

PROSIDING

Seminar Nasional Teknologi Manufaktur 2014 (STEMAN 2014)

Tema :
Teknologi Manufaktur Sebagai Pendorong Produk
Industri Nasional

Bandung, 19-20 Agustus 2014
RINEKAMAYA
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Jl. Kanayakan No. 21 Dago
Bandung - 40135

Penyelenggara:



POLITEKNIK MANUFaktur NEGERI BANDUNG

Jln. Kanayakan 21, Dago-Bandung 40135,
Homepage *http* : [//www.polman-bandung.ac.id](http://www.polman-bandung.ac.id)
Telepon : (022) 250 0241, Fax: (022) 250 2649
E-mail : steman@polman-bandung.ac.id

Seminar Nasional Teknologi Manufaktur 2014 (STEMAN 2014)

**Tema :
Teknologi Manufaktur Sebagai Pendorong Produk Industri Nasional**

Bandung, 19-20 Agustus 2014,
Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
RINEKAMAYA

Editor:

Siti Aminah, S.T., M.T.
Nuryanti, S.T., M.Sc.
Dewi Idamayanti, S.Sc., M.T.

Desain Sampul:

Pramudiya Tri Hartadi

Hak Cipta (C) pada Penulis.

Hak Publikasi pada Politeknik Manufaktur Negeri Bandung (POLMAN Bandung). Artikel pada prosiding ini dapat digunakan dan disebarluaskan secara bebas untuk tujuan bukan komersial, dengan syarat tidak menghapus atau mengubah atribut penulis. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun tanpa izin tertulis dari Penerbit dan Penulis. Pemegang Hak Publikasi prosiding ini tidak bertanggung jawab atas tulisan dan opini yang dinyatakan oleh penulis dalam prosiding ini.

KATA PENGANTAR

Prosiding ini berisi makalah-makalah yang dipresentasikan pada STEMAN 2014, yaitu seminar dalam rangka memperingati Dies Natalis ke-37 Politeknik Manufaktur Negeri Bandung (POLMAN Bandung) dalam bidang Rekayasa dan Teknologi Manufaktur di Indonesia. STEMAN 2014 memilih tema Teknologi Manufaktur Sebagai Produk Industri Nasional.

Tujuan utama dari seminar ini adalah:

1. Meningkatkan kontribusi akademisi dan profesional dalam pengembangan rekayasa dan teknologi manufaktur.
2. Sebagai media diskusi dan pertukaran informasi dalam kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang rekayasa dan teknologi manufaktur.
3. Membangun komunikasi dan jaringan antara perguruan tinggi, industri, lembaga penelitian dan pihak lainnya yang terkait.

Topik-topik yang dibahas di dalam seminar dan prosiding ini meliputi:

1. Rekayasa dan Teknologi Manufaktur untuk Pertanian, Pertambangan, Otomotif, Elektronika, Lingkungan, Mitigasi Bencana, Energi Alternatif dan Terbarukan, Industri Kecil, dll.
2. Perancangan dan Pengembangan Produk Manufaktur
3. Teknologi Material & Metalurgi
4. Proses dan Teknologi Manufaktur
5. Mesin dan Peralatan Industri Manufaktur
6. Sistem Manufaktur
7. Sistem Kendali dan Mekatronika Industri Manufaktur
8. Sosio-Manufaktur
9. Topik-topik lainnya yang terkait dengan rekayasa dan teknologi manufaktur

Seminar ini merupakan sarana diskusi ilmiah, komunikasi dan pertukaran informasi bagi para akademisi, peneliti, praktisi industri, pemerintah dan *stakeholder* lainnya dalam pengembangan rekayasa dan teknologi manufaktur. Panitia STEMAN 2014 menerima *Extended Abstract* sebanyak 75 hasil penelitian dari mahasiswa dan dosen Politeknik Manufaktur Negeri Bandung, Universitas Gajah Mada, Universitas Jenderal Achmad Yani, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Universitas Syiah Kuala Aceh, Universitas Trunojoyo Madura, Politeknik Merlimau dan Kolej Komuniti Jasin, Malaysia, dan UPT. Balai Pengolahan Mineral Lampung-LIPI. Setelah melalui seleksi dan evaluasi oleh tim *reviewer* dan dewan editor, panitia memutuskan sebanyak 70 makalah dapat diterima untuk dipresentasikan dalam STEMAN 2014.

Hasil dari seminar nasional ini diharapkan dapat memberikan kontribusi pemikiran untuk mendukung terbentuknya industri manufaktur nasional yang unggul dan meningkatnya daya saing bangsa.

SUSUNAN PANITIA STEMAN 2014

Komite Program :

Ketua : Direktur POLMAN
Anggota : Para Wadir POLMAN

Tim Pengarah :

Prof. Dr. Ir. Isa Setiasyah Toha, M.Sc. (Direktur POLMAN Bandung)
Prof. Dr. Ir. Yatna Yuwana M. (Dekan FTMD - ITB)
Prof. Dr. Ir. Tresna Priyana Soemardi, SE., M.S. (Universitas Indonesia)
Dr. Zainal Arief, S.T., M.T. (Direktur PENS Surabaya)

Tim Penelaah :

Prof. Dr. Ir. Isa Setiasyah Toha, M.Sc. (POLMAN Bandung/ITB)
Prof. Dr. Ir. Yatna Yuwana M. (FTMD ITB)
Engr. Dr. Md Saidin Wahab (UTHM - Malaysia)
Ir. Dadet Pramadihanto, M.Eng., Ph.D. (PENS - Surabaya)
Dr. Ismet P. Ilyas, BSMET, M.Eng.Sc. (POLMAN Bandung)
Dr. Carolus Bintoro, MT. (Politeknik Negeri Bandung)
Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc. (POLMAN Bandung)
Dr. Beny Bandanadjaya, ST., MT. (POLMAN Bandung)
Dr. Noval Lilansa, MT. (POLMAN Bandung)
Dr. Amang Sudarsono (PENS - Surabaya)
Dr. Ali Ridho (PENS - Surabaya)
Dr. Dipl. Ing. Ahmad Taqwa, MT. (POLSRI-Palembang)

Pelaksana :

Ketua : Emma Dwi Ariyani, S.Psi., M.Si.
Anggota : Adies Rahman Hakim, ST., MT.
Agus Surjana Saefudin, ST., MT.
Dewi Idamayanti, ST., MT.
Nuryanti, S.T, M.Sc.
Reza Yadi Hidayat, ST., MT.
Roni Kusnowo, ST., MT.
Supriyadi Sadikin, S.IP., M.Si.
Siti Aminah, ST., MT.
Wiwik Purwadi, ST., MT.
Yoyok Setiyo Pamuji, ST.
Kiki Sri Nur Endah, ST.
Ratih Suhartini, S.Pd.
Yati Yulia, S.AP
Elis Siti Munawaroh, S.AP
Idan Sukmara
Pramudiya Tri Hartadi
Engkos Koswara

Alamat Sekretariat :

Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
Sdri. Ratih Suhartini
Jl. Kanayakan No. 21 Dago Bandung - 40135
Tel. 022 - 250 02 41 ; Fax. 022 - 250 2649
Email: steman@polman-bandung.ac.id
Homepage: steman.polman-bandung.ac.id

DAFTAR ISI

Contents

Kata Pengantar	i
Susunan Panitia	ii
Jadwal Acara.....	iii
Daftar Isi.....	xv

Keynote Speaker

Universitas Indonesia
Prof. Dr. Ir. Tresna Priyana Soemardi, SE., M.S.

Dirjen Kerjasama Industri Internasional Kementerian Perindustrian
Ir. Agus Tjahajana, SE., M.Sc.

Chief Operation Officer PT Astra Otoparts-Winteq
Direktur - PT Federal Izumi Mfg.
Reiza Treistanto

Abstrak Makalah Peserta

BIDANG KAJIAN : REKAYASA DAN TEKNOLOGI MANUFAKTUR UNTUK PERTANIAN, PERTAMBANGAN, OTOMOTIF, ELEKTRONIKA, DLL

Aplikasi Metode Perancangan Pahl-Beitz pada Perancangan Lini Produksi <i>Iman Apriana</i>	2
<i>Design for Sustainability (DFS) and Design for Environment (DfE) Practices in Automotive industry</i> <i>SKH Muhammad Bin SKH Abd Rahim.</i>	3
Pembuatan dan Pengujian Model Pahat Insert dari Baja 34CrNiMo6 Melalui Proses Pack Carburizing <i>Umen Rumendi.</i>	4
<i>Optimasi Proses Pengecoran Insulator dengan Metode Aluminium Gravity Casting di PT. Wijaya Karya (WIKA)</i> <i>Balqis Mentari Efendi.</i>	5
Optimalisasi Cacat Porositas Pada ARM Suspension dengan Material Aluminium dengan Mesin High Pressure Die Casting (HPDC) di PT. Wijaya Karya (WIKA) <i>Pria Akbar Sejati.</i>	6
Pembuatan Prototype Grinding Roll Bimetallic dengan Metode Pengecoran Gravity Casting <i>Hery Hermawan.</i>	7

<i>The Optimization Of Power Conversion From Wind Energy</i> <i>Norhana Binti Safee.</i>	8
Modifikasi Vessel Nissan CWB45-ALDN45 untuk Peningkatan Kapasitas Angkut Unit Truck <i>Herman Budi Harja.</i>	9
Optimalisasi proses foundry pada Nozzle Cup berdasarkan tingkat porositas di PT.Polman Swadaya <i>Ade Rachman.</i>	10
Pengembangan Sistem Monitoring dan Proses Kontrol Suhu Pada Mesin Penghasil Bio-Oil dan Bio-Char dari Cangkang Sawit menggunakan Reaktor Auger dengan Proses Pirolisis Cepat <i>Izarul Machdar</i>	11
Perencanaan strategis persediaan peralatan kebencanaan berdasarkan siklus kebencanaan <i>Muhammad Dirhamsyah.</i>	12
Perancangan Ulang Tool Holder Untuk Alur Dovetail Pada Ragum Polman 125 Menggunakan Metode DFMA <i>Somantri.</i>	13
Redesign Tempat Tidur dengan Metode KANSEI Engineering <i>Rachmad Hidayat</i>	14
Perbaikan Rancang-Bangun Kopling-Dog Pengendali Roda Traktor-Tangan Polman Bandung <i>Haris Sayoko, Isa Setiasyah Toha</i>	15
Perancangan Coran-Baja Menggunakan Bantuan Perangkat Lunak Simulasi Coran Solidcast 8.2.5 Studi Kasus pada Produk Link Track <i>Muhamad Hamzah Zaelani.</i>	16
BIDANG KAJIAN : PERANCANGAN DAN PENGEMBANGAN PRODUK MANUFAKTUR	
Implementasi Surfaces 3D Scanner Menggunakan Metode Triangulation dan Tessellation untuk Reverse Engineering Obyek Sederhana <i>Bolo Dwiartomo.</i>	18
Analisis Simulasi Reinforced Thermoplastic Pipe Dengan Metoda Elemen Hingga Melalui Pendekatan Pipa Multilayer Menggunakan Perangkat Lunak Rekayasa <i>Asep Indra Komara.</i>	19

Optimasi Bentuk Pisau Penghancur Limbah Tempurung Kelapa Berbentuk Piringan Bertakik untuk Mendapatkan Berat Optimum <i>Aji Gumilar</i>	20
Perancangan dan Pembuatan Prototipe Mesin Pengolah Air Bersih Sistem Mobile untuk Keadaan Darurat Air <i>Yuliar Yasin Erlangga</i>	21
Perancangan Konstruksi <i>Portable Bridge</i> dan Alat Bantunya untuk Mobil Perkebunan (Wintor) dengan Mekanisme Lipat <i>Adies Rahman Hakim</i>	22
BIDANG KAJIAN : TEKNOLOGI MATERIAL METALURGI	
Perbaikan Ketangguhan Meterial Baja Cor Paduan NI-CR-MO Melalui Proses Tempering Ganda <i>Beny Bandanadjaja</i>	24
Simulasi Proses Perlakuan Panas Permukaan untuk Mendapatkan Waktu Pemanasan yang Sesuai <i>Oyok Yudianto</i>	25
Pengaruh Laju Pendinginan dan Bahan Paduan terhadap Pembentukan Karbida M_3C dan Ketahanan Aus Besi Cor EN-JN2019 <i>Kus Hanaldi</i>	26
Kajian Faktor-Faktor yang Memberi Kesan Proses EDM terhadap AISI H13 <i>Mohamad Shahril Bin Ibrahim</i>	27
<i>A Study On Types Pineapple Leaf Fibers (PALF) Reinforced Polylactide (PLA)</i> <i>Nurul Hayati Binti Jamil</i>	28
Analisis Struktur Mikro dan Kekerasan Permukaan Baja ST 37 Carburized melalui Proses Dekarburasi Oleh Air <i>Muhammad Hilmi Wahhab</i>	29
Riserless Casting of FCD 500 in Green Sand Mold <i>Wiwik Purwadi</i>	30
Analisis Kakisan Air pada Logam dalam Sistem Aliran Dandang <i>Noor Azlan Bin Ngasman</i>	31
Kajian Prestasi Mata Alat Karbida Bersalut Semasa Melarik Keluli AISI H13 Menggunakan Bendalir Pemootong <i>Azlan Shah Bin Kamaruddin</i>	32

Analisa Uji Keausan Material ST 37 Hasil Carburizing dan Hardening dengan Mesin Uji Keausan Horizontal <i>Tri Sugeri Gumilar Permana</i>	33
Analisa Perbandingan Kekerasan, Distribusi Kekerasan dan Struktur Mikro Material ST 37 pada Proses Karburasi dengan Metoda Single Quenching dan Direct Quenching <i>Gerri Rinaldi</i>	34
Pembuatan dan Pengujian Nitriding Reaktor untuk Surface Hardening pada Baja <i>Jafar Shodiq</i>	35
Kajian Pengaruh Aditif terhadap Pembentukan Nano Deposite Nikel pada Elektroplating Baja Karbon Rendah <i>Dewi Idamayanti</i>	36
Optimalisasi Desain dan Simulasi pada Coran Blade Turgo-Turbine <i>Roni Kusnowo</i>	37
Inovasi Material pada Pembuatan Bata Merah tanpa dibakar untuk kemakmuran Industri Kerakyatan <i>Muhammad Amin</i>	38
BIDANG KAJIAN : PROSES DAN TEKNOLOGI MANUFAKTUR	
Optimalisasi Proses Pemesinan CNC Milling 3 Axis dengan Menggunakan Metode Taguchi <i>Benny Haddli Irawan</i>	40
Pengaplikasian CAIP (<i>Computer Aided Inspection Planning</i>) pada Operasi OMM (<i>On Machine Measurement</i>) dengan Alat Ukur Probe: Sistem Global CAIP <i>Yogi Muldani Hendrawan</i> ..	41
Pengaplikasian CAIP (<i>Computer Aided Inspection Planning</i>) pada Operasi OMM (<i>On Machine Measurement</i>) dengan Alat Ukur Probe: Rekonstruksi Feature dengan Metode Perbandingan Antara Permukaan <i>Yogi Muldani Hendrawan</i> ..	42
Pengaruh Minyak Kelapa sebagai Dielektrik Alternatif terhadap Kinerja <i>Edm Diesinking</i> pada Benda Kerja AISI P21 <i>Tjun Mahsunadi</i> ..	43
<i>3 Axis CNC Milling Tool Path Strategy for Machining Spherical Surface</i> <i>Liyana Binti Norizan</i>	44

Pengukuran kesesuaian produk terhadap spesifikasi untuk diameter dan posisi lubang pada bidang datar yang berbeda dan tidak sejajar <i>Nandang Rusmana</i>	45
Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Media <i>Quenching</i> Pada Proses Hardening Terhadap Kekerasan Permukaan dan Tingkat Distorsi Baja AISI 1045 <i>Fikry Fauzi Rachman</i>	46
The Study Of Mechanical Properties of Laminated Bamboo (Bmb) Strip/Epoxy Composites <i>Muhammad Hafiz Bin Kamarudin</i>	47
BIDANG KAJIAN : MESIN DAN PERALATAN INDUSTRI MANUFAKTUR	
Perbaikan Leadtime Proses Pemotongan dengan Rekayasa Mesin Pemotong Lembaran Material Nylon dengan Pisau Pemotong Circular di PT. Multistrada Arah Sarana Tbk. <i>Rahmat Hidayat Santoso</i>	49
BIDANG KAJIAN : SISTEM MANUFAKTUR	
Metoda Overall Equipment Effectiveness Sebagai Ukuran Kinerja Strategis dalam Mengelola Fasilitas Pusat Unggulan Teknologi dan Inovasi <i>Iwan Harianton</i>	51
Quality Issue As a Part Of PBE (Production Based Education) System in POLMAN <i>Gamawan Ananto</i>	52
Analisa Kuantitatif dengan Metoda BPR Membuka Kebuntuan Usaha Mengembalikan POLMAN Pada Performa Unggulnya <i>Haris Sayoko</i>	53
Optimasi Waktu Mesin Pouching Gel Menggunakan Perangkat Lunak Simulasi Promodel <i>Ruminto Subekti</i>	54
Analisa Alternatif Periode Penjadwalan Perawatan Mesin dengan Metode Probabilitas Kerusakan pada Mesin Bubut Schaublin 102N-VM dan Mesin Frais Aciera F3 di POLMAN Bandung <i>Abidin Husein</i>	55
Rancang Bangun Welding Fixture untuk Modifikasi Tubular Propeller Shaft Otomotif <i>Dedy Ariefjanto</i>	56

BIDANG KAJIAN : SISTEM KENDALI DAN MEKATRONIKA INDUSTRI MANUFAKTUR	
Monitoring Temperatur dan Kendali Level Air pada Sistem Pembangkit Uap Superheat Kontinue <i>Nuryanti</i>	58
Rancang Bangun Piranti Akuisisi Data Mesin Uji Tarik Polimer Berbasis Mikrokontroller ATMEGA 16 <i>Adhitya Sumardi Sunarya</i>	59
Optimasi Zero Voltage Switching dan Buck Converter sebagai Pemanas Induksi untuk Pemasangan Bearing <i>Ismail Rochim</i>	60
Implementasi Teknologi GSM-SMS untuk Kendali Mesin CNC dari Jarak Jauh <i>Yuliadi Erdani</i>	61
Pengembangan Aplikasi Mikrokontroler untuk Pemantauan Cuaca dengan Parameter Suhu, Kelembaban dan Angin <i>Yuliadi Erdani</i>	62
Pengendalian Kecepatan Motor DC dengan Logika Fuzi untuk Program Grafset- PLC <i>Ridwan</i>	63
Perancangan Dan Implementasi Kendali Fuzzy Menggunakan Mikrokontroler Pada Hopper Conveyor Plant <i>Zaidir Jamal</i>	64
Otomasi dan Supervisi Web pada Proses Pemindahan Balok Menggunakan Overhead Cranes berbasis WebVue dan Google Web Toolkit TOMASI DAN SUPERVISI WEB PADA PROSES PEMINDAHAN BALOK MENGGUNAKAN OVERHEAD CRANES BERBASIS WEBVUE DAN GOOGLE WEB TOOLKIT <i>Pipit Anggraeni</i>	65
Low Cost Remote Terminal Unit (RTU) Sistem SCADA Berbasis Android <i>Hendy Rudiansyah</i>	66
BIDANG KAJIAN : SOSIO-MANUFAKTUR	
Kajian Kecermatan Metode dalam Pengukuran Soft Skills Mahasiswa yang Menggunakan <i>Soft Competency Questionnaire-Self Assessment</i> <i>Achmad Muhammad</i>	68
<i>The Phenomena of Using Scientific Text Among Undergraduate Students (A Study Focused on Nominalisation in Scientific Texts)</i> <i>Fatonah</i>	69
Penguatan Sistem Manajemen Mutu Pendidikan Berbasis Produksi dengan Metoda Evaluasi Mutu Internal sebagai Usaha Membangun Keunggulan Institusi DI ERA GLOBAL <i>Iwan Harianton</i>	70

<i>The Importance of Oral Presentations for Engineering Students</i> Dini Hadiani.....	71
BIDANG KAJIAN : TOPIK-TOPIK LAINNYA YANG TERKAIT DENGAN REKAYASA DAN TEKNOLOGI MANUFAKTUR	
Rancang Bangun Sistem Informasi Inventarisasi Berbasis Web (Studi Kasus Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika Politeknik Manufaktur Negeri Bandung) <i>Siti Aminah</i>	73
Ergonomics Bus Staircase Design for Elderly <i>Nor Hisham bin Sulaiman</i>	74
Keandalan Sistem Pelumas Tanker dengan Model Pengaturan Persyaratan Keandalan dan Metode Pemilihan Tindakan Manajemen <i>Tungga Bhimadi</i>	75
Kajian Penggunaan Multimeter terhadap Kompetensi Pelajar di Jabatan Kejuruteraan Mekanikal, Politeknik Merlimau <i>Ainun Azniza Binti Ahmad Zaini</i>	76
Rancang Bangun Sistem Informasi Berbasis Pendeteksian Wajah untuk Absensi Mahasiswa Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika POLMAN Bandung <i>Aris Budiarto</i>	77
Rancang Bangun Model Cup Counter Anemometer Skala Laboratorium Sebagai Salah Satu Sarana Pendukung Peringatan Dini Bencana Tanah Longsor di Indonesia <i>Nuryanti</i>	78
Penyusunan Arsitektur Teknologi Informasi Berbasis Sistem Terintegrasi Menggunakan Framework TOGAF Sebagai Landasan Penyusunan Cetak Biru Teknologi dan Keamanan Informasi <i>Yoyok Setiyo Pamuji</i>	79

BIDANG KAJIAN :
**REKAYASA DAN TEKNOLOGI MANUFAKTUR UNTUK PERTANIAN,
PERTAMBANGAN, OTOMOTIF, ELEKTRONIKA, DLL**

ANALISIS SIMULASI *REINFORCED THERMOPLASTIC PIPE* DENGAN METODA ELEMEN HINGGA MELALUI PENDEKATAN PIPA MULTILAYER MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK REKAYASA

Asep Indra Komara, Dinny Indrian

Teknik Perancangan Manufaktur Bandung, Politeknik Manufaktur Negeri Bandung
 Jl Kanayakan No. 21 – Dago, Bandung – 40135, Phone/Fax : 022. 250 0241/ 250 2649
 asep.indra@polman-bandung.ac.id; indrian146@gmail.com

Abstrak

Teknologi perpipaan (*piping technology*) telah berkembang dengan pesat. Industri pipa melakukan berbagai penelitian untuk meningkatkan kualitas, kehandalan, biaya, maupun kemudahan pemasangan pipa saat dilokasi dan saat transportasi. Jenis pipa yang dikembangkan adalah RTP, yaitu *Reinforced Thermoplastic Pipe*. RTP memiliki tiga lapisan (*multilayer*) yang terdiri dari material *High Density Polyethylene* (HDPE) pada bagian dalam dan luar pipa serta satu lapisan sisipan material aramid sebagai penguat pada bagian tengah. Pipa harus kuat, tapi juga harus tetap fleksibel untuk memudahkan transportasi dan pemasangan dilokasi yang membutuhkan instalasi pipa ini. RTP disyaratkan mampu menahan beban berupa tekanan dalam pipa (*internal pressure*) saat operasional sebesar kurang lebih 50 bar, namun harus tahan pada pengujian *burst test* pada tekanan 200 bar. Salah satu pendekatan untuk memastikan bahwa RTP mampu menahan beban tersebut dilakukan melalui simulasi menggunakan perangkat lunak rekayasa. Simulasi dengan perangkat lunak rekayasa menggunakan metoda elemen hingga dilakukan dengan pendekatan berupa pipa berlapis diterapkan sebagai penyederhanaan RTP dalam melakukan analisis. Analisis RTP dilakukan pada dua kondisi berbeda yaitu kondisi pipa terbuka dan kondisi kedua ujung pipa ditahan, dimana masing-masing kondisi memberikan pengaruh terhadap perilaku pipa ketika diberi tekanan. Hasil analisis berdasarkan perhitungan teori pipa *thick walled* baik secara analitis maupun grafis selanjutnya divalidasi dengan hasil berdasarkan simulasi perangkat lunak. Berdasarkan hasil tersebut, diperoleh selisih antara hasil simulasi perangkat lunak dengan perhitungan teoritis untuk kondisi kedua ujung pipa ditahan yaitu sebesar 7,56%. Sedangkan, untuk kondisi pipa terbuka diperoleh selisih hasil perhitungan sebesar 0,57%. Selain itu, perbandingan data dengan metoda statistika uji-t diperoleh kesimpulan bahwa data hasil perhitungan dengan simulasi adalah sama. Hasil analisis RTP terhadap kekuatan pipa untuk menahan beban kerja menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi pada masing-masing lapisan ketika pipa masih di bawah batas *yield* material. Berdasarkan hasil analisis tersebut maka dapat dikatakan bahwa desain RTP mampu menahan tekanan kerja yang diberikan.

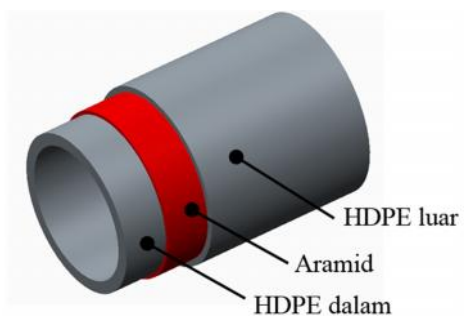
Kata kunci: RTP, HDPE, FEA, Pipa Multilayer, Perangkat lunak rekayasa

1. Pendahuluan

RTP (*Reinforced Thermoplastic Pipe*) terdiri atas tiga lapis, yaitu material HDPE (*High Density Polyethylene*), aramid, dan HDPE. Sementara itu material *Chlorinated Polyethylene* (CPE) digunakan sebagai bahan perekat aramid pada pipa. RTP harus memenuhi persyaratan menahan tekanan kerja sebesar 50 bar, namun harus diuji pada tekanan 200 bar pada pengujian *burst test*.

Berikut data desain RTP :

- HDPE dalam (a) = R_{dalam} 37,5 mm
- Aramid (b) = R_{dalam} 44,5 mm
- HDPE luar (c) = R_{dalam} 46,5 mm
- HDPE luar (d) = R_{luar} 50 mm



Gambar1. Desain lapisan RTP

Sebelum RTP yang dibuat (manufaktur), maka perlu dilakukan pembuktian untuk memastikan bahwa produk tersebut telah memenuhi persyaratan. Salah satu cara yang dapat

digunakan adalah dengan menggunakan simulasi perangkat lunak rekayasa *finite element analysis* (FEA).

2. Tinjauan Pustaka

Pada konstruksi pipa terdapat 3(tiga) tegangan normal yang diamati yaitu tegangan radial, tegangan aksial dan tegangan tangensial. Tegangan radial (σ_r) merupakan tegangan yang terjadi pada arah radial sumbu silinder. Sedangkan tegangan aksial (σ_z) merupakan tegangan pada pipa dengan arah aksial terhadap sumbu silinder. Selain kedua tegangan tersebut, pada benda silinder terdapat tegangan tangensial (σ_{θ}) atau dikenal dengan *hoop stress*.

- Tegangan radial:

$$\sigma_r = -\frac{(3-2\nu)\alpha}{8(1-\frac{\nu}{2})} \Omega^2 r^2 - \frac{E\alpha}{(1-\frac{\nu}{2})r^2} \int rT dr + A + \frac{B}{r^2} \tag{1}$$

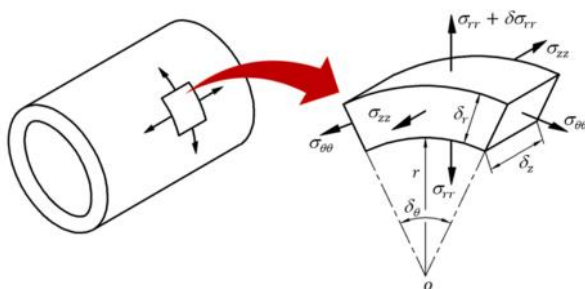
- Tegangan aksial:

$$\sigma_z = -\frac{\alpha \int rT dr}{2(1-\frac{\nu}{2})} - \frac{E\alpha}{(1-\frac{\nu}{2})} + 2\nu A \tag{2}$$

- Tegangan tangensial:

$$\sigma_{\theta} = -\frac{(1+2\nu)\alpha}{8(1-\frac{\nu}{2})} \Omega^2 r^2 + \frac{E\alpha}{(1-\frac{\nu}{2})r^2} \int rT dr - \frac{E\alpha T}{(1-\frac{\nu}{2})} + A - \frac{B}{r^2} \tag{3}$$

Komponen tegangan pada elemen pipa dalam koordinat polar dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini.

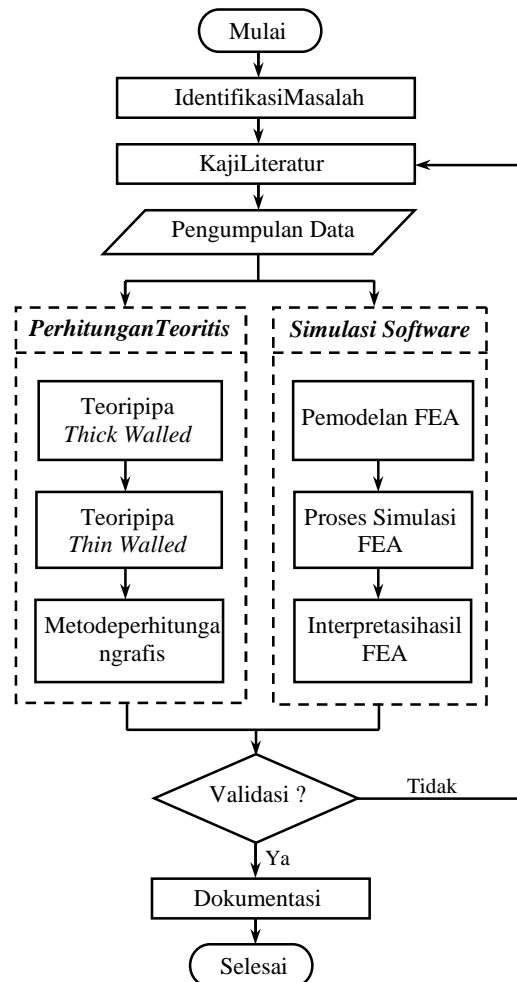


Gambar2. Komponen tegangan pipa pada koordinat polar

3. Metodologi

Analisis dilakukan untuk mengetahui kemungkinan kegagalan desain pada produk yang akan dibuat. Yaitu dengan melakukan control perhitungan secara teoritis melalui

pendekatan pipa *thick wall* yang dilakukan pada dua kondisi berbeda yaitu kondisi pipa terbuka dan kondisi kedua ujung pipa ditahan. Selanjutnya melakukan simulasi dengan memanfaatkan perangkat lunak FEA dengan kondisi batas yang sama.



Gambar3. Metodologi penelitian

Analisis pipa dilakukan dengan kondisi masing-masing material pipa berupa *isotropic* dimana perilaku material ketika diberikan bebanakan sama kesegala arah[2].

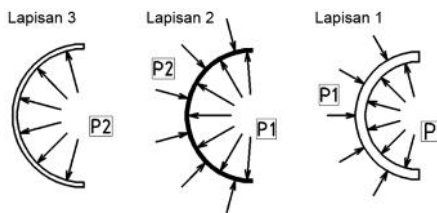
Analisis RTP menggunakan perangkat lunak rekayasa dilakukan dengan memberikan tekanan dalam secara bertahap mulai dari 25 bar hingga 200bar, untuk mengetahui tekanan maksimum yang dapat ditahan oleh pipa sebelum mencapai batas *yield* material.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Perhitungan secara teoritis

Ketika sebuah pipa *multilayer* dengan material yang berbeda diberikan tekanan dalam (P), maka

akan muncul tekanan reaksi (P1) pada lapisan luarmasing-masing *layer* yang selanjutnya memberikan tekanan pada lapisan berikutnya sebagai tekanan dalam, lihat gambar 4.



Gambar 4. Diagram bendabebaspipa multilayer

Besarnya tekanan reaksi yang terjadi dapat diselesaikan berdasarkan regangan (ϵ) yang terjadi pada titik pertemuan lapisan pipa. Pada kondisi tersebut, regangan diameter pipa dalam akan sama dengan regangan pada pipa luar[4]. Sehingga berlaku persamaan berikut:

$$\epsilon_1 = \epsilon_2 \tag{4}$$

Tegangan normal pada masing-masing lapisan pipa dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut yang diturunkan dari pers. 1, 2, dan 3:

- Tegangan radial:

$$\sigma_{r1} = \frac{a^2 p}{(b^2 - a^2)} \left(1 - \frac{b^2}{r^2}\right) \tag{5}$$

$$\sigma_{r2} = \frac{b^2 p_1}{(c^2 - b^2)} \left(1 - \frac{c^2}{r^2}\right) \tag{6}$$

$$\sigma_{r3} = \frac{c^2 p_2}{(d^2 - c^2)} \left(1 - \frac{d^2}{r^2}\right) \tag{7}$$

- Tegangan tangensial:

$$\sigma_{\theta 1} = \frac{a^2 p}{(b^2 - a^2)} \left(1 + \frac{b^2}{r^2}\right) - \frac{b^2 p_1}{(b^2 - a^2)} \left(1 + \frac{a^2}{r^2}\right) \tag{8}$$

$$\sigma_{\theta 2} = \frac{b^2 p_1}{(c^2 - b^2)} \left(1 + \frac{c^2}{r^2}\right) - \frac{c^2 p_2}{(c^2 - b^2)} \left(1 + \frac{b^2}{r^2}\right) \tag{9}$$

$$\sigma_{\theta 3} = \frac{c^2 p_2}{(d^2 - c^2)} \left(1 + \frac{d^2}{r^2}\right) \tag{10}$$

- Tegangan aksial:

$$\sigma_{z1} = \frac{2\nu a^2 p}{(b^2 - a^2)} - \frac{2\nu a^2 p_1}{(b^2 - a^2)} \tag{11}$$

$$\sigma_{z2} = \frac{2\nu b^2 p_1}{(c^2 - b^2)} - \frac{2\nu b^2 p_2}{(c^2 - b^2)} \tag{12}$$

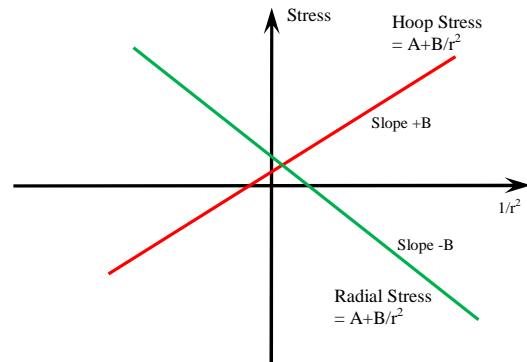
$$\sigma_{z3} = \frac{2\nu c^2 p_2}{(d^2 - c^2)} \tag{13}$$

Berdasarkan hasil perhitungan dari persamaan di atas maka akan diperoleh tiga besaran tegangan yang terjadi pada pipa. Selanjutnya persamaan *vonmises* di bawah ini digunakan untuk memperoleh tegangan gabungan yang terjadi pada pipa.

$$\sigma_{von} = \sqrt{\frac{(\sigma_{\theta} - \sigma_r)^2 + (\sigma_r - \sigma_z)^2 + (\sigma_{\theta} - \sigma_z)^2}{2}} \tag{14}$$

4.2. Perhitungan secara grafis

Perhitungan pipa secara grafis dilakukan dengan cara menggambar grafik *Lame*. Grafik *lame* mempresentasikan persamaan *Lame* yang di-plot terhadap sumbu tegangan dan $1/r^2$. Untuk menggambar grafik tersebut, tahap pertama yang harus dilakukan adalah menguraikan tekanan reaksi seperti pada perhitungan secara analitis. Kemudian mem-plot tekanan tersebut sebagai tegangan radial pada grafik *Lame*



Gambar5. Tampilangrafispersamaan lame

Mengacu pada persamaan teoritis dan metode grafis diatas diperoleh hasil tegangan radial, tangensial dan aksial pada pipa. Berikut kondisi pipa tertutup dan pipa terbuka untuk p=200bar.

Tabel 1. Kondisi tegangan teoritis dan grafis

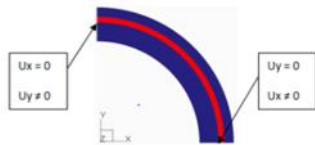
Teg. [MPa]	Model pipatertutup (z = 0)			Model pipaterbuka (z = 0)		
	Analitis	Grafis	Selisih	Analitis	Grafis	Selisih
1	-12,484	-12,366	0,95%	-2,307	-2,309	0,09%
2	423,527	423,54	0,00%	391,109	391,11	0,00%
3	4,009	4,003	0,15%	3,338	3,341	0,09%
r1	-20	-20	0,00%	-20	-20	0,00%
r2	-18,911	-18,911	0,00%	-17,436	-17,436	0,00%
r3	-0,29	-0,29	0,00%	-0,242	-0,242	0,00%
z1	-15,917	-15,917	0,00%	0	0	0,00%
z2	143,662	143,662	0,00%	0	0	0,00%
z3	1,822	1,822	0,00%	0	0	0,00%
von1	6,517	6,617	1,53%	18,952	18,951	0,00%
von2	387,327	387,637	0,08%	400,112	400,113	0,00%
von3	3,723	3,718	0,13%	3,465	3,468	0,10%
	Rata - Rata		0,24%	Rata - Rata		0,02%

Keterangan : 1= HDPE dalam, 2=Aramid, 3=HDPE luar

4.3. Simulasidengan software rekayasa

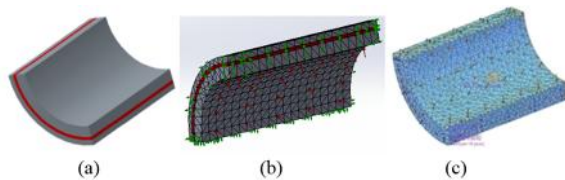
Pada simulasi ini digunakan dua jenis perangkat lunak yang berbeda. Pertama menggunakan *Solidworks Simulation* dari *Solidwork Premium 2012* dan kedua *Creo Simulate* dari *Creo Parametric 2.0*. RTP dimodelkan menjadi lebih sederhana dengan

hanya seperempat bagian dari pipa tersebut. Hal tersebut bertujuan untuk mempercepat proses perhitungan yang dilakukan. Berikut gambaran kondisi batas yang digunakan pada pipa dengan model seperempat:



Gambar6. Kondisibatasa model FEA

Model pipa yang terdiri dari tiga lapis, disimulasikan dengan kondisi *bounded*, *symmetric isotropic stress strain response linear*. Jumlah elemen hasil proses *meshing* pada *creo* sebanyak 6812 elemendan *solid works* sebanyak 7100 elemen.



Gambar7. Model FEA RTP. (a) model 3D RTP(b) model *mesh solidworks* (c) model *meshcreo simulation*

Data material yang di gunakan dalam analisis simulasi dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel2. Sifat material HDPE dan Aramid

Material properties	HDPE	Aramid
Yield strength[N/mm ²]	16,5 – 31,7	3000
Elastic modulus[N/mm ²]	1035	112000
Poisson ratio	0,5	0,36
Density[gr/cm ³]	0,949	1,440
Coeficient Friction	0,29	-

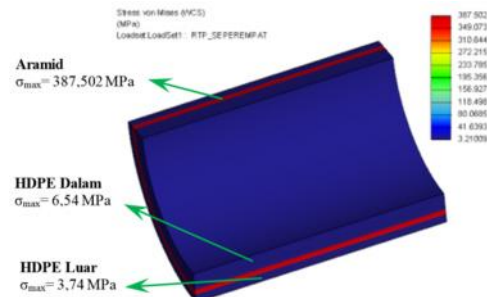
Hasil simulasi dari kedua perangkat lunak yang digunakan untuk P=200 bar dapat dilihat pada table 3 berikut.

Tabel3. Hasil simulasi *Solidworks* dan *Creo*

Teg. [MPa]	Model pipatertutup (z = 0)			Model pipaterbuka (z = 0)
	Solidworks	Creo	Selisih	Creo
1	-11,808	-12,448	5,1%	-2,279
2	427,835	423,705	1,0%	391,602
3	4,418	4,122	7,2%	3,342
r1	-20,48	-20,071	2,0%	-20,016
r2	-23,019	-19,026	21,0%	-17,771
r3	-0,574	-0,512	12,1%	-0,250
z1	-16,442	-15,851	3,7%	0
z2	148,958	145,791	2,2%	0
z3	2,269	1,963	15,6%	0
von1	6,802	6,542	4,0%	18,968
von2	390,548	387,502	0,8%	400,638
von3	3,776	3,736	1,1%	3,468
	Rata – Rata		6,31%	

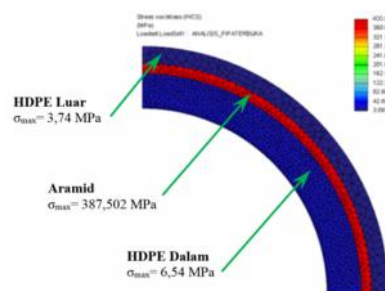
Keterangan : 1= HDPE dalam, 2=Aramid, 3=HDPE luar

Hasil simulasi pada model tertutup untuk tegangan *von mises* maksimum yang terjadi pada RTP dari setiap lapisan dapat dilihat pada gambar 8. Tegangan maksimum terjadi pada lapisan Aramid sebesar 387,502 MPa. Tegangan meningkat secara linear berbanding lurus dengan dinaikannya tekanan dalam yang diterima pipa.



Gambar8. Kondisi tegangan *Von Mises* maksimum RTP model pipa tertutup pada P =200 bar

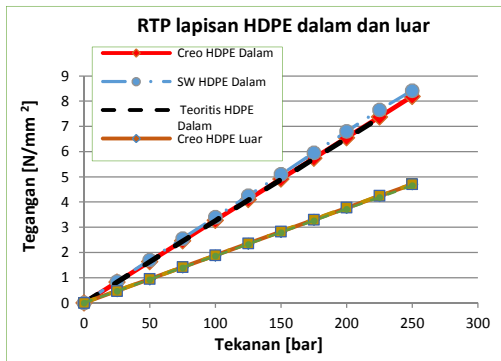
Pada model pipa terbuka, simulasi hanya dapat dilakukan pada *software creo simulation*. Hasil simulasi pada gambar 9 menunjukkan tegangan *von mises* maksimum yang terjadi pada RTP kondisi pipa terbuka. Tegangan maksimum terjadi pada lapisan Aramid sebesar 400,6 MPa. Tegangan meningkat secara linear berbanding lurus dengan dinaikannya tekanan dalam yang diterima pipa.



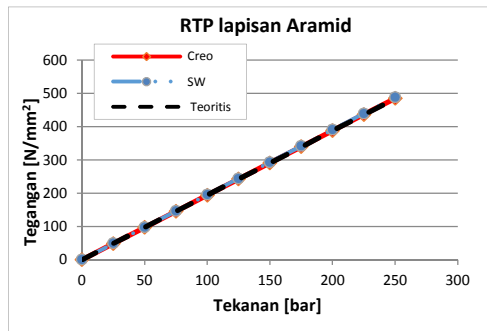
Gambar9. Kondisi tegangan *Von Mises* maksimum RTP model pipaterbukapada P =200bar

4.4. Diskusidan Pembahasan

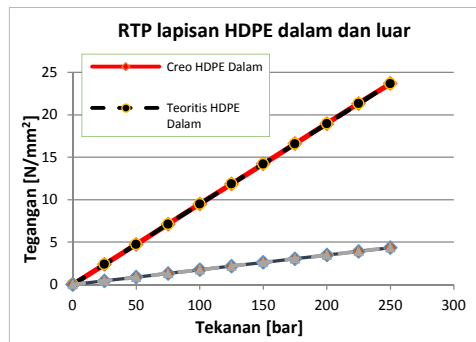
Hasil perhitungan teoritis tegangan dan simulasi RTP untuk variasi tekanan dalam (*internal pressure*) pada kondisi pipa tertutup dan terbuka ditampilkan secara grafis pada gambar-gambar di bawah ini.



Gambar2. Tegangan Von Mises RTP lapisan HDPE model pipatertutup

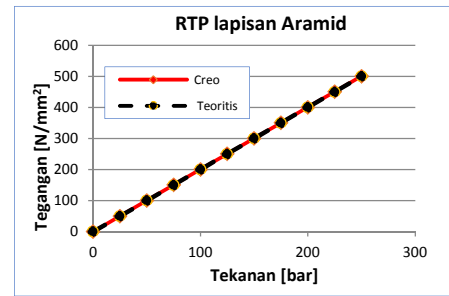


Gambar3. Tegangan Von Mises RTP lapisan Aramid model pipatertutup



Gambar4. Tegangan Von Mises RTP lapisan HDPE model pipaterbuka

Data hasil simulasi dan perhitungan secara teoritis menunjukkan bahwa hasil dari kedua metoda tidak memiliki selisih yang signifikan yaitu 0,57% untuk pipa terbuka dan 7,59% untuk kondisi pipa tertutup. Hal tersebut ditunjukkan oleh grafik tegangan dari kedua metoda yang saling berimpit, selain itu apabila data hasil kedua metoda dibandingkan dengan metoda statika uji-t [6], data memiliki nilai $t = 0,00314$ untuk kasus pipa tertutup dan $0,00093$ untuk tingkat kepercayaan 95% dengan derajat kebebasan 22.

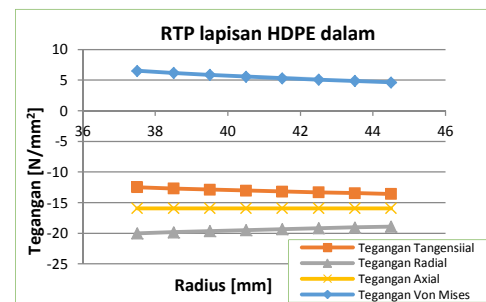


Gambar5. Tegangan Von Mises RTP lapisan Aramid model pipaterbuka.

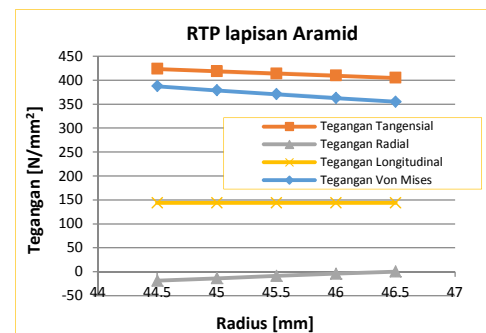
Sehingga, berdasarkan kondisi tersebut penulis menyatakan bahwa hasil simulasi dengan perangkat rekayasa untuk RTP dapat dinyatakan *valid*. Tahap selanjutnya melakukan analisis tegangan pipa yang terjadi pada masing-masing lapisan. Grafik-grafik dibawah ini menunjukkan distribusi tegangan untuk masing-masing lapisan RTP pada kondisi pipa terbuka dan tertutup pada tekanan 200 bar.

a) Asumsi kondisi pipa tertutup

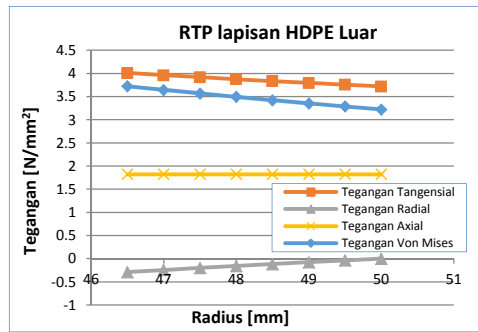
Pada kondisi pipa tertutup dapat dilihat bahwa tegangan tangensial, tegangan radial dan tegangan von mises maksimum terjadi pada bagian dalam pipa. Sementara itu, tegangan aksial pada penampang pipa ditunjukkan oleh grafik lurus yang menunjukkan bahwa tegangan tersebut konstan. Kondisi ini masih dibawah batas *yield* dari masing-masing material



Gambar64. Distribusi tegangan lapisan HDPE dalam model pipa tertutup

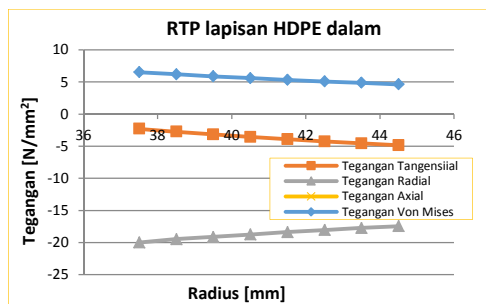


Gambar15. Distribusi tegangan lapisan Aramid model pipa tertutup

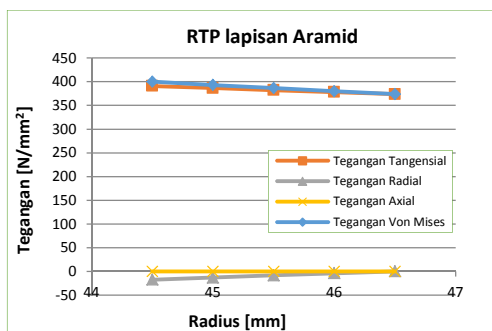


Gambar 76. Distribusi tegangan lapisan HDPE luar model pipa tertutup

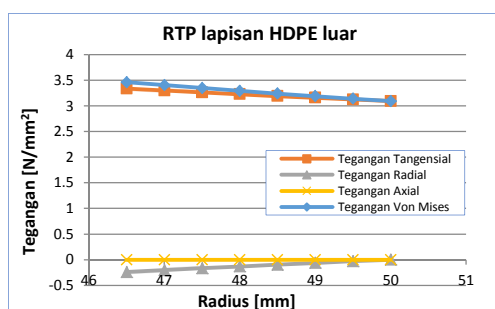
b) Asumsi kondisi pipa terbuka



Gambar 87. Distribusi tegangan lapisan HDPE dalam model pipa terbuka



Gambar 18. Distribusi tegangan lapisan Aramid model pipa terbuka



Gambar 99. Distribusi tegangan lapisan HDPE luar model pipa terbuka.

Seperti halnya simulasi pada kondisi pipa tertutup, pada kondisi pipa terbuka dapat dilihat bahwa tegangan tangensial, tegangan radial dan tegangan von mises maksimum terjadi pada bagian dalam pipa. Sementara, tegangan

aksial pada penampang pipa juga menunjukkan kondisi yang konstan. Kondisi ini masih dibawah batas *yield* dari masing-masing material.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pada analisis simulasi RTP menggunakan perangkat lunak rekayasa, dapat diambil kesimpulan yaitu bahwa desain RTP memiliki ketahanan terhadap tekanan dalam 200 bar sesuai dengan tuntutan spesifikasi yang diinginkan. Hal tersebut ditunjukkan oleh hasil simulasi dimana tegangan pada masing-masing lapisan pipa tidak melebihi batas *yield* material. Kondisi hasil simulasi menggunakan perangkat lunak rekayasa dan perhitungan teoritis menunjukkan hasil yang cenderung sama dengan selisih 0,57% untuk kondisi pipa terbuka dan 7,59% untuk kondisi pipa tertutup. Berdasarkan kondisi ini maka simulasi dengan perangkat lunak rekayasa ini dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk memastikan validasi desain suatu produk.

Referensi/Daftar Pustaka

- [1] Matweb material property. Diakses tanggal 02 April 2013, dari <http://www.matweb.com>.
- [2] Barber, James., "Intermediate Mechanics of Materials", (2001) McGraw-Hill Book Co., Singapura.
- [3] Hearn, E.J., "Mechanics of Materials 2, 3rd Edition", (1997) Butterworth-Heinemann, Oxford.
- [4] Ashby, Michael F., "Material Selection in Mechanical Design Forth Edition", (2011) Elsevier Ltd., USA.
- [5] Stratis Kanarachos, George Demonsthenous, "Modeling The Mechanical Behavior of Composite Metal Plastic Pipes Subject to Internal Pressure and External Soil and Traffic Loads", (2007), pp. 210-215
- [6] Rochim, Taufiq, "Spesifikasi, Metrologi, dan Kontrol Kualitas Geometrik" (2001) ITB, Bandung.
- [7] Sanjay K, Mazumdar. "Composite Manufacturing : Materials, Product, and Process Engineering" (2001) Crc Press, London.
- [8] Lee, Kunwoo. "Principles of CAD/CAM/CAE System" (1999) Addison Wesley Longman, Inc, USA.