

# DIGITAL PROSIDING

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN IX  
HOTEL ARYA DUTA PALEMBANG

13 - 15 Oktober 2010

PERAN SERTA TEKNIK MESIN DALAM PENINGKATAN MUTU  
DAN PEMANFAATAN HASIL RISET DI INDONESIA



ISBN

978-602-97742-0-7

Penyelenggara:  
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unsri  
Jalan Raya Prabumulih KM.32 Indralaya  
Kabupaten Ogan Ilir - Sumatera Selatan  
Tlp: 0711-580272, Fax: 0711580272

ISBN : 978-602-97742-0-7

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN IX 2010

**SNTTM IX**

PALEMBANG, 13 - 15 Oktober 2010



**DIGITAL PROSIDING**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN (SNTTM)- IX  
HOTEL ARYA DUTA PALEMBANG, 13 - 15 Oktober 2010

Untuk segala pertanyaan mengenai SNTTM IX silakan hubungi :

Sekretariat:  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jalan Raya Prabumulih KM.32 Indralaya  
Kabupaten Ogan Ilir - Sumatera Selatan  
Tlp: 0711-580272, Fax: 0711580272  
Website : bkstm9.unsri.ac.id  
E-mail: bkstm9@unsri.ac.id dan bkstm9.unsri@gmail.com

**Reviewer :**

Prof. Dr. H. Hasan Basri  
Prof. Dr. H. Kaprawi  
Dr. Riman Sipahutar  
Dr. Amrifan Saladin Mohruni  
Dr. Nukman  
Hendri Chandra, M.T.  
Zainal Abidin, M.T.  
M. Zahri Kadir, M.T.  
M. Yanis, M.T  
Dyos Santoso, M.T  
Gunawan, M.T.  
Amir Arifin, M.Eng

**Editor :**

Gunawan, M.T.  
Amir Arifin, M.Eng

ISBN : 978-602-97742-0-7  
© Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
2010

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN (SNTTM)- IX  
HOTEL ARYA DUTA PALEMBANG, 13 - 15 Oktober 2010

**KATA PENGANTAR**

Selamat datang di Kota Palembang dalam rangka seminar nasional dan musyawarah..!

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) IX dan Musyawarah Badan Kerja Sama Teknik Mesin (BKSTM) bertujuan antara lain sebagai media pertemuan untuk membicarakan masalah penemuan hasil riset dalam bidang Teknik Mesin, sebagai wadah untuk mendiskusikan kegiatan riset dasar dan aplikasi antar akademisi dan pihak industri sekaligus sebagai forum komunikasi yang membahas tentang kebutuhan riset Teknik Mesin bagi Indonesia.

Kami panitia merasa bangga dan mengucapkan banyak terima kasih kepada seluruh partisipan dalam acara ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Unsri, PT. Batubara Lahat, Pemerintah Kota Palembang, PT .Bukit Asam Persero, Tbk, PT. MEDCO E&P Indonesia, PT. Teknologika, Intikomp dan Bank SUMSEL serta seluruh pihak yang telah ikut mendukung sehingga kegiatan SNTTM IX dan Musyawarah BKSTM dapat terlaksana dengan baik dan sukses.

Besar harapan kami semoga tema yang ditetapkan pada Musyawarah BKSTM dan SNTTM IX tahun ini yaitu "*Peran Serta Teknik Mesin dalam rangka Meningkatkan Mutu Hasil Riset Indonesia*" dapat tercapai.

Selamat bermusyawarah dan ber-SNTTM.

Ketua Panitia

Prof. Dr. H. Kaprawi

SEMINAR NASIONAL TAHUNAN TEKNIK MESIN (SNTTM)- IX  
HOTEL ARYA DUTA PALEMBANG, 13 - 15 Oktober 2010

**PANITIA PELAKSANA**

- Pelindung : Rektor Universitas Sriwijaya  
Penasehat : Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Direktur Eksekutif BKSTM (Prof. Dr. -Ing. M. Boer)  
Ketua Jurusan/Prodi Teknik Mesin dalam BKSTM  
Indonesia
- Dewan Pengarah : Prof. Dr. H. Hasan Basri  
Dr. Riman Sipahutar  
Helmy Alian, MT  
Qomarul Hadi, MT
- Ketua : Prof.Dr. H. Kaprawi  
Ketua 1 : M.Zahri Kadir, M.T.  
Ketua 2 : Dr. Amrifan Saladin Mohruni  
Sekretaris : Al Antoni Akhmad, M.T.  
Bendahara : Marwani, M.T.  
Seksi Sponsor : Diah Kusuma Pratiwi, M.T (Koordinator)  
1. H. Teguh Budi Santoso A, MT  
2. H. Joni Yanto, MT  
3. Irwin Bizy, MT  
4. Ir. Fusito HY
- Seksi Makalah : Dr. Nukman (Koordinator)  
1. Hendri Chandra, M.T.  
2. Zainal Abidin, M.T.  
3. M. Yanis, M.T  
4. Dyos Santoso, M.T  
5. Gunawan, M.T.
- Seksi Publikasi & Dokumentasi : Firmansyah Burlian, MT (Koordinator)  
1. Jimmy D Nasution, M.T.  
2. H. Ismail Thamrin, M.T.
- Seksi Acara : H.Darmawi Bayin, M.T. (Koordinator)  
1. Ellyanie, M.T.  
2. Barlin, M.Eng.  
3. Astuti, M.T.  
4. Gustini, M.T.  
5. Amir Arifin, M.Eng.
- Seksi Akomodasi dan Transportasi: Hendry Chandra, MT (Koordinator)  
1. Aneka Firdaus, M.T.  
2. Ir. Valentino Chairul

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Panitia SNTTM IX mengucapkan banyak terima kasih kepada sponsor, keynote speaker dan semua pihak yang membantu terlaksananya kegiatan ini.

### **Sponsor**

PT. Tambang Batubara Lahat  
Pemerintah Daerah Tingkat II Palembang  
PT. Tambang Batubara Bukit Asam, Tbk  
MEDCOENERGI  
PT. Tekno Logika  
Bank Sumsel Babel  
INTI Komputer  
Alumni Teknik Mesin

### **Keynote Speaker**

Vice President JSME (Japan Society Mechanical Engineering)  
Prof. Dr. Yatna Yuwana Martawirya (BKS - TM)  
Prof. Dr. Massanori Kikuchi (Science University of Tokyo)  
Ir. Sukrisno, Dirut. P.T. Bukit Asam (Persero) Tbk.

## DAFTAR ISI

**KATA PENGANTAR**  
**PANITIA PELAKSANA**  
**DEWAN PENGARAH**  
**UAPAN TERIMA KASIH**  
**DAFTAR ISI**

**KONVERSI ENERGI**

		HAL
MI-001	KAJI EKSPERIMENTAL TEKNOLOGI PEMBUATAN KOKAS DARI BATUBARA MUDA SEBAGAI SUMBER PANAS DAN KARBON PADA TANUR TINGGI (BLAST FURNACE) Khairil, Irwansyah	MI-1 UNSYIAH
MI-002	PEMISAHAN ALIRAN KEROSEN-AIR DENGAN MENGGUNAKAN T-JUNCTION Dewi Puspitasari, Indarto, Tineke, Karminto, Kms.Ridhuan	UGM MI-7
MI-003	Studi kelayakan pembangunan PLTU – Batubara Agung Subagio	MI-15 UI
MI-004	KAJIAN TINGKAT KEMAMPUAN PENYERAPAN PANAS MATAHARI PADA ATAP BANGUNAN SENG BERWARNA Ahmad Syuhada Suhaeri	MI-25 UNSYIAH
MI-005	UNJUK KERJA TURBIN ANGIN POROS VERTIKAL TIPE SAVONIUS Hermawan	MI-31 UGM
MI-006	PENGARUH TEMPERATUR REAKTAN TERHADAP KECEPATAN RAMBAT API PREMIXED BERBAHAN BAKAR GAS PADA RUANG BAKAR MODEL HELLE-SHAW CELL I Gusti Ngurah Putu Tenaya, ST., MT	MI-39 UNUD
MI-007	Pengembangan fuel feeder tipe ulir dan rotari untuk bahan bakar biomasa I Nyoman Suprpta Winaya dan Made Sucipta	MI-49 UNUD
MI-008	KAJIAN PENAMBAHAN HIDROGEN BOOSTER PADA MOTOR BENSIN 115 CC Muhamad As’adi, Syahrir Ardiansyah Pohhan Putra	MI-53 UPN
MI-009	Pengaruh Penempatan Penghalang Berbentuk Segitiga Di Depan Silinder Dengan Variasi Dimensi Segitiga Penghalang Terhadap koefisien Drag Si Putu Gede Gunawan Tista, I Putu Yudana	MI-59 UNUD
MI-010	Analisis Penggunaan Gasohol dari Limbah Kulit Pisang terhadap Prestasi Mesin Motor Bakar Bensin Andi Mangkau, Novriany Amaliyah, Zuryati Djafar, Wahyu H. Piarah	MI-63 UNHAS
MI-011	Study Influence of Water Stream Variety Into Venturi Scrubber To Reduce Tar And Flame Formation in Biomass Gasification System Adi Surjosatyo	MI-68 UI

MI-012	EVALUASI KINERJA POWER PLANT 30 MW DENGAN TEKNOLOGI CIRCULATING FLUIDIZED BED COMBUSTOR BERBAHAN BAKAR BATUBARA	MI-69
	Adi Surjosatyo	UI
MI-013	PENGARUH BILANGAN RAYLEIGHT PADA KONVEKSI BEBAS DALAM RUANG UDARA REKTANGULAR TERTUTUP	MI-75
	LYDIA SALAM	UNHAS
MI-014	KAJI TERMOEKONOMI PEMANFAATAN PANAS PERCUMA DI PLTGU TAMBAK LOROK	MI-79
	Dwi Handoyo Saputro, Nathanael P. Tandian, Hendi Riyanto	PT. IP
MI-015	EFEK DARI KONSENTRASI NANO FLUIDA $Al_2O_3-H_2O$ DAN $Al_2O_3-C_2H_6O_2$ TERHADAP KINERJA HEAT PIPE	MI-85
	Nandy Putra, Wayan Nata S, H. Rahman	UI
MI-016	Pengaruh Variasi Putaran Kompresor terhadap Performansi Sistem Mobile Air Conditioning	MI-93
	Suarnadwipa, Astawa	UNUD
MI-017	Pompa Air Energi Termal Dengan Dua Pipa Hisap	MI-97
	I Gusti Ketut Puja dan FA Rusdi Sambada	USD
MI-018	Karakteristik Turbin Propeler Head Sangat Rendah Berdasarkan Hasil Simulasi Fluent Dan Pengujian Lapangan	MI-103
	Henny Sudibyo, Indarto, Anjar Susatyo, Adha Imam Cahyadi	LIPI
MI-019	Modeling and Analyzing Flow to Produce Stratified Flow by Exerting It over Three Dimensional Complex Terrains	MI-111
	Benny Dwika Leonanda, Muhammad Ridwan	UNAND
MI-020	Pengaruh Kadar Amonia Pada Unjuk Kerja Alat Pendingin Absorpsi Amonia-Air	MI-119
	FA Rusdi Sambada dan I Gusti Ketut Puja	USD
MI-021	PERANCANGAN DAN PENGUJIAN MODEL SISTEM HYDRAM PENGGERAK POMPA TORAK DENGAN DUA SUMBER ALIRAN: AIR KOTOR DAN AIR BERSIH	MI-125
	Made Suarda	UNUD
MI-022	Pemodelan Fenomena <i>Backdraft</i> dalam Kompartemen Dua Kamar	MI-135
	Ryan Firmansyah, Nursanty Elisabeth, Anton Atmaja, Muhammad Iqbal, Miftah Faridy, dan Yulianto S Nugroho	UI
MI-023	UJI KUALITAS UDARA DI DALAM RUANGAN (STUDI KASUS)	MI-141
	Rusdy Malin, Wardjito, Budihardjo	UI
MI-024	PEMBUATAN DAN STUDI KELAYAKAN EKONOMI PROTOTYPE TURBIN ANGIN TIPE HELIX SEBAGAI ALTERNATIF PEMBANGKIT LISTRIK DENGAN STUDI KASUS DAERAH BANDARLAMPUNG, LAMPUNG INDONESIA	MI-149
	Martinus	UNILA
MI-025	Kaji Penerapan Efek Peltier untuk Alat Kecil-Ringan Pendingin Minuman	MI-159
	Hendi Riyanto, Sigit Yoewono	ITB

MI-026	Pengaruh Wick Mesh Screen dan Sintering Powder Terhadap Kinerja Heat Pipe Nandy Putra, H. Rahman, Wayan Nata	UI	MI-167
MI-027	PENGUJIAN KOMPOR GAS HEMAT ENERGI DENGAN MEMANFAATAN ELEKTROLISA AIR BERLARUTAN KOH Arijanto, Bambang Yunianto	UNDIP	MI-173
MI-028	ANALISIS KAVITASI ELBOW 90 derajat PADA INSTALASI PIPA PEMBUANGAN AIR BEKAS GALIAN TAMBANG BATUBARA DI KALIMANTAN SELATAN Mastiadi Tamjidillah	UNLAM	MI-179
MI-029	Uji Metode Non Dimensional Performa Kapal Model Yanuar dan M.Baqi	UI	MI-185
MI-030	Efek Pipa Spiral pada Alat Penukar Kalor (Heat Exchanger) Yanuar, Gunawan, M Baqi	UI	MI-191
MI-031	Efek biopolimer air tape ketan terhadap perubahan panjang inlet aliran berkembang penuh (fully developed flow) Yanuar, Febry Rachmat dan Gunawan	UI	MI-195
MI-032	Pengaruh Ukuran Zona Resirkulasi Terhadap Sifat Transport Separated - Reattached Flow Dengan Eksitasi Eksternal Harinaldi, Damora Rhakasywi	UI	MI-199
MI-033	PENGARUH LAJU ALIRAN OKSIGEN (O <sub>2</sub> ) & KARBONDIOKSIDA (CO <sub>2</sub> ) DALAM PROSES KARBONISASI DAN AKTIVASI PADA PROSES PEMBUATAN KARBON AKTIF BERBAHAN DASAR BATUBARA Senoadi, M Idrus Alhamid, Nasruddin, Hermanto	UI	MI-207
MI-034	KAJI EKSPERIMENTAL PENGGUNAAN PIPA KALOR DALAM KOLEKTOR SURYA SEBAGAI PENYERAP ENERGI TERMAL SURYA UNTUK PENYUPLAI POMPA KALOR TEMPERATUR TINGGI Nugroho Gama Yoga, Aryadi Suwono, Abdurrachim, Toto Hardianto	ITB	MI-217
MI-035	Pompa Kalor Temperatur Tinggi Berbantuan Energi Surya: Desain dan Pengujian Djuanda, Aryadi Suwono, Ari Darmawan Pasek, Nathanael P. Tandian, Muharram	UNM	MI-223
MI-036	SIMULASI DINAMIKA MOLEKULAR: DAMPAK DAN PROSPEKNYA UNTUK PENGEMBANGAN MEDIA PENYIMPAN ENERGI Supriyadi	USAKTI	MI-231
MI-037	PENGARUH PERUBAHAN KOMPOSISI REFRIGERAN CAMPURAN CO <sub>2</sub> /ETHANE DALAM SISTEM REFRIGERASI CASCADE Darwin Rio Budi Syaka, Nasruddin dan M. Idrus Alhamid	UI	MI-237
MI-038	Pengaruh Swirl Vanes Pada Aliran Udara Sekunder Terhadap Api Difusi Yang Terbentuk di Aliran Sembur Double Concentric. Tri Agung Rohmat, Rahmat Sahrudin, Harwin Saptoadi	UGM	MI-241

MI-039	PRODUK BERKADAR ABU DAN SULFUR RENDAH SERTA BERNILAI KALORI TINGGI DARI PROSES AGLOMERASI AIR-MINYAK SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKU BRIKET BATUBARA		MI-249
	Nukman, Riman Sipahutar dan Taufik Arief	UNSRI	
MI-040	PENENTUAN LIFTED-DISTANCE DAN HEIGHT-FLAME PADA NYALA DIFUSI GAS PROPANA MENGGUNAKAN SISTEM PENGOLAH CITRA (RGB-INDEX)		MI-259
	NK.Caturwati, I Made K Dhiputra, Harinaldi	UNTIRTA	
MI-041	ANALISIS PENGARUH PENGGUNAAN BLOWING TERHADAP MEDAN ALIRAN DARI REVERSED AHMED BODY		MI-265
	Harinaldi, Budiarmo, Engkos A Kosasih, Warjito, Rustan Tarakka	UI	
MI-042	Kaji Eksperimental Penentuan Sudut Ulir Optimum Pada Turbin Ulir untuk Data Perancangan Turbin Ulir pada Pusat Listrik Tenaga MikroHidro (PLTMH) dengan Head Rendah		MI-273
	Adly Havendri, Irfan Arnif	UNAND	
MI-043	PENGARUH EQUIVALENCE RATIO DAN TEKANAN AWAL CAMPURAN HIDROGEN-OKSIGEN TERHADAP MEKANISME DEFLAGRATION TO DETONATION TRANSITION		MI-279
	Jayan Sentanuhady, M. Zuhnir Piliang dan Dionysius Angga Baskoro	UGM	
MI-044	Pengaruh Bilangan Tak Berdimensi $\beta$ dan $Re$ Terhadap Analisa Pada Kavitasasi dan Pancaran Aliran Pada Nosel		MI-285
	Jalaluddin dan Muhammad Ilham Maulana	UNSYIAH	
MI-045	Pengembangan Generator Gelembung Mikro Jenis Tabung Venturi		MI-291
	Warjito dan Nursanty Elizabeth	UI	
MI-046	Pengaruh <i>Obstacle Disc</i> Terhadap Api Difusi Yang Terbentuk di Aliran Sembur <i>Double Concentric</i> .		MI-297
	Tri Agung Rohmat	UGM	
MI-047	Optimasi Penambahan Selubung (Shrouded) pada Turbin Angin Sumbu Vertikal dengan Menggunakan Simulasi CFD 2 Dimensi		
	T. A. Fauzi Soelaiman, N. P. Tandian, dan Rizki Rachmatulloh	ITB	
MI-048	Evaporation heat transfer coefficient in single circular small tubes for flow of C <sub>3</sub> H <sub>8</sub> and CO <sub>2</sub>		MI-309
	Agus S. Pamitrana, Nasruddina, dan Jong-Taek Ohb	UI	
MI-049	Penguapan Tetesan Premium		MI-317
	Engkos Achmad Kosasih	UI	
MI-050	VARIATION IN LOAD AND SPEED TOWARDS EXHAUST GAS EMISSION OF GAS ENGINE JGS 208 GS		MI-321
	Riman Sipahutar	UNSRI	
MI-051	Rancang Bangun Tungku Gasifier untuk Pemanfaatan Tandan Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi		MI-327
	Adjar Pratoto, Agus Sutanto, Eldisa H. Praja, & Dicky Armenda	UNPADANG	
MI-052	PENGARUH TEMPERATUR CA <sub>CL</sub> 2 TERHADAP EFISIENSI THERMAL DARI LIQUID DESICCANT DEHUMIDIFICATION SYSTEM		MI-333
	Slamet Wahyudi, Nurkholis Hamidi dan Figur Kamajaya	UNBRAW	

MI-053	Karakterisasi <i>Thermal Precipitator</i> Sebagai <i>Smoke Collector</i> dengan Menggunakan Gas Sensor		MI-341
	Imansyah Ibnu Hakim, Bambang Suryawan, I Made K. , Nandy Putra	UI	
MI-054	Pengujian Pembebanan Statik pada Desain Struktur Gandar Roda Belakang untuk Prototipe Kendaraan Hibrida Ringan DTM-UI		MI-347
	Danardono Agus Sumarsono, Raka Cahya Pratama, M. Satrio Utomo	UI	
MI-055	Efek Medan Magnet di Intake Manifold Terhadap Unjuk kerja Mesin Diesel Satu Silinder		MI-353
	Abrar Riza, Jeffry Yansen	UNTAR	
MI-056	Kajian Eksperimental Pengembangan Generator Termoelektrik sebagai Sumber Listrik		MI-357
	Zuryati Djafar, Nandy Putra, R.A. Koestoer	UNHAS	
MI-057	KARAKTERISTIK PERAMBATAN API MELALUI CELAH SEMPIT DENGAN BAHAN BAKAR CAMPURAN LPG DAN OKSIGEN		MI-367
	Jayan Sentanuhady, Eko Prabowo dan Tri Agung Rochmat	UGM	
MI-058	Analisis Numerik Sifat-sifat Transien Aliran Fluida Panas Bumi		MI-371
	Khasani	UGM	
MI-059	Studi Awal Pengembangan Speed Bump Pembangkit Daya		MI-377
	Harus LG, Cahyo Untoro, Debbyta Primaswari, Hamzah	ITB	
MI-060	Pengujian Cigarette Smoke Filter Berbasis Thermophoresis dan Karbon Aktif		MI-381
	Ferdiansyah N. Iskandar, Ari Widiarto, Ario Ardianto, Nandy Putra	UI	
MI-061	Tinjauan Perkembangan Teknologi Solar Thermal Sebagai Sumber Energi Terbarukan dalam Industri		MI-391
	Ruli Nutranta, Nasruddin dan M. Idrus Alhamid	UI	
MI-062	Unjuk Kerja Pendingin Absorpsi Amonia-Air Dengan Variasi Tekanan Desorpsi		MI-395
	Doddy Purwadianto	USD	
MI-063	Mass Diffusivity pada Pengeringan Beku Vakum Aloe Vera Akibat Variasi Temperatur Pemanas (posisi atas dan posisi bawah) dari Panas Buang Kondenser		MI-401
	Muhamad yulianto, M. Idrus Alhamid, Nasruddin	UI	
MI-064	PENGUJIAN PERPINDAHAN PANAS KONVEKSI PADA HEAT SINK PLAT JENIS EXTRUDED DAN HEAT SINK PLAT DENGAN SLOT		MI-409
	Bambang Yunianto	UNDIP	
MI-065	KAJI EKSPERIMEN: PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR PREMIUM DAN PERTAMAX TERHADAP UNJUK KERJA MESIN PADA SEPEDA MOTOR SUZUKI THUNDER TIPE EN-125		MI-415
	Eri Sururi dan Budi Waluyo	UNMUH	
MI-066	STUDI EKSPERIMENTAL PENDINGIN ADSORPSI ZEOLIT-AIR		MI-423
	Wibowo Kusbandono dan FA. Rusdi Sambada	USD	

MI-067	KARAKTERISASI SIFAT-SIFAT PEMBAKARAN BAHAN BAKAR PADAT RAMAH LINGKUNGAN YANG BERASAL DARI SAMPAH KOTA		MI-429
	Toto Hardianto, Aryadi Suwono, Ari Darmawan Pasek, dan Amrul	ITB	
MI-068	Karakteristik Model Kincir Angin Poros Horizontal dengan Transmisi Kopling Sentrifugal		MI-435
	Budi Sugiharto	USD	
MI-069	PENGOLAHAN SAMPAH ORGANIK MENJADI ETHANOL DAN PENGUJIAN SIFAT FISIK BIOGASOLINE		MI-441
	I Gusti Bagus Wijaya Kusuma	UNUD	
MI-070	Kinerja Menara Pendingin Untuk Kebutuhan Sistem Pengkondisian Udara Pada Kondisi Iklim Tropis Basah		MI-449
	Budihardjo	UI	
MI-071	KAJIAN KOMPUTASI PENGARUH POSISI KELUARAN NOZEL TERHADAP KINERJA EJEKTOR UDARA PADA SISTIM ALIRAN RESIRKULASI EKSTERNAL		MI-455
	Adi Surjosatyo, Fajri Vidian, Yulianto Sulistyono Nugroho	UI	
MI-072	KONTUR TEKANAN DINAMIS PADA PERMUKAAN ATUR BAGIAN KELUARAN KASKADE KOMPRESOR AKSIAL BLADE TIPIS SIMETRIS DENGAN VARIASI SUDUT SERANG		MI-461
	A.A. Adhi Suryawan	UNUD	
MI-073	Ekstraksi Fitur Citra Digital Bantalan untuk Pemantauan Kondisi Mesin		MI-471
	Achmad Widodo dan Muhammad Huda	UNDIP	
MI-074	Pengaruh Karbondioksida pada Kecepatan Pembakaran dari Refrigeran Hidrokarbon		MI-477
	Nasrul Ilminnafik	UNJEM	
MI-075	ANALISIS PERBANDINGAN <i>VENTURI MIXER BLUFF BODY CYCLONE</i> DENGAN VARIASI SUDUT PENGARAH PADA BUKAAN KATUP REGULATOR 270 <sup>0</sup> DAN 360 <sup>0</sup>		MI-481
	Bambang Sugiarto, Michael Aldryan	UI	
MI-076	Studi Parameter dan Kondisi Anomali dalam Analisis Resiko Pipa Penyalur Bawah Laut		MI-487
	IGN Wiratmaja Puja, Fadhil Dewabrata, Jamiatul Akmal	ITB	
MI-077	Pengaruh Geometri Nosel Terhadap Pembentukan Kavitas		MI-499
	Muhammad Ilham Maulana, Jalaluddin	UNSYIAH	
MI-078	Kaji Eksperimental Pemisah Partikel Padat di dalam Fluida dengan Metode Vortex		MI-505
	Nusyirwan	UNAN	
MI-079	EXERGY ANALYSIS OF SIMPLE GAS TURBINE CYCLE 14 MW KERAMASAN POWER PLANT PALEMBANG		MI-512
	Hasan Basri	UNSRI	
MI-080	STUDI EKSPERIMENTAL PERBANDINGAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN BIODIESEL TERHADAP KARAKTERISTIK PADA MOTOR DIESEL		MI-523
	Ellyanie	UNSRI	

## Studi Parameter dan Kondisi Anomali dalam Analisis Resiko Pipa Penyalur Bawah Laut

IGN Wiratmaja Puja<sup>1)</sup>, Fadhil Dewabrata<sup>1)</sup>, Jamiatul Akmal<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara, Institut Teknologi Bandung

<sup>2)</sup> Fakultas Teknik Universitas Lampung, sedang studi di Institut Teknologi Bandung  
Email: [wirat00@yahoo.com](mailto:wirat00@yahoo.com), [fadhildewabrata@yahoo.com](mailto:fadhildewabrata@yahoo.com), [jamiatulakmal@yahoo.com](mailto:jamiatulakmal@yahoo.com)

### Abstrak

Secara umum *pipeline* memiliki peranan penting dalam sistem transmisi dan distribusi untuk minyak dan gas, oleh karena itu faktor keamanan menjadi bagian penting yang harus dievaluasi. Studi lebih lanjut dilakukan terhadap analisis resiko berdasarkan metode indeks demi meningkatkan sistem keamanan *offshore pipeline*. Pertama dilakukan studi terhadap pengaruh nilai resiko berdasarkan perubahan parameter *wall thickness ratio*, *pressure test ratio*, *preventive maintenance*, *CIS polarization*, *coating effectiveness*, dan *type of fluid*. Kedua dilakukan studi terhadap pengaruh nilai resiko berdasarkan kondisi anomali yang terjadi, meliputi *freSPAN* dan *anodes*. Hasil menunjukkan setiap peningkatan lima parameter tersebut akan meningkatkan nilai *PoF*. Peningkatan nilai *PoF* terbesar dipengaruhi oleh perubahan parameter *coating effectiveness*, yaitu sebesar 6.87% dari nilai total *PoF*. Sedangkan untuk perubahan parameter fluida produk, hasil menunjukkan bahwa propana memiliki rata-rata nilai *CoF* sebesar 49.88% dari nilai *CoF* benzena, serta fasa gas memiliki nilai *CoF* yang paling tinggi. Anomali pada *freSPAN* akan meningkatkan nilai resiko, sedangkan anomali *anodes* tidak berpengaruh terhadap perhitungan nilai resiko menggunakan metode indeks.

*Kata kunci: analisis resiko, pipa lepas pantai*

### 1. PENDAHULUAN

Budaya hidup manusia saat ini sangat bergantung kepada sumber energi dari minyak dan gas bumi (migas). Dengan begitu diperlukan sistem transmisi dan distribusi berupa *pipeline system* yang dinilai cukup ekonomis<sup>[1]</sup>.

Faktor keamanan pada saat *pipeline* beroperasi akan memegang peranan penting demi menjaga keselamatan manusia serta kelestarian lingkungan sekitarnya. Para ahli menetapkan berbagai kegiatan yang dapat mengatasi berbagai ancaman dan masalah yang dapat mengganggu fungsi *pipeline*. Semakin menyeluruh ancaman yang dimiliki oleh suatu *pipeline* maka akan semakin meningkat resiko kegagalan dari *pipeline* tersebut.

Resiko (*risk*) didefinisikan sebagai kombinasi dari kemungkinan terjadinya suatu kegagalan dan konsekuensi yang harus ditanggung oleh terjadinya kegagalan tersebut. Dengan begitu diperlukan penilaian resiko terhadap suatu *pipeline* berdasarkan kondisi operasinya. Hal ini merupakan

bagian dari analisis resiko (*risk assessment*), yang secara umum didefinisikan sebagai proses pengukuran terhadap kemungkinan suatu kegagalan dan konsekuensinya apabila kegagalan tersebut terjadi.

Dengan melakukan *risk assessment* terhadap suatu *pipeline* maka dapat diidentifikasi besarnya resiko yang dialami dan ditentukan cara yang paling efektif untuk mengatasi resiko tersebut. Apabila level resiko terlewat, maka kecelakaan dapat terjadi dan kemudian akan menimbulkan konsekuensi ekonomi ataupun terhadap lingkungan.

Peran *risk* mengacu pada tingkat integritas *pipeline* terutama pada *offshore aging pipeline*<sup>[2]</sup>. Pemahaman lengkap tentang *risk level* pada *offshore pipeline* didapatkan dengan menggabungkan metode-metode sebagai berikut:

- *Semi-quantitative risk assessment*
- *Corrosion risk assessment*
- *Fitness for purpose*



- *Corrosion growth assessment*

Jenis potensi ancaman dari kehilangan integritas pada *pipeline* dibagi menjadi *toxicity*, *contamination pollution*, *mechanical effects*, dan *fire/ignition*. Dimana yang dianggap paling merugikan adalah ancaman dari *fire/ignition* dimana pengaruh jenis produk gas sangatlah tinggi<sup>[3]</sup>.

Pemahaman tentang *risk assessment* harus dilengkapi dengan pemahaman jenis mitigasi yang tepat. Perlu dipahami bahwa konsekuensi yang terjadi terhadap kegagalan *offshore pipeline* meliputi gangguan terhadap habitat dan ekosistem laut<sup>[4]</sup>. Dan bukan hanya itu, bahkan proses konstruksi dan perbaikan terhadap *pipeline* juga dapat merusak lingkungan bila tidak dilakukan dengan benar.

Untuk itu diperlukan studi lebih lanjut mengenai besarnya pengaruh parameter-parameter terkait dan kondisi anomali pada *pipeline* terhadap nilai resiko yang didapat. Hasil studi ini diharapkan dapat digunakan sebagai acuan langkah pemilihan jenis mitigasi dan perbaikan terhadap *pipeline* demi meningkatkan keamanan.

## 2. PERHITUNGAN RESIKO PIPA LEPAS PANTAI

Resiko pada *pipeline* diartikan sebagai kemungkinan kegagalan dalam sistem transmisi atau pelepasan produk yang ditransmisikan secara tidak sengaja, biasanya dapat juga dianggap sebagai kehilangan integritas. Pada studi ini akan dibahas resiko pipa lepas pantai atau *offshore pipeline*. Definisi dari resiko diterjemahkan di dalam persamaan berikut:

(1)

### 2.1 Risk Assessment dengan Metode Indeks<sup>[5]</sup>

Metode *risk assessment* yang digunakan adalah metode indeks, seperti yang dijelaskan pada Gambar 1. Besarnya resiko terhadap suatu *pipeline* tetap dihitung dengan menilai *Probabilty of Failure (PoF)* dan *Consequences of Failure (CoF)*.

Bentuk penilaian terhadap *PoF* dikategorikan menjadi empat indeks, yaitu *Third-*

*Party Damage Index*, *Corrosion Index*, *Design Index*, dan *Incorrect Operation Index*. Setiap indeks melingkupi porsi yang sesuai untuk setiap komponen kemungkinan ancaman yang terjadi di dalam *pipeline system*. Kemudian penilaian terhadap *CoF* dilakukan dengan menghitung besarnya skor *Leak Impact Factor (LIF)*. Untuk kategori konsekuensi diwakili oleh empat faktor di dalam *LIF*, yaitu *Product Hazard*, *Leak Volume*, *Dispersion*, dan *Receptor*.

Setelah skor kedua komponen tersebut didapatkan maka dapat dihitung besarnya resiko total yang dihadapi. Kemudian resiko total tersebut akan dilihat apakah masih berada dalam batas yang ditoleransi.

### 2.2 Probability of Failure (PoF)

Nilai *Probability of Failure* menandakan besarnya kemungkinan suatu peralatan untuk mengalami kegagalan. Dalam metode ini semakin besar nilai *PoF* yang didapat maka semakin kecil kemungkinan terjadinya kegagalan pada *pipeline* yang dinilai. Nilai yang diberikan mengacu kepada pengumpulan data terbaru dan didukung oleh data-data historis suatu *pipeline*. Penilaian yang dilakukan meliputi berbagai aspek di dalam empat indeks utama. Keempat indeks memiliki hubungan yang ditunjukkan pada persamaan berikut ini:

(2)

Di dalam design index perlu diperhitungkan *total extra wall thickness*<sup>[5]</sup> dengan persamaan berikut ini:

(3)

Dengan keterangan:

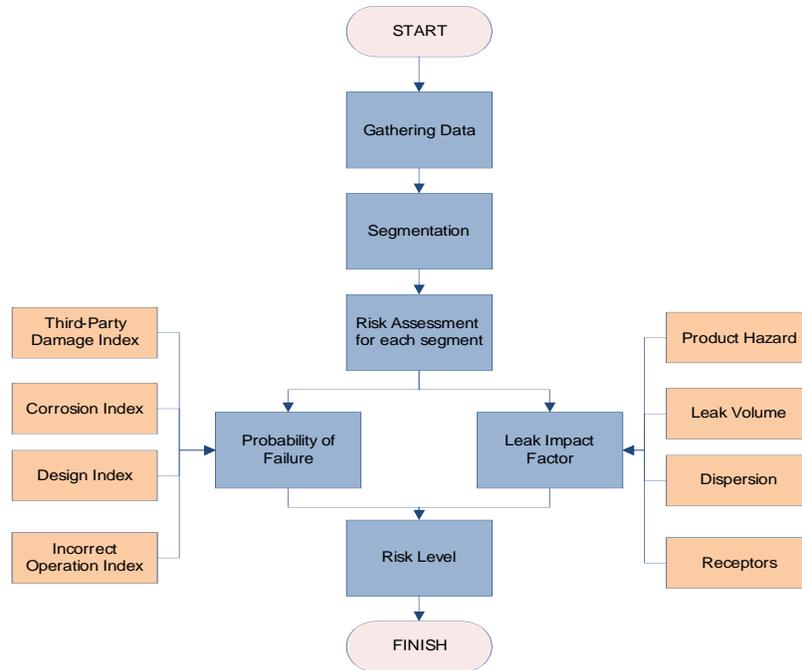
$t$  = total extra wall thickness

$t_i$  = thickness due to internal pressure

$t_o$  = thickness due to external pressure

$t_e$  = extra wall thickness





Gambar 1 Risk Assessment dengan Metode Indeks<sup>[5]</sup>

### 2.3 Leak Impact Factor (LIF)<sup>[6]</sup>

Nilai dari *Leak Impact Factor (LIF)* dipakai untuk melengkapi *score index* dengan mewakili nilai *consequences of failure*. Semakin tingginya nilai *LIF* maka semakin tinggi pula konsekuensi dalam suatu sistem, dimana semakin tinggi konsekuensi maka risikonya juga semakin tinggi.

Besar *LIF* dipengaruhi oleh empat faktor utama, yaitu tingkat ancaman dari produk, banyaknya volume yang terlepas jika ada kebocoran, jangkauan relatif dari kebocoran, dan lingkungan disekitarnya yang menerima produk yang terlepas. Bila salah satunya tidak memiliki konsekuensi sama sekali atau berharga 0 maka besar *LIF* juga akan 0, hal tersebut dijelaskan dalam persamaan berikut.

(4)

Dengan keterangan:  
*LIF* = *Leak Impact Factor*  
*PH* = *Product Hazard*  
*LV* = *Leak Volume*  
*D* = *Dispersion*  
*R* = *Receptors*

Pada *offshore pipeline* pengaruh terhadap lingkungan kurang diutamakan, walaupun biasanya

lingkungan dilindungi oleh regulasi pemerintah demi menjaga kelestarian biota laut akan tetapi dengan sedikitnya populasi dan aktivitas disekitar laut menjadikan tingkat konsekuensi lebih rendah.

Perhitungan *product hazard* dilakukan dengan persamaan berikut:

(5)

Dengan keterangan:  
*Nf* = *Flammability factor score*  
*Nr* = *Reactivity factor score*  
*Nh* = *Toxicity factor score*  
*RQ* = *Chronic hazard factor score*

Perhitungan *leak volume* ditentukan oleh persamaan sebagai berikut:

(6)

Dengan keterangan:  
*LV* = *Leak Volume*  
*V1* = *Volume loss before seal*  
*V2* = *Volume loss by system detection*  
*V3* = *Volume loss to inner pipeline area*



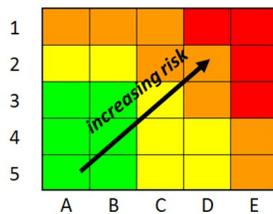
Jenis potensi ancaman dari kehilangan integritas pada *pipeline* secara keseluruhan dapat dikelompokkan menjadi:

1. *Toxicity*
2. *Contamination pollution*
3. *Mechanical Effects*
4. *Fire/Ignition scenarios*:
  - a. *Fireballs*
  - b. *Flame jets*
  - c. *Vapor cloud fire*
  - d. *Vapor cloud explosion*

#### 2.4 Risk Matrix

Hasil akhir yang didapat dari *risk assessment* adalah ukuran besar resiko total dan keberadaannya di dalam kategori resiko. Kategori resiko ditampilkan dengan *risk matrix* yang menunjukkan tingkatan resiko berdasarkan *probability of failure* dan *consequence of failure*.

Struktur *risk matrix* analisa keputusan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2 berikut ini. Dengan matriks analisa keputusan dapat ditunjukkan kemungkinan terjadinya kegagalan dan besarnya potensi konsekuensi yang mungkin terjadi dengan menggunakan skala sederhana seperti *high, medium-high, medium, low*. Besar resiko total yang didapat akan dikategorikan di dalam salah satu kategori *risk matrix*.



Gambar 2 Risk Matrix

### 3. PENGARUH PARAMETER - PARAMETER TERHADAP NILAI RESIKO

Besarnya pengaruh parameter-parameter terhadap nilai resiko dilihat dari perubahan nilai PoF dan LIF. Perubahan parameter-parameter tersebut akan dilakukan terhadap empat *pipeline* yang merupakan bagian dari instalasi *BP Offshore Pipeline North West Java (BP ONWJ)*, keempat *pipeline* tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1 Data Pipeline BP ONWJ<sup>[7]</sup>

No	Pipelin e	Pipeline Status

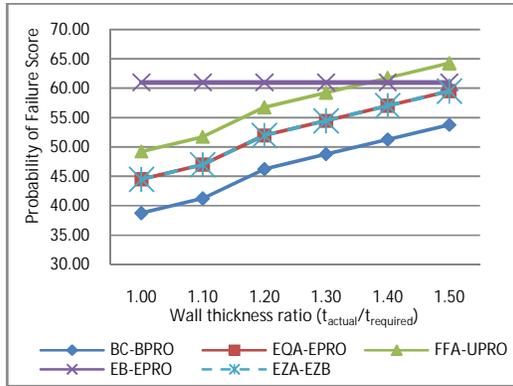
		ID	Asset	Area
4	BC - BPRO	BC-MOL-BPRO-X60-N-16"	BRAVO	BC
6	EQA - EPRO	EQA-MOL-EPRO-X52-N-12"	ECHO	EQA
8	FFA - UPRO	FFA-MOL-UPRO-X52-N-16"	FOXTROT	FFA
11	EB - EPRO	EB-MOL-EPRO-X52-N-12"	ECHO	EB
12	EZA - EZB	EZA-MOL-EZB-X52-N-12"	ECHO	EZA

### 3.1 Pengaruh Wall Thickness Ratio Terhadap PoF

Perubahan parameter *wall thickness ratio* (*t*) dilakukan dengan mengubah rasio dari 1.00 sampai dengan 1.50 dengan selang 0.10. Data hasil simulasi diwakilkan oleh kurva pada Gambar 3. Peningkatan nilai *PoF* hanya terjadi pada empat *pipeline* (BC-BPRO, EQA-EPRO, FFA-UPRO, EZA-EZB), sedangkan *pipeline* EB-EPRO tetap pada nilai yang sama.

Variabel *safety factor* merupakan fungsi minimum dari nilai *wall thickness ratio* dan *design pressure to MOP ratio*, pada kasus *pipeline* EB-EPRO besar nilai *design pressure to MOP ratio* adalah 0 *point* sehingga nilai *safety factor* yang diambil adalah nilai *design to MOP ratio* yang berharga 0. Dengan demikian kurva *pipeline* EB-EPRO berbentuk garis lurus atau konstan.





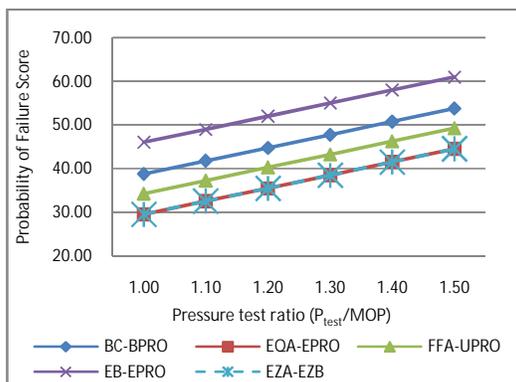
Gambar 3 Pengaruh *Wall thickness ratio* terhadap *PoF*

Untuk empat *pipeline* lainnya terlihat ada peningkatan nilai *PoF* sebesar 3.75% dari nilai total *PoF* atau 15 *point* untuk kenaikan rasio sebesar 0.50, akan tetapi keempat *pipeline* tersebut tidak mengalami penurunan level resiko di dalam *risk matrix*.

### 3.2 Pengaruh *Pressure Test Ratio* Terhadap *PoF*

Perubahan *pressure test ratio* ( $P_{test}/MOP$ ) dilakukan dengan mengubah rasio dari 1.00 sampai dengan 1.50 dengan selang 0.10. Data hasil simulasi diwakilkan oleh kurva pada Gambar 4.

Peningkatan nilai *PoF* terjadi pada semua *pipeline*, hal ini menandakan semakin besar *pressure test ratio* maka semakin rendah resiko *pipeline* tersebut. Terukur adanya peningkatan sebesar 3.75% dari nilai total *PoF* atau 15 *point* untuk kenaikan rasio sebesar 0.50, akan tetapi kelima *pipeline* tidak mengalami penurunan level resiko di dalam *risk matrix*.

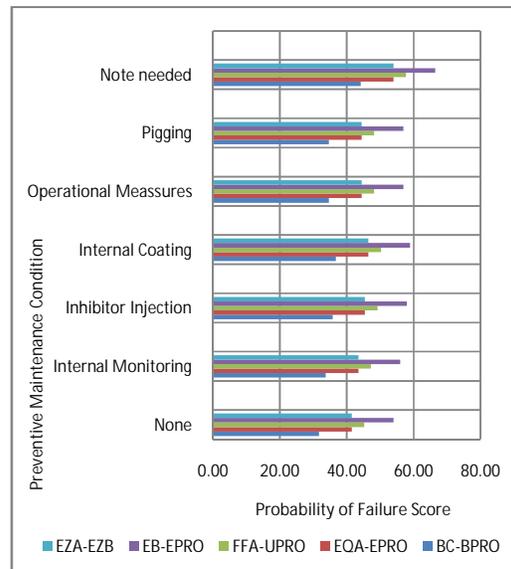


Gambar 4 Pengaruh *Pressure Test Ratio* terhadap *PoF*

### 3.3 Pengaruh *Preventive Maintenance* Terhadap *PoF*

Perubahan *preventive maintenance* terhadap ancaman *internal corrosion* dilakukan dengan membandingkan lima kondisi berbeda. Data hasil simulasi diwakilkan oleh kurva pada Gambar 5.

Peningkatan nilai *PoF* terjadi pada semua *pipeline*, hal ini menandakan setiap upaya yang dilakukan akan mengurangi resiko terjadinya korosi internal. Terukur adanya peningkatan sebesar 3.12% dari nilai total *PoF* atau 12.5 *point* untuk upaya pencegahan maksimum yang dilakukan, akan tetapi kelima *pipeline* tidak mengalami penurunan level resiko di dalam *risk matrix*.



Gambar 5 Pengaruh *Preventive Maintenance Condition* terhadap *PoF*

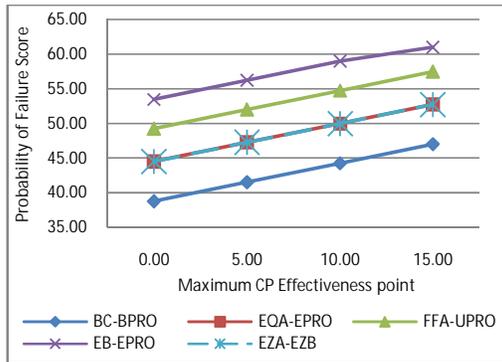
### 3.4 Pengaruh *CIS Polarization* Terhadap *PoF*

Pengaruh *CIS polarization* pada subfaktor *cathodic protection* dilakukan dengan mengubah *CP effectiveness point* dari 0.00 sampai dengan 15.00 dengan selang 5 *point*. Data hasil simulasi diwakilkan oleh kurva pada Gambar 6.

Peningkatan nilai *PoF* terjadi pada semua *pipeline*, hal ini menandakan semakin besar *CP effectiveness point* maka semakin rendah kemungkinan *pipeline* tersebut terkorosi. Terukur adanya peningkatan paling tinggi sebesar 2.06% dari nilai total *PoF* atau 8.25 *point* untuk kenaikan *CP effectiveness* sebesar 15 *point*, akan tetapi



kelima *pipeline* tidak mengalami penurunan level resiko di dalam *risk matrix*.

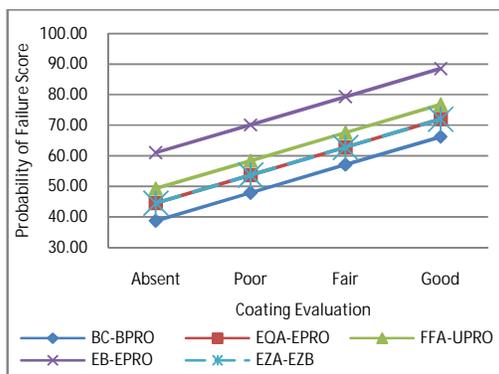


Gambar 6 Pengaruh *CIS Polarization* terhadap *PoF*

### 3.5 Pengaruh *Coating Effectiveness* Terhadap *PoF*

Pengaruh *coating effectiveness* pada faktor *submerged pipe corrosion* dilakukan dengan mengubah *coating evaluation* untuk empat kondisi berbeda. Data hasil simulasi diwakilkan oleh kurva pada Gambar 7.

Peningkatan nilai *PoF* terjadi pada semua *pipeline*, hal ini menandakan semakin baik *coating evaluation* maka semakin rendah kemungkinan *pipeline* tersebut terkorosi. Terukur adanya peningkatan sebesar 6.87% dari nilai total *PoF* atau 27.5 *point* untuk kenaikan *coating evaluation* pada kondisi paling ideal. Dari kelima *pipeline* hanya EB-EPRO yang mengalami penurunan level resiko di dalam *risk matrix*, yaitu dari level 5 menjadi level 4.



Gambar 7 Pengaruh *Coating Evaluation* terhadap *PoF*

### 3.6 Pengaruh *Fluid Type* Terhadap *CoF*

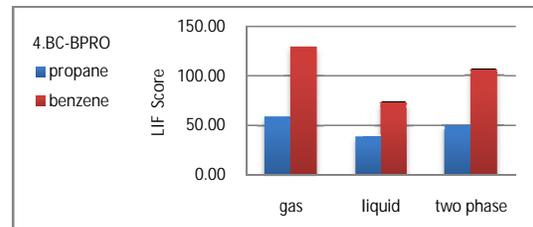
Pada simulasi parameter *fluid type* dilakukan perhitungan dengan dua jenis fluida

produk yang berbeda, yaitu propana ( $C_3H_8$ ) dan benzena ( $C_6H_6$ ). Keduanya disimulasikan dengan tiga jenis fasa berbeda, yaitu untuk fasa gas, cair, dan campuran. Data hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 8 sampai dengan Gambar 12.

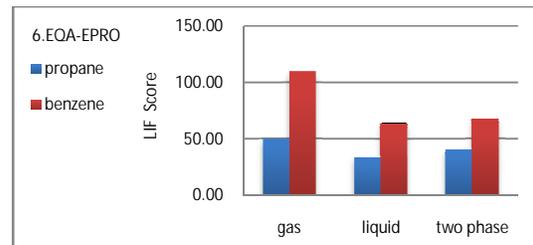
Nilai *LIF* fluida benzena lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *LIF* fluida propana. Hal ini sesuai dengan nilai *product hazard* dimana nilai *product hazard* untuk fluida propana adalah 7 *point* sedangkan untuk fluida benzena adalah 13 *point*. Besar rata-rata nilai *LIF* propana adalah 49.88% dari nilai *LIF* benzena.

Untuk fasa gas terlihat memiliki nilai *LIF* yang paling tinggi diantara dua fasa lainnya, kecuali pada *pipeline* FFA-UPRO dengan fluida benzena, dimana nilai *LIF* antara fasa gas dan campuran adalah sama besar. Hal ini disebabkan oleh panjang *pipeline* FFA-UPRO yang jauh lebih panjang diantara yang lain (108292.80 *feet*) sehingga peningkatkan konsekuensi juga terjadi.

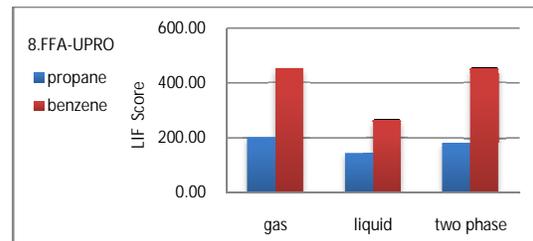
Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa fluida produk dengan fasa gas memiliki konsekuensi yang paling tinggi.



Gambar 8 BC-BPRO *fluid data*

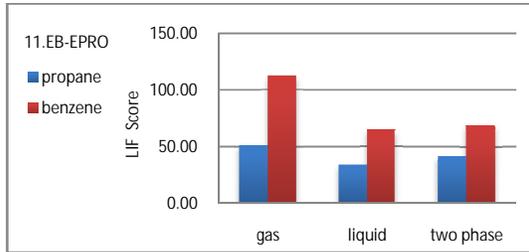


Gambar 9 EQA-EPRO *fluid data*

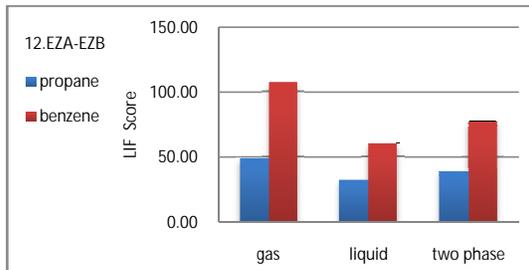


Gambar 10 FFA-UPRO *fluid data*





Gambar 11 EB-EPRO fluid data



Gambar 12 EZA-EZB fluid data

#### 4. ANALISIS NILAI RESIKO BERDASARKAN KONDISI ANOMALI

Analisis dilakukan terhadap 4 *offshore pipeline* yang merupakan bagian dari BP ONWJ. Pipa lepas pantai tersebut menghubungkan SBM 1, SBM 3, SBM 4, dan NGL-Junction. Tabel 2 menunjukkan data *pipeline* tersebut.

Tabel 2 Data *pipeline* BP ONWJ (SBM)<sup>[7]</sup>

Parameter	Unit	Line A	Line B	Line C	Line D
From	-	NGL-J	NGL-J	SBM-1	SBM-3

To	-	SBM-3	SBM-1	SBM-3	SBM-4
Length of Pipeline	km	0.922	0.862	1.140	1.462
Nominal Wall Thickness	in	0.5	0.5	0.5	0.625
Pipeline outside diameter	in	24	24	24	36
Steel Grade	-	X52	X52	X52	X60
SMYS	psi	52000	52000	52000	60000
Corrosion Allowance	mm	0.053	0.053	0.053	0.047
Steel Density	Kg/mm <sup>3</sup>	7850	7850	7850	7850
Young's Modulus of Elasticity	GPa	207	207	207	207



#### 4.1 Site Survey Line A: NGL-J TO SBM 3

Berikut ini merupakan gambaran kondisi dari 24" NGL-J TO SBM 3.



Gambar 13 Kondisi break spool Line A<sup>[8]</sup>



Terdapat sedikit korosi pada mur dan baut

Gambar 14 Tampak dekat kondisi flange, baut, dan mur<sup>[8]</sup>



Terdapat sedikit korosi pada clamp support

Gambar 15 Tampak dekat clamp support<sup>[8]</sup>



Adanya marine growth pada daerah splash zone

Gambar 16 Tampak dekat pada daerah splash zone<sup>[8]</sup>

Hanya terdapat sedikit korosi dan adanya sedikit marine growth pada daerah splash zone.

#### 4.2 Site Survey Line B: NGL-J TO SBM 1

Berikut ini merupakan gambaran kondisi dari 24" NGL-J TO SBM 1.



Ada sedikit korosi pada baut dan mur

Gambar 17 Tampak dekat flange Line B<sup>[8]</sup>

Dari Gambar 17 dapat dilihat bahwa baut dan mur terpasang dengan lengkap, adanya sedikit korosi pada flange, mur, dan baut. Sedangkan pada Gambar 18 dapat dilihat bahwa baut dan mur masih terpasang lengkap akan tetapi korosi yang terjadi cukup berat.



Adanya korosi berat pada clamp

Gambar 18 Tampak dekat clamp Line B<sup>[8]</sup>



Adanya marine growth pada daerah splash zone

Gambar 19 Tampak dekat pada splash zone<sup>[8]</sup>

#### 4.3 Data ROV

Data ROV yang didapatkan adalah sebagai berikut:

Dari Gambar 13 sampai dengan Gambar 16 dapat dilihat kondisi yang dialami pipeline.



- GVI dari OL420 – 24” Oil Pipeline NGL-J to SBM 3. Dilakukan inspeksi OL420 pada tanggal 10 dan 11 Juni 2006. Panjang total yang diinspeksi adalah 0.921 km.
- GVI dari OL421 – 24” Oil Pipeline NGL-J to SBM 1. Dilakukan inspeksi OL421 pada tanggal 10 dan 11 Juni 2006. Panjang total yang diinspeksi adalah 0.862 km.
- GVI dari OL421 – 24” Oil Pipeline SBM 3 to SBM 4. Dilakukan inspeksi OL421 pada tanggal 10 dan 11 Juni 2006. Panjang total yang diinspeksi adalah 1.461 km.
- GVI dari OL421 – 24” Oil Pipeline SBM 3 to SBM 1. Dilakukan inspeksi OL421 pada tanggal 10 dan 11 Juni 2006. Panjang total yang diinspeksi adalah 1.138 km.

Kumpulan data ROV yang didapatkan meliputi kondisi anomali pada spesifikasi sebagai berikut:

- *Freespan*

Tabel 3 *Freespan anomaly data* Line A<sup>[8]</sup>

KP	Length (m)	Max Height (m)	Anomaly Number
0.002	3	0.2	-
0.008	26	0.2	1
0.037	22	0.05	2
0.097	15	0.25	-
0.357	8	0.05	-
0.499	6	0.05	-
0.654	10	0.05	-
0.851	18	0.05	-
0.888	34	0.5	3

Tabel 4 *Freespan anomaly data* Line B<sup>[8]</sup>

KP	Length (m)	Max. Height (m)	Anomaly Number
0.133	6	0.05	-
0.142	8	0.05	-
0.324	11	0.05	-
0.508	6	0.05	-
0.521	33	0.05	1
0.602	15	0.05	-
0.780	10	0.05	-
0.800	62	0.98	2

Tabel 5 *Freespan anomaly data* Line C<sup>[8]</sup>

KP	Length (m)	Max. Height (m)	Anomaly Number
0.100	15	0.16	-
0.766	13	0.07	-

Tabel 6 *Freespan anomaly data* Line D<sup>[8]</sup>

KP	Length (m)	Max. Height (m)	Anomaly Number
0.002	18	0.99	-
0.134	14	0.32	-
0.663	14	0.32	-
0.822	17	0.15	-
1.378	11	0.14	-
1.416	46	0.82	1

- *Anodes*

Tidak terdapat *anomaly anode* pada line A, B, dan D. Kerusakan pada *anode* hanya terjadi pada line C seperti yang tertera pada Gambar 20 dan Tabel 7.



Gambar 20 *Wasted anode* di KP 0.031<sup>[8]</sup>

Tabel 7 *Anodes anomaly data* Line C<sup>[8]</sup>

KP	Description	CP Stab (mV)	Anomaly Number
0.031	ANODE - TOTAL WASTAGE	-0887	1
1.128	FEATURE - FLANGE	-0895	-
1.139	FEATURE - END OF WEIGHTCOAT	-0895	-

- *Support/Feature*

Tidak terdapat anomali pada *support* ataupun *feature* pada Line A, B, C, dan D.

- *Debris*



Tidak ditemukan anomali pada jumlah *debris* yang lewat pada Line A, B, C, ataupun di Line D.

#### 4.4 Kumpulan Data Anomali

Dari data yang didapatkan dapat disimpulkan bahwa ditemukan 7 anomali. Enam diantaranya adalah anomaly *freespan* atau merupakan *over span*, sedangkan satu merupakan anomaly pada anoda.

Tabel 8 Anomaly data summary<sup>[8]</sup>

Deskripsi	Jumlah Kejadian	Anomali
Damage	-	-
Freespans	25	6
Anode	16	1
Supports	30	-
Debris	35	-
<b>Total</b>	106	7

#### 4.5 Pengaruh Anomali Terhadap Nilai Resiko

Hasil *risk assessment* yang didapatkan berdasarkan anomali pada setiap *pipeline* dapat dilihat pada Tabel 9 sampai dengan Tabel 12.

Tabel 9 Nilai Resiko Line A<sup>[8]</sup>

No	KP From (km)	KP To (km)	RISK	RISK Range
1	0	0.008	Medium Risk	4-A
2	0.008	0.034	Medium-High Risk	5-A
3	0.034	0.059	Medium-High Risk	5-A
4	0.059	0.888	Medium Risk	4-A
5	0.888	0.922	Medium-High Risk	5-A

Tabel 10 Nilai Resiko Line B<sup>[8]</sup>

No	KP From (km)	KP To (km)	RISK	RISK Range
1	0	0.521	Medium Risk	4-A
2	0.521	0.554	Medium-High Risk	5-A
3	0.554	0.800	Medium Risk	4-A
4	0.800	0.862	Medium-	5-A

#### High Risk

Tabel 11 Nilai Resiko Line C<sup>[8]</sup>

No	KP From (km)	KP To (km)	RISK	RISK Range
1	0	1.140	Medium Risk	4-A

Tabel 12 Nilai Resiko Line D<sup>[8]</sup>

No	KP From (km)	KP To (km)	RISK	RISK Range
1	0	1.416	Medium Risk	4-A
2	1.416	1.462	Medium-High Risk	5-A

## 5. KESIMPULAN

Dari keseluruhan data diatas maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Peningkatan *wall thickness ratio* juga akan meningkatkan nilai *PoF*. Peningkatan *PoF* terbesar adalah 3.75% dari nilai total *PoF* untuk kenaikan rasio sebesar 0.5.
2. Peningkatan *pressure test ratio* juga meningkatkan nilai *PoF*. Peningkatan *PoF* terbesar adalah 3.75% dari nilai total *PoF* untuk kenaikan rasio sebesar 0.5.
3. Semakin banyak upaya pencegahan (*preventive maintenance*) yang dilakukan maka nilai *PoF* akan semakin tinggi. Peningkatan sebesar 3.12% dari nilai total *PoF* akan didapatkan bila dilakukan upaya pencegahan maksimum.
4. Pengaruh *CIS polarization* terhadap *PoF*. Dengan peningkatan *CP effectiveness point* maka akan terjadi peningkatan nilai *PoF*. Peningkatan nilai *PoF* sebesar 2.06% dari nilai total *PoF* akan didapatkan untuk peningkatan *CP effectiveness point* sebesar 15 *point*.
5. Semakin baik kondisi *coating evaluation* maka semakin tinggi nilai *PoF*. Peningkatan sebesar 6.87% dari nilai total *PoF* akan didapatkan untuk kenaikan *coating evaluation* pada kondisi paling ideal.
6. Pengaruh *fluid type* terhadap *CoF* mengacu pada nilai *product hazard*, dimana besar nilai *product hazard* benzena lebih besar daripada propana. Oleh karena itu rata-rata nilai *CoF* propana adalah 49.88% dari nilai *CoF* benzena. Sedangkan untuk jenis fasa fluida



produk dengan nilai  $CoF$  paling tinggi adalah fasa gas.

7. Adanya anomali *freespan* pada *pipeline* akan menurunkan nilai  $PoF$  dan dapat berakibat pada peningkatan level resiko.
8. Adanya anomali pada *anode* tidak berpengaruh terhadap perhitungan nilai resiko menggunakan metode indeks.

#### Daftar Pustaka

- [1] Guo, Boyun, et al. *Offshore Pipelines*. Louisiana : Elsevier Limited, 2004.
- [2] C. Clausard, *Pipeline Integrity Management for Aging Offshore Pipelines*, UK, 2006.
- [3] V.E. Seleznev & V.V. Aleshin, *Numerical analysis of fire risk at pipeline systems of industrial power facilities*, Elsevier, Russia, 2005.
- [4] Iberahin Jusoh, *Offshore Pipeline Risk and Consequence Assessment*, Universiti Teknologi Malaysia, Malaysia, 1999.
- [5] Muhlbauer, W. Kent, *Pipeline Risk Management Manual*, 3<sup>rd</sup> edition, Gulf Publishing Co, 2004.
- [6] Muhlbauer, W. Kent, *Enhanced Pipeline Risk Assessment*, Rev 3, WKM Consultancy, 2006.
- [7] BP West Java Ltd. *Pipeline Corrosion and Integrity Management Strategy*, 2007.
- [8] PHE ONWJ. *Pipeline Risk Assessment for Offshore North West Java (ONWJ)*, 2009.
- [9] Callister, William D. *Fundamentals of material science and engineering*. 5<sup>th</sup>. John Wiley and Sons, 2001.

