

PROGRAM BOOK

Seminar Nasional RiTekTra 2013 Riset & Teknologi Terapan

26-27 September 2013

*Sinergi Ilmu dalam Inovasi Teknologi
Untuk Peningkatan Kualitas Hidup
Masyarakat*

Kampus Universitas Indonesia Atma Jaya
Jl. Jenderal Sudirman 51, Jakarta

Diselenggarakan oleh



Sponsor

HONDA
The Power of Dreams



PT. Wahyu Delta Parama

Prosiding Seminar Nasional Riset dan Teknologi Terapan RiTekTra 2013

*“Sinergi Ilmu dalam Inovasi Teknologi Untuk
Peningkatan Kualitas Hidup Masyarakat”*

Jakarta, 26-27 September 2013

Kampus Unika Atma Jaya

Jl. Jendral Sudirman 51, Jakarta

Kerjasama

Fakultas Teknik Unika Atma Jaya Jakarta

dengan

Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma



Kata Pengantar

Puji syukur kepada Allah YME atas Rahmat dan bimbinganNYA, Seminar Riset dan Teknologi Terapan (RITEKTRA) 2013 dapat terselenggara pada hari ini, 26 September 2013. Seminar Nasional RITEKTRA merupakan seminar tahunan yang diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya yang pada tahun ini merupakan penyelenggaraan yang ketiga. Pada tahun ketiga ini Seminar RITEKTRA diselenggarakan bekerjasama dengan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma dan untuk penyelenggaraan Seminar pada tahun depan, Universitas Sanata Dharma akan menjadi tuan rumahnya.

Seminar Nasional RITEKTRA tahun ini diselenggarakan dengan tema “ **Sinergi Ilmu dalam Inovasi Teknologi untuk Peningkatan Kualitas Hidup Masyarakat** ”. Hasil-hasil penelitian yang berkenaan dengan tema diharapkan ini dapat mendorong berkembangnya inovasi teknologi yang mengarah pada kemandirian teknologi bagi peningkatan kualitas hidup masyarakat. Dengan demikian perekonomian nasional akan memiliki kekuatan real jika ditopang dengan kemampuan menginovasi teknologi. Setiap teknologi baru dikembangkan dengan mensinergikan berbagai bidang ilmu.

Tiga aktor utama yang berperan penting dalam mendorong , yaitu intelektual, bisnis dan pemerintah. Perguruan tinggi sebagai institusi utama penghasil kaum intelektual ternyata belum maksimal dalam memainkan peranannya. Antara Perguruan tinggi yang diharapkan mampu menciptakan dan merintis inovasi teknologi dengan kalangan industri sendiri masih terhalang gap yang masih besar sehingga fungsi dan peran masing-masing tidak dapat bersinergi dengan optimal dalam mengembangkan industri kreatif berbasis inovasi teknologi. Untuk itu perlu pemikiran bersama tentang permasalahan ini dan tentunya perananan dan keperdulian pemerintah secara serius perlu direalisasikan dengan kebijakan dan langkah-langkah yang nyata. Kegiatan seminar ini diharapkan menjadi ajang untuk rutin dalam menggali potensi dan berkomunikasi antara para peneliti di perguruan tinggi dengan para praktisi, industri dan pihak pemerintah

Panitia Seminar RITEKTRA telah menerima paper-paper yang berasal dari beberapa Perguruan Tinggi Nasional dan Lembaga Penelitian. Paper-paper tersebut dipresentasikan secara paralel dalam beberapa kelompok. Atas nama Panitia kami mengucapkan terimakasih kepada seluruh peserta yang telah menyusun paper, kepada rekan-rekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma, rekan-rekan civitas akademika Fakultas Teknik Unika Atma Jaya, dan pihak Sponsor. Secara khusus kami mengucapkan terima kasih kepada Bapak **Johanes Eka Priyatma dari Universita Sanata Dharma**, Bapak **Kustiawan Kusuma dari PT. IBM Indonesia** dan **Klaus Landhaeusser dari PT. Robert Bosch** yang berkenan hadir dan memberikan arahan dalam berbagi pengalaman melalui Seminar RITEKTRA kali ini.

Kami mengucapkan banyak terimakasih atas segala masukan yang disampaikan kepada panitia dan mohon maaf atas ketidak sempurnaan dalam penyelenggaraan acara ini. Selamat berseminar dan selamat menikmati kunjungan ke kampus Unika Atma Jaya , sampai berjumpa pada Seminar berikutnya tahun 2014 di Yogyakarta .

Jakarta,

Ir. Harlianto Tanudjaja M.Kom
Ketua Panitia Seminar RITEKTRA 2013



Daftar Isi

Halaman Judul.....	I
Kata Pengantar.....	Ii
Daftar Isi.....	iii
Susunan Kepanitiaan.....	iv
Keynote Speaker.....	v
Susunan Acara.....	vi
Jadwal Sesi Paralel.....	vii

<u>Paper</u>	<u>hal</u>	<u>Paper</u>	<u>hal</u>
RT-A1	1	RT-F1	119
RT-A2	5	RT-F2	123
RT-A3	9	RT-F3	128
RT-A4	13	RT-F4	132
RT-A5	17	RT-F5	136
RT-A6	24	RT-F6	142
RT-B1	25	RT-F7	146
RT-B2	29	RT-G1	149
RT-B3	33	RT-G2	153
RT-B4	39	RT-G3	161
RT-B5	43	RT-G4	164
RT-B6	47	RT-G5	168
RT-B7	203	RT-G6	172
RT-C1	20	RT-H1	175
RT-C2	54	RT-H2	179
RT-C3	58	RT-H3	183
RT-C4	62	RT-H4	187
RT-C5	66	RT-H5	191
RT-D1	70	RT-H6	195
RT-D2	74	RT-H7	199
RT-D3	78		
RT-D4	83		
RT-D5	84		
RT-D6	88		
RT-E1	93		
RT-E2	97		
RT-E3	101		
RT-E4	108		
RT-E5	109		
RT-E6	113		
RT-E7	116		

Susunan Kepanitian

Ketua

Ir. Harlianto Tanudjaja M. Kom.

Wakil Ketua

Ir. Sandra Octaviani, BW, M.T.

Komite Pengarah

Prof. Hadi Sutanto
Paulina Heruningsih Prima Rosa, S.Si., M.Sc.
B. Wuri Harini, S.T., M.T
Prof. Wegie Ruslan
Prof. Lanny Panjaitan
Prof. Maria Angela K
Dr. Prita Dewi
Dr. Lukas
Dr. Henry Kartarahardja
Ir. Isdaryanto Iskandar, M.sc.
Ir. Hotma Antoni Hutahaean, MT
Ir. Harlianto Tanudjaja, M.Kom.
Harjadi Gunawan, S.T., M.Eng.
Ir. Melisa Mulyadi, M.T.

Komite Pelaksana

Catherine Olivia, MT
Dr. Lydia Sari
Iwan Binanto S.Si., M.Cs.
Vivi Triyanti, M.Sc
Veronica Windha, MT
Stevanus Ivan, MT
Augustina Asih, MT
Elisabeth Heti Hutami, S.Sos
Trifenaus Prabu, MT
Ir. V Budi Kartadinata, MT
Ir. Frederikus Wenehenubun, MAsc.
Ir. P. Tahir Ursam, Msc.
Marsellinus Bachtiar, ST, MM.
Dra. Enny Widawati, MT
Ir. Linda Wijayati, M.sc.
Dr. Adya Pramudita
Riccy Kurniawan, ST., M.Sc, DIC.
Karel Oktavianus, ST., MT.
Yanto, ST., M.sc.
Ir. Anthon de Fretes, M.Sc
Drs. Agustinus Silalahi, M.Si
Feliks Prasepta, ST., MT
Dra. Kumala Indriati, M.Si
Ir. Theresia Ghozali, M.Sc
Ir. Sri Mulyanti, M.Kom.
Ferry Rippun, ST., MT
Djoko Santoso
Robi, A.Md

Keynote Speaker

1. Johannes Eka Priyatma, M.sc.,P.hD.

**Pakar e-Gov dan Dosen Universitas Sanata
Dharma Yogyakarta**

*“Potensi Teori Jejaring Aktor Untuk
Memahami Inovasi Teknologi “*



2. Ir. Kustiawan Kusuma

Country Manager of Communication IBM Indonesia

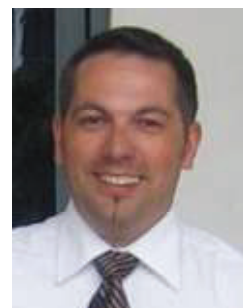
“ Smarter Cities “



3. Klaus Landhaeusser

**Regional Head, External Affairs and
Governmental Relations**

“Automotive Trend and Technological Development”



Jadwal Kegiatan Seminar

Waktu	Acara	Tempat
<i>26 September 2013</i>		
07.30-08.15	Registrasi	Yustinus lt.15
08.15-08.30	Coffee morning	Yustinus lt.14
08.30-08.45	Pembukaan Acara	Yustinus lt.15
08.45-09.15	<ul style="list-style-type: none"> - Sambutan Ketua Panitia Ritektra 2013 (Ir. Harlianto Tanudjaja, MKom.) - Sambutan Dekan Fakultas Teknik Unika Atma Jaya (Prof. Hadi Sutanto) 	Yustinus lt.15
09.30-10.55	<p>Keynote Speech (1)</p> <p>Johanes Eka Priyatma, M.Sc., P.hD. Pakar e-Gov dan Dosen Universitas Sanata Dharma Yogyakarta <i>“Potensi Teori Jejaring Aktor Untuk Memahami Inovasi Teknologi “</i></p>	Yustinus lt.15
	<p>Keynote Speech (2)</p> <p>Ir. Kustiawan Kusuma. Country Manager of Communication IBM Indonesia <i>“ Smarter Cities “</i></p>	Yustinus lt.15
	<p>Keynote Speech (2)</p> <p>Klaus Landhaeusser Regional Head, External Affairs and Governmental Relations <i>“Automotive Trend and Technological Development”</i></p>	Yustinus lt.15
10.55-11.30	Foto Bersama dan pengumuman pelaksanaan sesi paralel.	Yustinus lt.15
11.30-14.00	ISOMA	Yustinus lt.15
14.00-16.00	Sesi Paralel	<i>Kelompok dan ruangan : halaman vii.</i>
<i>27-September 2013</i>		
08.00-12.00	City Tour	Kumpul di FT

Jadwal Sesi Paralel

Kelompok : RT-A
Waktu : 26 September 2013 pk . 14.00-16.00
Ruang : Aula D

No Paper	Nama	Judul Makalah	Institusi
RT-A1	Christina Suryani, Ag. Gatot Bintoro, The Jin Ai	Pengembangan Model Logistik Bencana Merapi	Universitas Atma Jaya Yogyakarta
RT-A2	Nike Septivani, Albert, Rida Zuraida	Manajemen Proyek Produk Membrane dan Canopy di PT.XYZ	Binus University
RT-A3	Nike Septivani, Andi Jorinatan, Rida Zuraida	Usulan Re-Layout Warehouse Di Logistik Produksi PT. XYZ	Binus University
RT-A4	Andre Wajong	Penerapan Sistem Informasi Di Dalam Pabrik	Universitas Bina Nusantara - Jakarta
RT-A5	Irwan Sukendar	Perancangan Sistem Bisnis Enterprise Resource Planning (ERP) dengan Pendekatan Pemodelan Sistem	Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung (UNISSULA)
RT-A6	Vivi Triyanti	Sistem Pendukung Keputusan Alokasi Pekerja Dengan Model Goal Programming	Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

Jadwal Sesi Paralel

Kelompok : RT-B
Waktu : 26 September 2013 pk . 14.00-16.00
Ruang : Alua D

No Paper	Nama	Judul Makalah	Institusi
RT-B1	Miftakhul Arfah Hadiani	Klasifikasi Obat Gawat Darurat Menggunakan Analisis ABC-VED di Instalasi Farmasi RSUD Dr Moewardi	Department of Industrial Engineering Universitas Suryadarma, Halim Perdanakusuma
RT-B2	Feliks Prasepta S.S., Ronald Sukwadi	Analisis Perbandingan NPS dan ICSI Sebagai Prediktor Pertumbuhan Perusahaan	Teknik Industri UAJ Jakarta
RT-B3	Chandra Dewi K., Ag. Gatot Bintoro, B. Brilianta	Perancangan Ulang Alat Pintal Daun Pandan Bermotor	Universitas Atma Jaya Yogyakarta
RT-B4	Dhanang Sukma Wardhana, Chandra Dewi K., Brilianta Budi Nugraha	Analisis Postur Kerja dan Biomekanika pada Kktivitas Memintal Daun Pandan	Universitas Atma Jaya Yogyakarta
RT-B5	Caesar Danu Wijaya, Karimah , Yunita, Rida Zuraida	Analisis Risiko Kerja Pengguna <i>Notebook</i> dengan Metode <i>Job Strain Index</i> dan <i>Rapid Office Strain</i>	Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Bina Nusantara
RT-B6	Ivan Goenawan	Analisa Perhitungan Solusi Cerdas via Sistem Bunga Metris Pada Perbankan Konvensional	Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya

Jadwal Sesi Paralel

Kelompok : RT-C
Waktu : 26 September 2013 pk . 14.00-16.00
Ruang : Yustinus Lt.14

No Paper	Nama	Judul Makalah	Institusi
RT-C1	Effendy Arif, Jalaluddin Ariyanto	Pengaruh Penggunaan Refrigeran R22, R134a, Campuran Propan dan Isobutan Terhadap Kinerja Mesin Pengkondisian Udara	Jurusan Teknik Mesin Universitas Hasanudin, Makasar
RT-C2	Rines, Hermansyah, dan Wahyu Catur Pamungkas	Pengaruh Sudut Busur Lingkaran pada Pangkal Sudu-sudu Turbin Angin dari Belahan Pipa PVC terhadap Unjuk Kerja Turbin Angin Propeler	Prodi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
RT-C3	I Gusti Ketut Puja, FA Rusdi Sambada	Unjuk Kerja Destilasi Air Energi Surya dengan Penambahan Kolektor dan Saluran Pembalik	Program Studi Teknik Mesin Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
RT-C4	Mahadir Sirman, Effendy Arif dan Yusuf Siahaya	Pembuatan dan Pengujian Briket Arang Campuran Limbah Ketam Kayu Merbau, Sekam Padi Dan Tongkol Jagung Pada Berbagai Komposisi	Politeknik Ilmu Pelayaran Makassar
RT-C5	Fred Wenehenubun	Streamline Monohull Ship From Fast Marine Vehicles Carrying Passengers, Car, and Goods	Faculty of Engineering, Atma Jaya Catholic University of Indonesia

Jadwal Sesi Paralel

Kelompok : RT-D

Waktu : 26 September 2013 pk . 14.00-16.00

Ruang : Yustinus Lt.14

No Paper	Nama	Judul Makalah	Institusi
RT-D1	Firdaus Chairuddin, Wihardi Tdaronge, Muhammad Ramli, Johannes Patanduk	Test X-Ray Tomography Permeable Asphalt Pavement Menggunakan Batu Domato Sebagai Course Aggregate Dengan Pengikat BNA-BLEND Pertamina	Universitas Atmajaya Makassar
RT-D2	Jenni Ria Rajagukguk	Metode Pengelolaan Sampah Dengan Penerapan Keterampilan Manajerial Untuk Menurunkan Emisi CO2. (Studi Ex Post Facto Berdasarkan Keterampilan Manajerial di TPA Bantar Gebang)	Fakultas Teknik, Universitas Krisna Dwipayana
RT-D3	Herlina Rahim	Optimasi Proses Pembuatan Kapur Ringan (Light CaCO ₃) dengan Metode Pengelembungan	Akademi Teknik Industri Makasar
RT-D4	Idi Amin	Perancangan Teknik Penangkapan Gas Karbon Dioksida pada Amine Unit di Industri Pengolahan Migas dengan Teknologi Carbon Capture	Program Studi Teknik Kimia Industri, Akademi Teknik Industri Makassar
RT-D5	Rini Setiati, Sugiatmo Kasmungin, dan Reno Pratiwi	Limbah Ampas Tebu Untuk Surfaktan Dalam Upaya Peningkatan Produksi Minyak Di Indonesia	Jurusan Teknik Perminyakan, FKTE Universitas Trisakti
RT-D6	Anastasia Shintami Putri	Studi Simulasi Reservoir mengenai Pola Sumur Injeksi Air Beberapa Skenario Produksi Pada Lapangan X	Program Studi Teknik Perminyakan Universitas Trisakti

Jadwal Sesi Paralel

Kelompok : RT-E

Waktu : 26 September 2013 pk . 14.00-16.00

Ruang : K3-201 R.Multimedia

No Paper	Nama	Judul Makalah	Institusi
RT-E1	Indra Surjati, Yuli KN, Ardian Kamira	Perancangan Dan Realisasi Hybrid Coupler Yang Bekerja Pada Frekuensi 2,3 GHz	Universitas Trisakti
RT-E2	Prayadi Sulistyanto¹,Th. Prima Ari S²	Syringe Pump Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno	Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
RT-E3	Daniel Saut Sidjabat	Aplikasi Matriks Butler pada Antena Adaptif	Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta
RT-E4	B. Wuri Harini, Martanto, Pius Yozy Merucahyo dan Antonius Tri Priantoro	Aplikasi Metode Spektrofotometri untuk Pengukuran Kekeruhan Air pada Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam	Universitas Sanata Dharma
RT-E5	Adrian Adendrata, JB Budi Darmawan	Sistem Pemerolehan Informasi Data Gambar pada Dokumen Fotografi Menggunakan Struktur Data Inverted Index dan Pembobotan Tf-Idf	Universitas Sanata Dharma
RT-E6	A Prasetyadi	Generator Radial Magnet Permanen ND-35 Fasa Tunggal Dengan Rangka Akrilik Knock Down	Universitas Sanata Dharma
RT-E7	Feliks Anggie Purwoko , Yosephin Andina Ircahya, Alexander Oktario, Yulia Murwani, Ignatius Hadinugroho	Rompi Penuntun Penyandang Tunanetra dengan Output Suara	Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Jadwal Sesi Paralel

Kelompok : RT-F
Waktu : 26 September 2013 pk . 14.00-16.00
: K3-
Ruang 202 A

No Paper	Nama	Judul Makalah	Institusi
RT-F1	Adrian Gulfyan Putranto	Perancangan Antena Mikrostrip Dengan Slot pada Perangkat Penerima Sistem Televisi Digital	Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta
RT-F2	Irya Wisnubhadra	<i>Spatial Online Analytical Processing (SOLAP)</i> Sebagai Alat Bantu Pengambilan Keputusan Perguruan Tinggi	Universitas Atma Jaya Yogyakarta
RT-F3	Sutanto	Penurunan Kandungan Minyak dan Lemak dalam Air Limbah Menggunakan Perpaduan Proses Elektrokoagulasi dan Adsorpsi	Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI, Depok 16425
RT-F4	Desvina Viwinda	Perancangan Antena Pemancar Untuk Sistem Televisi Digital di Indonesia	Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta
RT-F5	Fiona Endah Kwa, Paulina H. Prima Rosa	Deteksi <i>Outlier</i> Menggunakan Algoritma <i>Block-based Nested Loop</i> (Studi Kasus: Data Akademik Mahasiswa Prodi PS Universitas XYZ)	Jurusan Teknik Informatika, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta
RT-F6	Setyo Resmi Probowati, Paulina H. Prima Rosa	Deteksi <i>Outlier</i> Menggunakan Algoritma Naive Nested Loop (Studi Kasus : Data Akademik Mahasiswa Program Studi PS Universitas XYZ)	Jurusan Teknik Informatika, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta
RT-F7	David Okta Nugraha, Hongrika Simbolon, Stevanus Hari Wijatmika	Digital Carbon Monoxide (DIGIMON) Analyzer Untuk Deteksi Dini Permasalahan Injeksi pada Mobil	Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Sanata Dharma Yogyakarta

Jadwal Sesi Paralel

Kelompok : RT-G

Waktu : 26 September 2013 pk . 14.00-16.00

Ruang : K3-202C

No Paper	Nama	Judul Makalah	Institusi
RT-G1	Yusup Sigit Martyastiadi, Raissa Theodosia, Sera Prestasi	Penerapan Low-poly Modeling dalam Desain Game 3D: Studi Kasus Game Emendation dan Indictus	Fakultas Seni & Desain, Universitas Multimedia Nusantara Serpong, Tangerang
RT-G2	Iwan Binanto	Perbandingan Metode Pengembangan Perangkat Lunak Multimedia	Universitas Sanata Dharma
RT-G3	Antonius Tri Priantoro, B. Wuri Harini, Martanto, dan Pius Yozy Merucahyo	Aplikasi Mikrokontroler ATmega32 Untuk Pengukuran Tingkat Keasaman Air Pada Sistem Monitoring Kualitas Air	PS Pendidikan Biologi Universitas Sanata Dharma
RT-G4	Iwan Sonjaya	Penerapan Teknologi Augmented Reality Untuk Pengenalan Rumah Adat di Indonesia	Fakultas Teknik Universitas Pancasila Jakarta
RT-G5	John Fayder	Perancangan Antena Microstrip Rectangular Array untuk Sistem Transportable FMCW Radar pada Rentang Frekuensi S-Band	Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
RT-G6	Pius Yozy Merucahyo, B. Wuri Harini, Martanto dan Antonius Tri Priantoro	Alat Ukur Kadar Oksigen Air Sungai pada Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam	Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta Pendidikan Biologi, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta

Jadwal Sesi Paralel

Kelompok : RT-H
Waktu : 26 September 2013 pk . 14.00-16.00
Ruang : K3- 202B

No Paper	Nama	Judul Makalah	Institusi
RT-H1	Rasional Sitepu, Christian Oei	Studi Kasus Unjuk Kerja Teknik dan Keekonomian Pembangkit Tenaga Surya 540Wp Off Grid : Studi Kasus di Kampus Widya Mandala Surabaya	Jurusan Teknik Elektro Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya
RT-H2	Iswanjono	Algoritma Peningkatan Ketepatan Prediksi Pelanggaran Lampu Lalu Lintas	Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta
RT-H3	Michael Purba	Susunan Mikrostrip Yagi untuk Sistem Antena Radar FMCW S-Band	Universitas Katolik Atma Jaya Jakarta
RT-H4	Martanto, B. Wuri Harini, Pius Yozy Merucahyo dan Antonius Tri Priantoro	Alat Ukur Konduktivitas Air Sungai pada Sistem Monitoring Kualitas Air Kolam	Universitas Sanata Dharma
RT-H5	Fivtatianti Hendajani , Abdul Hakim	Perencanaan Pembangunan Pembangkit Listrik Tenaga Angin untuk Perkebunan Singkong di Sukadana Lampung Timur	STMIK Jakarta
RT-H6	Tedy Soegianto	Pendeteksi Kecepatan dan Jumlah Kendaraan Menggunakan Webcam	Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya
RT-H7	Sudi Mungkasi	Penerapan Model Saint-Venant dan Metode Volume Hingga dalam Beberapa Masalah Bencana Alam	Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma

Penerapan Model Saint-Venant dan Metode Volume Hingga dalam Beberapa Masalah Bencana Alam

Sudi Mungkasi¹

¹ Program Studi Matematika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sanata Dharma
Mrican, Tromol Pos 29, Yogyakarta 55002, Indonesia
sudi@usd.ac.id

Abstrak* — Indonesia adalah salah satu negara yang rawan bencana alam. Tentu saja bencana alam bisa mengakibatkan kerusakan yang hebat terhadap lingkungan. Meminimalkan akibat atas bencana alam merupakan hal yang penting untuk Indonesia. Salah satu cara adalah dengan membuat perencanaan yang baik atas pengembangan wilayah. Dalam makalah ini dipaparkan model-model matematika analitis dan numeris, yang dapat digunakan untuk mensimulasikan beberapa jenis bencana alam seperti banjir, tsunami dan tanah longsor. Model analitis yang dimaksud adalah Model Saint-Venant, yang diturunkan oleh matematikawan Perancis A. J. C. de Saint-Venant, sedangkan model numerisnya adalah metode volume hingga yang digunakan untuk menyelesaikan model Saint-Venant. Motivasi makalah ini adalah bahwa model-model dan simulasi-simulasi yang akan dipaparkan dapat membantu dalam proses perencanaan pengembangan wilayah.

Kata kunci — banjir, metode volume hingga, Model Saint-Venant, tanah longsor, tsunami.

I. PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai pertumbuhan ekonomi yang baik, tetapi seperti dinyatakan dalam Proposal OKTI 2011 PPI Prancis [12], intensitas terjadinya bencana alam di Indonesia bisa dikategorikan cukup tinggi. Bencana alam bisa menghambat jalannya pembangunan, sehingga pertumbuhan ekonomi yang baik menjadi sia-sia jika bencana alam terus-menerus terjadi. Pembangunan ekonomi serta pengembangan wilayah dan lingkungan bisa hancur dalam sekejap dengan adanya bencana alam. Mungkin bencana alam tidak bisa dicegah, namun setidaknya dengan perencanaan wilayah yang baik, akibat-akibat bencana alam bisa diminimalkan.

Makalah ini memuat suatu model matematika analitis yang disebut Model Saint-Venant (A. J. C. de Saint-Venant adalah salah satu matematikawan Prancis yang terkenal) dan suatu model matematika numeris yang disebut metode volume hingga yang berkaitan dengan Model Saint-Venant. Pada mulanya Model Saint-Venant ditujukan untuk memodelkan gerakan air [2], tetapi model ini ternyata juga bisa digunakan sebagai pendekatan gerakan butiran-butiran kasar seperti pasir, kerikil, dan bebatuan [5], [10]. Oleh karena itu, kedua model matematika tersebut dapat digunakan untuk simulasi bencana alam seperti banjir, tsunami, dan tanah longsor.

Tujuan penulisan makalah ini adalah untuk menyampaikan pesan bahwa bencana alam bisa disimulasikan terlebih dahulu sehingga dapat diketahui daerah mana saja yang akan mengalami kerusakan apabila bencana alam benar-benar terjadi. Dengan demikian, tulisan ini dapat berguna untuk perencanaan wilayah bagi wilayah yang belum dikembangkan, atau untuk memberikan gambaran daerah mana saja yang aman bagi wilayah yang sudah berkembang.

Untuk selanjutnya, makalah ini tersisa tiga bab, yaitu Bab II hingga Bab IV. Bab II memuat dasar teori, yaitu Model Saint-Venant dan metode volume hingga. Bab III berisi penerapan teori ke dalam simulasi banjir yang diakibatkan oleh bendungan bobol, simulasi gelombang air laut dalam skala tsunami, dan simulasi tanah longsor di suatu lereng bukit. Sebagai penutup, kesimpulan dituliskan dalam Bab IV.

II. DASAR TEORI

Bab ini terdiri atas dua subbab. Subbab pertama memuat Model Saint-Venant berikut penjelasan notasi-notasi yang digunakan di dalamnya. Subbab kedua memuat suatu skema metode volume hingga.

A. Model Saint-Venant

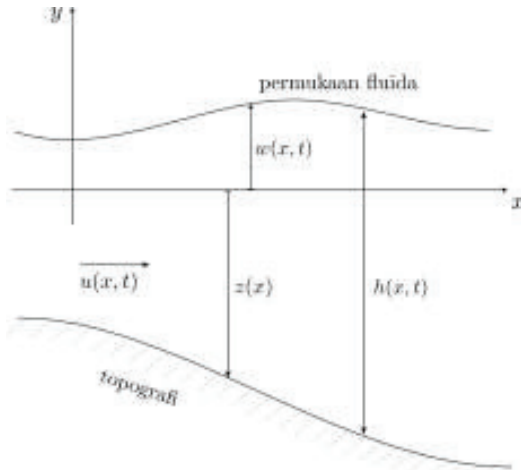
Model Saint-Venant, atau biasa disebut persamaan air dangkal, menggunakan asumsi gerakan fluida (air) sebagai pendekatan gerak material. Model Saint-Venant merupakan sistem dua persamaan simultan yang terdiri atas hukum kekekalan massa dan hukum kekekalan momentum [4], secara berturut-turut diberikan sebagai berikut

$$\left. \begin{aligned} h_t + (hu)_x &= 0, \\ (hu)_t + (hu^2 + \frac{1}{2}gh^2)_x &= -ghz_x. \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

Di sini, notasi yang digunakan seperti tampak pada Gambar 1, yang deskripsinya sebagai berikut: x mewakili dimensi horizontal aliran, t mewakili variabel waktu, $z(x)$ adalah topografi di titik x , $h(x,t)$ adalah ketinggian fluida di titik x pada waktu t , $w = z + h$ disebut dengan *stage*, dan $u(x,t)$ mewakili kecepatan aliran di titik x pada waktu t , serta g adalah percepatan gravitasi dengan nilai 9.81 m/s^2 . Dalam bentuk vektor, Model Saint Venant (1) dapat ditulis sebagai $\mathbf{q}_t + \mathbf{f}(\mathbf{q})_x = \mathbf{S}$ dengan kuantitas \mathbf{q} , fluks $\mathbf{f}(\mathbf{q})$, dan sumber \mathbf{S} diberikan oleh

$$\mathbf{q} = \begin{pmatrix} h \\ hu \end{pmatrix}, \quad \mathbf{f}(\mathbf{q}) = \begin{pmatrix} hu \\ hu^2 + \frac{1}{2}gh^2 \end{pmatrix}, \quad \text{dan} \quad \mathbf{S} = \begin{pmatrix} 0 \\ -ghz_x \end{pmatrix}. \quad (2)$$

* Versi bahasa Inggris dari *Abstrak* makalah ini telah dimuat dalam Buku Olimpiade Karya Tulis Inovatif 2011 PPI Prancis (ISBN: 602-25594-5-6), hal. 108, Penerbit: Bagaskara Publishing, Sleman.



Gambar 1. Gelombang atau aliran air satu dimensi untuk persamaan air dangkal.

B. Metode Volume Hingga

Metode Volume Hingga memecah-mecah domain ruang dalam perhitungan kuantitas pada waktu tertentu ke dalam banyak sel. Pada dasarnya, keakuratan metode ini bergantung pada rekonstruksi aliran kuantitas yang melalui batas antar sel serta perhitungan aliran kuantitas tersebut. Formulasi setengah-diskrit Model Saint-Venant dalam metode volume hingga untuk sel ke i adalah

$$\Delta x_i \frac{d}{dt} \mathbf{Q}_i^n + \mathbf{F}_{i+1/2}^n - \mathbf{F}_{i-1/2}^n = \Delta x_i \mathbf{S}_i, \quad (3)$$

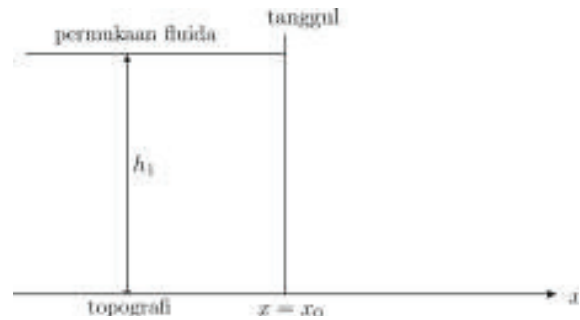
dengan Δx_i adalah panjang sel, \mathbf{Q}_i^n adalah nilai pendekatan \mathbf{q} pada waktu $t = t^n$, $\mathbf{F}_{i+1/2}^n, \mathbf{F}_{i-1/2}^n$ adalah nilai pendekatan fluks $\mathbf{f}(\mathbf{q})$ di sisi kanan dan kiri sel, serta \mathbf{S}_i adalah diskritisasi sumber \mathbf{S} (Keterangan lengkap dapat dilihat dalam tulisan Mungkasi [6] serta Mungkasi dan Roberts [7]). Selanjutnya (3) dapat diselesaikan untuk mendapatkan \mathbf{Q}_i^{n+1} yaitu nilai pendekatan \mathbf{q} pada waktu $t = t^{n+1} := t^n + \Delta t$, menggunakan teknik standar untuk sistem persamaan diferensial biasa.

III. PENERAPAN: SIMULASI SEDERHANA BENCANA ALAM

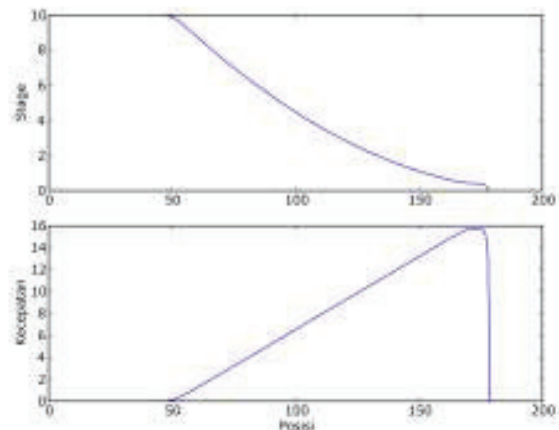
Seting numeris yang diterapkan adalah sebagai berikut. Satuan besaran yang digunakan adalah Sistem Internasional (SI), apabila tidak disebutkan secara eksplisit. Fluks dalam semua simulasi dihitung menggunakan rumusan *central-upwind* menurut Kurganov, dkk. [3]. Metode volume hingga yang terimbang dengan baik (*well-balanced finite volume method*) menurut Audusse, dkk. [1] dan Noelle, dkk. [11] diterapkan. Semua simulasi dilakukan menggunakan metode berorde dua dengan pembatas lereng minmod; fluida dengan ketinggian lebih rendah dari 10^{-6} tidak dimasukkan dalam perhitungan fluks; bilangan Courant-Friedrichs-Lewy (CFL) adalah 1.0. Selain itu, stage $w = z + h$ dan momentum $p = hu$ dianggap kekal.

A. Banjir Akibat Bendungan Bobol

Akan ditunjukkan secara singkat bahwa aliran air akibat bendungan bobol dapat disimulasikan menggunakan metode volume hingga [6].



Gambar 2. Keadaan awal bendungan.

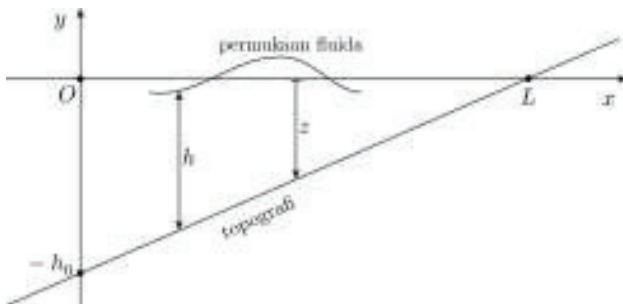


Gambar 3. Hasil simulasi pada waktu 5 detik setelah terjadinya bendungan bobol.

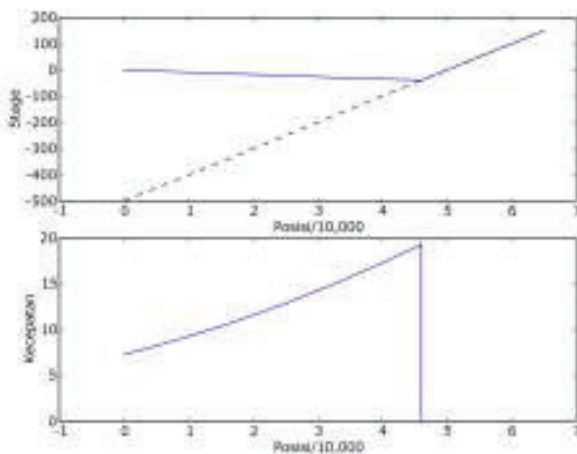
Diberikan masalah bendungan bobol, dengan kondisi awal sebelum terjadinya kebobolan seperti tampak pada Gambar 2. Misalkan $x_0 = 100$, $h_1 = 10$, dan dipandang domain ruang $[0, 200]$. Masalah ini mempunyai penyelesaian analitis [14] dan pertama kali dibahas oleh Ritter [13]. Misalkan pada waktu $t = 0$ terjadi gempa bumi, sehingga tanggul bendungan bobol sempurna. Hasil simulasi dengan metode volume hingga pada waktu 5 detik setelah bobolnya bendungan dinyatakan dalam Gambar 3, di mana domain ruang dipecah-pecah ke dalam 400 sel. Tampak dalam dalam Gambar 3 bahwa dalam waktu 5 detik, air sudah menggenangi sekitar 75 m daerah di sebelah kanan tanggul.

B. Gelombang Air Laut Berskala Tsunami

Berikut ini dipaparkan salah satu contoh spesifik gelombang air laut dalam skala tsunami yang terjadi di pantai dengan topografi miring.



Gambar 4. Ilustrasi pantai bertopografi miring



Gambar 5. Simulasi gelombang air laut berskala tsunami pada waktu $t = 600$ detik. Garis putus-putus menunjukkan topografi pantai.

Diberikan suatu kondisi awal pantai bertopografi miring, seperti tampak pada Gambar 4. Misalkan di titik O terdapat sumber getaran, misalnya gempa bumi, sehingga di permukaan terkait titik O terjadi gerakan air yang naik turun secara periodik. Suatu bentuk gerakan periodik di titik O dapat dinyatakan dengan dua persamaan simultan tak-berdimensi [8]

$$w = -\frac{1}{2}u^2 + AJ_0 \left(\frac{4\pi\sqrt{w+1}}{T} \right) \cos \left(\frac{2\pi(u+t)}{T} \right), \quad (4)$$

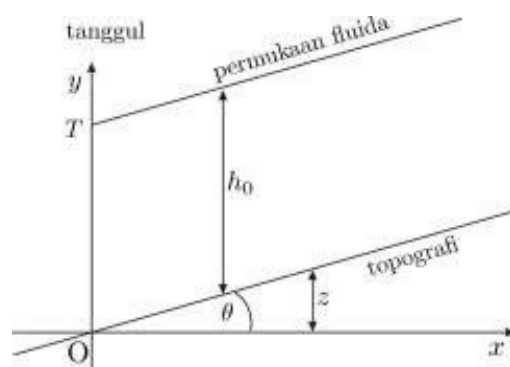
$$u = -\frac{AJ_1 \left(\frac{4\pi\sqrt{w+1}}{T} \right)}{\sqrt{w+1}} \sin \left(\frac{2\pi(u+t)}{T} \right). \quad (5)$$

Dalam (4) dan (5) di muka, untuk mendapatkan variabel-variabel berdimensi, maka variabel-variabel dalam kedua persamaan tersebut perlu dikalikan dengan L untuk jarak horizontal, h_0 untuk jarak vertikal, $L/\sqrt{gh_0}$ untuk waktu, dan $\sqrt{gh_0}$ untuk kecepatan. Di sini, variabel dan/atau parameter x, y, h, z, L, h_0 seperti ditunjukkan dalam Gambar 4. Lebih lanjut, t adalah variabel waktu, T adalah periode, dan A adalah amplitudo gerak osilasi yang diukur di garis pantai.

Misalkan diberikan nilai-nilai parameter $L = 50000$ m, $h_0 = 500$ m, $T = 3600$ detik, dan $A = 0.225$. Dari perhitungan, amplitudo tersebut berarti bahwa terjadi kenaikan atau penurunan permukaan air laut di titik O sebesar 5 m [8]. Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi dengan metode volume hingga pada waktu $t = 10$ menit (dihitung setelah metode stabil dalam menghasilkan gerak osilasi; berdasarkan simulasi, hasil stabil diperoleh setelah 4 kali osilasi). Berdasarkan simulasi, dalam waktu setengah periode, gelombang air laut membuat garis pantai bergeser sejauh 22,5 km. Artinya kecepatan rata-rata air bergerak memasuki atau meninggalkan daratan adalah 45 km/jam.

C. Tanah Longsor

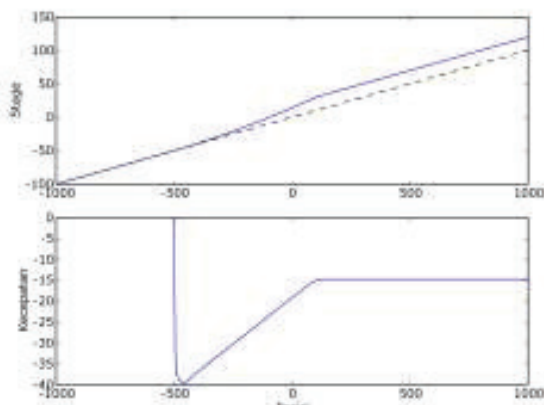
Diberikan suatu kondisi awal seperti tampak pada Gambar 6 [9]. Dalam Gambar 6 tersebut, θ adalah besarnya sudut antara topografi dan garis horizontal. Variabel-variabel yang lain sudah cukup jelas arti atau fungsinya seperti kasus-kasus sebelumnya. Pada prinsipnya, simulasi tanah longsor ini mirip dengan simulasi bendungan bobol; beda antara keduanya adalah besarnya sudut θ , yaitu pada masalah bendungan bobol besarnya sudut θ adalah nol.



Gambar 6. Kondisi awal sebelum terjadi tanah longsor.

Misal diberikan $h_0 = 20$ m dengan domain ruang $[-1000, 1000]$ dan kemiringan topografi diberikan oleh nilai $\tan \theta = 0.1$. Domain ruang dipecah-pecah ke dalam 800 sel. Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi longsor tanah pada waktu $t = 15$ detik setelah tanggul runtuh. Tampak pada Gambar 7 tersebut bahwa longsor telah mencapai sekitar

500 m. Dengan kata lain, tanah tak-stabil akan menutup daerah di bawahnya sejauh setengah kilo meter hanya dalam waktu 15 detik.



Gambar 7: Hasil simulasi longsoran pada waktu 15 detik setelah tanggul runtuh. Garis putus-putus menunjukkan topografi bukit.

IV. KESIMPULAN

Makalah ini telah memaparkan Model Saint-Venant yang bisa digunakan untuk menerangkan gerakan fluida (*incompressible fluid*) beserta metode numeris volume hingga yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah-masalah terkait Model Saint-Venant. Telah dibahas tiga macam simulasi bencana alam, yaitu masalah banjir akibat bendungan bobol, gelombang tsunami, dan tanah longsor. Ketiga macam bencana tersebut sering terjadi setelah adanya gempa bumi. Hingga saat ini gempa bumi belum bisa dicegah oleh manusia. Namun demikian, dampak bencana alam terkait gempa bumi setidaknya bisa diminimalkan dengan perencanaan wilayah yang baik. Simulasi bencana alam dalam makalah ini diharapkan bisa membantu perencanaan wilayah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Audusse, E., Bouchut, F., Bristeau, M. O., Klein, R., dan Perthame, B. A fast and stable well-balanced scheme with hydrostatic reconstruction for shallow water flows, *SIAM Journal of Scientific Computing*, Vol. 25, pp. 2050–2065, 2004.
- [2] de Saint-Venant, A. J. C. Theorie du mouvement non-permanent des eaux, avec application aux crues des rivieres et a l'introduction des marees dans leur lit, *Comptes Rendus Academie des Sciences Paris*, Vol. 73, pp. 147–154, 1871.
- [3] Kurganov, A., Noelle, dan S., Petrova, G. Semidiscrete central-upwind schemes for hyperbolic conservation laws and hamilton-jacobi equations, *SIAM Journal on Scientific Computing*, Vol. 23, pp. 707–740, 2001.
- [4] LeVeque, R. J. *Finite-Volume Methods for Hyperbolic Problems*, Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- [5] Mangeney, A., Heinrich, P., dan Roche, R. Analytical Solution for Testing Debris Avalanche Numerical Models, *Pure and Applied Geophysics*, Vol. 157, pp. 1081–1096, 2000.
- [6] Mungkasi, S. Finite Volume Methods for the One-dimensional Shallow Water Equations, *Masters thesis*: Australian National University, 2008.
- [7] Mungkasi S. dan Roberts, S. G. On the best quantity reconstructions for a well balanced finite volume method used to solve the shallow water wave equations with a wet/dry interface, *ANZIAM Journal*, Vol. 51, pp. C48–C65, 2010.
- [8] Mungkasi, S. dan Roberts, S. G. Approximations of the Carrier–Greenspan periodic solution to the shallow water wave equations for flows on a sloping beach, *International Journal for Numerical Methods in Fluids*, Vol. 69, pp. 763–780, 2012.
- [9] Mungkasi, S. dan Roberts, S. G. A new analytical solution for testing debris avalanche numerical models, *ANZIAM Journal*, Vol. 52, pp. C349–C363, 2011.
- [10] Naaïm M., Vial S., dan Couture R., Saint Venant approach for rock avalanches modelling, *Proceedings of the Saint-Venant Symposium: Multiple scale analyses and coupled physical systems*, Paris, pp. 61–69, 1997.
- [11] Noelle, S., Pankratz, N., Puppo, G., dan Natvig, J. R. Well-balanced finite volume schemes of arbitrary order of accuracy for shallow water flows, *Journal of Computational Physics*, Vol. 213, pp. 474–499, 2006.
- [12] Proposal Olimpiade Karya Tulis Inovatif OKTI 2011, Paris: PPI Prancis, 2011.
- [13] Ritter, A. Die fortpflanzung der wasserwellen, *Zeitschrift des Vereines Deutscher Ingenieure*, Vol. 36, pp. 947–954, 1892.
- [14] Stoker, J. J. *Water Waves: The Mathematical Theory with Application*, New York: Interscience Publishers, 1957.