tabular or graphical view via website.

3.2. Design

There are several aspects that need to be considered in the system design process of an embedded real time system, such as:

- Hardware that is placed in the site should be resistant to the weather.
- Limited power supply must be able to maintain the system in order to keep running [6].
- The software is designed to run continuously to retrieve the data and sends it to the server.
- Availability of watchdog that could reset the system at any time in case of system failure or stagnation.
- The system can be controlled remotely such as through SMS.

The hardware system at Monitoring Station is divided into four modules consisting of:

- Main Module (ARM Board) – the main module where the processor exists. It has direct interface with GSM modem as SMS handler, GPRS/3G modem as internet connection handler, and control of data storage on the SD card.
- Power Module – dealing with energy supply from solar cells to battery and from the battery to the central processor.
- IO Module – handles command to the logger and capture data input from the logger.
- Security Module – handle warning mechanism in case of security threats (theft) in the system, such as: the panel box door opened-closed, the logger connected-disconnected, and the solar cell connected-disconnected.

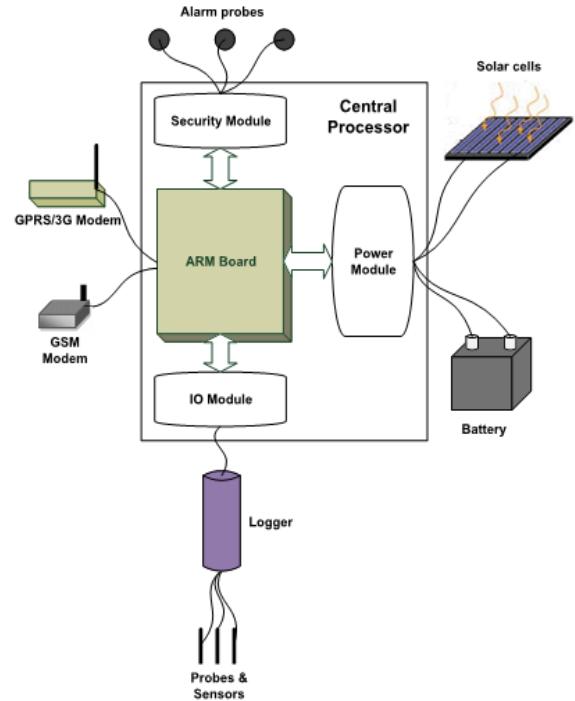


Figure 2. Modules in hardware system.

The software system at Monitoring Station is divided into four main programs with the following tasks:

- Feeder: retrieves the data from the logger and save it to an encrypted file at a certain time period.
- Uploader: delivers the data files to an FTP server.
- SMS Engine: sends the alerts and information of current data to the number specified as an SMS Alert Server. SMS Engine is also in charge of answering remote SMS commands given, such as command requests the current data, configuration updates, or system restart command.
- Watchdog: serving as a guard. If the system fails or stagnation occurs, then the Watchdog will reset the system in a way cut off power to the system and turn it back on.

Software architecture of the system can be described as follows.

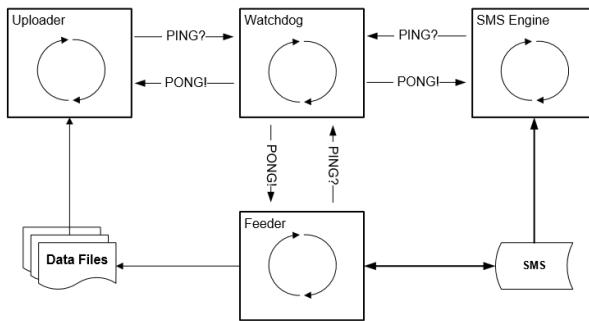


Figure 3. System software architecture.

Status checking of each program is conducted by Watchdog using PING-PONG mechanism. Watchdog waits PING? message of the Feeder within specified time interval. If there is a PING? message received, then the Watchdog will reply with PONG! and the time counter is set back to 0. The Watchdog considers that the Feeder are still actively working. This mechanism also applied equally to Uploader and SMS Engine.

Description of PING-PONG mechanism is described like in the flowchart below.

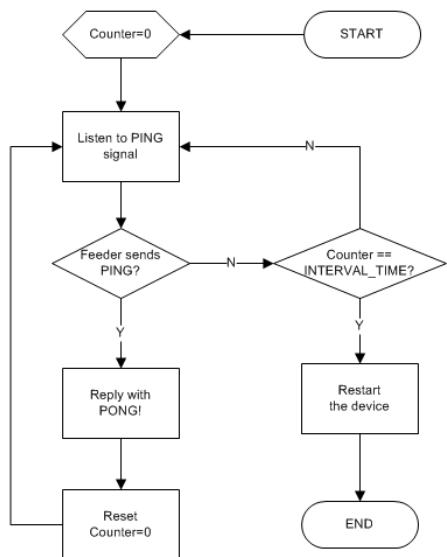


Figure 4. PING-PONG mechanism to control system continuity.

3.3. Implementation

The system is implemented using ARM-based hardware on the monitoring station. Embedded devices is then coupled to the hardware module IO converter to handle the input process output with peripheral equipment such

as terminals, Logger, and SMS Modem. Power management module is also coupled to regulate the power supply comes from solar cells to accumulator to be used by the main processor.

Software and data are stored in the SD Card attached to the ARM Board. The operating system used is Windows CE 6.0. The programs are built using C # with SQL Server CE as its database server to store the settings, incoming and outgoing SMS. Data captured from the logger are stored in text files organized by day for easy archiving.

Preview of the system in the monitoring station is as follows.



Figure 5. Preview of the system in the monitoring station.

3.4. Testing

The system has been tested on a variety of terrain and conditions, such as in lakes and reservoirs for lake water quality monitoring and early warning mass mortality of fish; and in coal mines for monitoring mine waste. For lakes, we tested the system at Lake Limboto in Gorontalo and Lake Maninjau in West Sumatera; for reservoir, we tested it at Jatiluhur, West Java; and for coal mines, we tested it at PT Trubaindo Coal Mining, East Kalimantan and PT Adaro Indonesia, South Kalimantan.

There are several parameters tested, such as: hardware robustness to changes in environmental temperature; stability of the application (program feeder, uploader, sms engine, and watchdog); stability of data retrieval from the logger; successful delivery of the data from the site to the server;

suitability of data between the one captured in the site and the other received on the server that inserted into the database; and the web-based application as an interface to the user.

4. Result and findings

The system runs in an ambient temperature range between 22 - 41.5 °C in the panel box. The lowest temperature occurred at night in the lake and the highest temperature is in the daytime at the mine. In a fairly wide temperature interval, the hardware and applications can still function normally.

The stability of applications continues to increase along with improvements in system architecture and programming techniques used. Since it was first made in 2010 to the present, the application becomes more stable as can be seen from decreasing number of application hangs and restarts due to an error. Table 2 below shows the decreasing number of hangs and restarts due to an error in each of the applications built.

Table 2. Average number of hangs (H) and restarts (R) of each application in a week

Application	2010		2011		2012		2013	
	H	R	H	R	H	R	H	R
Feeder	16	10	9	2.7	3	1.2	0	0.5
Uploader	5	11	6	4	2	2	0	0.2
SMS Eng	3	7	3	4	1	0.8	0	0.3
Watchdog	7	17	8	12	4.5	1.8	0	0

The stability of data retrieval from the logger can be seen from the record of communication between the feeder with the logger. Reading failure sometimes occurs because of the communication protocol is fairly long enough (failed in one step led to the failure of the logger readout) or when the logger experiencing a jam (the logger stops for a moment while reading sensor data). Table 3 below shows the decrease in the instability of data retrieval from each logger.

Table 3. Average number of failure (F) of data retrieval from the logger in a week

Logger	2010		2011		2012		2013	
	F	%	F	%	F	%	F	%
Multiprobe	37	2.5	21	1.4	6	0.4	2	0.1
WaterLevel	76	4.6	47	2.8	19	1.2	5	0.3
Temperatur	41	2.5	33	2	9	0.5	7	0.4

The success transmission of data files from the server to the site depends on the sending algorithm and the condition of the lines of communication used. For urban areas such as Jatiluhur and Limboto, internet signal quality is adequate for the transmission of data files via FTP. But for the mining area, the quality of internet signal is poor causing in delay

transmission of data files to the server. Sometimes in one day, only 2 to 4 hours internet signal quality is adequate for transmitting data. Severe condition occurs when data file is received at the server in 1 or 2 days later.

Inconsistency between the data captured from the logger in the field and the one contained in the database server can occur due to corrupted data i.e. inserted by other characters so that the daemon fails to parse the data. Inconsistency also can occur when there is a file that is initialized to be sent, but in the process of sending or before being transferred to a backup folder, the files are still written with new data. The results shows a decrease in inconsistency of the data of each logger.

Table 4. Average number of inconsistent data (I) in a week

Logger	2010		2011		2012		2013	
	I	%	I	%	I	%	I	%
Multiprobe	73	3.5	55	2.6	6	0.3	3	0.1
WaterLevel	99	4.7	82	3.9	13	0.6	7	0.3
Temperatur	31	1.5	18	0.9	3	0.1	2	0.1

The web application is an interface for users to view and download data in the field measurements. This application displays data in both tabular and graphical form. Registered users can log into the system and then download the required data. This application has been sufficient to help users acquire and manage the data as desired.

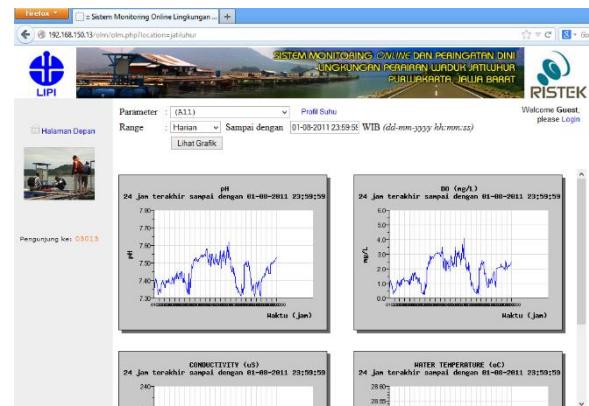


Figure 6. The interface of web application.

5. Conclusion

A system for online monitoring and early warning of water environment has been developed in the hope of tackling the problem of the lack of a practical environment monitoring system in Indonesia. This monitoring system consists of two parts: monitoring stations (site) and monitoring

center (server). It has useful features such as on-demand data request, remote configuration, low power consumption, and low cost. This research is devoted to the explanation and illustration for new design of water environment monitoring and early warning system using embedded devices. The system successfully performed an online auto-monitoring of the water depth, temperature, conductivity, dissolved oxygen, and pH of several settling ponds in a mine area. All data from monitoring stations can be displayed to end users either in tabular or graphical view via website and can be downloaded if necessary. Sensors applicable to different water quality could be installed at the monitoring station to meet the monitoring demands in different water environments and to obtain different parameters. The monitoring system thus promises broad applicability. Based on efficiency analysis, the most suitable routing algorithm for Hybrid VMS is Spray and Wait Routing.

References

- [1] Jiang, P., Xia, H., He, Z., and Wang, Z., *Design of a Water Environment Monitoring System Based on Wireless Sensor Networks*, Sensors Vol. 9 Issue 8, 2009, pp. 6411-6434.
- [2] Storey, M. V., van deer Gaag, B. Burns, B.P., *Advances in on-line drinking water quality monitoring and early warning systems*, Water Research Vol. 45 Issue 2, 2011, pp. 741-747.
- [3] Brussen, M., *On-line Water Quality Monitoring*. Review of Sydney's Current Status and Future Needs Sydney Water Report, Sydney, 2007.
- [4] Tan, Y.Y., Wang, X., *An Early Warning Systems of Water Shortage in Basins on SD Model*, International Society for Environmental Information Science Annual Conference (ISEIS) Vol. 2, 2010, pp. 399-406.
- [5] Sicard, C., Glen, C., Aubie, B., Wallace, D., G.T., *Tools for water quality monitoring and mapping using paper-based sensors and cellphones*, Water Research Vol. 70, 2015, pp.360-369.
- [6] ___, *Water Quality Monitoring* AXYS Technologies, 2014, <http://axystechnologies.com/solutions/water-quality-monitoring/> accessed on 03-09-2015 09:51 AM.
- [7] Yang, W., Nan, J., Sun, D., *An online water quality monitoring and management system developed for the Liming River basin in Daqing, China*, Journal of Environmental Management Vol. 88 Issue 2, 2008, pp.318-325.
- [8] Zhu, X., Li, D., He, D., Wang, J., Ma, D., Li, F., *A remote wireless system for water quality online monitoring in intensive fish culture*, Computers and Electronics in Agriculture Vol. 71 Supp. 1, 2010, pp.S3-S9.
- [9] Seders, L.A., Shea, C.A., Lemmon, M.D., Maurice, P.A., Talley, J.W., *LakeNet: An Integrated Sensor Network for Environmental Sensing in Lakes*, Journal of AEESP Vol. 24 Issue 2, 2007, pp. 183-191.
- [10] Sommerville, I., *Software Engineering 9th Edition*, Addison-Wesley, 2011, p.539.

Desain dan Analisis Hybrid Vessel Monitoring System berbasis Kolaborasi DTN dan Internet

Design and Analysis of Hybrid Vessel Monitoring System based on DTN and Internet Collaboration

Akbari Indra Basuki¹, Aciek Ida Wuryandari²

¹Research Center For Informatics, Indonesian Institute of Sciences, Bandung, 40135, Indonesia

²School of Electrical Engineering and Informatics, Bandung Institute of Technology, Bandung, 40132, Indonesia

Email: akbari@informatika.lipi.go.id

Abstract

In this paper, we propose hybrid Vessel Monitoring System (VMS) design as alternative for current VMS scheme by collaborating internet connection and Disruption-Tolerant-Networks (DTN). The hybrid solution combines offline VMS that use radio networks and online VMS that utilizing satellite-based internet. Hybrid VMS aims to provide a more flexible VMS design and able to speed up delivery process of offline vessel's data. The concept is both type of vessels must install a standard radio for DTN backbone network. This backbone network is used to speed up data delivery by forwarding VMS data from one vessel to another using DTN forwarding scheme. Data can be forwarded to other offline vessels that will return to harbor earlier or to online vessels which have internet connection. Performance measurement is done through simulation analysis using ONE simulator. It aims to measure the speed up data delivery using hybrid VMS implementation compare to a pure offline VMS implementation. Simulation result show that hybrid VMS able to speed up data delivery for offline vessel data in 1.5 up to 2 times faster compare to a pure offline VMS implementation. Hybrid VMS also has advantages in flexible implementation by easily switching between online and offline VMS scheme, according to fisherman financial situation. Spray-and-Wait routing is the most suitable routing algorithm for hybrid VMS according to the efficiency ratio.

Keywords: Vessel Monitoring System, Hybrid VMS, DTN, data delivery speed up, Internet collaboration

Abstrak

Pada makalah ini, diajukan skema alternatif untuk *Vessel Monitoring System* (VMS) yang disebut *Hybrid VMS* dengan mengkolaborasikan jaringan internet dan *Disruption-Tolerant-Networks* (DTN). Solusi hibrida ini menggabungkan skema *offline VMS* yang menggunakan jaringan radio dan *online VMS* yang menggunakan jaringan berbasis internet satelit. *Hybrid VMS* bertujuan untuk menyediakan alternatif skema VMS yang lebih fleksibel dan mampu mempercepat waktu pengiriman data pada kapal yang tidak menggunakan perangkat *online VMS* (*offline vessel*). Pada skema *Hybrid VMS*, kedua jenis kapal, baik yang menggunakan *online VMS* maupun *offline VMS*, sama-sama memasang perangkat radio yang sama untuk digunakan sebagai jaringan dasar DTN. Jaringan dasar DTN ini digunakan untuk mempercepat pengiriman data VMS pada *offline vessel* dengan cara mem-forward data VMS ke sesama *offline vessel* yang akan kembali ke pelabuhan terlebih dahulu atau ke kapal lain yang memiliki perangkat *online VMS* (*online vessel*). Pengukuran performa pengiriman data dilakukan dengan mensimulasikan skema *Hybrid VMS* menggunakan simulator ONE dan membandingkannya dengan skema *offline VMS* murni. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *Hybrid VMS* mampu mempercepat pengiriman data *offline vessel* sebesar 1.5 kali sampai 2 kali lebih cepat. *Hybrid VMS* juga memiliki kelebihan dalam hal fleksibilitas implementasi di lapangan. Nelayan dapat dengan mudah untuk berganti dari mode *online VMS* ke *offline VMS* menyesuaikan kondisi keuangan masing-masing. Algoritma *routing* DTN yang paling sesuai untuk skema *Hybrid VMS* adalah *Spray and Wait Routing* karena memiliki efisiensi rasio yang bagus.

Kata kunci: Vessel Monitoring System, Hybrid VMS, DTN, pemercepatan pengiriman data, Kolaborasi dengan Internet

1. Introduction

Vessel Monitoring Systems (VMS) is a monitoring system for fishing ships activity that aim to manage and regulate fishery activity. VMS usually use satellite-based internet connection as its main communication system [1]. Large fishery industries have not any problem to implement

Received: 18 November 2015; Revised: 2 Desember 2015;
Accepted: 7 Desember 2015 ; Published online: 30 Mei 2016
©2015 INKOM 2015/15-NO426

VMS. However, for small and medium fisheries, VMS deployment is a real burdensome. Not only the price rate of VMS devices is so expensive but their operational cost too. In addition, some small fishery communities argue that VMS device have not any direct impact for them, especially for their fishing activity. They believe that VMS is only beneficial for government [2].

Several researches have been conducted to overcome the financial problem of VMS device by proposing an alternatives solution of VMS based on radio modem [2] and GSM/GPRS connection [3]. The proposed VMS devices store data position internally on VMS devices and its only being deliver to Fishery Monitoring Center (FMC) once they arrived in harbor. In the harbor, there is a gateway node which acts as a bridge to forward the data to FMC server. This solution is referred as offline VMS. Offline VMS successfully overcome operational cost problem and make VMS affordable for any size of fishery industries. Unfortunately, this solution also creates a new problem called as high latency delivery. Fishing ships usually sail for a week up to a month. If VMS data only can be transmitted to FMC server when the vessels arrive in harbor, there will be unacceptable long delay (1 week – 1 month). Data may still have advantages for statistical analysis but not for monitoring usage.

In this paper, we propose a hybrid VMS solution based on online VMS and offline VMS to coexist and cooperate together in a single VMS solution. Both previous VMS have their own key point. Online VMS have its real time update property. In other hand, radio-based VMS or offline VMS has its deployment scalability to be installed in any size of vessel. Mixing up the key point of both VMS will result in high scalability deployment with near real time data update improvement. The idea of Hybrid VMS is all vessels must install radio-based modem as the basic communication devices for Disruption-Tolerant-Networks (DTN) forwarding mechanism. In addition, several vessels, usually large vessel, also use additional satellite based modem for real time update. Small vessels will speed up data delivery by forwarding VMS data to large vessel which have satellite-based internet connection. Data delivery does not only occur in harbor but anytime on the sea when small vessel meet and communicate with large vessels. In a worse scenario, when small vessel never meet large vessel on the sea, delivery latency still can be shorten by forwarding data to other small vessel which will return to harbor earlier.

In this research, we use DTN as a backbone network for Hybrid VMS. Every node can deliver VMS data to Fishery Monitoring Center (FMC) by forwarding the data to all or some other nodes they encounter. By doing so, the vessel and FMC must not meet each other to communicate. A small vessel may be never meet with large vessel, but by forwarding the data to others small vessels, data will be able to reach large vessels and delivered to FMC server. DTN also have convergence layer to accommodate the utilization of two or more network devices in one system. Large vessels can use radio-based and satellite-based modem concurrently and act as a gateway node. The other reason is DTN is also proven to have better performance compare to conventional networks in maritime environment [4, 5].

In previous research, hybrid network based on DTN is commonly used to reduce internet data traffic [6]. Data traffic can be shared by using DTN, so that the traffic load in mobile operator's network infrastructure can be reduced. The focus of previous research is to maximized delivery ratio of the message so that it can be used as alternative to deliver message and reduce the heavy load of network infrastructures.

In this study, we use DTN-based hybrid network to speed up data delivery when network infrastructure is not exist. Our focus is to shorten the delivery latency, so the data can be sent to FMC server as soon as possible. Delivery ratio is not our focus because Hybrid VMS can guarantee 100 % data delivery. All vessels will preserve their own data in internal storage until they return to harbor. If some data lost in routing process, there will be exact copy of data in the sender node. Performance testing is conducted by simulating Hybrid VMS design in ONE simulator [7].

The coordination of this paper are followed. In chapter two, DTN principle will be described. Chapter three discuss about Hybrid VMS design and its simulation model. Chapter four present theoretical and simulation analysis. The conclusion is presented in chapter five.

2. Disruption-Tolerant-Networks

2.1. DTN principle

Delay-Tolerant-Network (DTN) is a connectionless network. Every source node is able to communicate with destination node without meeting each other. This capability is achieved using Store, Carry and Forward (SCF) method. Intermediate nodes take a role as a relay node to transmit data between source node and destination node (Fig. 1).

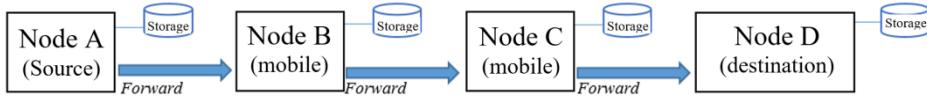


Figure 1. Store-Carry and Forward method in mobile DTN

SCF method is implemented using additional protocol layer called bundle layer. This bundle layer is placed on the top of transport layer. This design will give flexibility to choose the suitable transport layer protocol. DTN can be implemented using TCP or UDP protocol. Bundle layer also act as overlay layer. The specifications of bundle layer are similar for any node, but the specification for lower layer may be different according to the environment and appropriate condition. To implement this design, some of DTN nodes will act as gateway nodes. Gateway nodes have two or more different lower layer specification at once. Gateway nodes have convergence layer which is used to collect data from several network interface.

DTN utilize ad Hoc networks for its basic communication scheme. Each node communicates directly with another node within radio range. In mobile DTN, nodes move freely in random pattern. They organize themselves in instance each time they meet one another. Hence, network topology change rapidly and unpredictable. The topology of the networks will change immediately when each node start to move on its own direction. SCF method has advantages in this condition, since they are not affected by the changing of network topology.

2.2. DTN routing algorithm

There are two general kinds of routing algorithms, they are flooding-based method and forwarding based method. Routing algorithms which use flooding-based method, replicate bundles to some or every other node that they encounter. In epidemic routing algorithm, every bundle always being copied to another node, except the bundles which is already exist. Before each node exchanges their bundles, they exchange summary vector which contain information about the bundles ID. The ID is used to check which messages are not in possession and then it will be exchanged between the communicating nodes [8]. Spray and wait routing only send N copy of data to minimize resource consumption in epidemic routing. The sender only transfer the data and one copy permission to first N node they encounter. Then the receiver nodes only forward the data to the destination node. In binary mode, the number of copy permission is divided equally between communicating node. The sender and receiver will have same number of copy permission, $\frac{1}{2} N$. When each of those nodes meets with the other nodes, all of them will carry $\frac{1}{4} N$ copy permission [9].

In forwarding-based method, the bundle sends to another node based on network information. Therefore, routing algorithm has internal computation parameter to decide which nodes is the best to deliver the bundles. Prophet routing use probabilistic and transitivity analysis to define the best node which have the highest probability to transfer bundles to destination node. Prophet routing consider that nodes will move in non-truly random pattern. Hence, the history encounter will have great information about network structure [10]. The most commonly implemented routing algorithm is flooding/epidemic routing and spray and wait routing.

3. Hybrid Vessel Monitoring System

3.1. Hybrid VMS design

Hybrid Vessel Monitoring System (Hybrid VMS) design is presented in Fig 2. Hybrid VMS combine the design of online VMS and offline VMS into a single system. Online VMS is represented by green nodes and use satellite based internet communication (orange lines). Offline VMS use radio networks (red lines) and represented as white node. In Hybrid VMS, both vessels install same radio device for data forwarding between vessels. Green nodes (online vessel) also install radio networks to communicate with the white nodes (offline vessel).

In online VMS, the green nodes use satellite based internet connection to deliver data to FMC. In Hybrid VMS scheme, the green nodes also act as a gateway node to shorten data delivery for white node by providing direct link to FMC using satellite based internet.

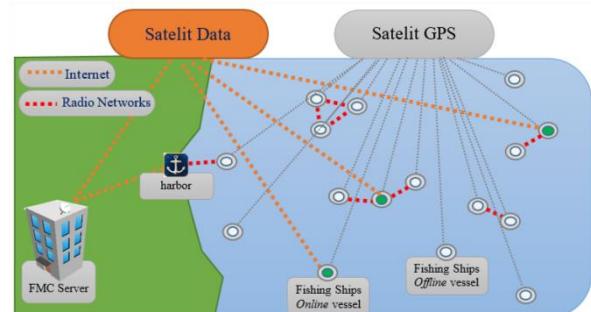


Figure 2. Hybrid Vessel Monitoring System design

In offline VMS, the white nodes only use radio communication device. They can deliver data to FMC if they return to harbor. In Hybrid VMS scheme, they can deliver data to FMC by forwarding their data to another white node which

will return to harbor earlier or to the green nodes which have satellite-based internet connection. Theoretically, HVMS performance will stand between online VMS and offline VMS performance. The best HVMS performance is equal to online VMS but the worst performance is equal to offline VMS.

3.2. Hybrid VMS performance measurement

Hybrid VMS performance testing is conducted by means of simulation analysis. The analysis is done by comparing the simulation result with theoretical analysis and also with currently available VMS scheme. In this subsection, simulation model and theoretical analysis of Hybrid VMS is presented.

3.2.1. Simulation model

Simulation models cover environmental models, nodes models, movement models and communication models. The chosen environment is Province of Kepulauan Riau, Indonesia. Environment model refers to fishing ships density and its variation during different fishing season. Density of fishing ships (DL) can be measured by dividing fishing ships availability (N) in the surrounding area with sea area (AL) (1).

$$D_L = \sum_{i=1}^n N_i / A_L \quad (1)$$

In normal condition, it is assumed that the minimum number of fishing ships which is sailing concurrently is 75 % of all available fishing ships. In high tide season, only large fishing ships which have capacity more than 100 Gross Ton (GT) that remaining to sail. Based on the data provided by Ministry of Marines and Fisheries [11] their average number in all Indonesian area is 25 % from the population.

Nodes model in this simulation refers to fishing ships which have capacity more than 30 (GT). This kind of fishing ships is capable to sail on overall Indonesian sea. Hence, they are obliged to install VMS devices. Unfortunately only few of this vessel which have install online VMS devices. Based on [11], online vessel population is ranging from 10 % up to 43 % from the total population. In this simulation, we use minimal number (10%) to measure the minimal impact of using online vessel for Hybrid VMS in overall Indonesia sea area.

The movement of the ships is unpredictable and dynamic. They usually search for fish based on natural sign or their own judgments. After founding fishing spot and stayed several hours to fish, fishing ships will begin to move and searching for new fishing spot. This behavior can be modelled as Random Waypoint Movement model (RWPM). In RWPM, mobility of a node is started by choosing a certain place randomly as a

destination point. Direction angle is calculated based on starting coordinate and destination coordinate. When a node arrives at destination point, it will stop at certain time before it chooses another destination and start to move again [12].

All vessels or fishing ships will return to harbor or fish auction center to dock and unloading the fish. In this simulation we use mobility chain model to accommodate this behavior. Mobility chain model is constructed by adding Return to Home Movement model (RTHM) after RWPM. This transition is occurred when fishing period is over and fishing ship heading back to auction center or harbor. RWPM represent sailing behavior and RTHM represent vessel movement of returning to harbor and docking on it. The initial state of each vessel is divided proportionally for those two phase (Fig. 3). Fishing period is in one week period. This value refers to minimum sailing period of fishing ships. It consists of 1 days of docking phase and 6 days of sailing phase.

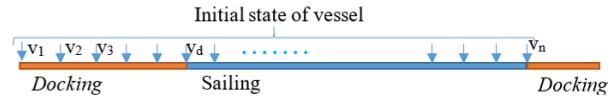


Figure 3. Distribution of vessel's initial state

Network devices used in this simulation is XBee Pro 900HP model. It was chosen as our model because it has stable performance in various acceptable node density [13]. The size of VMS data is small (≤ 1 KB). However, delivering VMS data using SCF method potentially make a heavy load to the networks, since every node not only store and forward their own data but also another node's data. To overcome this problem we compare Epidemic routing algorithm and Binary Spray and Wait (BS&W) routing algorithm performance to analyze their network constraint limit and to determine the most suitable routing algorithm.

3.2.2. Theoretical analysis

In offline VMS scheme, VMS data can be forwarded to FMC after fishing ships arrived in harbor. Fishing ships sailing period is denoted as SP and VMS data is generated in Generation Time (GT) after departure. The delivery latency of the VMS data of offline VMS then can be formulated as in (2). Where TtH is Time to Harbor. TtH values are varies according to sailing distant between vessel and the nearest harbor/auction center.

$$T_{offlineVMS} = (SP - GT) + TtH \quad (2)$$

In online VMS, VMS data is sent to FMC regularly in certain interval called as Update Time (UT). The UT value range from 15 minute up to 1 hour [1]. Compare to offline VMS scheme that

require a week up to a month of sailing delay to deliver data, there are a big gap between both schemes. DTN provide win-win solution for both scheme by cross forwarding VMS data between vessels, whether the vessels are implement offline or online VMS.

Hybrid VMS delivery performance can be described as follows. If the vessel implement online VMS scheme, VMS data will be delivered instantly to FMC in UT period. If the vessel implements offline VMS scheme, their VMS data can be speed up as follows.

- If the vessel meets online vessel, then Delivery Time (DT) = $TT_G + UT$, where TT_G is the delay between the time data is generated until the time vessel meet with gateway/online VMS.
- If the vessel only meets with another offline vessel, then Delivery Time (DT) = $TT_V + TtH_V$, where TT_V is interval between the time data is generated until the time vessel meet with another offline vessel. TtH_V refer to Time to Harbor of another offline vessel that being encountered.
- If the vessel never meets with another vessel whether it was offline or online vessel, then delivery performance is same as in offline VMS scheme (2).

The summary of hybrid VMS delivery latency is described in (3). The “Min()” function determine the most minimum time taken by the available delivery options.

$$T_{hvms} = \begin{cases} UT & , \text{if online vessel} \\ \text{Min} \left(\frac{TT_G + UT}{TT_V + TtH_V}, \frac{(SP - GT) + TtH}{(SP - GT) + TtH} \right) & , \text{if offline vessel} \end{cases} \quad (3)$$

4. Simulation analysis

4.1. Simulation result

ONE simulator simulates hybrid VMS performance in comparison with offline and online VMS. The simulated scenario is based on the models that described in section 3.2. As comparison, routing algorithm that being used by Hybrid VMS is Binary Spray and Wait Routing (BS&W) and Epidemic Routing. The performance is stated as accumulative delivery probability of VMS data along fishing period. Hybrid VMS simulation result is shown in Fig. 4 and its theoretical analysis, based on section 4.1, is described in Fig. 5.

Delivery probability of Online VMS at update time (UT) is always 100 %. Because every online vessel has internet connection, VMS data can be forwarded to the FMC in real time.

In offline VMS, because of the initial state of vessel distribution (Fig. 3), there are constantly d-number of vessel from all of n-number of vessel that always docking in the harbor. Therefore, the

lowest delivery probability of offline VMS at constant UT is always higher than (d/n) %.

The result of simulation also has same performance as the theoretical analysis. Based on subsection 3.2.1, docking time (d) = 1 days and sailing time (s) = 6 days, so $d/n = 1 / (1 + 6) \% = \pm 14 \%$. The minimum delivery probability of offline VMS at UT must be higher than 14 % and based on simulation result, the value is also higher than 14 %.

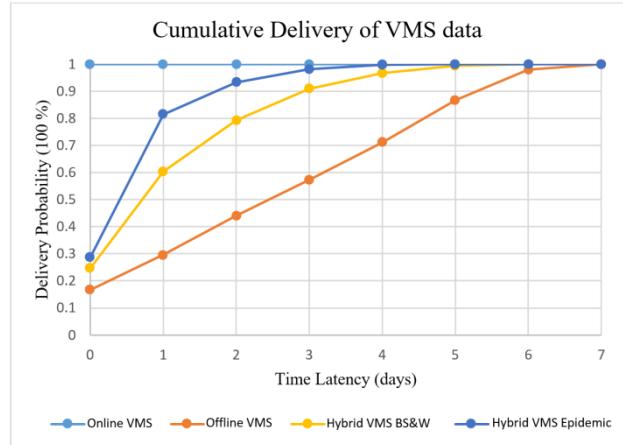


Figure 4. Hybrid VMS performance based on simulation result

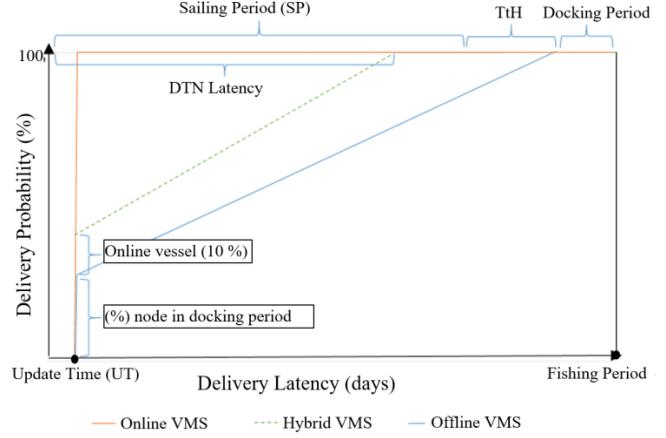


Figure 5. Hybrid VMS performance based on theoretical analysis

Based on theory, hybrid VMS performance stands in the middle of offline VMS and online VMS and it is proven in simulation result (Fig. 4). Hybrid VMS use DTN scheme, so its delivery probability is heavily affected by the density of the networks. In high density networks, there is a bigger chance for each vessel to meet and interact with the others. Hence, DTN forwarding mechanism can work well and increase delivery probability of VMS data significantly. However, because the width of the sea, vessel distribution is very sparse and some vessel may have distinct fishing route that isolating them with the others. As consequences, their data cannot be transferred to FMC faster in reason of they never encounter others vessel to forward VMS data. This

phenomena slow down data delivery completion and turn hybrid VMS performance into logarithmic like curvature.

As shown in Fig 4, in Epidemic routing-based Hybrid VMS, it is only take 2 days to transfer more than 90 % of VMS data, but it require 2 days more to achieve 100 % of data delivery completion. The similar result is also shown by Binary-Spray and Wait routing solution. It requires 3 days to transfer 90 % of data but it is also require 2 days more to complete all data delivery. Overall, hybrid VMS solution has better performance compare to a pure offline VMS solution. In 98 % delivery probability, epidemic routing-based hybrid VMS scheme is able to speed up data delivery in twice faster (3 days compare to 6 days in a pure offline VMS solution). In 100 % delivery probability, hybrid VMS speed up performance is 1.5 time faster than offline VMS scheme.

The interesting part in this simulation is the simulation only use the minimum number of online vessel availability (10 % of total vessel population). Based on [11], some sea areas have higher number of vessel. For example, 43 % of vessel in Java Sea is potential online vessels. Data delivery will increase significantly if all of those vessels take part as online vessel and use hybrid VMS scheme.

4.2. Internet collaboration effect

Based on simulation result, a small amount of internet connection (10% population is online vessel) is able to increase delivery performance significantly. However, online vessel existence in certain sea area is unguaranteed. Therefore, internet utility effect needs to be analyzed so that overall system performance can be predicted if online vessels are absent. Internet collaboration effect can be analyzed by comparing Hybrid VMS scheme with a pure DTN-based VMS scheme. In a pure DTN-based VMS, all vessels are offline vessel so that data delivery is only occurred between offline vessels. The comparison result is shown in Fig. 6.

According to the result, Internet utility only increases delivery probability of VMS data but not for their completion delivery. Completion delivery is determined by all vessels. If one/some vessels have distinct route that isolated them with the other vessels, internet utility also unable to affect data delivery process. In the first day, Internet utility increase data delivery in 33 % faster, achieving 60 % data delivery only in one day. This value is not constant and may vary based on online vessel density and movement. In average, internet collaboration effect is able to speed up data delivery in approximately a half day period.

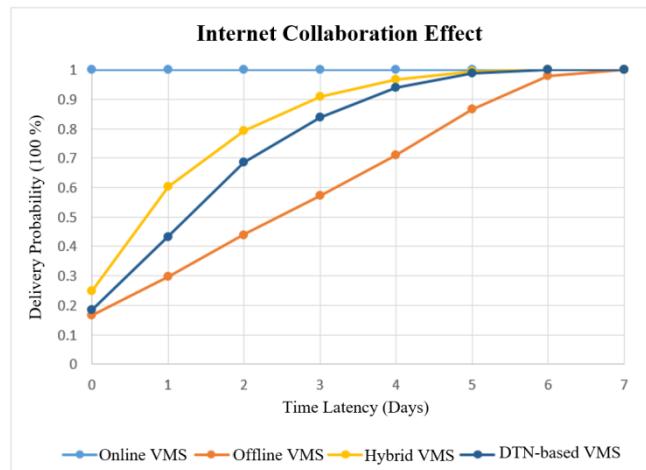


Figure 6. Internet collaboration effect in Hybrid VMS

4.3. Flexibility of Hybrid VMS

Hybrid VMS has another advantage in providing more flexible VMS solution. Online VMS scheme only use internet-based satellite communication and does not provide any other alternative. When a vessel's owner have financial crisis and cannot afford satellite-based internet subscription fee, whether it is caused by decreasing number in the catchment or the rising of fuel price, the vessel will not able to send their VMS data.

In hybrid VMS, if an online vessel owner have financial crisis, they will switch their communication networks to use radio networks only and disable the satellite based internet. In this state the vessel will act as an offline vessel and capable to send VMS data to FMC using DTN forwarding scheme. As consequence, the number of online vessel will decrease due to this switching mechanism. However, since online vessel effect is only accelerating data delivery but not affecting delivery completion in total (subsection 4.2), this switching mechanism still guarantee data delivery for the switching node.

Hybrid VMS design does not only guarantee VMS data delivery for all vessels but also prevents the fisherman reluctances from using VMS device because of financial reason. Government permission is very crucial for this method to prevent irresponsible switching procedure by the fisherman. As for example, the switching procedure is only permitted before the sailing departure of vessel and under local government approval.

4.4. Routing algorithm efficiency

Hybrid VMS use DTN forwarding scheme as its backbone network. Because DTN system uses SCF method, every vessel is not only forwarding and carrying its own data but also another vessel data. This condition possibly creates high constraint in

storage and communication resources. Hence, DTN routing algorithm needs to be selected carefully. Based on subsection 3.2.1, routing algorithm that being tested is Binary Spray and Wait (BS&W) routing and Epidemic routing.

The most suitable routing algorithms can be defined by calculating its efficiency value. Efficiency value is formulated by dividing the real utilization of DTN forwarding scheme (SCF method) with the total overhead ratio of DTN networks.

SCF method utilization determines how often this method is being used by every node in the hybrid VMS network to deliver data to FMC. Utilization under 100 % means there are some data that unable to be sent using SCF method. In this case, data is kept by the generator node until it is arrived in the harbor. In general, SCF method utilization value indicates the performance of routing algorithm to deliver data using DTN forwarding scheme. Based on subsection 3.2.1, fishing ships/node is divided into two phase, docking phase and sailing phase. In docking phase the node is able to deliver data to FMC directly using internet connection in harbor. This nodes use direct delivery method rather than SCF method. Therefore, in reality the maximum possible number of nodes that using SCF method (SCF_util_{max}) is limited to sailing nodes only. Based on (4), their number is 6/7 % or 85.71 % of total nodes. Real utilization of SCF method is acquired by dividing total SCF method utilization by all nodes in network (SCF_util_{total}) with the maximum possible utilization of this method (SCF_util_{max}) (5). Based on simulation result, total SCF_method utilization value of each routing algorithm and its conversion to real SCF_method utilization value is shown in Table 1.

Table 1. Routing algorithm efficiency

Hybrid VMS Configuration	Total SCF Method Utilization (%)	Real SCF Method Utilization (%)
HVMS BS&W_10 copy	60.88	71. 62
HVMS Epidemic	81.47	95.85
HVMS BS&W_50 copy	79.82	93.91

Overhead ratio determines how many other nodes are used as relay nodes to forward data (6). This value determines how much the overhead is occurred in the network that use DTN concept. In end-to-end connection such as internet, overhead ratio value is zero, because the forwarded data is also the data that being delivered. In simplest form of DTN network, when data is sent from node A to node C, via node B, the overhead ratio value is 1,

because the data is forwarded twice (via node B and C) and data is only delivered to node C. Total overhead ratio is found by multiply average overhead ratio with number of nodes in the networks (7).

$$Sailing\ node = \frac{(Sailing\ period)}{(Docking\ period + Sailing\ period)} * N \quad (4)$$

$$Real\ SCF_{method_utilization} = \left(\frac{SCF_{util_{total}}}{SCF_{util_{max}}} \right) * N \quad (5)$$

$$Overhead = \frac{Data_{forewarded} - Data_{delivered}}{Data_{delivered}} \quad (6)$$

$$Total\ overhead\ ratio = average\ Overhead\ ratio * N \quad (7)$$

$$Efficiency = \frac{Real\ SCF_method_utilization}{Total\ overhead\ ratio} \quad (8)$$

$$Efficiency = \frac{\left(\frac{SCF_util_{total}}{SCF_util_{max}} \right) * N}{average\ Overhead\ ratio * N} \quad (8)$$

Table 2. Routing algorithm efficiency

Hybrid VMS Configuration	Real SCF Method Utilization (%)	Average Overhead Ratio	Efficiency
HVMS BS&W_10 copy	71. 62	4.2	17.05 %
HVMS Epidemic	95.85	99.22	0.97 %
HVMS BS&W_50 copy	93.91	14.86	6.32 %

Based on the previous description of real SCF method utilization and total overhead ratio, efficiency value can be formulated as in (8). Based on simulation result, efficiency value of each routing algorithm, is shown in Table 2. According to the table, the most suitable routing algorithm is spray and wait routing, since it have better efficiency value (17.05 %) compare to Epidemic routing (< 1 %).

Despite epidemic routing has better delivery performance which is reflexed by its higher SCF method utilization, Binary Spray and Wait (BS&W) routing is still better choice. BS&W performance can be increase further by doubling its copy permission number. Based on Table 2 and Fig. 7, BS&W Routing algorithm with 50 copy permission have similar result compare to Epidemic Routing in term of delivery performance and Real SCF_method utilization value. However, BnSW routing have advantages in lower overhead ratio. This result show that BnSW routing algorithm is better choice for Hybrid VMS scheme due its high delivery performance and low overhead ratio.

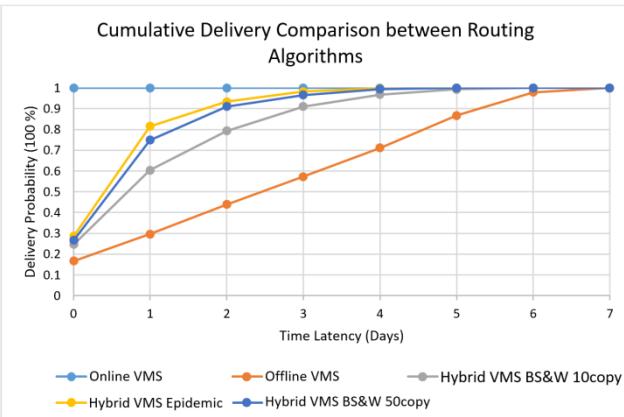


Figure 7. Cumulative delivery performance comparison of routing algorithms

5. Conclusion

Hybrid Vessel Monitoring System (hybrid VMS) is a new alternative scheme of VMS based on Disruption-Tolerant-Networks (DTN) and Internet collaboration. Hybrid VMS speed up offline vessel's data delivery up to twice faster in 98 % of data delivery probability and 1.5 faster in 100 % data delivery probability. Although Hybrid VMS is not as fast as online VMS, Hybrid VMS is more flexible than a pure online VMS scheme. The flexible design is achieved by temporarily switching role as offline vessel when they have financial crisis and using internet again when their revenue is returned. Based on efficiency analysis, the most suitable routing algorithm for Hybrid VMS is Spray and Wait Routing.

References

- [1] FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries - Fishing Operations - 1 Suppl. 1 – 1, Vessel Monitoring Systems, Food and Agriculture of the United Nations, Rome, 1998.
- [2] *Rancang Bangun Sistem Pemantau Kapal Penangkap Ikan*: Internal report for 2013, Research Center for Informatics, Indonesian Institute of Sciences, Bandung, Indonesia, 2013.
- [3] Arfianto, A. Z., & Affandi, A., *Rancang Bangun Layanan Website Interaktif pada Sistem Komunikasi Vessel Messaginng System (VMeS)*, Bachelor Thesis, Surabaya Institute of Technology, Surabaya, Indonesia, June. 2010.
- [4] Wang, D., Hong, F., Yang, B., Zhang, Y., & Guo, Z., *Analysis on communication capability of vessel-based ocean monitoring delay tolerant networks*, In Wireless Communications and Networking Conference Workshops, IEEE , 2013, pp. 200-204.
- [5] Qin, S., Feng, G., Qin, W., Ge, Y., & Pathmasuntharam, J. S., *Performance modeling of data transmission in maritime delay-tolerant networks*, In Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), IEEE, 2013, pp. 1109-1114.
- [6] Chuang, Y. J., & Lin, K. C. J., *Cellular traffic offloading through community-based opportunistic dissemination*, In Wireless Communications and Networking Conference (WCNC), IEEE, 2012, pp. 3188-3193.
- [7] Keränen, A., Ott, J., & Kärkkäinen, T., *The ONE simulator for DTN protocol evaluation*, In Proceedings of the 2nd international conference on simulation tools and techniques, 2009, p. 55.
- [8] Vahdat, A., Becker, D, *Epidemic Routing for Partially-Connected Ad Hoc Networks*, Technical Report, Dept. of Computer Science, Duke University, 2000.
- [9] Spyropoulos, et.al., *Spray and Wait: An efficient routing scheme for intermittently Connected Mobile network*, In Proc. ACM SIGCOMM workshop on DTN, Philadelphia, PA, USA, 2005.
- [10] Lindgren, A., Doria, A., Scheln, O., *Probabilistic Routing in Intermittently Connected Networks*, In Proc. SIGMOBILE Mobile Computing and Communication Review, 2004.
- [11] Capture Fisheries Statistics of Indonesia 2011, Directorate General of Capture Fisheries, Ministry of Marine Affairs and Fisheries, Jakarta, Indonesia, 2012.
- [12] Roy, R. R., *Handbook of mobile ad hoc networks for mobility models*, Springer Science & Business Media. New York, 2011.
- [13] Basuki, A. I., & Wuryandari, A. I., *Delay-tolerant-networks design and prospect on fishery communication networks*, In System Engineering and Technology (ICSET), IEEE 4th International Conference, 2014, Vol. 4, pp. 1-6.

Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien

Design of Smart Home System based on Mesh Topology and Efficient Wireless Sensor Network Protocol

Trio Adiono, Rachmad Vidya Wicaksana Putra, Maulana Yusuf Fathany, Waskita Adijarto

Pusat Mikroelektronika, Institut Teknologi Bandung, Jl. Tamansari 126, Bandung, Indonesia

Email:tadiono@stei.itb.ac.id

Abstract

In this publication, we propose a smart home system based on two approaches. First approach is mesh topology architecture and second one is an efficient Wireless Sensor Network (WSN) protocol. This system has two environments, indoor and outdoor. Indoor environment uses WSN system, while outdoor environment uses internet-cloud system. This scheme is known as Internet-of-Things (IoT). Indoor and outdoor environments are connected to each other by using a bridge. WSN system is established from WSN components which are connected in mesh topology. Each component of WSN is designed to implement the proposed efficient protocol. For outdoor environment, the existing internet-cloud system is the main infrastructure. Thus, this smart home system can be monitored and controlled from smart phone, anytime and anywhere, as long as mobile data access is provided. For system evaluation, tests have been done to deliver the system profile.

Keywords: *Internet-of-Things, smart home system, wireless sensor network, mesh topology*

Abstrak

Dalam publikasi ini, kami mengusulkan sistem rumah cerdas berdasarkan dua pendekatan. Pendekatan pertama adalah arsitektur bertopologi *mesh* dan yang kedua adalah protokol *Wireless Sensor Network* (WSN) yang efisien. Sistem ini memiliki dua lingkungan kerja, *indoor* dan *outdoor*. Lingkungan *indoor* menggunakan sistem WSN, sedangkan lingkungan luar menggunakan sistem *internet-cloud*. Skema ini dikenal sebagai Internet-of-Things (IoT). Lingkungan *indoor* dan *outdoor* terhubung satu sama lain dengan menggunakan suatu jembatan penghubung. Sistem WSN dibentuk dari komponen-komponen WSN yang menggunakan topologi *mesh*. Setiap komponen dari WSN dirancang untuk mengimplementasikan protokol data efisien yang diusulkan. Untuk lingkungan *outdoor*, sistem *internet-cloud* yang ada adalah infrastruktur utama. Dengan demikian, sistem rumah cerdas ini dapat dipantau dan dikendalikan dari ponsel cerdas, kapan saja dan di mana saja, selama akses *mobile* data tersedia. Untuk evaluasi sistem, beberapa tes telah dilakukan untuk mendapatkan profil sistem.

Kata kunci: *Internet-of-Things, sistem rumah cerdas, wireless sensor network, topologi mesh*

1. Pendahuluan

Sistem informasi berbasis internet merupakan studi mendasar dalam konsep *Internet-of-Things* (IoT). Berbagai skenario penelitian dalam topik ini telah dipublikasikan, mulai dari *physical layer* hingga *application layer*. Kondisi ini mendorong perkembangan pesat konsep IoT ke skema lanjut, yaitu *Internet-of-Everything* (IoE). Konsep IoE ini tidak hanya membahas mengenai cara sekedar menghubungkan sesuatu berdasarkan fungsinya, tetapi juga membangun sistem yang mendukung

aplikasi yang cerdas (misalnya pemantauan status *user*, log aktivitas *user*, rencana perawatan dokter, dll). Ini adalah skema yang lebih kompleks dari sekedar komunikasi dasar *Machine-to-Machine* (M2M).

Isu tentang topik IoT umumnya berkisar pada konsumsi daya, fleksibilitas sistem, sistem cerdas, *self-configurable*, dan isu keamanan. Mengenai isu-isu tersebut, ada beberapa penelitian yang dilakukan untuk mencoba mencari solusinya. Sebagai contoh, sistem operasi (OS) yang ringan (*light-weight*) menjadi solusi dalam mempermudah pengembangan aplikasi-aplikasi dan implementasi sistem [1]. Keunggulan dari OS ini adalah tingkat kebutuhan daya lebih rendah dibandingkan OS yang kompleks dan mudah untuk dikonfigurasi. Oleh karena itu, masalah konsumsi daya dan

Received: 23 November 2015; Revised: 16 Februari 2015;

Accepted: 17 Maret 2016 ; Published online: 30 Mei 2016

©2015 INKOM 2015/15-NO429

rendahnya fleksibilitas sistem dapat diselesaikan secara parsial dengan teknik ini. Beberapa penelitian tentang integrasi *light-weight* OS dalam *Wireless Sensor Network* (WSN) telah banyak dipublikasikan. Sebagai contoh, Harri Pendas et al mengusulkan integrasi Epis dengan TinyOS 2.0 [2]. Pada tahun 2012, Chunlong Zhang et al mengajukan integrasi WSN dengan μ C/OS-II [3]. Selain pendekatan berbasis *light-weight* OS, beberapa protokol data telah diusulkan untuk memecahkan masalah IoT terkait, yaitu konsumsi daya yang efisien, sistem konfigurasi yang mudah, dan sistem yang aman. Sebagai contoh, Yuanbo Xu et. al. mengusulkan WZ-LCP dengan otentifikasi dan pembaharuan kunci sebagai solusi untuk masalah keamanan [4]. Solusi lain adalah topologi jaringan *mesh*, terutama untuk aplikasi rumah cerdas yang heterogen. Topologi jaringan *mesh* memiliki fleksibilitas yang lebih besar terhadap gangguan dan memungkinkan beragam jalur untuk mencapai tujuan [5].

Pada dasarnya, area kajian IoT tidak hanya terfokus pada WSN, tetapi koneksi ke *internet-cloud* merupakan hal yang perlu dikaji juga. Sebuah perangkat yang berfungsi sebagai jembatan antara lingkungan luar (*internet-cloud*) dengan lingkungan dalam (WSN) memiliki peran penting. Karena, jembatan ini memiliki tanggung jawab untuk mengkonversi protokol data dan menyimpan data-data penting. Sebagai contoh, publikasi [6] mengusulkan penggunaan mesin *database* MySQL untuk penyimpanan data. Dengan menggunakan sistem *database* yang ini, manajemen informasi akan mudah dilakukan. Selain itu, jika kita bisa memilih sistem *database* yang *low-cost* (*open-source* dan *light-weight*), maka akan menjadi pilihan yang lebih baik.

Dalam publikasi ini, kami mencoba untuk melengkapi konsep desain rumah cerdas dengan mendesain *platform* yang efisien dan mudah dikonfigurasi untuk sistem rumah cerdas. Hal ini didasarkan pada optimalisasi protokol data dan arsitektur WSN. Efisiensi yang ada didasarkan pada optimalisasi protokol data WSN yang telah diajukan dalam penelitian kami sebelumnya [5]. Sementara itu, konfigurabilitas didasarkan pada desain arsitektur topologi *mesh* dan program perangkat lunak yang ditanamkan. Terkait dengan WSN, kita menggunakan tiga jenis koneksi, yaitu *ZigBee*, *bluetooth*, dan *WiFi*. Setiap jenis koneksi bisa menjadi pelengkap satu sama lain, sehingga kelemahan dari masing-masing koneksi dapat dihilangkan. Untuk sistem *databasing*, kami menggunakan sistem SQLite karena *low-cost* dan ringan untuk diimplementasikan. Dalam sistem

databasing ini, kita menyimpan setiap informasi penting tentang status perangkat yang terhubung.

Publikasi ini disusun dalam beberapa bagian. Bagian pertama adalah pengenalan tentang latar belakang penelitian dan beberapa penelitian yang terkait. Bagian kedua adalah tentang arsitektur sistem yang diusulkan. Bagian ketiga adalah tentang evaluasi eksperimen dan analisis yang terkait. Lalu, diikuti oleh kesimpulan dan rencana riset lanjut. Bagian terakhir dari publikasi ini adalah referensi.

2. Desain arsitektur sistem

Dalam konsep rumah cerdas yang diusulkan, lingkungan sistem dibagi menjadi dua (*outdoor* dan *indoor*), yaitu sistem berbasis *internet-cloud* dan *Wireless Sensor Network* (WSN). Kedua lingkungan tersebut saling terhubung satu sama lain dengan menggunakan jembatan *access point*, sehingga koneksi *indoor-outdoor* ini dapat dipandang sebagai konsep *Internet-of-Things* (IoT). Pada dasarnya, visi kami untuk konsep rumah cerdas tidak hanya menghubungkan perangkat ke internet tetapi juga membangun lingkungan cerdas. Lingkungan *indoor* akan dibentuk dari sistem *Wireless Sensor Network* (WSN) berdasarkan protokol tertentu yang akan dibahas kemudian. Sementara itu, lingkungan luar akan menggunakan skema *internet-cloud* yang ada.

2.1. Lingkungan kerja

Lingkungan *indoor* memiliki empat bagian utama berdasarkan fungsinya: *access point*, WSN *host*, WSN *nodes*, dan WSN *end-points*. *Access Point* (AP) bertanggung jawab untuk menghubungkan sistem internet di *outdoor* dengan sistem WSN *indoor*. Oleh karena itu, AP akan mendistribusikan alamat *Internet Protocol* (IP) untuk perangkat yang seharusnya terhubung ke internet (misalnya *smart-phone*, WSN *host*). WSN *host* bertanggung jawab untuk menjadi koordinator WSN. Ini adalah pusat kendali WSN. Sehingga dia harus bisa memahami semua protokol yang terhubung. Selain itu, WSN *host* harus tahu semua info (nomor identifikasi, status, konfigurasi, dll) dari semua perangkat yang terhubung (WSN *nodes* dan WSN *end-devices*). Sebaliknya, WSN *nodes* memiliki tanggung jawab yang paling sederhana dalam sistem WSN. Dia hanya perlu meneruskan setiap data yang diterima tanpa repot-repot tahu di mana alamat tujuan akhir. Dengan skenario ini, kita dapat menambahkan *node* sebanyak yang kita butuhkan tanpa khawatir tentang pengalaman. Untuk perangkat WSN *end-point*, desain ini terkait dengan aplikasi. Mereka harus dipantau dan diperbarui secara berkala ke dalam sistem *database* pada WSN *host*. Karena,

dari *database* ini, user dapat mengakses semua informasi dan memantau status dari semua perangkat.

Dalam sistem WSN, kita menggunakan tiga protokol komunikasi, yaitu *ZigBee*, *bluetooth*, dan IEEE 802.11b (*WiFi*). Masing-masing protokol tersebut memiliki kelebihan dan kekurangan. Menggabungkan ketiganya bersama ke dalam satu sistem dapat menghilangkan kelemahan yang ada. Perbandingan dari ketiga protokol dapat dilihat pada Tabel 1. *ZigBee* memiliki poin positif pada kesederhanaan struktur data dan jangkauan, tetapi lemah pada *data-rate*. Oleh karena itu, *ZigBee* cocok sebagai *back-bone* koneksi perangkat nodes dan *end-point* yang hanya memerlukan tingkat data dan konsumsi daya yang rendah, namun digunakan secara terus-menerus. Sementara itu, koneksi *bluetooth* memiliki poin yang kuat pada *data-rate* dan kompatibilitas untuk terhubung ke *smart-phone*. Oleh karena itu, *bluetooth* cocok digunakan untuk aplikasi *smart-phone* yang membutuhkan *data-rate* rendah atau menengah. Terakhir, *WiFi* memiliki poin yang kuat pada tingkat komunikasi dengan *data-rate* yang tinggi dan kompatibilitas untuk terhubung ke *smart-phone*. Oleh karena itu, *WiFi* cocok untuk penggunaan aplikasi *smart-phone* yang perlu data *rate* tinggi (misalnya *video streaming*). Koneksi *WiFi* juga dapat membangun komunikasi antara WSN dengan *internet-cloud*. Oleh karena itu, sistem WSN bisa mendapatkan alamat IP yang akan dikelola oleh *access point bridge* untuk tujuan pengendalian luar ruangan (*outdoor*).

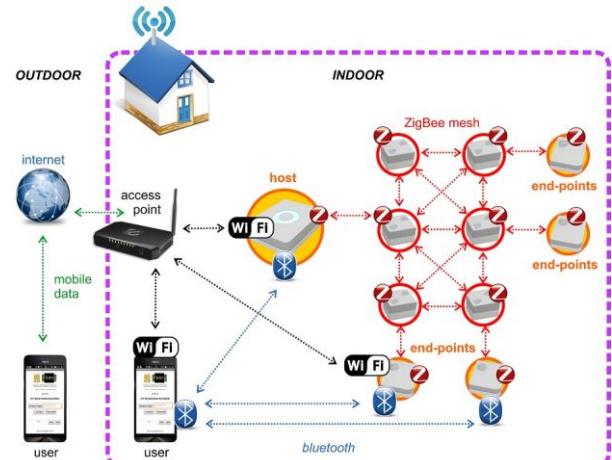
Tabel 1. Perbandingan *ZigBee*, *Bluetooth* dan *WiFi* [7]

Fitur	<i>ZigBee</i>	<i>Bluetooth</i>	IEEE 802.11B
Kompleksitas	Simpel	Kompleks	Sangat Kompleks
Jangkauan	300 m	10 m	100 m
Data rate	250 Kbps	1 Mbps	11 Mbps

Untuk koneksi arsitektur utama dalam WSN, kita memilih topologi *mesh*, karena memiliki keunggulan dalam *scalability*. Jika kita ingin memperluas WSN, kita hanya perlu menambahkan *nodes* atau perangkat *end-points* di area yang terjangkau *nodes* atau *end-points* lainnya. Selain itu, topologi *mesh* memiliki performa dan kehandalan yang terbaik dibandingkan topologi *star* atau *tree* [8]. Kelebihan penggunaan teknologi topologi *mesh* di dalam sistem WSN ini adalah: (1) fleksibilitas yang tinggi, karena dengan hanya menambahkan *node*, maka dia akan menemukan *node* atau *point* yang terdekat dan membentuk rute yang sesuai; (2) sistem menjadi *robust*, karena jika salah satu *node* atau *point* tidak bisa digunakan,

maka rute alternatif akan langsung dibentuk; (3) peluasan area jangkauan bisa dilakukan dengan menggunakan devais yang diletakkan di antara jalur yang sudah ada; (4) setiap *node* atau *point* akan berkomunikasi dengan *node* atau *point* yang dekat saja, sehingga meminimalkan interferensi komunikasi; (5) kehadiran jalur alternatif akan menambah alternatif utilitas *devais*, berbeda dengan topologi *tree* yang akan mengalami kemacetan jika jumlah *sub-nodes* bertambah [9].

Lingkungan *outdoor* dirancang untuk tujuan mobilitas, sehingga *user* bisa memonitor setiap perangkat di rumah yang terhubung ke sistem WSN, kapan saja dan di mana saja. Oleh karena itu, pengguna *smart-phone* atau *gadget* perlu terhubung ke *internet-cloud*. *Access point bridge* akan mengelola setiap perangkat pada sistem WSN yang seharusnya terhubung ke *internet-cloud*, dengan alamat IP tertentu. Dengan skema ini, *user* dapat memantau dan mengontrol perangkat apapun di dalam sistem rumah cerdas yang terhubung dengan sistem, kapan saja dan di mana saja. Ilustrasi arsitektur yang diusulkan lengkap disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Sistem arsitektur yang diusulkan

2.2. Protokol data yang efisien

Dalam sistem WSN ini, kami menggunakan desain protokol data seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2, seperti yang telah diusulkan dalam penelitian kami sebelumnya, pada *paper* [5]. Dengan protokol data ini, kita dapat merancang sebuah paket data yang efisien untuk setiap aplikasi. Informasi data yang tersedia seperti jenis informasi, kontinuitas data, hingga panjang data *payload* terakup di dalamnya. Metode pengemasan informasi ini berdampak pada konsumsi daya. Besar efisiensi penggunaan daya bergantung pada pemanfaatan karakter informasi yang dapat direpresentasikan dengan 1-byte *packet-init*.

Tabel 2. Desain protokol data

Header	Adress	Paket	Data	Cheksum
		Init	Payload	
3-byte	2-byte	1-byte	n-byte	1-byte

2.3. Sistem databasing

Sistem *databasing* dirancang dengan menggunakan sistem SQLite. SQLite dipilih karena *low-cost* dan mudah untuk diimplementasikan ke dalam sistem rumah cerdas. Untuk bisa mengimplementasikan data ke SQLite, kita perlu mendefinisikan alamat perangkat dalam register SQLite. Pengalaman register mengambil referensi dari kerja riset kami sebelumnya [5] untuk diterapkan dalam penelitian ini.

Pengalaman register perangkat disajikan pada Tabel 3 dan diimplementasikan dalam sistem SQLite dengan menggunakan pemrograman Python. Contoh penerapan sistem database SQLite ditunjukkan pada Gambar 2. Penerapan pada sistem SQLite menggunakan beberapa informasi, yaitu nomor utama, nomor identifikasi perangkat yang sebenarnya, status perangkat, dan tanggal pengolahan, dan waktu pemrosesan. Dengan menggunakan format ini, kita hanya perlu untuk mendefinisikan nama perangkat, identifikasi, dan definisi status.

Tabel 3. Register pengalaman perangkat

Kategori	End-Points	Alamat	n-Byte
Monitor	Temperatur	0x01	2
	Kelembaban	0x02	2
	Lain-lain	... - 0x3F	...
Kontrol	Lampu	0x30	1
	Switch	0x31	1
	Gorden	0x32	2
Kombinasi	IrDA	0x33	78
	VLC	0x34	32
	Lain-lain	... - 0xBF	...
Kombinasi	Keypad	0xC0	2
	Kunci	0xC1	1
	Lain-lain	... - 0xFF	...

```
id|equipment_id|status|processed|updated_at
1|2|0|0|2015-08-28 00:00:00.000000
2|3|0|0|2015-08-28 00:00:00.000000
3|2|8|0|2015-08-28 00:00:00.000000
4|3|7|0|2015-08-28 00:00:00.000000
5|1|500|0|2015-10-05 00:00:00.000000
6|2|313|0|2015-10-05 00:00:00.000000
```

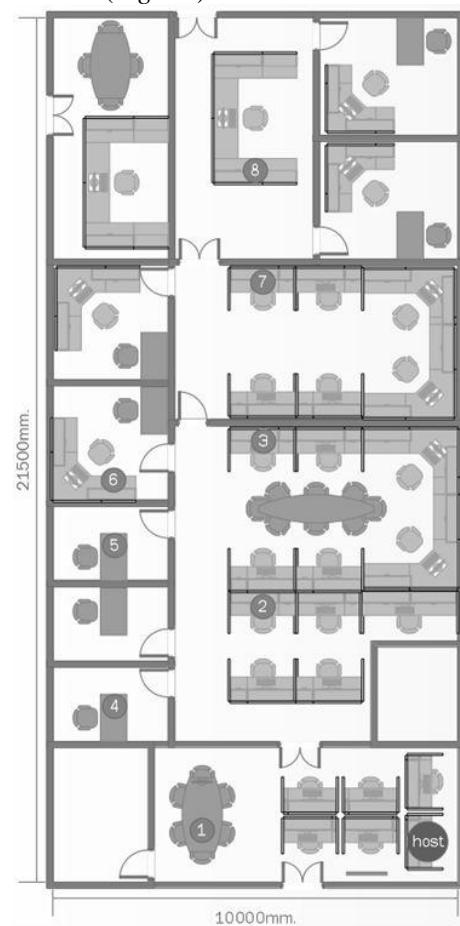
Gambar 2. Contoh format struktur *database* SQLite

3. Evaluasi dan analisis

Dalam rangka melakukan evaluasi eksperimental, kita perlu mendefinisikan lokasi tes. Gambar 3 mengilustrasikan posisi *host* dan delapan lokasi tes di ruangan laboratorium kami (Laboratorium IC Design, ITB). Lokasi-1 terletak di ruangan yang

sama dengan WSN *host* dan hanya dipisahkan dengan dua bilik kecil. Lokasi-2 dan lokasi-3 terletak di ruangan yang berbeda dengan WSN *host* dan hanya dipisahkan oleh dinding dan pintu. Lokasi-4, lokasi-5, lokasi-6, dan lokasi-7 terletak di berbagai ruangan berbeda dengan tempat sebelumnya, di mana mereka dipisahkan oleh satu ruangan besar dari WSN *host*. Terakhir, lokasi-8 terletak di sebuah ruangan yang dipisahkan oleh dua kamar besar dari WSN *host*.

Untuk evaluasi ini, kita menggunakan XBee 900HP (*ZigBee*) sebagai perangkat komunikasi pengirim dan penerima. *Receiver* ini ditempatkan di lokasi-1 hingga lokasi-8 sesuai ilustrasi. Sebagai pemancar data atau WSN *host*, kami menggunakan *Raspberry Pi* yang dikonfigurasi bersama dengan XBee 900HP (*ZigBee*).

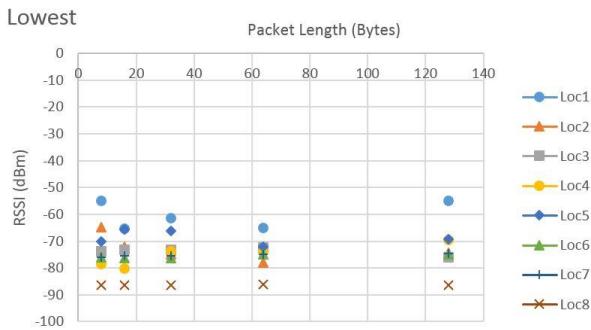


Gambar 3. Skenario lokasi tes eksperimen

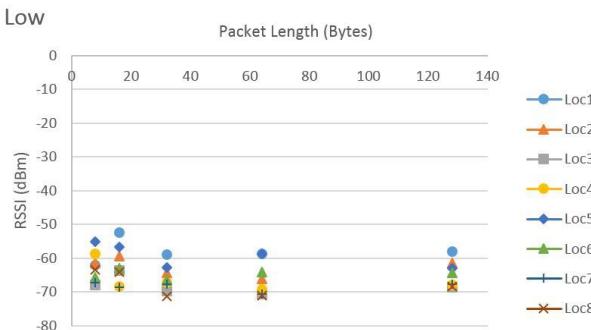
3.1. Analisis RSSI pada sinyal WSN

Eksperimen pertama adalah mengenai pengukuran *Received Signal Strength Indicator* (RSSI) yang dilakukan untuk protokol WSN (*ZigBee*) dengan berbagai tingkat kekuatan transmisi dan lokasi. Tujuan dari evaluasi RSSI ini adalah untuk melihat kekuatan sinyal WSN untuk menghadapi berbagai macam tantangan posisi, hambatan, dan gangguan pada medium transmisi. Gambar 4 – Gambar 8 menyajikan data hasil pengukuran RSSI untuk

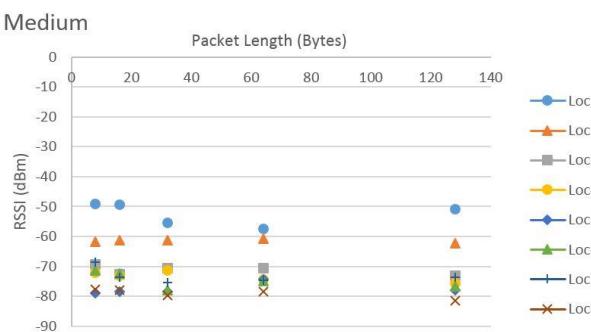
beberapa daya transmisi yang berbeda. Daya terendah (*lowest*) adalah 5mW (+7dBm), daya rendah (*low*) adalah 32mW (+15dBm), daya menengah (*medium*) adalah 63mW (+18dBm), daya tinggi (*high*) adalah 125mW (+21dBm), dan daya terkuat (*highest*) adalah 250mW (+24dBm).



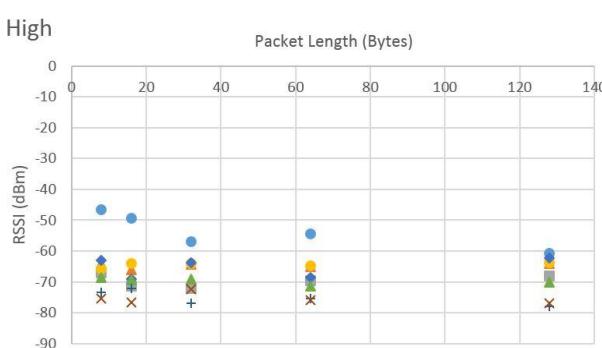
Gambar 4. Data RSSI pada daya transmisi terendah



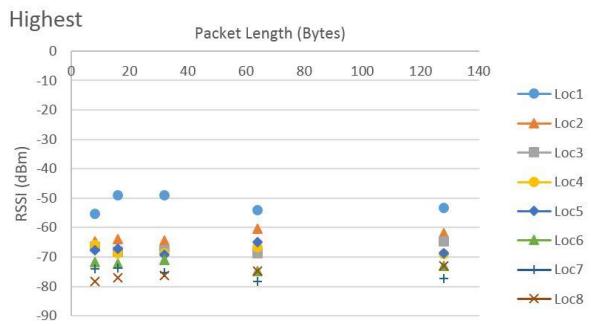
Gambar 5. Data RSSI pada daya transmisi rendah



Gambar 6. Data RSSI pada daya transmisi menengah



Gambar 7. Data RSSI pada daya transmisi tinggi



Gambar 8. Data RSSI pada daya terkuat

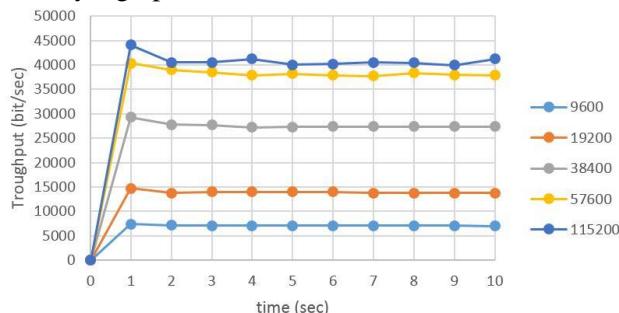
Jika kita amati grafik ini, kita akan menemukan bahwa dari lokasi terdekat (lokasi-1) dan terjauh (lokasi-8), menerima data dengan RSSI yang berbeda (penurunan) sekitar 30dBm. Data sinyal RSSI yang terukur menunjukkan bahwa jarak dan hambatan pada medium transmisi data akan mempengaruhi kekuatan sinyal. Penurunan yang signifikan tentu ditemukan ketika ada penghalang (*obstacles*). Misalnya, RSSI data pada lokasi-1 dan lokasi-2 secara signifikan menurun. Oleh karena itu, jika kita ingin mengoptimalkan jarak sinyal *ZigBee*, kita perlu mempertimbangkan struktur dan bahan penghalang. Lebih jauh lagi, nantinya kita juga perlu mempertimbangkan adanya interferensi dari sinyal lain yang bertabrakan.

3.2. Data throughput pada lingkungan WSN

Data throughput adalah jumlah data yang dapat diterima dan diproses dengan sempurna oleh penerima. Tujuan dari evaluasi *data throughput* ini adalah untuk melihat kemampuan kecepatan penerimaan data pada *node* dan *end-devices* yang berada dalam sistem WSN. Untuk evaluasi ini, kita menggunakan mikroprosesor STM32L1 dan XBee 900HP (*ZigBee*) sebagai titik akhir perangkat penerima. *Receiver* ini ditempatkan di lokasi-1. Sebagai pemancar, kami menggunakan *Raspberry Pi* yang dikonfigurasi dengan XBee 900HP (*ZigBee*) sebagai WSN *host*. Pemancar ini ditempatkan di lokasi *host*. Oleh karena itu, penerima dan pemancar dipisahkan sejauh 5m. *Transmitter* diprogram untuk mengirim karakter terus menerus, sementara penerima diprogram untuk menerima dan menghitung data yang diterima. Untuk setiap detik, mikroprosesor STM32L1 akan mengirimkan hasil penghitungan pada LCD untuk tujuan *display*.

Hasil tes data *throughput* yang ini disajikan pada Gambar 9 sebagai grafik tunggal. Pada grafik tersebut, kita bisa melihat bahwa jumlah *baudrate* akan mempengaruhi kinerja hasil *throughput*. Hal ini logis diterima, karena dengan kinerja *baudrate* yang lebih tinggi, *sampling* data yang diterima akan lebih tinggi juga. Nilai tertinggi dari uji *throughput*

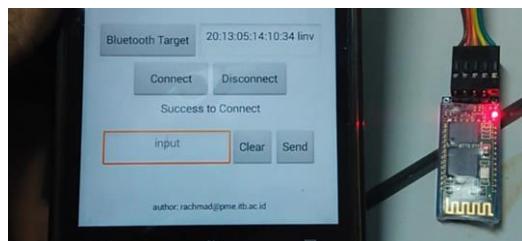
bisa mencapai hampir 45000 bit/detik. Selain itu, terlihat bahwa dengan pilihan *baudrate* 115200, hasil *data throughput* tidak signifikan terhadap pilihan *baudrate* 57600. Artinya, untuk pilihan aplikasi *low power*, *baudrate* 57600 bisa menjadi pilihan yang optimal.



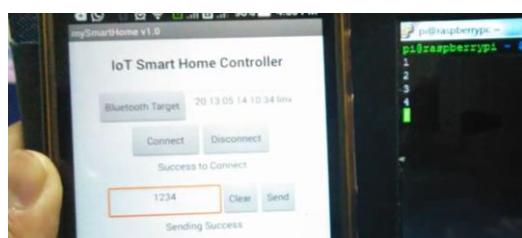
Gambar 9. Grafik throughput berdasarkan baudrate

3.3. Komunikasi bluetooth

Uji komunikasi *bluetooth* dilakukan dengan cara mengirimkan data dari *smart-phone* ke WSN *host* melalui *bluetooth*. Tujuan dari evaluasi ini adalah untuk melihat fungsionalitas komunikasi *smartphone* dengan sistem WSN. Gambar 10 – Gambar 11 menunjukkan bahwa ketika kita mengirim empat karakter dari *smart-phone*, maka WSN *host* akan menerima setiap karakter tunggal (*per-byte*) secara independen dalam waktu yang berbeda, sehingga menyimpannya satu-per-satu.



Gambar 10. Tes koneksi pairing *smart-phone* ↔ *bluetooth*



Gambar 11. Tes pengiriman data *smart-phone* ↔ *bluetooth* ↔ WSN *host*

Hasil evaluasi ini menunjukkan bahwa program rumah cerdas kami pada *smart-phone* bisa bekerja dengan baik dan membangun koneksi *bluetooth* dengan modul *bluetooth* di WSN *host*. Ini adalah tes penting untuk memastikan bahwa *user* dapat mengirim perintah melalui nirkabel dari ponsel pintar ke WSN *host*. Selain itu, eksperimen ini

menunjukkan bahwa format protokol yang dibuat telah berhasil diimplementasikan dengan baik.

3.4. Tes kombinasi komunikasi pada WSN

Untuk melakukan tes kombinasi komunikasi ini, kami menggunakan fungsi saklar dan *relay*. Kami merancang tes dengan menggunakan lampu LED dan monitor LCD sebagai perangkat WSN *endpoints*. Kami mengendalikan mereka menggunakan sebuah aplikasi pada *smart-phone*. Aplikasi *smartphone* ini terhubung ke WSN *host* melalui protokol dan jalur komunikasi *bluetooth*. Ketika perintah dipilih, *smart-phone* akan mengirim mereka ke WSN *host* melalui *bluetooth*. Kemudian, data yang diterima di WSN *host* diproses dan dikirim ke WSN *end-points* dengan menggunakan protokol dan jalur komunikasi *ZigBee*.

Dalam skenario ini, ada konversi protokol data yang diolah oleh WSN *host*. Selanjutnya, data yang dikirimkan dari WSN *host* melalui *ZigBee* akan diterima oleh perangkat *end-points* dan diterjemahkan menjadi representasi perintah fisik. Lampu LED merespon dengan menyala berwarna merah, sedangkan monitor LCD merespon dengan menyala dan menampilkan *display* seperti yang ditunjukkan pada proses tes Gambar 12 – Gambar 14. Eksperimen ini menunjukkan bahwa sistem dan protokol data yang diusulkan dapat bekerja dengan baik.



Gambar 12. Tes kombinasi – pemanggilan *mobile app*



Gambar 13. Tes kombinasi – pemilihan perintah *mobile app*



Gambar 14. Tes kombinasi –end-points menyala

4. Kesimpulan dan future outlook

Dalam penelitian ini, kami mengusulkan desain sistem rumah cerdas yang berbasis protokol data WSN yang efisien dan arsitektur sistem *indoor* bertopologi *mesh*. Dalam konsep rumah cerdas ini, lingkungan sistem dibagi menjadi dua lingkungan utama, *indoor* dan *outdoor*. Lingkungan *outdoor* menggunakan sistem berbasis *internet-cloud*, sementara lingkungan dalam menggunakan sistem WSN. Kedua lingkungan saling terhubung satu sama lain dengan menggunakan jembatan *access point*. Komponen WSN saling terhubung satu sama lain pada topologi *mesh* untuk memberikan arsitektur *scalable*. Untuk pelaksanaan *databasing*, sistem *database* SQLite dipilih karena *low-cost* dan mudah dikonfigurasi. Untuk evaluasi sistem, protokol dan arsitektur yang diusulkan dapat bekerja dengan baik dan bisa digunakan untuk implementasi lebih lanjut.

Untuk penelitian masa depan, kami akan menambah perilaku cerdas dalam sistem. Konsep *smart learning* diharapkan akan membuat sistem rumah cerdas dapat memahami kebiasaan dan kebutuhan *user*. Hal ini akan membuat sistem rumah cerdas mampu meningkatkan kualitas dan produktivitas *user*.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini didukung oleh program Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Desentralisasi DIKTI, 2015.

Daftar Pustaka

- [1] T. Adiono, *Challenges and opportunities in designing internet of things*, “Proc. of Int. Conf. on Information Technology, Computer and Electrical Engineering”, November 2014, pp.11-12.
- [2] H. Pensas, H. Raula, and J. Vanhala, *Energy efficient sensor network with service discovery for smart home environments*, “Proc. of Int. Conf. on Sensor Technologies and Application”, June 2009, pp.399-404,
- [3] C. Zhang, M. Zhang, Y. Su, and W. Wang, *Smart home design based on ZigBee wireless sensor network*, “Proc. of Int. ICST Conference on Communications and Networking in China”, August 2012, pp.463-466.
- [4] Y. Xu, Y. Jiang, C. Hu, H. Chen, L. He, and Y. Cao, *A balanced security protocol of wireless sensor network for smart home*, “Proc. of Int. Conf. on Signal Processing”, October 2014, pp.23242327.
- [5] M.Y. Fathany and T. Adiono, *Wireless protocol design for smart home on mesh wireless sensor network*, “Int. Symp. on Intelligent Signal Processing and Communication System”, Bali, November 2015.
- [6] S. Sankaranarayanan and A.T. Wan, *ABASH – android based smart home monitoring using wireless sensors*, “Proc. of IEEE Conf. on Clean Energy and Technology”, November 2013, pp.494499.
- [7] V. Abinaya and A. Jayan, *Case study on comparison of wireless technologies in industrial applications*, “Int. J. of Scientific and Research Publications”, Vol. 4, Issue 2, February 2014.
- [8] Z. Bi, *Smart home with ZigBee: hardware simulation and performance evaluation*, “Proc. of Int. Conf. on Mechatronic Sciences, Electric Engineering and Computer”, pp.2139-2142, December 2013.
- [9] H.-L. Shang, R.-M. Xu, and J.-K. Yuan, *Smart home system based on ZigBee and IOS software*, “Proc. of Int. Conf. on Parallel and Distributed Systems”, pp.940-944, December 2012.

Pengembangan Layanan Sistem Informasi dengan Enterprise Architecture Planning

(Studi Kasus : Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung)

Development Information System Services using Enterprise Architecture Planning

(Case Study : Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung)

I Ketut Widhi Adnyana¹, Yeffry Handoko Putra¹, Didi Rosiyadi²

¹Universitas Komputer Indonesia, ²Pusat Penelitian Informatika-LIPI

Email:crazycapcung@gmail.com

Abstract

The development of technology has changed the human in completing all the works and all aspects of human life. Information and communication technology growing more rapidly in addition to impact on human activities. Moreover, it also has an impact on behavior and the competitive landscape of how to manage a company that ultimately affect the development of the business world. Bandung hospitals do not use information systems with the latest technology that can support ease of access by the users. Views of the Opera system utilization is not optimal in supporting the hospital business. It is a shortcoming of the efficiency of the organization.

A solution to improve the current information system services is required. The solution can be acquired by using the proposed application. In this case the method used to describe the organization today is Enterprise Architecture Planning. This method is used to describe and develop enterprise architecture to achieve the company's business strategy. This research produces some proposals that can improve the current information system services.

Keywords: Development Current Enterprise, General Hospital Bandung, inpatient services

Abstrak

Perkembangan teknologi telah mengubah manusia dalam menyelesaikan semua pekerjaan dan segala aspek kehidupan manusia. Teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang semakin pesat selain berdampak pada kegiatan manusia. Selain itu juga berdampak pada perilaku dan peta persaingan bagaimana cara mengelola perusahaan yang akhirnya berpengaruh pada perkembangan bisnis dunia. RSUD Kota Bandung belum menggunakan sistem informasi dengan teknologi terkini yang dapat menunjang kemudahan akses.. Dilihat dari pemanfaatan sistem informasi yang belum optimal dalam mendukung bisnis rumah sakit, ini merupakan suatu kekurangan dari efisiensi organisasi.

Dengan demikian diperlukan sebuah solusi untuk memperbaiki pelayanan system informasi saat ini dengan cara mengajukan beberapa usulan aplikasi Metode yang digunakan untuk menggambarkan kondisi organisasi RSUD Bandung saat ini adalah *Enterprise Architecture Planning*. Metode ini digunakan untuk menggambarkan dan mengembangkan *enterprise architecture* untuk mencapai strategi bisnis perusahaan. Penelitian ini menghasilkan beberapa usulan aplikasi yang dapat memperbaiki pelayanan sistem informasi saat ini.

Kata kunci: Rumah Sakit Umum Kota Bandung, Layanan Rawat Inap, Sistem Informasi

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi telah mengubah manusia dalam menyelesaikan semua pekerjaan dan segala aspek kehidupan manusia. Teknologi informasi dan komunikasi yang berkembang semakin pesat selain berdampak pada kegiatan manusia. Selain itu, perkembangan teknologi informasi dan

komunikasi juga berdampak pada perilaku dan peta persaingan bagaimana cara mengelola. [1,2] RSUD Kota Bandung belum menerapkan aplikasi yang dapat menunjang mobilitas penggunanya. Selain itu, lahan yang dimiliki saat ini akan diperluas sehingga diperlukan juga aplikasi yang dapat memetakan letak suatu ruangan. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki arsitektur enterprise yang ada berdasarkan proses bisnis yang sedang berjalan sehingga terciptanya suatu konsep kebutuhan teknologi informasi yang mendukung kebutuhan bisnis organisasi.

Received: 23 Agustus 2015; Revised: 25 April 2016; Accepted: 25 April 2016; Published Online: 30 Mei 2016 ©2015 INKOM 2015/15-NO421

Penelitian yang dikembangkan diharapkan akan mempermudah pengguna yang berhak untuk mengakses sistem. Pada penelitian sebelumnya [1] berjudul Perencanaan Layanan Sistem Informasi dengan *Enterprise Architecture Planning* di RSUD Wangaya Denpasar. Penelitian ini membahas tentang perencanaan layan sistem informasi di rumah sakit berdasarkan kondisi sistem informasi dan teknologi terkini. Penelitian ini menghasilkan suatu portofolio aplikasi yang dibutuhkan RSUD Wangaya Denpasar. Pada penelitian [3] yang berjudul “Penerapan Framework Zachman Pada Arsitektur Pengelolaan Data Operasional”, dibahas penerapan framework zachman pada arsitektur pengelolaan data skala enterprise. Penelitian ini menghasilkan suatu *framework* untuk implementasi arsitektur.

2. Enterprise Architecture Planning

Proses pendefinisian arsitektur dalam penggunaan informasi untuk mendukung bisnis dan rencana untuk mengimplementasikan arsitektur tersebut.

Proses ini merupakan metode yang dikembangkan untuk membangun arsitektur *enterprise* [2]. Tahapan yang ada dalam tahap ini terdiri atas tahap untuk mulai, tahap memahami kondisi saat ini, tahap pendefinisian visi masa depan, dan tahap untuk menyusun rencana dalam mencapai visi masa depan.

Definisi ini mengandung tiga kata kunci :

a. Pendefinisian

Melakukan pendefinisian arsitektur sistem bukan merancang sistem tersebut. Arsitektur *enterprise* mendefinisikan arsitektur, sedangkan perancangan sistem merupakan tanggung jawab perancang

b. Arsitektur

Arsitektur merujuk ke tiga arsitektur yang di definisikan yaitu: arsitektur data, arsitektur aplikasi, dan arsitektur teknologi

c. Rencana

Mendefinisikan apa yang diperlukan dan rencana mendefinisikan kapan mengimplementasikannya

2.1. Value Chain Porter

Fungsi dari *value added chain*, menurut Michael E. Porter yaitu untuk mendeskripsikan cara melihat bisnis sebagai rantai aktivitas yang mengubah input menjadi output sehingga memiliki nilai bagi pelanggan [4].

Proses identifikasi entitas bisnis dari suatu organisasi terdiri dari 2 bagian yaitu:

1. Aktivitas Utama (*Primary activities*): merupakan aktivitas utama organisasi, terdiri atas:

- a. Logistik masukan (*Inbound logistic*): aktivitas yang berhubungan dengan penerimaan, penyimpanan material sebelum digunakan dan menyebarkan material.
- b. Operasi (*Operations*): aktivitas yang berhubungan dengan pengolahan masukan menjadi keluaran.
- c. Logistik Keluaran (*Outbound logistic*): aktivitas yang dilakukan dengan menyebarkan produk atau jasa ke tangan konsumen.
- d. Pemasaran dan Penjualan (*Marketing and sales*): aktivitas yang berhubungan dengan pemasaran dan penjualan seperti promosi atau pengarahan ke konsumen agar tertarik untuk membeli produk.
- e. Layanan (*Service*): aktivitas yang berhubungan dengan penyedia layanan untuk mempertahankan atau meningkatkan nilai dari produk.

2. Aktifitas pendukung (*Support activities*), yang berupa:

- a. Infrastruktur perusahaan
Terdiri dari departemen-departemen atau fungsi-fungsi (manajemen umum, akuntansi, keuangan, perencanaan, dsb) yang melayani kebutuhan organisasi dan mengikat bagian-bagiannya menjadi sebuah kesatuan.
- b. Manajemen sumber daya manusia
Terdiri dari aktivitas yang terkait dengan penerimaan, pelatihan, pengembangan, kompensasi, dan pemberhentian tenaga kerja untuk semua tipe personil dan mengembangkan tingkat keahlian pekerja.
- c. Pengembangan teknologi
Merupakan aktivitas yang terkait dengan pengembangan peralatan, *software*, *hardware*, dan transformasi produk dari masukan menjadi keluaran.
- d. Pengadaan
berkaitan dengan proses perolehan input/sumber daya.

3. Metodologi Penelitian

Kerangka penelitian yang dilakukan penulis meliputi tahap-tahap dalam *Enterprise Architecture Planning* [2] yang diakhiri dengan kesimpulan dan transisi terhadap implementasinya.

Langkah-langkah dalam perencanaan arsitektur *enterprise* pada Gambar 1 antara lain:

1. Perumusan Masalah

adalah tahapan paling awal mengenai masalah apa saja yang ada sebelum memulai penelitian

2. Studi Literatur

Tahap ini merupakan pemahaman secara teori yang berkaitan dengan permasalahan yang dihadapi sehingga dapat ditentukan rumusan masalah dan tujuan yang ingin dicapai. Bahan-bahan referensi dapat diambil dari buku-buku penunjang maupun dokumentasi dari internet.
 3. Pengumpulan Data

Dalam tahapan ini dilakukan dengan dua cara yaitu :

 - a. Observasi
 - b. Wawancara
 4. Inisialisasi Perencanaan

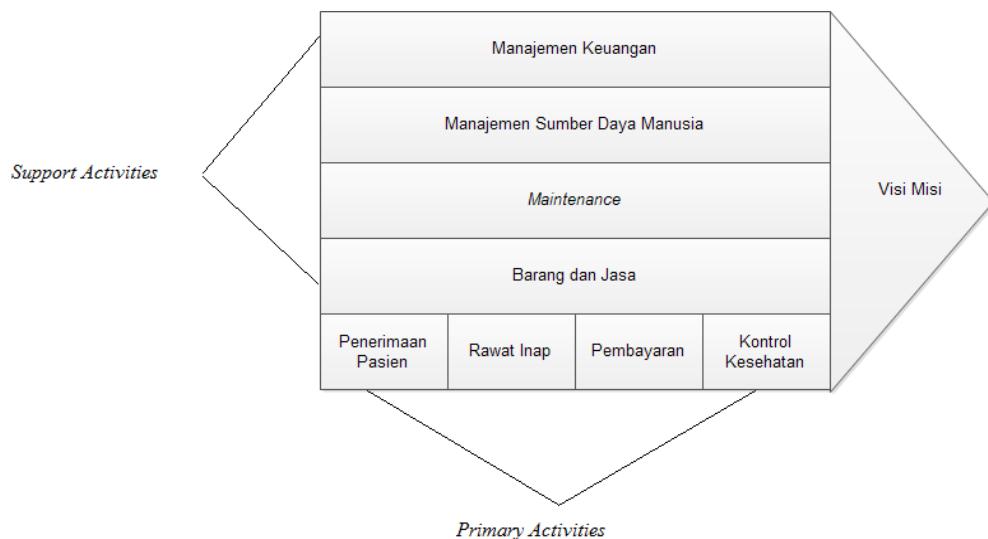
Inisialisasi Perencanaan (*Planning Initiation*): tahapan awal yang harus dilakukan adalah melakukan inisialisasi perencanaan, dengan harapan proses pembangunan model arsitektur ini dapat terarah dengan sangat baik.
 5. Identifikasi Objek
 - a. Pemodelan bisnis
 - b. Penelitian sistem dan teknologi
 6. Perencanaan arsitektur
 - a. Arsitektur data
- b. Arsitektur aplikasi
 - c. Arsitektur teknologi
7. Perencanaan Implementasi

4. Hasil Penelitian

4.1 Identifikasi Area Fungsional Utama

Pendefinisian aktivitas area-area fungsional di RSUD Bandung menggunakan rantai nilai Michael Porter [4] seperti yang diuraikan pada Gambar 1 analisis value chain. fungsi-fungsi bisnis di RSUD Bandung dikelompokan menjadi dua yaitu *primary activities* dan *support activities*, dengan rincian sebagai berikut:

1. *Primary Activities* terdiri dari :
 - a. Penerimaan Pasien
 - b. Rawat Inap
 - c. Pembayaran
 - d. Kontrol Kesehatan
2. *Support Activities* terdiri dari :
 - a. Manajemen Keuangan
 - b. Manajemen Sumber Daya Manusia
 - c. *Maintenance*
 - d. Barang dan Jasa



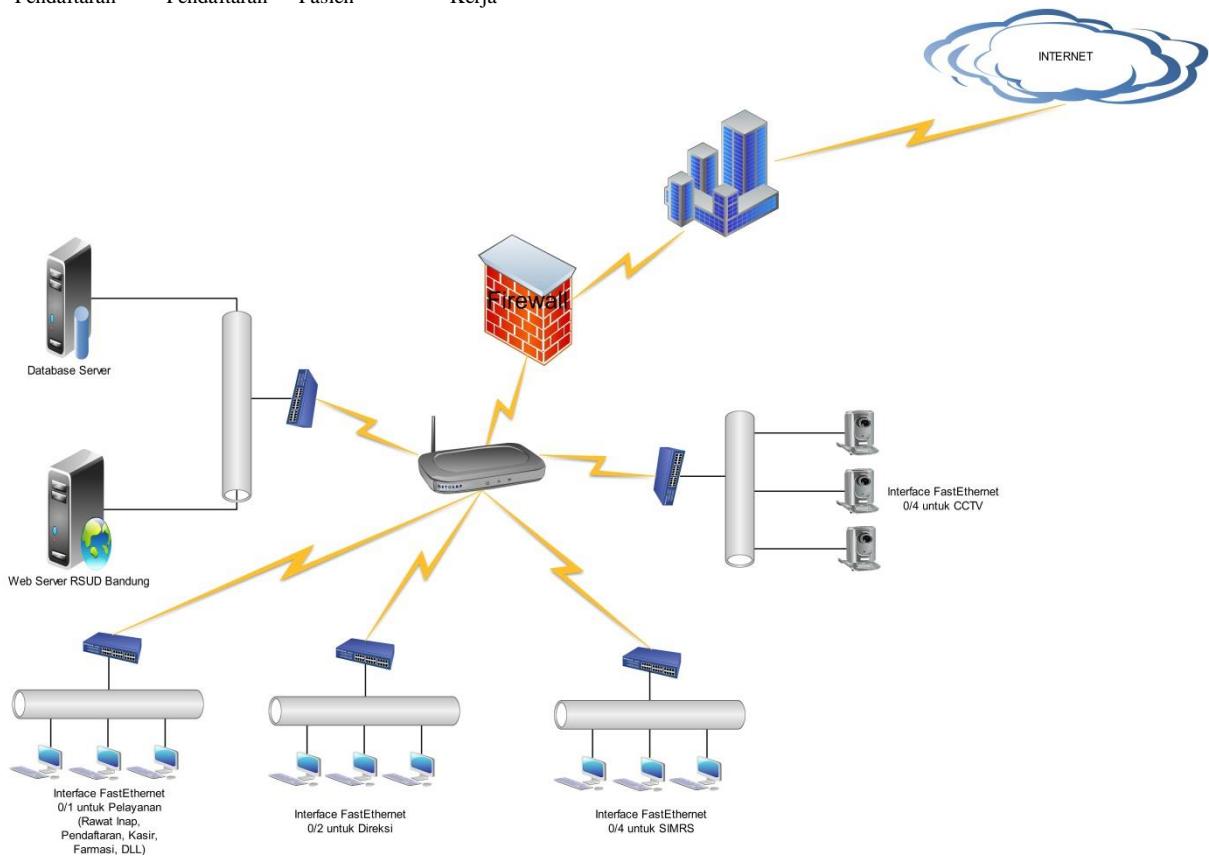
Gambar 1. Analisis Value Chain

4.2 Koleksi Data IRC (Information Resource Catalog)

Aplikasi-aplikasi yang terdapat di RSUD Bandung untuk saat ini akan dijabarkan pada Tabel 1 dan teknologi saat ini yang digunakan oleh RSUD Bandung pada Gambar 2.

Tabel 1. Information Resource Catalog (IRC) sistem informasi saat ini

No	Nama Aplikasi	Pengguna	Kegunaan	Waktu Pakai				
1	Apl. Antrian Sms	Calon Pasien	Pengambilan Nomer Antrian via SMS	24 jam	6	Apl Poliklinik	Staff Poliklinik	Input Rekam Medis
2	Apl. KIOS	Calon Pasien	Pengambilan Nomer Antrian Secara Langsung	Jam Kerja	7	Apl Laboratorium	Staff Laboratorium	Input Hasil Lab
3	Apl Pemanggilan Pasien	Staff Pendaftaran	Pemanggilan Pasien dengan Voice Record	Jam Kerja	8	Apl Radiologi	Staff Radiologi	Input Hasil Rontgen
4	Apl. Kuota dan Jadwal	Staff Poliklinik	Penentuan Jadwal dan Jumlah Kuota Pada Poliklinik	Jam Kerja	9	Apl IGD	Staff IGD	Pendaftaran Pasien Gawat Darurat
5	Apl. Pendaftaran	Staff Pendaftaran	Pendaftaran Pasien	Jam Kerja	10	Apl. Farmasi	Staff Farmasi	Pengelolaan Obat
					11	Apl. Kasir	Staff Kasir	Pembayaran biaya pengobatan selama di rumah sakit
					12	Apl. SABMN	Staff Barang dan Jasa	Pengadaan barang dan jasa yang di perlukan oleh rumah sakit
					13	Apl. SAI	Staff Keuangan	Pengelolaan Keuangan Instansi Rumah Sakit



Gambar 2. Teknologi Terkini RSUD Bandung

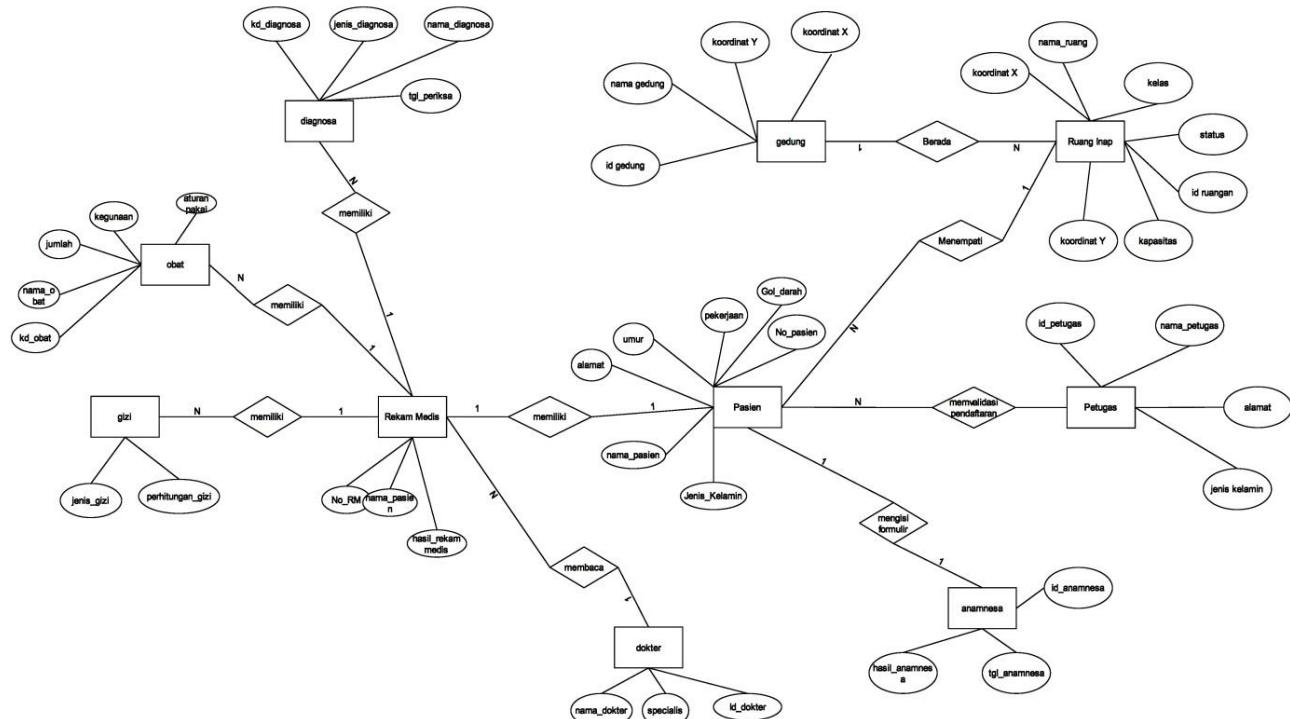
4.3 Arsitektur Data

Pada tahap ini akan didefinisikan data yang digunakan dalam proses pembangunan dan pengembangan arsitektur aplikasi. Arsitektur data pada tahap di definisikan dengan 2 hal yaitu kandidat entitas data dan entitas set, atribut serta relasinya.

Pada Tabel 2 dijabarkan kandidat entitas data merupakan entitas yang di dasarkan pada fungsi bisnis yang ada di organisasi berdasarkan kebutuhan pengembangan sistem sehingga diperoleh kandidat data sebagai berikut:

Tabel 2. Rincian Kandidat Data

No	Aplikasi	Entitas Data
1	Pendaftaran Pasien Rawat Inap	<ul style="list-style-type: none"> • Entitas Pasien • Entitas Petugas • Entitas Anamnesa
2	Sistem Pakar	<ul style="list-style-type: none"> • Entitas Pasien • Entitas Dokter • Entitas Obat • Entitas Gizi • Entitas Rekam Medis • Entitas Anamnesa
3	Peta Digital Ruang Inap	<ul style="list-style-type: none"> • Entitas Pasien • Entitas Ruang • Entitas Gedung



Gambar 3. ER-Diagram Pendaftaran Rawat Inap Online

Pada Gambar 2 dan 3 , setiap entitas tersebut harus memiliki identifier yang merupakan atribut bagi entitas tersebut sehingga nilainya dapat memberikan pembedaan secara unik pada setiap *interface* dari entitas. Dua entitas dapat membentuk asosiasi sehingga menghasilkan definisi dan pemahaman lebih lanjut bagi kedua entitas, inilah yang disebut relasi. Untuk memodelkan hubungan antara entitas data, penggambaran dilakukan dengan menggunakan

ER-Diagram. *ER-Diagram* akan memodelkan entitas data serta relasi diantara entitas

4.4. Arsitektur Aplikasi

Tahapan yang dilakukan untuk membuat arsitektur aplikasi mempunyai tujuan untuk mendefinisikan aplikasi-aplikasi yang diperlukan untuk mengelola data dan mendukung fungsi-fungsi bisnis bagi *enterprise*. Arsitektur aplikasi merupakan definisi mengenai apa yang harus dilakukan aplikasi untuk mengelola data dan menyediakan bagi pelaksanaan-pelaksanaan fungsi bisnis.

Tahapan-tahapan untuk menghasilkan arsitektur aplikasi:

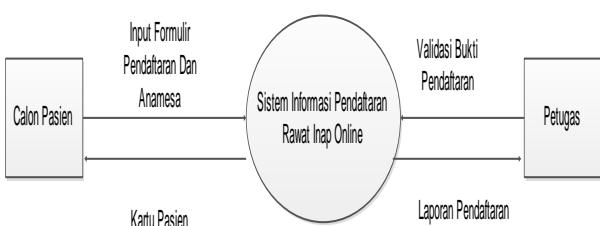
1. Mendaftarkan kandidat aplikasi
2. Mengelompokan aplikasi berdasarkan *portfolio application*
3. Merelasikan aplikasi dengan fungsi bisnis

Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengidentifikasi aplikasi-aplikasi yang diperlukan untuk mengelola data dan mendukung fungsi bisnis. Penulis merekomendasikan beberapa aplikasi tambahan yaitu sistem pakar, sistem informasi pendaftaran pasien online, peta digital ruang inap pasien

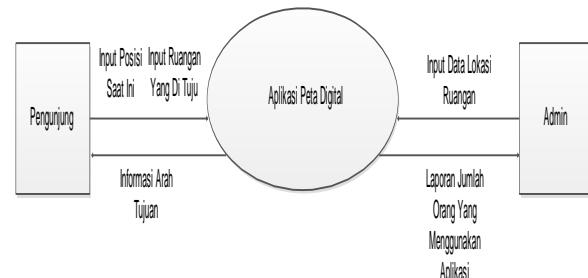
Tabel 3. Deskripsi Aplikasi

No	Deskripsi	Pengguna Sistem
1	Aplikasi ini akan digunakan oleh calon pasien untuk mendaftar secara online tanpa perlu dating langsung ke rumah sakit.	Calon Pasien
2	Aplikasi ini akan digunakan untuk konsultasi kesehatan secara online, pasien menginput keluhan yang ada dan sistem akan memberikan suatu rekomendasi berdasarkan knowledge yang sudah di input oleh dokter yg bersangkutan.	Dokter Spesialis, Pasien
3	Aplikasi ini nantinya akan besifat seperti GPS yang menunjukkan dimana letak ruangan yang dituju oleh pengunjung tanpa harus bertanya secara konvensional kepada petugas.	Pengunjung

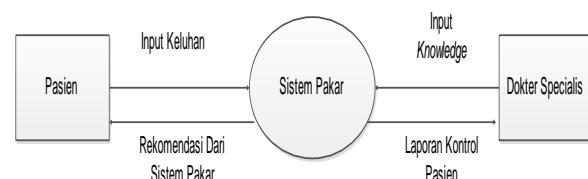
Pada tahapan ini digambarkan rancangan umum aplikasi usulan yang ditambahkan dapat dilihat pada Gambar 4 sampai Gambar 6.



Gambar 4. Rancangan Sistem Informasi Pendaftaran Rawat Inap Online



Gambar 5. Rancangan Aplikasi Peta Digital



Gambar 6. Rancangan Sistem Pakar

Kandidat aplikasi pada masing-masing fungsi bisnis diatas akan dipetakan ke dalam portofolio aplikasi sesuai dengan fungsinya dalam organisasi. Kandidat aplikasi berdasarkan portofolio aplikasi, dapat digambarkan seperti Tabel 4.

Tabel 4. Application Portofolio

Strategic Application	High Potential Application
	<ul style="list-style-type: none"> • Apl. Sistem Pakar • Apl. Sistem Informasi • Pendaftaran Rawat Inap Online • Apl Peta Digital

Key Operational Application Support Application

4.5 Arsitektur Teknologi

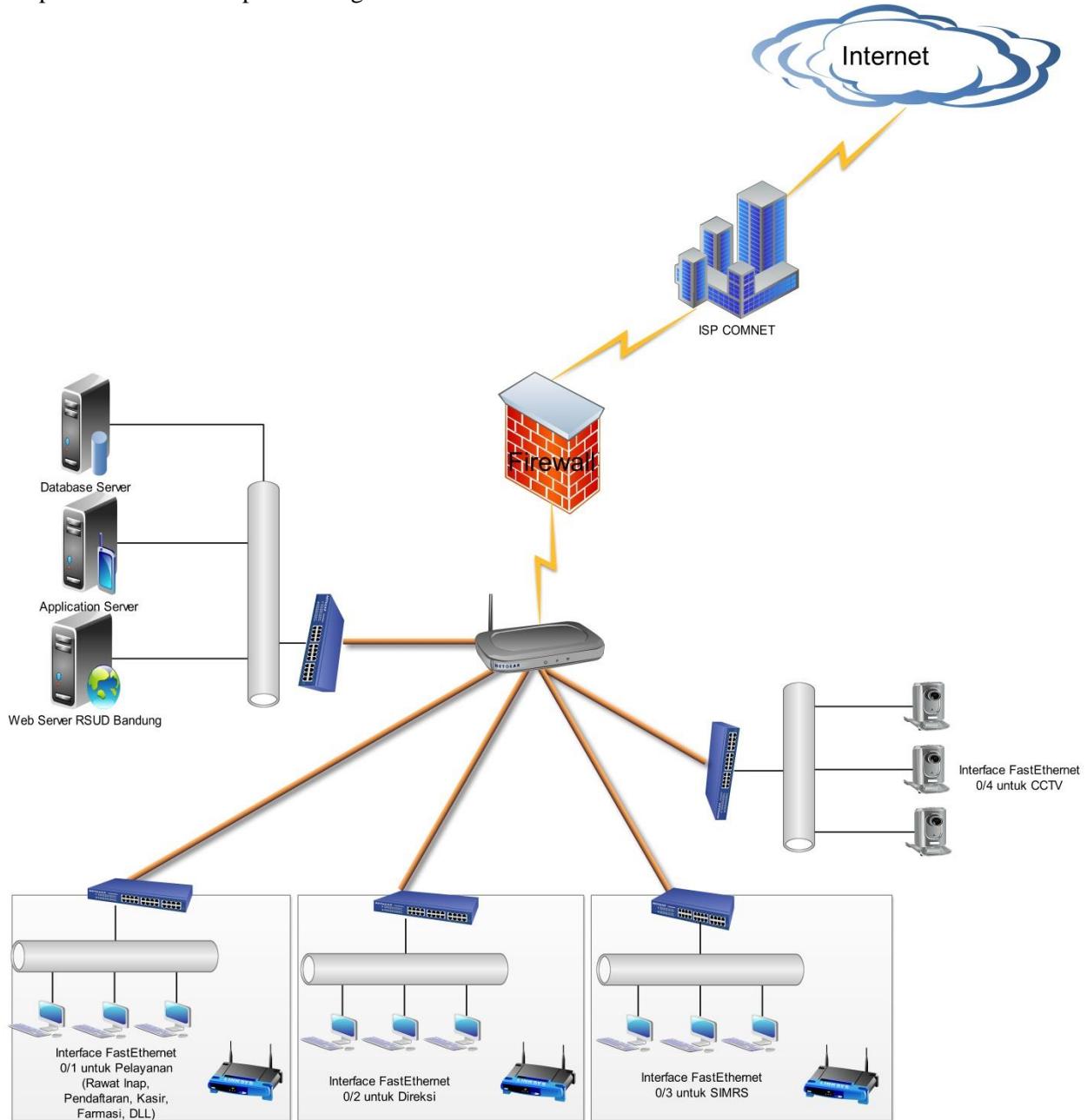
Arsitektur teknologi dibuat untuk mendefinisikan teknologi yang diperlukan untuk dapat menyediakan lingkungan bagi aplikasi dalam pengelolaan data. Sama dengan arsitektur data dan aplikasi, arsitektur teknologi juga merupakan model konseptual yang mendefinisikan *platform*. Tahapan-tahapan dalam pembentukan arsitektur teknologi adalah:

1. Mengidentifikasi prinsip dan *platform* teknologi.
2. Mendefinisikan *platform*.
3. Merelasikan *platform* teknologi dan aplikasi.

Pada Gambar 7, didefinisikan prinsip-prinsip arsitektur teknologi, tujuan dari tahapan ini adalah menentukan strategi distribusi aplikasi dan data serta mendefinisikan *platform* teknologi yang akan menjadi lingkungan bagi aplikasi dan data guna mendukung fungsi bisnis. Distribusi aplikasi dan data dapat digambarkan menurut lokasi fisik. Pada prinsip-prinsip teknologi teridentifikasi bahwa

teknologi yang diperlukan adalah teknologi jaringan yang menghubungkan suatu bagian dengan bagian lain, sehingga dalam menentukan *platform* teknologi, hal yang perlu diperhatikan adalah lokasi bisnis yang akan menjadi area penempatan infrastruktur teknologi. Lokasi bisnis merupakan lokasi setiap unit organisasi dalam

melakukan aktivitas bisnis yang menunjukkan tempat diperlukannya suatu data atau aplikasi tertentu sehingga akan terkait dengan unit organisasi dan fungsi bisnis yang dilakukan pada organisasi tersebut.



Gambar 7. Arsitektur Teknologi Usulan
Keterangan : Ketiga server pada Gambar 7 hanya merupakan *service* yang diperlukan bukan tiga server yg berbeda

5. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan identifikasi masalah, tujuan, penelitian dan hasil penelitian serta pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

Dengan di terapkannya kandidat aplikasi yang di usulkan dapat memperbaiki arsitektur enterprise saat ini berdasarkan proses bisnis yang sedang berjalan sehingga terciptanya suatu konsep kebutuhan teknologi informasi yang mendukung kebutuhan bisnis organisasi

5.2 Saran

Dari uraian pembahasan pada bab sebelumnya dan kesimpulan diatas, maka terdapat beberapa saran yang menjadi masukan dalam pengembangan selanjutnya, yaitu :

- a. Untuk pengembangan selanjutnya perlu ditambahkan penelitian tentang pelayanan rawat jalan.
- b. Pada fungsi bisnis manajemen sumber daya manusia agar dikembangkan aplikasi untuk perekrutan kandidat pegawai sampai dengan mutasi sumber daya manusia yang ada.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada UNIVERSITAS KOMPUTER INDONESIA yang telah menyediakan segala fasilitas penelitian..

Daftar Pustaka

- [1] Ayu, Nyoman Nila Dewi., 2013, Perencanaan Layanan Sistem Informasi Dengan *Enterprise Architecture Planning* Di RSUD WANGAYA DENPASAR
- [2] Spewak, Steven H., Hill, Steven C. 1992. “*Enterprise Architecture Planning : Developing Blue Print for Data, Application, and Techonologi*”, Jhon Willey&Sons.
- [3] Rosmala, Fallah Dewi., 2011, Penerapan *Framework Zachman* Pada Arsitektur Pengelolaan Data Operasional Sbu Aircraft Services, Studi Kasus PT Dirgantara Indonesia, Seminar National Aplikasi Teknologi Informasi (SNATI 2010)
- [4] Porter, Michael, E. (1985), “*Competitive Advantage: Creating and Sustaining superior Performance*”, Free Press, New York.
- [5] Ward, John and Peppard, Joe., 2002., “*Strategic Planning For Information System.*,” Jhon Wiley& Sons.,, LTD., third edition., West Sussex,England,p.40-50.
- [6] Azevedo, Almeida, Van Sinderen, Pires, *Toward Capturing Strategic Planning in EA*, Prosiding 19th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference Workshop and Demonstrations, Adelaide, Australia, pp. 159-168.
- [7] Babak DR, Mohd Nazri M, Fatemah N, Bita DR, Current Issues on Enterprise Architecture Implementation Methodology, Advances in Intelligent Systems and Computing-Springer, pp. 239-246.

Indeks Penulis

INKOM Volume 9, 2015

- Aciek Ida Wuryandari, 59
Desain dan Analisis Hybrid Vessel Monitoring Sistem berbasis Kolaborasi DTN dan Internet, 9(2), 59
- Adhi Mahendra
Sistem Akuisisi Data Online Proses Sintering dengan Atmosfir Hidrogen untuk Prediksi Parameter Keselamatan, 9(1), 21 , 45
- Adhi Mahendra, 21, 45
- Ahmadi Prakosa
Prototipe Frekuensi Meter Rentang Ukur (10~2000) Hz Terkalibrasi ke Standar Primer Frekuensi, 9(1), 11, 45
- Ahmadi Prakosa, 11, 45
- Ahyar Supani
Penerapan Logika Fuzzy dan Pulse Width Modulation untuk Sistem Kendali Kecepatan Robot Line Follower, 9(1), 1, 45
- Ahyar Supani,1, 45
- Akbari Indra Basuki, 59
Desain dan Analisis Hybrid Vessel Monitoring Sistem berbasis Kolaborasi DTN dan Internet, 9(2), 59
- Azwardi, 45
Penerapan Logika Fuzzy dan Pulse Width Modulation untuk Sistem Kendali Kecepatan Robot Line Follower, 9(1), 1, 45
- Dede Sutarya
Sistem Akuisisi Data Online Proses Sintering dengan Atmosfir Hidrogen untuk Prediksi Parameter Keselamatan, 9(1), 21, 45
- Dede Sutarya, 9(1), 21, 45
- Didi Rosiyadi, 75
Pengembangan Layanan Sistem Informasi dengan Enterprise Architecture Planning (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung), 9(2), 75
- Eleonora Runtuwuu
Aplikasi Android pada Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu, 9(1), 39, 45
- Eleonora Runtuwuu, 39, 45
- Esa Prakasa, 45
Ekstraksi Ciri Tekstur dengan Menggunakan Local Binary Pattern, 9(2), 45
- Fadhlullah Ramadhani
Aplikasi Android pada Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu, 9(1), 39, 45
- Fadhlullah Ramadhani, 39, 45
- Foni Agus Setiawan, 49
Teknik Sistem Pengawasan Online dan Peringatan Dini Lingkungan Air, 9(2), 49
- Haris Syahbuddin
Aplikasi Android pada Sistem Informasi Kalender Tanam Terpadu, 9(1), 39, 45
- Haris Syahbuddin, 39, 45
- I Ketut Widhi Adnyana, 75
Pengembangan Layanan Sistem Informasi dengan Enterprise Architecture Planning (Studi Kasus: Rumah Sakit Umum Daerah Kota Bandung), 9(2), 75
- Maulana Yusuf Fathany, 67
Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien, 9(2), 67
- Purwowibowo
Prototipe Frekuensi Meter Rentang Ukur (10~2000) Hz Terkalibrasi ke Standar Primer Frekuensi, 9(1), 11, 45
- Purwowibowo, 11, 45
- Rachmad Vidya Wicaksana Putra, 67
Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien, 9(2), 67
- Trio Adiono, 67
Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi Mesh dan Protokol Wireless Sensor Network yang Efisien, 9(2), 67
- Vicky Zilvan
Ekstraksi Objek pada Citra Radar FM-CW dengan Metode DBSCAN, 9(1), 29, 45
- Vicky Zilvan, 29, 45
- Waskita Adijarto, 67

Desain Sistem Rumah Cerdas berbasis Topologi
Mesh dan Protokol Wireless Sensor Net-
work yang Efisien, 9(2), 67

- Yeffry Handoko Putra, 75
Pengembangan Layanan Sistem Informasi de-
ngan Enterprise Architecture Planning (Studi
Kasus: Rumah Sakit Umum Daerah Kota
Bandung), 9(2), 75
- Yuli Sudriani, 49
Teknik Sistem Pengawasan Online dan Peringatan
Dini Lingkungan Air, 9(2), 49

Pedoman Penulisan Naskah

1. Ruang Lingkup

Jurnal INKOM menerima naskah yang berisi hasil penelitian, pengembangan, dan/atau pemikiran di bidang Informatika, Sistem Kendali, dan Komputer. Naskah harus orisinal dan belum pernah dipublikasikan serta tidak sedang dalam proses publikasi di jurnal/media lain. Setiap naskah yang diterima akan dievaluasi substansinya oleh paling sedikit 2 orang pakar mitra bestari (peer reviewer) sebagai juri dalam bidang yang sesuai. Untuk menjunjung fairness proses penilaian dilakukan hanya pada isi naskah dengan menghilangkan identitas penulis (blind review). Penulis/para penulis bertanggung jawab sepenuhnya terhadap akurasi naskah. Penulis utama bertanggung jawab untuk sebelumnya menyelesaikan ijin penulisan yang berkaitan dengan hasil kerja anggota kelompoknya. Naskah yang diterima dianggap sudah menyelesaikan seluruh kewajiban (clearance) dan ijin reproduksi bila memuat hal-hal yang mengandung hak cipta (copyright) pihak lain.

2. Standar Umum Penulisan

- a. Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris.
- b. Judul, Abstrak, dan Kata kunci harus ditulis dalam dua bahasa(Indonesia dan Inggris)
- c. Ditulis menggunakan *word processor* (Microsoft Word, Open Office, atau Latex). Naskah diketik dalam 2 kolom (ukuran kertas A4) dengan huruf Times New Roman ukuran 11, rata kanan-kiri. Panjang naskah sekurang - kurangnya 6 halaman, dan tidak lebih dari 10 halaman, tidak termasuk lampiran.
- d. Naskah diawali dengan judul, nama penulis, instansi, alamat surat, dan alamat email untuk korespondensi.
- e. Materi yang akan dicetak, meliputi teks, gambar ilustrasi, dan grafik harus berada dalam area pencetakan yaitu bidang kertas A4 (297mm x 210mm), dengan margin 2cm di semua sisi kertas. Format yang dianjurkan adalah dalam format L^AT_EX karena redaksi hanya mengedit makalah dalam format L^AT_EX. Namun, redaksi masih dapat menerima format yang lain seperti *word* atau *odt* sesuai dengan template yang redaksi telah sediakan.
Jangan menuliskan atau meletakkan sesuatu diluar bidang cetak tersebut. Seluruh teks ditulis dalam format dua kolom dengan jarak antar kolom 1 cm, kecuali bagian abstrak yang dituliskan dalam format satu kolom. Seluruh teks harus rata kiri-kanan. Template ini menggunakan format yang dianjurkan. Untuk mempermudah penulis dalam memformat makalahnya, format ini dapat digunakan sebagai petunjuk atau format dasar penulisan.
- f. Isi naskah setidak-tidaknya berisi/menerangkan tentang pendahuluan, metoda, hasil, diskusi, kesimpulan, daftar pustaka. Ucapan terimakasih bila diperlukan dapat dituliskan setelah bagian kesimpulan. Sistematika penulisan mengacu pada Peraturan Kepala LIPI Nomor 04/E/2012 tentang pedoman karya tulis ilmiah.

3. Cara Penulisan Judul

Judul utama (pada halaman pertama) harus dituliskan dengan jarak margin 2cm dari tepi kertas, rata tengah dan dalam huruf Times 16-point, tebal, dengan huruf kapital pada huruf pertama dari kata benda, kata ganti benda, kata kerja, kata sifat, dan kata keterangan; jangan menggunakan huruf kapital pada kata sandang, kata hubung, terkecuali jika judul dimulai dengan kata-kata tersebut. Sisakan satu 11-point baris kosong sesudah judul.

4. Cara Penulisan Nama dan Afiliasi

Nama penulis dan afiliasi diletakkan ditengah dibawah judul. Nama penulis dituliskan dengan huruf Times 12-point, tidak tebal. Afiliasi dan email penulis dituliskan dibawahnya dengan huruf Times 10-point, miring. Penulis yang lebih dari satu orang dituliskan dengan menggunakan *superscript* angka yang merujuk pada masing-masing afiliasi. Sedangkan email cukup dituliskan korespondensi email saja, misal email dari penulis pertama saja.

5. Cara Penulisan Abstrak dan Kata Kunci

Abstrak dalam bahasa Indonesia ditulis dengan rata kiri-kanan dengan inden 0.5cm, sesudah abstrak dalam bahasa Inggris, dengan satu spasi dan satu kolom. Kata Abstrak sebagai judul ditulis dalam huruf Times 11-point, tebal, rata tengah, dengan huruf pertama dikapitalkan. Teks abstrak ditulis dengan huruf Times 10-point, satu spasi, sampai lebih kurang 150 kata. Sesudah abstrak bahsa Indonesia tuliskan kata kunci dari makalah tersebut dalam daftar kata kunci. Kemudian dilanjutkan dengan teks utama makalah.

6. Cara Penulisan Bab (*Heading*)

1. Judul pertama

Sebagai contoh, 1. Pendahuluan, dituliskan dalam huruf Times 11-point, tebal, huruf pertama kata pertama ditulis dengan huruf kapital. Gunakan tanda titik (.) sesudah nomor judul.

1.1. Judul kedua

Sebagaimana judul pertama, judul kedua dituliskan dengan huruf Times 11-point, tebal. Nomor judul terdiri dari dua angka yang dibatasi dengan tanda titik.

1.1.1. Judul ketiga

Untuk uraian yang lebih panjang dan tidak dapat dituliskan dalam bentuk uraian terurut, digunakan judul ketiga. Judul ketiga menggunakan ukuran huruf yang sama yaitu huruf Times 11-point, tetapi miring. Nomor judul terdiri dari tiga angka yang dibatasi dengan tanda titik. Tidak dianjurkan penggunaan judul hingga tiga tingkatan, sebaiknya hingga Judul kedua saja.

7. Cara Penulisan Text Utama

Ketik teks utama dengan menggunakan huruf Times 11-point, satu spasi. Jangan menggunakan dua spasi. Pastikan teks ditulis dengan rata kiri-kanan. Jangan menambahkan baris kosong di antara paragraf. Istilah dalam bahasa asing (foreign language) yang tidak dapat diterjemahkan dalam bahasa utama makalah harus dituliskan dalam huruf miring.

Terdapat dua jenis uraian yaitu: enumarasi dan itemisasi. Untuk enumerasi gunakan digunakan huruf alfabet kecil dengan titik, sebagai contoh:

- a. Uraian yang memiliki aturan pengurutan
- b. Uraian yang terkait dengan uraian lainnya
- c. Uraian yang setiap itemnya akan diacu pada tulisan utama

Sedangkan itemisasi dituliskan dengan *bullet* adalah:

- Uraian yang tidak memiliki aturan pengurutan
- Uraian yang tidak terkait dengan uraian lainnya

8. Cara Penyajian Tabel

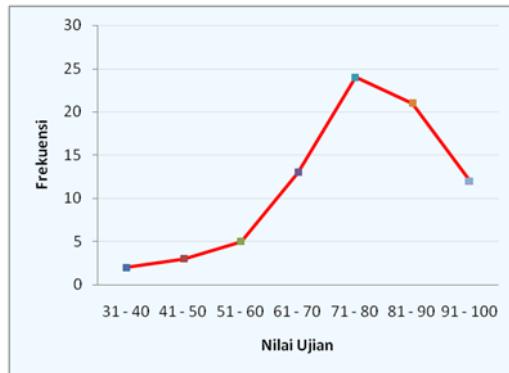
Penyajian tabel harus berada dalam lingkup ukuran A4. Keterangan tabel dituliskan dengan huruf Times 10-point. Keterangan tabel diletakkan sebelum tabel dengan rata kiri. Tabel dibuat tanpa menggunakan garis vertikal. Tabel harus diacu dalam tulisan seperti Tabel 1.

Table 1: Contoh Tabel 1

Header 1	Header 2	Header 4
1	Teks	50%
2	Teks	20%
3	Teks	60%

9. Cara Penyajian Gambar

Penyajian gambar harus berada dalam lingkup ukuran A4. Keterangan gambar dituliskan dengan huruf Times 10-point. Sedangkan pengacuan gambar pada teks menggunakan huruf Times 11-point sesuai dengan teks utama.



Gambar 1: Contoh Gambar

Keterangan gambar diletakkan di bawah, tengah gambar yang dijelaskan. Gambar diletakkan di tengah satu kolom. Jika tidak memungkinkan atau gambar terlalu lebar gambar bisa diletakkan di tengah dalam format dua kolom. Gambar harus diacu dalam tulisan seperti Gambar 1.

10. Cara Penulisan Persamaan (*equation*)

Penulisan formula/persamaan/rumus matematika dapat menggunakan *microsoft equation* apabila penulis menggunakan *Microsoft Word*. Sedangkan apabila penulis menggunakan latex, maka penulis dapat menggunakan penulisan formula standar dalam latex dengan menggunakan paket *amsmath*. Label persamaan ditulis dibagian kanan persamaan menggunakan huruf arabic didalam kurung. Berikut ini adalah contoh penulisan persamaan matematika:

$$G(x, y) = \exp\left(-\frac{x^2 + \gamma^2 y^2}{2\sigma^2}\right) \sin(i2\pi \frac{x}{\lambda} + \psi) \quad (1)$$

Penulis dapat menggunakan kata "persamaan (1)" apabila akan mengacu pada rumus/formula/persamaan yang memiliki label (1). Label persamaan ditulis berurutan sesuai dengan posisi kemunculan dalam halaman. Berikut ini adalah contoh bagaimana penulis mengacu sebuah persamaan:

"Formula (1) merupakan rumusan Gabor Filter untuk bagian imajiner ..."

11. Cara Penulisan Ucapan Terimakasih

Berikut ini adalah contoh penulisan ucapan terimakasih dalam naskah: Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Pusat Penelitian Informatika Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia atas dukungan dana penelitian melalui Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) 2012.

12. Cara Penulisan Kutipan dan Daftar Pustaka

Daftar pustaka memuat daftar bacaan yang diacu dalam tulisan utama. Daftar pustaka ditulis dengan metode penulisan kepustakaan IEEE transaction, dengan huruf Times 10-point. Kutipan dalam teks utama yang mengacu kepada daftar pustaka dituliskan dengan angka dalam kurung siku [1]. Jika acuan lebih dari satu, pengacuan ditulis seperti ini ([2, 3]). Daftar rujukan yang dikutip dituliskan pada bagian akhir naskah dengan judul Daftar Pustaka dan diberikan nomor urut sesuai dengan urutan pengutipan pada naskah. Bagian naskah yang mengacu pada satu atau beberapa literatur lain hendaknya mencantumkan nomor urut referensi pada daftar pustaka. Pengacuan acuan pada naskah dengan menggunakan notasi [nomor acuan] seperti: [1] (artikel pada jurnal), [2] (artikel pada prosiding) dan [3] (buku). Berikut ini adalah contoh daftar pustaka:

Daftar Pustaka

- [1] D. Rosiyadi, S.-J. Horng, P. Fan, X. Wang, M. Khan, and Y. Pan, “Copyright protection for e-government document images,” *MultiMedia, IEEE*, vol. 19, no. 3, pp. 62–73, 2012.
- [2] A. F. M. Hani, E. Prakasa, H. Nugroho, A. Affandi, and S. Hussein, “Body surface area measurement and soft clustering for pasi area assessment,” in *Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE*, 2012, pp. 4398–4401.
- [3] D. E. Knuth, *The TeXbook*. Addison-Wesley, 1984.

13. Template Penulisan Naskah

Template tata penulisan naskah dapat didownload di

<http://jurnal.informatika.lipi.go.id/index.php/inkom/about/submissions#authorGuidelines>

Jurnal INKOM

Pusat Penelitian Informatika
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Komp. LIPI Gd. 20 Lt. 3
Sangkuriang, Bandung, 40135
Email: jurnal@informatika.lipi.go.id
Telp: +62 22 2504711
Fax: +62 22 2504712
<http://jurnal.informatika.lipi.go.id>

