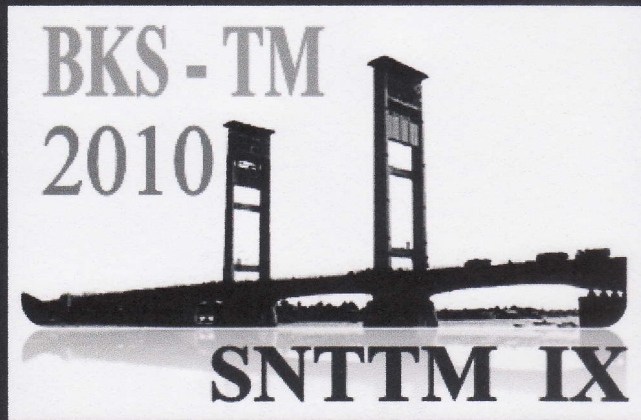


DIGITAL PROSIDING

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

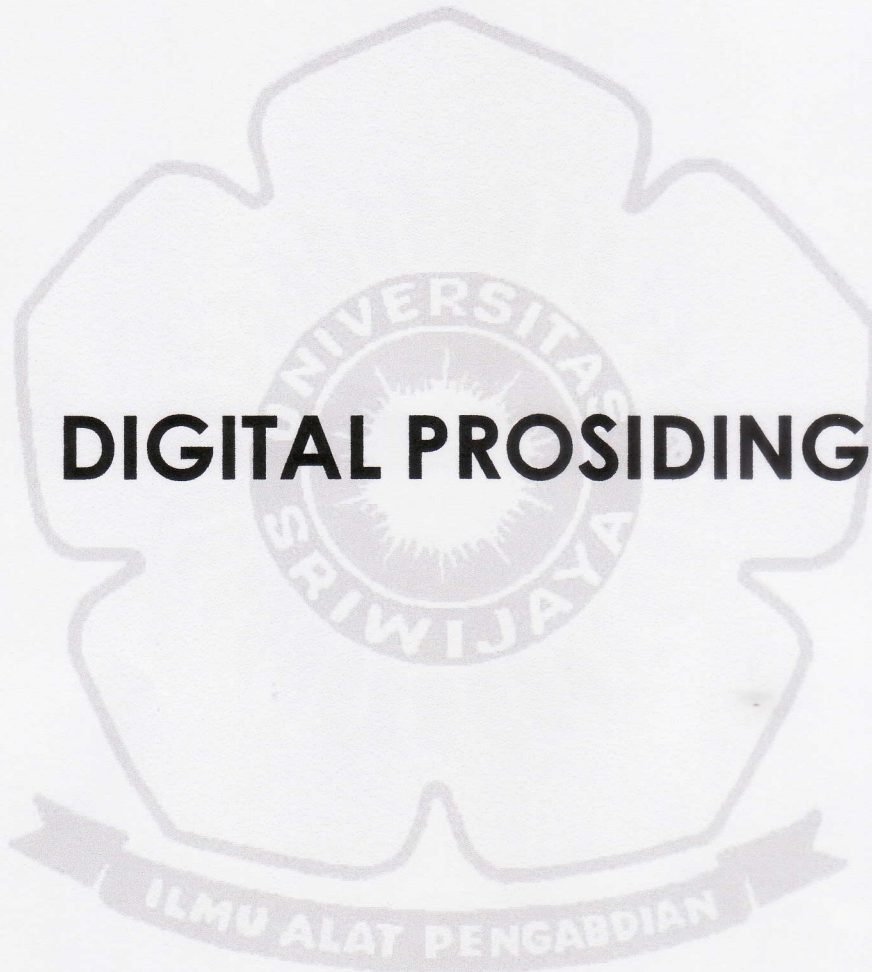
www.mesin.ft.unsri.ac.id

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

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 ₂) & KARBONDIOKSIDA (CO ₂) 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, Hardianto	Toto 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 ₂ /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 β 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 ₃ H ₈ and CO ₂		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 CaCl 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	UNSTAR	
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 Horisontal 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 SISTEM ALIRAN RESIRKULASI EKSTERNAL		MI-455
	Adi Surjosatyo, Fajri Vidian, Yulianto Sulisty 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 ^o DAN 360 ^o		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	

MI-081	KAJIAN EKSPERIMENTAL DAN SIMULASI CFD PEMBAKARAN BRIKET BATUBARA NON KARBONISASI SECARA NATURAL DRAFT DAN PENGAYAAN OKSIGEN UDARA PEMBAKARAN	MI-527
	Pratiwi, D.K., Nugroho, Y.S., Koestoer, R.A., Soemardi, T.P. UNSRI	
MI-082	KAJIAN TERHADAP NILAI EKONOMI PENGGUNAAN BRIKET BATUBARA SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGGANTI BAHAN BAKAR MINYAK DAN GAS BUMI	MI-529
	Octavina, Diah Kusuma Pratiwi PT BA	
MI-083	PROSPEK PENGGUNAAN BRIKET BATUBARA SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGGANTI MINYAK DAN GAS	MI-533
	Hutabarat, B., Diah Kusuma Pratiwi ESDM	
MI-084	PENGARUH TINGGI SUDU KINCIR AIR TERHADAP DAYA DAN EFISIENSI YANG DIHASILKAN	MI-537
	M Zahri Kadir, Bambang UNSRI	
MI-085	PENGARUH PERUBAHAN PUTARAN FAN KONDENSOR TERHADAP PERFORMANSI MESIN PENGKONDISIAN UDARA	MI-541
	MARWANI UNSRI	
MI-086	RANCANG BANGUN ALAT PENERING UBI KAYU TIPE RAK DENGAN MEMANFAATKAN ENERGI SURYA	MI-545
	ISMAIL THAMRIN UNSRI	
MI-087	ANALISA PENURUNAN EFISIENSI PACKAGE BOILER TIPE PIPA AIR PADA PABRIK PUSRI IV PT PUPUK SRIWIDJAJA PALEMBANG	MI-551
	Fusito	
MI-088	ANALISA PERBANDINGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR JENIS PREMIUM DAN PERTAMAX TERHADAP KARAKTERISTIK MOTOR RODA DUA 125 CC TAHUN 2007	MI-561
	Teguh Budi SA, Firmansyah Burlian, Ismail Thamrin UNSRI	
MI-089	ANALISA PENGARUH PENGGUNAAN REFRIGERAN HIDROKARBON MUSICOOL-22 PENGGANTI FREON-22 TERHADAP KINERJA ALAT AIR CONDITIONING	MI-567
	Aneka Firdaus UNSRI	
MI-091	PENGARUH UKURAN BUTIR BATUBARA (GRAIN SIZE) TERHADAP KEMAMPUAN ADSORPSI CO ₂ , STUDI KASUS PADA BATUBARA DARI CEKUNGAN SUMATERA SELATAN	MI-574
	Barlin UNSRI	

PENDIDIKAN

MII-001	MODEL CTL (CONTECTUAL TEACHING AND LEARNING) PADA PEMBELAJARAN METROLOGI INDUSTRI UNTUK MENINGKATKAN ANALISIS MAHASISWA	MII-1
	I Gede Putu Agus Suryawan, ST, MT UNUD	
MII-002	IMPLEMENTASI SISTEM PEMBELAJARAN <i>BLENDEDLEARNING</i> PADA KULIAH AE3121 GETARAN MEKANIK DI PROGRAM STUDI AERONOTIKA DAN ASTRONOTIKA	MII-7
	MUHAMMAD KUSNI ITB	
MII-003	Pengembangan Sistem Pengelolaan Informasi Tugas Akhir: Sipintar	MII-19
	Bambang Sutjiatmo ITB	

MII-004	Efektivitas Media Pembelajaran Digital Video Disc (DVD) dan Gaya Belajar Imam Mahir	MII-23
	ITB	
MII-005	PEMBUATAN MODUL PRAKTIKUM LABORATORIUM KONVERSI ENERGI BERBASIS WEB DENGAN BAHASA PEMROGRAMAN PHP STUDI KASUS POMPA TORAK	MII-29
	Al Antoni Akhmad	UNSRI

KONSTRUKSI

MIII-001	Deep well ESP Performance & Monitoring	MIII-1
	Greg.Harjanto, Viktor Malau, Alb.Rianto S	UGM
MIII-002	Evaluasi Penggantian Pelumas Meditran S 40 pada Mesin Diesel Cummins KTA 38	MIII-9
	Rini Dharmastiti, Mochamad Slamet Riyadi	UGM
MIII-003	Accelerated Anisotropic Rotor through its Critical Speeds	MIII-15
	Jhon Malta	UNAND
MIII-004	Stability Investigation of Anisotropic Rotor with Different Shaft Orientation Supported by Anisotropic Bearings	MIII-23
	Jhon Malta	UNAND
MIII-005	Pemodelan , Identifikasi Parameter dan Perancangan Sistem Kendali Aktuator Solenoid	MIII-31
	Indrawanto dan Vani Virdyawan	ITB
MIII-006	PEMBUATAN DAN PENGUJIAN ALAT PENGUSIR BURUNG DENGAN METODA AKUSTIK DI BANDAR UDARA JUANDA SURABAYA	MIII-35
	Muhammad Kušni, I Komang Gede Purjana Ariyanto, Rudy Arianto Setiawan, Leonardo Gunawan	ITB
MIII-007	Penghilangan Derau (Denoising) dari Sinyal Getaran Hasil Pengukuran Menggunakan Transformasi Wavelet Diskret	MIII-47
	Ignatius Pulung Nurprasetio, Hilarius Tutut Sandewa	ITB
MIII-008	Kaji Teoretik Efektifitas Peredam Getaran Hibrid pada Struktur Bangunan	MIII-53
MIII-009	ANALISIS SPEKTRUM GETARAN PADA KERUSAKAN BANTALAN ROL DENGAN	MIII-59
	Ahmad Yusran Aminy	UNHAS
MIII-010	Vibration on The Chevron Centrifugal Pump	MIII-67
	IGB Budi Dharma, Greg.Harjanto	UGM
MIII-011	Analisis Getaran dan Suara Pada Rem Cakram Saat Beroperasi	MIII-75
	Meifal Rusli, Mulyadi Bur, Harri Hidayat	UNAND
MIII-012	Sintesa Dimensi 2-DoF Mekanisme Paralel (Parallel Mechanism) Dengan Konstrain Disain Singularity dan Workingspace	MIII-83
	Syamsul Huda, Mulyadi Bur and Hadi Rahman	UNAND
MIII-013	Perancangan Material Gesek Komposit Menggunakan Metodologi	MIII-89
	Rachman Setiawan	ITB
MIII-014	Perhitungan Beban Pada Sayap Pesawat Terbang Latih APS 1 untuk Keperluan Perancangan Struktur	MIII-97
	M. Giri Suada, Hendri Syamsudin , Fuad Surastyo Pranoto	ITB

MIII-015	Analisis Teoritis dan Eksperimental Tegangan Pada Batang Silindris Dengan Beban Kombinasi Abdullah Mappaita	UNHAS	MIII-105
MIII-016	Shear Pin Analysis and Design Revisited; Case Study of Mini-Hydro Turbine Guide Vane B. A. Budiman, D. Suharto and I. Djodikusumo	ITB	MIII-111
MIII-017	Prediksi Arah Sumber Suara Untuk Perawatan Prediktif Meifal Rusli, Jhon Malta, dan Irsyad	UNAND	MIII-121
MIII-018	Studi Pengaruh Ukuran Elemen Relatif terhadap Akurasi Harga Domain Dekat Batas dalam Analisis Struktur Menggunakan Metode Elemen Batas M. Ridlo E. Nasution, D Widagdo	ITB	MIII-129
MIII-019	Pengembangan Desain Kapal Lambung Pelat Datar Hadi Tresno Wibowo dan Marcus Albert Talahatu	UI	MIII-135
MIII-020	RANCANG BANGUN ALAT PEMBERSIH JALAN Thomas Tjandinegara dan Firman Hamzah	UNHAS	MIII-139
MIII-021	PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PROTOTIPE SISTEM PENGUNCI SENDI ORTHOSIS Subagio, Rini Dharmastiti, Doni Zamroni	UGM	MIII-143
MIII-022	Studi Limit Tekanan pada Tabung LPG 3kg dengan Elemen Hingga Asnawi Lubis, Rudolf S Saragih, dan Ahmad Suudi	Metode UNILA	MIII-149
MIII-023	Pemodelan dan Simulasi Dinamika Kendaraan Roda 4 Dengan Metode Bondgraph Untuk Pengembangan Simulator Dinamik Rianto Adhy Sasongko, Ardhesa Suhilman, Leonardo Gunawan	ITB	MIII-155
MIII-024	Pemodelan dan Simulasi Numerik Platform Simulator Sepeda Motor Leonardo Gunawan, Rianto Adhy Sasongko, Hadyan Hafizh	Mekanik ITB	MIII-163
MIII-025	Pemodelan dan Simulasi Dinamik Untuk Pengembangan Simulator Sepeda Motor Rianto Adhy Sasongko, Leonardo Gunawan, Sin Kimsay	ITB	MIII-171
MIII-026	TINJAUAN KINERJA TRAKSI SISTEM TRANSMISI OTOMATIK (CVT) PADA SEPEDA MOTOR DENGAN VARIASI KONSTANTA PEGAS <i>SLIDING SHEAVE</i> DAN BERAT ROLLER SENTRIFUGAL AAIA Sri Komaladewi, I Ketut Adi Atmika, Agus Haryawan	UNUD	MIII-179
MIII-027	ANALISA PENGARUH STA TERHADAP ENERGI KAYUH, NILAI RESIKO CEDERA & GAYA BIOMEKANIK PENGENDARA PADA 3 JENIS SEPEDA I Made Londen Batan	ITS	
MIII-028	Kaji Keefektifan Penerapan Teknik Pencarian Bentuk dalam Perancangan Struktur Lattice Shell Eka Satria, Jafril Tanjung, Shiro Kato	UNAND	MIII-193
MIII-029	Simulasi Numerik Perilaku Nonlinear Pipa Reducer Eksentrik Reducer dengan Beban Internal Pressure Novri Tanti, Asnawi Lubis	UNILA	MIII-203

STUDI LIMIT TEKANAN PADA TABUNG LPG 3KG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Asnawi Lubis^(*), Rudolf S Saragih, dan Ahmad Suudi

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jalan Professor Sumantri Brojonegoro No.1, Gedongmeneng, Bandar Lampung, 35145, Indonesia
Phone: (62-721)3555519, Fax: (62-721)704947, ^(*)E-mail: asnawi-lubis@unila.ac.id

Abstrak

Tulisan ini melaporkan hasil studi numerik dengan metode elemen hingga terhadap limit tekanan internal sebuah tabung LPG 3 kilogram yang dipakai dalam rumah tangga di Indonesia. Dengan mengabaikan efek sambungan las keliling dan handguard, serta dengan asumsi bahwa perilaku material adalah elastic-perfectly-plastic, limit tekanan telah diperoleh dengan analisis nonlinear menggunakan algoritma Newton-Raphson. Limit tekanan telah diperoleh sebesar 1.25 kali tekanan internal untuk mencapai luluh. Tegangan (von Mises) pada saat limit tekanan dicapai diperoleh sebesar 1.75 kali tegangan luluh. Hasil studi ini juga menunjukkan bahwa tekanan operasi tabung LPG 3 kilogram sebesar 2.1 MPa adalah nilai tekanan yang aman dengan faktor keamanan sebesar 2.48. Hasil studi ini dapat digunakan untuk memperkaya materi sosialisasi dan edukasi bagi masyarakat dalam mendukung pemerintah mempercepat konversi energy dari minyak tanah ke gas.

Kata Kunci: tabung LPG, limit tekanan, metode elemen hingga, nonlinear, algoritma Newton-Raphson

1. Pendahuluan

Dalam rangka menekan penggunaan minyak tanah (mitan) untuk rumah tangga dan mengurangi subsidi mitan yang cukup besar, pemerintah Republik Indonesia melaksanakan program pengalihan mitan ke LPG (liquified petroleum gas). Target dari program pengalihan ini yang telah dimulai sejak tahun 2007 adalah tercapainya pengurangan penggunaan mitan sebesar 9.9 juta kilo liter [Republika, 17 Desember 2009]. Hal ini dilakukan pemerintah dengan membagikan paket tabung LPG 3 kg beserta katup (valve) termasuk isi perdana dan kompor gas satu tungku beserta asesorisnya (selang gas dan regulator) secara cuma-cuma kepada rumah tangga dan usaha mikro pengguna mitan.

Percepatan program konversi mitan ke LPG berdampak pada meningkatnya kebutuhan tabung gas yang tidak diimbangi dengan pengadaan (*supply*) tabung gas yang memadai oleh produsen tabung gas dalam negeri. Keterbatasan produsen lokal dalam waktu singkat untuk memenuhi kebutuhan tabung gas sesuai dengan permintaan pemerintah, menyebabkan pemerintah membuka peluang impor. Sementara itu kontrol kualitas bahan baku (*steel plate*) secara umum kurang diperhatikan sehingga dalam pemakaiannya di lapangan banyak produk mengalami kerusakan (*failure*) seperti bocor (*leak*) dan meledak (*burst*).

Kejadian sebuah tabung LPG ukuran 12 kg yang meledak di sebuah rumah tangga di Duren Sawit Jakarta Timur telah menewaskan sepasang suami-istri

dan seorang anak mereka serta melukai tiga orang lainnya [Republika, 17 Desember 2009]. Akibat kejadian ini, tidak sedikit masyarakat yang kemudian menolak program konversi mitan ke LPG. Salah satu alasannya adalah faktor keamanan dari penggunaan LPG sebagai bahan bakar untuk memasak. *Image* di tengah masyarakat adalah bahwa tabung LPG yang saat ini beredar memiliki kualitas yang kurang bagus, sehingga kemungkinan terjadinya ledakan semakin besar.

Di lain pihak, PT Pertamina sebagai salah satu pihak yang bertanggung jawab terhadap pelaksanaan konversi mitan ke LPG menegaskan bahwa tabung LPG yang saat ini beredar di tengah masyarakat telah melalui standar teknis dan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan aman digunakan. Untuk lebih meyakinkan masyarakat, Direktorat Jenderal Minyak dan Gas Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menyebutkan masing-masing SNI untuk setiap barang yang masuk ke dalam paket perdana tersebut: selang dengan SNI 06-7213-2006, kompor gas satu tungku dengan SNI 7368-2007, tabung baja LPG 3kg dengan SNI 1452-2007, regulator tekanan rendah dengan SNI 7369-2007, dan katup tabung baja LPG 3kg dengan SNI 1591-2008.

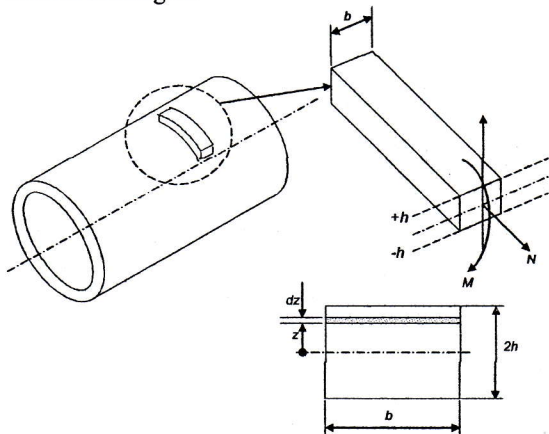
Adalah kenyataan bahwa masyarakat yang menjadi sasaran konversi mitan ke LPG masih memiliki pemahaman dan pengetahuan yang kurang terhadap penggunaan dan keuntungan LPG. Apalagi, ibu rumah tangga dan pelaku usaha kecil yang menjadi sasaran program ini telah puluhan tahun terbiasa menggunakan



mitan untuk memasak. Adalah tidak mudah untuk mengubah pola kebiasaan tersebut. Karena itu kegiatan edukasi dan sosialisasi pengalihan mitan ke LPG masih dibutuhkan dan perlu terus dilanjutkan untuk meningkatkan kesadaran dan menghilangkan kekhawatiran masyarakat terhadap kualitas tabung LPG. Materi sosialisasi juga perlu diperkaya dan divariasikan dengan menyampaikan hasil berbagai kajian dan penelitian baik secara analitik, numerik, maupun experimental. Tulisan ini menyajikan hasil studi numerik terhadap limit tekanan dan keadaan tegangan pada tabung LPG yang dipakai dalam rumah tangga, khususnya tabung ukuran 3kg.

2. Limit Load

Untuk menghindari *gross distortion* atau *bursting* adalah perlu untuk menghindari kondisi total plastis pada seluruh dinding shell. Gambar 1 menunjukkan sebuah elemen dinding shell yang mengalami stress pada satu sumbu. Dinding sebuah shell dapat diidealisasikan sebagai sebuah beam dengan lebar b dan tebal $2h$ (or t) yang menerima gaya normal N dan momen bending M .



Gambar 1 dinding shell dianalisis sebagai sebuah beam

Definisikan $\sigma(z)$ sebagai circumferential stress pada jarak z dari mid-surface dinding. Pada potongan z , persamaan keseimbangan dapat ditulis dimana beban external yang diberikan M dan N sama dengan gaya internal, yaitu stress pada beam. Hasilnya adalah persamaan berikut:

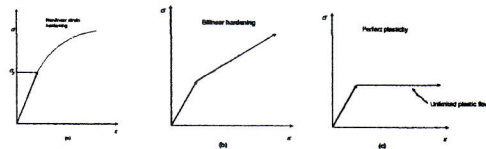
$$M = F \cdot z = \int_{-h}^h \sigma A \cdot z = \int_{-h}^h \sigma b dz \cdot z = b \int_{-h}^h \sigma z \cdot dz \quad (1)$$

$$N = \int_{-h}^h \sigma A = \int_{-h}^h \sigma b \cdot dz = b \int_{-h}^h \sigma \cdot dz \quad (2)$$

Jika perilaku material adalah elastik murni, kedua persamaan di atas menghasilkan persamaan berikut:

$$\sigma(z) = \frac{N}{A} + \frac{Mz}{I} \quad (3)$$

dimana, $A =$ luas penampang beam $= 2bh$
 $I =$ momen inersia penampang



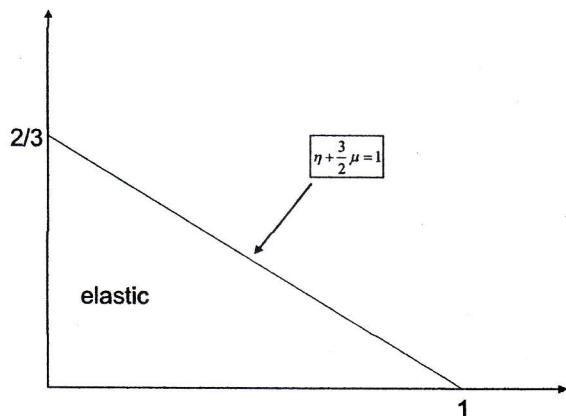
Gambar 2 Hubungan tegangan-regangan, (a) nonlinear elastic, (b) bilinear hardening, (c) elastic-perfectly-plastic.

Dengan asumsi bahwa perilaku material adalah *elastic-perfectly-plastic* (Gambar 2c), dan dengan tegangan luluh σ_y , maka dengan N adalah gaya tarik, tegangan luluh pertama akan terjadi sebagai tarik pada serat terluar ($z = +h$), bila

$$\frac{N}{2bh} + \frac{3M}{2bh^2} = \sigma_y \quad (4)$$

$$\text{atau, } \frac{N}{2bh\sigma_y} + \frac{3M}{2bh^2\sigma_y} = 1 \quad (5)$$

Persamaan (5) didefinisikan sebagai *initial yield condition* seperti pada Gambar 3.



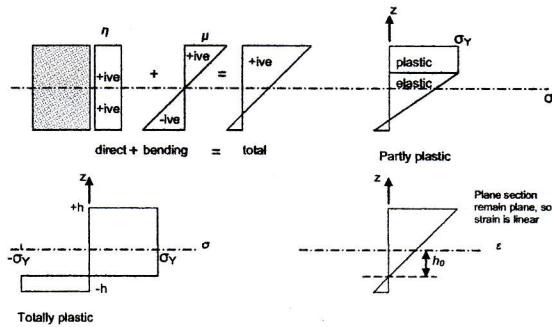
Gambar 3 Initial yield condition

Setelah luluh, jika beban terus dinaikkan, plastisitas akan menyebar ke seluruh dinding shell (penampang beam) seperti pada Gambar 4. Untuk plastis sempurna, keadaan total plastis merupakan *LIMIT STATE* dengan distribusi aliran plastis yang linear seperti pada Gambar 4. Pada



kondisi ini sumbu netral berpindah sejauh h_0 dibawah garis pusat. Di atas sumbu netral dalam kondisi plastis penuh, stress sama dengan σ_Y , dan di bawah sumbu ini stress sama dengan $-\sigma_Y$. Secara matematik, distribusi stress ditulis sebagai berikut

$$\sigma(z) = \begin{cases} \sigma_Y & \dots\dots\dots z > -h_0 \\ -\sigma_Y & \dots\dots\dots z < -h_0 \end{cases} \quad (6)$$



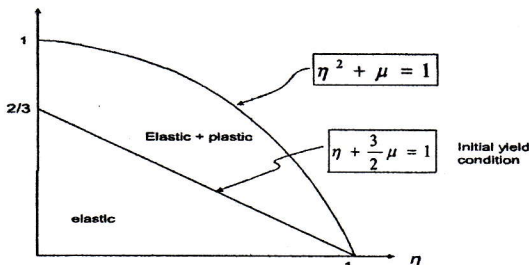
Gambar 4 progress aliran plastisitas dalam sebuah beam

Dengan kombinasi persamaan (1) dan (2) diperoleh persamaan berikut:

$$\frac{M}{bh^2\sigma_Y} + \left(\frac{N}{2bh\sigma_Y} \right)^2 = 1 \quad (7)$$

Persamaan (7) dikenal dengan *limit load condition*.

Karena nature dari stress dalam kondisi plastis penuh, stress tidak dapat naik di atas yield stress. Jika kombinasi beban M and N berubah sedemikian sehingga persamaan (7) selalu dipenuhi maka dinding shell akan selalu dalam 'limit condition'. Biasanya beban pada vessel tidak tunggal, tapi berupa *multiple loading*. *Initial yield condition*, [persamaan (5)] atau Gambar 3, dan *limit load condition* [persamaan (7)] biasanya digambarkan pada sebuah INTERACTION DIAGRAM seperti Gambar 5.

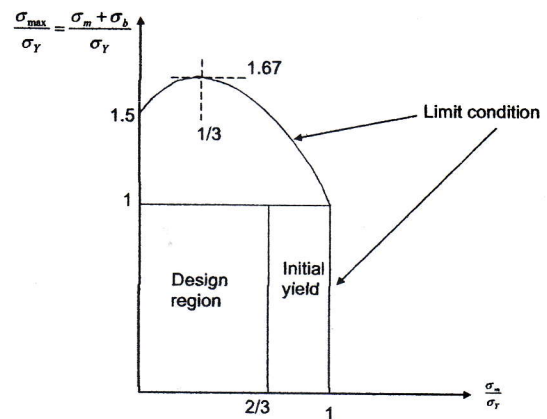


Gambar 5 Interaction diagram

Diagram interaksi seperti ditunjukkan pada Gambar 5 dapat diplot dalam bentuk lain dimana terminologi

$$\frac{N}{2bh} = \sigma_m, \text{ didefinisikan sebagai } \textit{elastic membrane stress}$$

dan terminologi $\frac{3M}{2bh^2} = \sigma_b$, didefinisikan sebagai *elastic bending stress* pada serat terluar. Dengan definisi ini, sebuah diagram untuk *design limit* dapat diplot seperti pada Gambar 6:



Gambar 6 Design limit untuk menghindari gross distortion

3. Pemodelan Elemen Hingga

Model tabung LPG dibuat berdasarkan data tabung LPG ukuran 3 kilogram yang dipakai dalam rumah tangga. Data tersebut diberikan pada Gambar 7:

Data Tabung LPG 3 kilogram:

Temperature	: -40 sd 60 -oC
Volume	: 7.3 L
Tekanan operasi	: 2.1 MPa
Tekanan hidrotest	: 3.2 MPa
Test kebocoran	: 2.1 MPa
Berat isi tabung	: 3 K
Diameter luar	: 260 mm
Tinggi	: 300 mm
Diameter footing	: 190 mm
Diameter handguard	: 182 mm
Berat kosong	: 5 kg



Gambar 7 Tabung LPG 3-kg

Dengan asumsi bahwa *handguard* dan *footring* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap distribusi tegangan pada tabung, maka *handguard* dan *footring* tidak dimodelkan dalam *finite elemen model*.

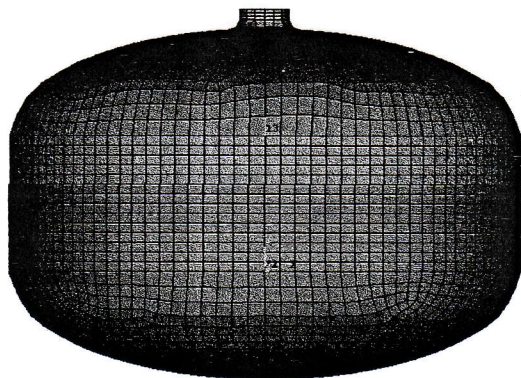


Tabung LPG 3 kg terbuat dari baja lembaran (plat) produksi PT Krakatau Steel dengan spesifikasi JIS G 3116 SG-295, dengan tebal 2.3 mm. Untuk *handguard* dan *footring* menggunakan baja karbon dengan spesifikasi JIS G 3101 SS42, tebal 2.5 mm juga disuplai dari PT Krakatau Steel. Sedangkan kawat las yang digunakan untuk sambungan *circumferential* tabung disuplai dari Cina dengan spesifikasi EM 12 K.

Material properties yang diperlukan adalah modulus elastisitas E , kekuatan luluh σ_y , dan rasio Poisson ν , masing-masing sebesar 207 GPa, 295 MPa, dan 0.3. Dalam analisis ini, diasumsikan bahwa sambungan *circumferensial* silinder adalah sempurna (efisiensi sambungan bernilai 1) dengan dua buah tutup elip dengan perbandingan sumbu 0.423 di kedua ujungnya. Asumsi lain adalah bahwa tebal dinding tabung seragam di mana-mana. Perilaku material diasumsikan *elastic-perfectly-plastic* dengan modulus tangen sama dengan nol (Gambar 2c).

Elemen hingga (*finite element*) pada model dibagi secara longitudinal dan *circumferential*. Tipe elemen yang digunakan adalah SHELL181. Elemen SHELL181 dapat digunakan untuk analisis struktur *shell* tipis atau tebal. Elemen ini terdiri dari 4 *node* dengan enam DOF pada setiap *node*: translasi pada arah x , y , dan z , serta rotasi terhadap sumbu x , y , dan z . SHELL181 dapat digunakan untuk analisis linier, *large rotation*, dan analisis non-linier dengan *large strain*. Model elemen hingga untuk sebuah tabung LPG 3 kg dapat dilihat pada Gambar 8.

Untuk model elemen hingga seperti pada Gambar 8 yang menerima beban internal pressure, kondisi batas yang diperlukan adalah perpindahan nol (*zero displacement*) pada arah sumbu tabung untuk seluruh node pada bagian bawah tabung dalam radius *foot ring*.



Gambar 8 Model elemen hingga tabung LPG 3-kg

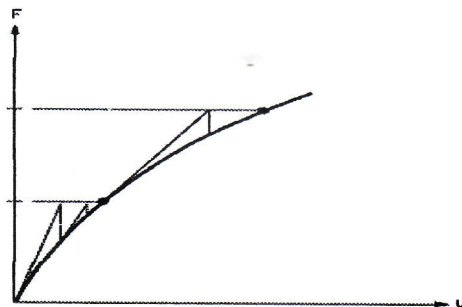
Beban internal pressure (MPa) yang harus diberikan untuk mendapatkan limit tekanan dapat diperkirakan dengan menghitung tekanan dalam untuk

mencapai tegangan luluh material, σ_y . Dari data tabung pada Gambar 14 ($r = 130\text{mm}$) dan sifat meterial tabung JIS G 3116 SG-295 ($\sigma_y = 295\text{ MPa}$), tekanan internal untuk mencapai luluh dapat dihitung sebagai berikut:

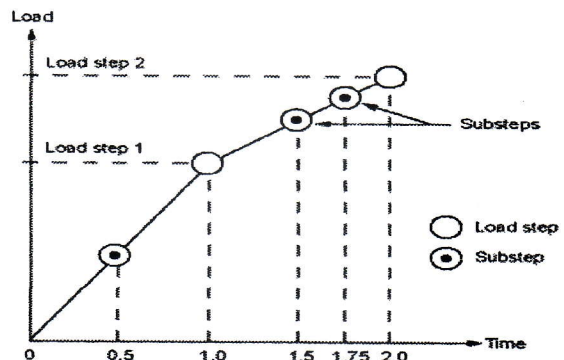
$$p_y = \frac{\sigma_y \cdot t}{r} = \frac{(295\text{ MPa})(2.3\text{ mm})}{130\text{ mm}} = 5.22\text{ MPa}$$

Beban tekanan internal sebesar 5.22 MPa adalah tekanan yang diperlukan untuk material mulai plastis. Tekanan yang diperlukan untuk gagal (total plastis) adalah lebih besar daripada nilai ini. Untuk analisis elemen hingga dengan ANSYS, beban dapat diberikan secara *step* untuk mencapai luluh, kemudian disusul dengan pemberian beban secara *ramp* setelah luluh untuk mengetahui limit tekanan. Beban maksimum yang dapat diberikan adalah $2p_y$.

Untuk mengetahui limit tekanan yang bekerja, beban internal pressure sebesar 10 MPa diberikan dalam satu *load step* secara *ramp*. Metode "Newton-Raphson" (Gambar 9) digunakan dalam penyelesaian nonlinear. Pada metode ini, beban dibagi ke dalam rangkaian peningkatan pembebanan (*sub-step*) seperti pada Gambar 10. Pada setiap *sub-step*, dilakukan beberapa iterasi kesetimbangan untuk mendapatkan solusi yang konvergen.



Gambar 9 Metode Newton-Raphson untuk solusi nonlinear

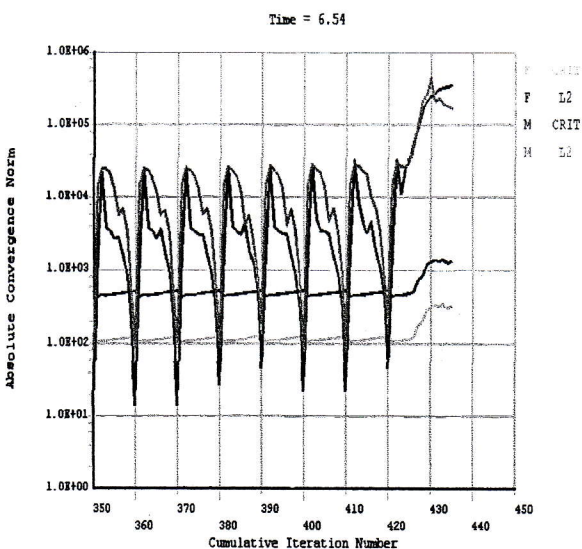


Gambar 10 Load step, sub-step, dan time



Sebelum memberikan solusi, metode Newton-Raphson mengevaluasi simpangan dari vektor beban keseimbangan yang mana perbedaan antara gaya-gaya diperbaiki (beban yang berhubungan dengan tegangan elemen dan gaya yang diberikan). Metode ini memberikan solusi nonlinier dengan menggunakan simpangan beban keseimbangan dan memeriksa konvergensi yang terjadi. Jika kriteria konvergensi tidak dipenuhi, simpangan beban keseimbangan dievaluasi ulang, matrik kekakuan diperbarui sehingga didapatkan solusi yang baru. Prosedur iterasi terus dilanjutkan selama masih terjadi konvergensi solusi dan akan berhenti setelah solusi tidak konvergen (Gambar 11). Solusi yang tidak konvergen ditandai dengan sub-step 999999 seperti pada Tabel 1.

SET	P, M, Pa	LOAD STEP	SUBSTEP	CUMULATIVE
1	1	1	1	1
2	2	1	2	2
3	3.5	1	3	5
4	4.175	1	4	14
5	4.4324	1	5	32
6	4.5527	1	6	43
7	4.6655	1	7	54
8	4.7569	1	8	73
9	4.8483	1	9	80
10	4.9485	1	10	87
11	4.9975	1	11	98
12	5.0465	1	12	106
13	5.0955	1	13	114
14	5.1445	1	14	122
15	5.1935	1	15	130
16	5.2425	1	16	138
17	5.2915	1	17	146
18	5.3405	1	18	154
19	5.3895	1	19	162
20	5.4385	1	20	170
21	5.4875	1	21	178
22	5.5365	1	22	186
23	5.5855	1	23	194
24	5.6345	1	24	202
25	5.6835	1	25	210
26	5.7324	1	26	218
27	5.7814	1	27	226
28	5.8304	1	28	234
29	5.8794	1	29	242
30	5.9284	1	30	250
31	5.9774	1	31	258
32	6.0264	1	32	266
33	6.0754	1	33	274
34	6.1244	1	34	282
35	6.1734	1	35	290
36	6.2224	1	36	299
37	6.2714	1	37	307
38	6.3204	1	38	315
39	6.3404	1	39	330
40	6.3604	1	40	340
41	6.3804	1	41	350
42	6.4004	1	42	360
43	6.4204	1	43	370
44	6.4404	1	44	380
45	6.4604	1	45	390
46	6.4804	1	46	400
47	6.5004	1	47	410
48	6.5204	1	48	420
49	10	1	999999	435



grafik dapat dibaca bahwa limit tekanan adalah:

4. Limit Tekanan Tabung LPG 3-kg

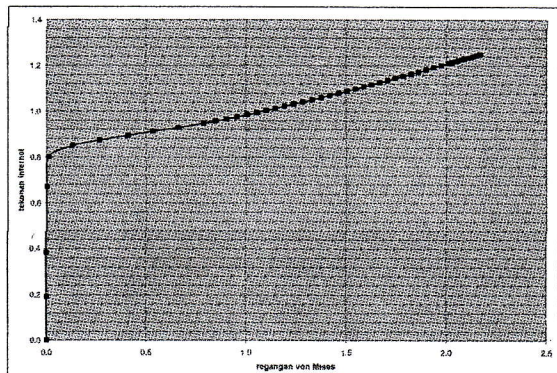
Gambar 12 menunjukkan grafik beban (tekanan internal) terhadap regangan (kriteria von Mises). Dari

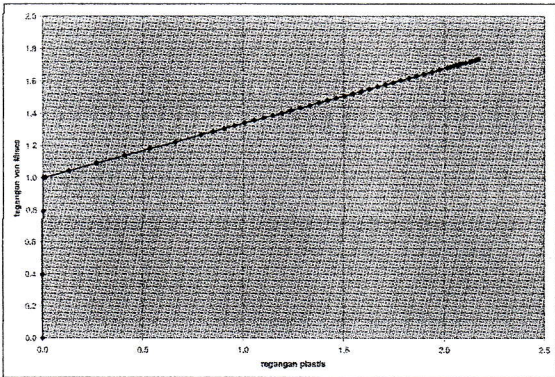
$$\frac{p_L}{p_y} = 1.25, \text{ atau } p_L = 1.25 p_y$$

Gambar 12 hubungan tekanan internal (nondimensional) terhadap regangan (von Mises)

Gambar 13 menunjukkan grafik hubungan tegangan terhadap regangan. Dapat dilihat bahwa saat limit tekanan dicapai, tegangan maksimum (von Mises) adalah:

$$\frac{\sigma_L}{\sigma_y} = 1.73 \quad \text{atau,} \quad \sigma_L = 1.73 \sigma_y$$





Gambar 23 tegangan (nondimensional von Mises) terhadap regangan (von Mises)

5. Kesimpulan

Dari studi limit tekanan tabung LPG 3kg yang telah dilakukan dengan metode elemen hingga, beberapa kesimpulan dapat diperoleh sebagai berikut:

1. Limit tekanan tabung LPG 3 kilogram adalah 1.25 kali tekanan untuk mencapai tegangan luluh;
2. Limit tegangan (von Mises) pada saat material mengalami plastis total adalah 1.75 kali tegangan luluh;
3. Tekanan operasi tabung LPG 3 kilogram sebesar 2.1 MPa adalah pada tingkat yang aman dengan faktor keamanan sebesar 2.48.
4. Daerah yang mengalami tegangan tertinggi pada saat limit tekanan dicapai adalah daerah sekitar opening (dekat katup)

Ucapan Terima Kasih

Penulis sangat berterima kasih kepada PEMDA provinsi Lampung yang telah menyediakan dana untuk penelitian ini melalui program *peningkatan kualitas proses pembelajaran melalui riset* di Fakultas Teknik Universitas Lampung dengan perjanjian kontrak Nomor 800/14801.1/III.1/DP.4/2009 tanggal 5 Oktober 2009.

References

- [1]. ANSYS, 2009, ANSYS on-line help, Swanson Analysis System, New Jersey, USA.
- [2]. ASME, 2007, ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Div.1.
- [3]. British Standard, 2002, PD5500 Unfired Pressure Vessel
- [4]. Benham, P.P., and C.G. Armstrong, 1996, Mechanics of Engineering Materials. Longman, UK.
- [5]. Flugge, W., 1973, Stresses in Shells. Springer-Verlag, Germany
- [6]. Timoshenko, S.P., and J.M. Gere, 1999, Mechanics of Materials. Stanley Thornes (Publisher) Ltd, UK.

