

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Kuasa, karena hanya dengan rahmat-Nya buku prosiding Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) XVIII dapat diterbitkan. SNTTM XVIII dengan tema “Inovasi Maju dalam Teknik Mesin untuk Pembangunan Berkelanjutan” merupakan kegiatan tahunan Badan Kerja Sama Teknik Mesin (BKS-TM) Indonesia. SNTTM kali ini diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti (Usakti) pada tanggal 9-10 Oktober 2019 di Hotel Aston Kartika Grogol, Jakarta. Dengan terlaksananya seminar ini, diharapkan adanya kerjasama antar Program Studi Teknik Mesin seluruh Indonesia yang semakin erat dan baik dalam pengembangan peran ilmu teknik mesin dalam mendukung pembangunan nasional. Bersamaan dengan SNTTM XVIII kali ini, BKS-TM juga mengadakan kegiatan seminar internasional yang pertama kalinya, yang bernama *International Symposium on Advances and Innovations in Mechanical Engineering (ISAIME)*. ISAIME dan SNTTM XVIII diselenggarakan secara bersamaan dengan kepanitiaian dilakukan oleh Program Studi Teknik Mesin Usakti.

Artikel ilmiah pada prosiding SNTTM XVIII dilakukan seleksi dalam dua tahap: 1) seleksi abstrak untuk kegiatan seminar dan 2) seleksi makalah lengkap untuk prosiding daring. Pada seminar kali ini terdapat 135 makalah lengkap yang diseminarkan yang berasal dari berbagai institusi. Dari 135 makalah, tujuh makalah terpilih untuk diterbitkan di Jurnal Teknik Mesin Indonesia (JTMI). Oleh karena itu, pada prosiding SNTTM XVIII terdapat 128 artikel ilmiah, dengan perincian 46% pada bidang konversi energi, 18% konstruksi mesin, 16% teknik manufaktur, 18% rekayasa material dan 2% pendidikan teknik mesin. Sebagai informasi, artikel ilmiah yang diterbitkan pada prosiding ISAIME berjumlah 49 artikel.

Pada kesempatan ini, kami menyampaikan terima kasih dan penghargaan sebesar-besarnya kepada BKS-TM Indonesia, para pimpinan Program Studi Teknik Mesin, pembicara utama, sponsor, para pemakalah, serta segenap panitia yang telah berpartisipasi aktif atas terselenggaranya SNTTM XVIII dan terbitnya prosiding dari acara ini. Kami selaku panitia pelaksana juga memohon maaf atas kekurangan dan ketidaksempurnaan yang terjadi dalam keseluruhan proses penyelenggaraan seminar dan penerbitan buku prosiding. Akhir kata, semoga prosiding SNTTM XVIII ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

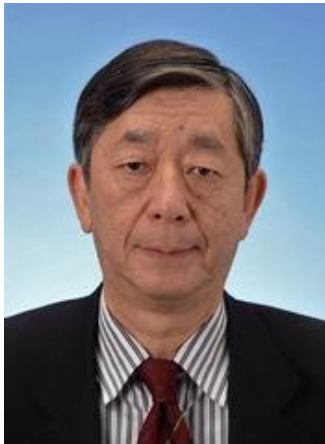
Salam,

Daisman P.B. Aji, Ph.D

Ketua Panitia SNTTM XVIII

PROFIL PEMBICARA UTAMA

Dalam rangkaian acara SNTTM XVIII telah diselenggarakan Sesi Pembicara Utama pada hari Rabu, 9 Oktober 2019, pukul 10.05-11.50 WIB. Acara tersebut dilaksanakan di *ballroom* Hotel Aston Kartika Grogol, Jakarta. Tiga pembicara telah hadir dan memberikan presentasinya dalam Sesi Pembicara Utama SNTTM XVIII.



Profesor Yoshihiro Narita

Penasihat akademik JICA, Expert di C-BEST project. Beliau merupakan lulusan dari Universitas Hokkaido tahun 1974. Memulai karir sebagai dosen di Hokkaido Institute of Technology pada tahun 1980 – 1985. Menjabat sebagai Guru Besar di Fakultas Teknik, Universitas Hokkaido (*Division of Human Mechanical Systems and Design*) semenjak tahun 1991. Bidang penelitian mencakup *Composite Structures, Optimum Design, Systems Engineering, Computational Mechanics, Engineering Education*. Beliau pernah menjabat sebagai Ketua Cabang Hokkaido *Japan Society of Mechanical Engineers (JSME)* tahun 2008-2009 dan mendapat *Division Award for international contribution*. Selain itu, beliau merupakan anggota asosiasi *Japan Society of Mechanical Engineers, International Symposium on Vibration on continuous Systems, International Advisory Committee, Japan Reinforced Plastics Society, International Steering Committee, Society of Automotive Engineers of Japan, Japan Society of Kansei Engineering, The Japan Society for Science Policy and Research Management, dan Japanese Education Research Association*.



Dr.Eng. Nobumasa Sekishita

Peneliti dan pengajar di Departemen Teknik Mesin, Toyohashi University of Technology, dengan jabatan sebagai *Associate Professor*. Beliau juga merupakan lulusan doktor dari universitas tersebut. Bidang penelitiannya mencakup *Fluid Dynamics* yaitu, *Wind Tunnel Experiment of Turbulent Shear Flow, Development of Flow Measurements and Analysis*, di mana beliau menginvestigasi fenomena pada *Buoyancy jet* pesawat jet dan *sphere wake* menggunakan Terowongan Angin. Beliau juga merupakan anggota Perhimpunan Akademik *Japan Society of Mechanical Engineers, Japan Society of Fluid Mechanics, The Physical Society of Japan, dan The Visualization Society of Japan*.



Ir. Sigit Puji Santosa, MSME, ScD, IPU

- Direktur Lembaga Pengembangan Inovasi dan Kewirausahaan (LPIK) Institut Teknologi Bandung
- NIDN : 0019076702
- Scopus ID: 6701602153

RESEARCH AREAS

1. Hybrid and Electric Vehicle
2. Extended Range Electric Vehicle (EREV)
3. Solid Mechanics and Plasticity
4. Computational Structural Mechanics
5. CAD/CAE
6. Structural Crashworthiness/Blastworthiness
7. Occupant protection
8. Ultralight metal body structures
9. Armored Fighting Vehicles
10. Product Development: Car, SUV, Bus, LRT

EDUCATION

1. Massachusetts Institute of Technology, USA
Degree / year : Doctor of Science, Sc.D. / 1999
Major : Mechanical Engineering / Computational structural mechanics
2. Massachusetts Institute of Technology, USA
Degree / year : Master of Science of Mechanical Engineering, MSME / 1997
Major : Mechanical Engineering / Applied Mechanics
3. Institut Teknologi Bandung, Indonesia
Degree /Year : Engineer, Ir. / 1991 (First class honor)
Major : Mechanical Engineering / Structural Mechanics

PROFESSIONAL EXPERIENCES

1. Director, Institute for Innovation and Entrepreneurship Development, LPIK-ITB (2018-current)
2. Director, National Center for Sustainable Transportation Technology (CCR-NCSTT) (2017-current)
3. Chairman, Task Force for National Railway Center - NRC ITB (2016-current)
4. Faculty Staff - Faculty of Mechanical and Aerospace Engineering, FTMD-ITB (2014-current)
5. Research Scientist - Center for Industrial Engineering PRI-ITB, Light Weight Structure Laboratory, Bandung (2014-current)
6. Global Engineering Group Manager, Global Small, Compact, Crossover, Hybrid/EREV Vehicles (2010-2013)
7. Vehicle Crashworthiness and Safety Integration (2010-2013)
8. General Motors Company, Warren, MI (2010-2013)
9. Performance Integration Team Leader – Safety for Chevrolet Equinox, GMC Terrain, Cadillac SRX, SAAB SUV, and Next Generation Buick Compact Vehicle (2005-2010)
10. Safety & Crashworthiness Dept., General Motors Corp., Warren, MI (2005-2010)
11. Lead Performance Engineer for Cadillac DTS, Buick Lucerne, Chevrolet HHR (2004-2005)

12. Safety & Crashworthiness Department, General Motors Corp., Warren, MI. (2004-2005)
Lead Performance Engineer for the Cadillac XLR, Corvette C6, Corvette Z06 (1999-2004)
13. Safety & Crashworthiness Dept., General Motors Corp., Warren, MI (1999-2004)
Postdoctoral Associate, Impact & Crashworthiness Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA (1999) Research Assistant, Joint MIT/Industry Consortium on Ultralight Metal Structures, Massachusetts Institute of Technology (1996-1999)
14. Teaching Assistant, Department of Mechanical Engineering, Massachusetts Institute of Technology (1996-1999)
15. Research Fellow, Finite Element Research Laboratory, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA (1994-1996)

SCHOLARSHIPS, VISITING PROGRAMS

1. Indonesian Aerospace Industry Scholarship (1994-1996)
2. MIT Research Assistant (1996-1998)
3. MIT Teaching Assistant (1998-1999)
4. MIT Post-Doctoral Fellowship (1999)

AWARDS

1. Insinyur Profesional Utama (IPU), Indonesian Professional Engineer, 2017.
2. Royal Academy of Engineering Industry Academia Partnership Programme Award, Newton Fund, 2017.
3. Scopus/Google Scholar Impact Factor H-Index = 9
4. Technical Committee Member for ASEAN New Car Assessment Program
5. GM Chairman Honor Recipient – Best of the best engineering achievement for 2006 Corvette Z06 - All aluminum car design execution, 2006.
6. GM Chairman Honor Recipient – Best of the best engineering achievement on structural design solution for Cadillac DTS & Buick Lucerne rocker reinforcement, 2007.
7. 2007 Design for Six Sigma (DFSS) Green Belt Certification, 2017.
8. 2011 Design for Six Sigma (DFSS) Black Belt Certification, 2011.

TOPIK DAN SEBARAN MAKALAH

1. Konversi Energi : 59 Makalah
2. Konstruksi Mesin : 23 Makalah
3. Teknik Manufaktur : 21 Makalah
4. Rekayasa Material : 23 Makalah
5. Pendidikan Teknik Mesin : 2 Makalah

TENTANG BKS-TM

Badan Kerja Sama Teknik Mesin Indonesia (BKS-TM) adalah suatu organisasi yang dibentuk pada pertemuan ketua jurusan/program studi/departemen Teknik Mesin perguruan tinggi se-Indonesia pada tanggal 29 Mei 2002 di Jurusan Teknik Mesin ITS. Anggota dari BKS-TM adalah lembaga pendidikan tinggi yang menyelenggarakan pendidikan teknik mesin atau yang sejenis.

Tujuan pendirian BKS-TM adalah untuk:

- 1) menciptakan kondisi yang kondusif untuk meningkatkan kerja sama antar perguruan tinggi teknik mesin dalam melaksanakan Tri Dharma Perguruan Tinggi
- 2) meningkatkan interaksi perguruan tinggi anggota dengan lembaga lain
- 3) meningkatkan sumber daya anggota dalam menjawab tantangan dan persaingan.

Saat ini keanggotaan BKS-TM sudah mencapai lebih dari 30 program studi Teknik Mesin yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia seperti ditunjukkan pada gambar berikut:



TENTANG SNTTM

Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin (SNTTM) merupakan kegiatan tahunan yang diselenggarakan oleh BKS-TM sebagai sarana untuk berbagi riset dan teknologi terbaru serta berbagi pengalaman terhadap pemecahan permasalahan di bidang keilmuan teknik mesin dalam lingkup nasional. Konferensi ini juga memberi kesempatan kepada para akademisi, pihak industri, komunitas, maupun para penentu kebijakan untuk membahas aktivitas dan kolaborasi di masa depan.

SNTTM XVIII bertujuan untuk mempertemukan para peneliti, profesional industri, dan mahasiswa dari disiplin ilmu Teknik Mesin. SNTTM XVIII, yang bertemakan “Inovasi Maju di Teknik Mesin untuk Pembangunan Berkelanjutan”, menawarkan lingkungan yang menarik dan merangsang peserta untuk berdiskusi dan bertukar pikiran mengenai hasil penelitian ilmiah terbaru. Pada tahun 2019 kali ini, seminar diselenggarakan oleh Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti (Usakti), pada tanggal 9-10 Oktober 2019 di Hotel Aston Kartika Grogol, Jakarta.

BKS-TM telah menyelenggarakan 17 kali SNTTM dengan tempat penyelenggara yang bergantian sebagai berikut:

1. SNTTM I (2002) dilaksanakan di ITS, Surabaya.
2. SNTTM II (2003) dilaksanakan di Unand, Padang.
3. SNTTM III (2004) dilaksanakan di Unhas, Makasar.
4. SNTTM IV (2005) dilaksanakan di Unud, Denpasar.
5. SNTTM V (2006) dilaksanakan di UI, Jakarta.
6. SNTTM VI (2007) dilaksanakan di Unsyiah, Banda Aceh.
7. SNTTM VII (2008) dilaksanakan di Unsrat, Manado.
8. SNTTM VIII (2009) dilaksanakan di Undip, Semarang.
9. SNTTM IX (2010) dilaksanakan di Unsri, Palembang.
10. SNTTM X (2011) dilaksanakan di Unibraw, Malang.
11. SNTTM XI (2012) dilaksanakan di UGM, Yogyakarta.
12. SNTTM XII (2013) dilaksanakan di Unila, Bandar Lampung.
13. SNTTM XIII (2014) dilaksanakan di UI, Jakarta.
14. SNTTM XIV (2015) dilaksanakan di Unlam, Banjarmasin.
15. SNTTM XV (2016) dilaksanakan di ITB, Bandung.
16. SNTTM XVI (2017) dilaksanakan di ITS, Surabaya.
17. SNTTM XVII (2018) dilaksanakan di Undana, Kupang.

SUSUNAN KEPANITIAAN

Penanggungjawab

Prof. dr. Ali Gufron Mukti, M.Sc, Ph.D (Pjs. Rektor, Universitas Trisakti)
Prof. Dr. Ir. Indra Surjati, MT (Dekan Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti)

Penasehat

Dr. Ario Sunar Baskoro, ST, MT, M.Eng (Universitas Indonesia)
Ir. Tono Sukarnoto, MT (Universitas Trisakti)
Dr. Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo, ST, M.Eng (Universitas Trisakti)

Panitia Pelaksana

Ketua: Daisman P.B. Aji, ST, Ph.D
Acara: Dr. Ir. Dorina Hetharia, M.Sc
Sekretaris: Renny, SH, MH
Bendahara: Tumini, SH
Publisitas & Website:
Achdianto, ST, MM
Abigunto, ST
Fajar Rahadian, ST
Khaerul Rozy
Sponsorship: Ir. Noor Eddy, MT
Perlengkapan & Transportasi:
Ir. Yusep Mujalis, MT
Achmad Gozali

Editor

Daisman P.B. Aji, ST, Ph.D
Dr. Ir. Sally Cahyati, MT
Dr. Ir. Triyono, MS
Dr. Ir. Sjahrul Annas, MT

REVIEWER

Prof. Dr. Chalilullah Rangkuti
Prof. Dr. Agustinus Purna Irawan
Dr. Triyono
Dr. Rianti Dewi Sulamet-Ariobimo
Dr. Sally Cahyati
Rosyida Permatasari, Ph.D
Dr. Supriyadi N.S.
Dr. Sentot Novianto
Daisman P.B. Aji, Ph.D
Dr. Willyanto
Dr. Juliana Anggono
Harto Tanujaya, Ph.D
Dr. M. Sobron Yamin Lubis
Dr. Erwin Siahaan
Dr. Ekadewi Anggraini Handoyo
Dr. Oegik Soegihardjo
Dr. H. Dedi Lazuardi
Dr. Steven Darmawan
Dr. Abrar Riza
Tono Sukarnoto, MT
Noor Eddy, MT
Jamal M. Afiff, M.Eng
Gatot Santoso, MT
Toto Supriyono, MT

DAFTAR ISI

KONVERSI ENERGI [KE]		
KODE MAKALAH	JUDUL MAKALAH	HALAMAN
KE01	Performance Test Of Indirect Evaporative Cooler By Primary Air Flow Rate Variations <i>Bambang Yuniyanto, Fredy B. Hasugia, Berkah Fajar T.K., Nazarudin Sinaga</i>	KE01.1-7
KE02	Exergy and Energy Analysis of a Steam Power Plant Unit 3 at Tanjung Jati B with a Capacity of 660 MW <i>M.S.K. Tony Suryo Utomo, Eflita Yohana, Ignatius Apyando M.</i>	KE02.1-9
KE03	Exergy and Energy Analysis of a 660 MW Tanjung Jati B Unit 2 Steam Power Plant <i>Eflita Yohana, Tony Suryo Utomo, Fery Fahmi L</i>	KE03.1-8
KE04	PERBANDINGAN PRESTASI MESIN DAN EMISI GAS BUANG BAHAN BAKAR RON 90 DAN RON 92 <i>Yos Nofendri, M. Fajri Hidayat, Achmad Qibal</i>	KE04.1-9
KE05	Effect of Blade Profile Models on Savonius Wind Turbine Performance <i>Eka Sari Wijianti, Saparin, Yudi Setiawan, Aufar Fathul Karim</i>	KE05.1-5
KE06	Analysis of Pressure and Flow Patterns on Two-Phase (air-water) Flow in Horizontal Pipes with Scalloped Groove <i>Gufon Saiful Bachri, Rudy Soenoko dan Denny Widhiyanuriyawan</i>	KE06.1-5
KE07	Effect of Surface Roughness on Pool Boiling Heat Transfer Coefficient <i>Muhammad Dimiyati Nashrullah, Antonius Adhika Angkasa, Moses Gregory Ginting, Adhika Widyaparaga, Indro Pranoto</i>	KE07.1-10
KE08	Analysis of Heat Loss During Heating on Heater Element Segment Prototype for RCCS-RDNK Test Module <i>Malfin Alif Syafrial, Iwan Setyawan, R.R. Sri Poernomo Sari, Rahayu Kusumastuti, Mulya Juarsa, Dedy Haryanto, G. Bambang Heru K., Giarno</i>	KE08.1-5
KE09	Heat Effectiveness Rate Of Heater Tank Based On Temperature Variation in Pre-Fassip-02 Mod.01 Loop <i>Soelistianingsih Amelia Ramadhani Atmohadikusumo, M. Hadi Kusuma, Sri Poernomo Sari, Iwan Setiawan, G. Bambang Heru K., dan Mulya Juarsa</i>	KE09.1-8
KE10	EFFECT OF AIRFOIL SHAPE ON THE AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF VERTICAL ROTOR WIND TURBINES <i>Mochammad Resha, Andree Yohanes, dan Ridwan</i>	KE10.1-4

KE11	Effectiveness Of RPV Wall Heater In Heater Element Segment Prototype For RCCS-RDNK Test <i>Alviandy Rizky Utomo, Iwan Setyawan, R.R. Sri Poernomo Sari, Mukhsinun Hadi Kusuma, Rahayu Kusumastuti, Mulya Juarsa, Dedy Hayanto, G. Bambang Heru K. dan Giarno</i>	KE11.1-6
KE12	LAJU ALIRAN SIRKULASI ALAM OUTLET TANGKI PEMANAS BERDASARKAN VARIASI TEMPERATUR HEATER PADA UNTAI Pre-FASSIP-02 Mod.01 <i>Ade Suryana, Sri Poernomo Sari, Iwan Setyawan, G. Bambang Heru K., Mulya Juarsa, Ryan Oktaviandi</i>	KE12.1-7
KE13	Analysis of Aerodynamic Drag on Egrecif Etanol Vehicle Model <i>Nasaruddin Salam, Rustan Tarakka dan Fikri Fausi Takdir</i>	KE13.1-6
KE14	Analysis of The Effect of Windshield Slant Angles on Aerodynamic Drag of Minibus-Type Vehicles <i>Rustan Tarakka, Nasaruddin Salam, Mellinda Yusuf dan Musrifah</i>	KE14.1-6
KE15	Microwave Pyrolysis of Sugarcane Bagasse Waste <i>Andi Erwin Eka Putra dan Novriany Amaliyah</i>	KE15.1-4
KE16	The Efficiency of Drying Chamber for Egg Racks Made From Scrap Paper Using Rice Husk Stoves <i>Zuryati Djafar, Wildan Ginda, Wahyu H. Piarah, Zulkidli Djafar, Nasruddin Aziz</i>	KE16.1-4
KE17	EXPERIMENTAL STUDY OF CROSSFLOW TURBINES WITH VARIATIONS FLOW GUIDE IN RUNNER FOR SEA WAVE POWER PLANTS <i>Rizky Risdianto, Ismail dan Erlanda Augupta Pane</i>	KE17.1-10
KE18	ANALYSIS OF AIR PRESSURE DROP IN CEMENT TRANSFER PIPELINES USING PNEUMATIC CONVEYING <i>Angga Christiawan, Ramon Trisno</i>	KE18.1-5
KE19	Kalibrasi Sensor Temperatur Termokopel Tipe K dan DS18B20 Pada Temperatur Es Mencair dan Air Mendidih Sistem Dengan Akuisisi Data (DAQ) Berbasis Arduino <i>Arbi Riantono, Bambang Teguh, Raldi Artono Koestoer</i>	KE19.1-6
KE20	PRELIMINARY STUDY OF POWER GENERATION MODELS IN SPEED BUMPS <i>Hayyu Nabilah, Paryana Puspaputra, dan Rahmat Riza</i>	KE20.1-5
KE21	Comparison of Utilization of Physical Activated Coconut Shell and Rice Husk Charcoal to Save Fuel Consumption of a 4-Stroke Gasoline Motorcycle <i>Herry Wardono, Theofillius G. Naiborhu, A. Yudi E. Risano, M. Dyan S.E.S dan Amrizal</i>	KE21.1-6

KE22	Characteristics of Agricultural Residues Torrefacation Using a Tubular Type Continuous Reactor <i>Amrul, Ivan Wijaya, dan Amrizal</i>	KE22.1-6
KE23	An experimental investigation of the effect of geometry on the performance of a serpentine flat plate collector <i>Amrizal, Ismail, Agung Nugroho, M. Irsyad dan Amrul</i>	KE23.1-5
KE24	Studi Ekperimen Campuran Bahan Bakar Minyak Plastik jenis PET dengan Premium dan Pertamina <i>Wawan Trisnadi Putra, Muh. Malyadi, Andrea Bima Daniel Saputra</i>	KE24.1-7
KE25	COMPARE ANALYSIS ENGINE BIODIESEL B-10 AND BIODIESEL B-20 USING DIESEL FUEL BIOCIDE <i>Gunawan Hidayat dan Iskandar Zulkarnaen</i>	KE25.1-6
KE26	CROSS-FLOW TURBINE PROTOTYPE PERFORMANCE <i>Mafruddin, Dwi Irawan dan Ahmad Malik</i>	KE26.1-4
KE27	The Influence Of Continuous Biogas System Based On Cow's Feses Toward Gas Produced <i>Dwi Irawan, Kemas Ridhuan, Mafruddin</i>	KE27.1-5
KE28	Analysis of Areca Fiber Briquettes as Alternative Energy <i>Hasanuddin, Hendri Nurdin, Waskito dan Delima Yanti Sari</i>	KE28.1-5
KE29	Development of Binary Cycle Geothermal Power Plant at Lahendong Geothermal Field, North Sulawesi <i>Lina Agustina dan Suyanto</i>	KE29.1-5
KE30	Scale Analysis of Single Phase Natural Circulation in Rectangular FASSIP-01 MOD.01 <i>Karina Ramadayanthi A.P., M. Ahyar Aldebaran, Andrean Jiwanda, Mulya Juarsa, dan Surip Widodo</i>	KE30.1-5
KE31	HEAT LOSS CALCULATION DURING HEATING IN HEATER USING USSA-FTS01 <i>Adang Firshafa, Muhammad Galih Prawiradilaga, Renaldy Sharin Lesmana, Mulya Juarsa</i>	KE31.1-3
KE32	ANALISIS PERPINDAHAN KALOR DI BAGIAN WATER-JACKET COOLER BERDASARKAN PERBANDINGAN DAYA HEATER PADA FASILITAS USSA-FTS01 <i>Alfian Wahyudi P., Dwi Yuliaji, Edi Marzuki, Mulya Juarsa</i>	KE32.1-4
KE33	ANALYSIS HEATING CAPABILITY IN HEATER SECTION BASED ON ALTERATION OF UNTAI USSA FTS-01 <i>Acep Hermawan, Edi Marzuki, Dwi Yuliaji, Mulya Juarsa</i>	KE33.1-7
KE34	Utilization Of River Flow As Electricity Of Mikrohydro Power Plant In Ceger Area Cipayung <i>Rizki Putra Simatupang, Estu Prayogi</i>	KE34.1-7

KE35	Blood Carrier Box Menggunakan Elemen Peltier Sebagai Alternatif Alat Pendistribusi Darah <i>Awaludin Martin, Fadilla Agusli Irwanda, Dinni Agustina</i>	KE35.1-7
KE36	The Experimental Study of Blade Number Effects on Performance of Pump as Turbine <i>Asral dan Fadrijin L. Sangaji</i>	KE36.1-4
KE37	Performance of Solar Water Heater Collector With Addition Wavy Fins on Pipe And Variation Tilt Angle Collector <i>Masykur, Bambang Arip Dwiyantoro dan Herri Darsan</i>	KE37.1-6
KE38	Solar Power Boat Design Using Fiberglass Reinforced Plastic With 100 WP Solar Panel Power Output <i>Sulaiman Ali, Antoni, Delly Syahputra dan Anton Azmi Muhajir</i>	KE38.1-3
KE39	The Effect of Single Segment Baffle on the Performance of Shell and Tube Type of Heat Exchanger with Annular Type Fins using CFD Method <i>Muhammad Hanif Falih dan Rosyida Permatasari</i>	KE39.1-6
KE40	Experimental Study of the Effects of Transmission Pipe Diameter on Water Hammer Pressure in Centrifugal Pump Systems <i>Made Suarda, Ainul Ghurri, Made Sucipta dan Paul Pasing Saragih</i>	KE40.1-5
KE41	Comparison Of Biomass Ziolite Mixture As Catalyst On Pirolysis Combustion On Results Of Biochar And Liquid Smoke <i>Kemas Ridhuan, Dwi Irawan, Adam H.</i>	KE41.1-6
KE42	Potential Analysis of Wind Energy as a Hybrid Power Plant in Aceh Besar <i>Ahmad Syuhada dan Ratna Sary</i>	KE42.1-7
KE43	Study of Spray Characteristic on Biodiesel Mixture Variation <i>Dwika Budianto, Ilham Arnif dan Cahyadi</i>	KE43.1-6
KE44	Performance of Pelton Turbine utilizing the Variations of Bucket Number, Nozzle Number, and Nozzle Diameter Using Computational Fluid Dynamics <i>Wahyudi, Retno Wulandari, Redyarsa Dharma Bintara</i>	KE44.1-6
KE45	Uprating Francis Turbine by Redesigning and Remodeling the Existing Runner Through Computational Fluid Dynamics Simulation <i>I Nengah Diasta, Isnain 'Aliman, Suharto, Yohanes H. S., D. Widodo, S. A. Fatimah</i>	KE45.1-6
KE46	ANALYSIS SYNTETHIC LUBRICANTS "X" SAE 5W – 40 ON DIFFERENT ENGINE TYPE <i>Aditya Ahmad Fauzie dan Setiyono</i>	KE46.1-6

KE47	ANALYSIS OF CATHODIC PROTECTION SYSTEM TYPE OF VICTIM ANODES USING MAGNESIUM AND ZINC <i>Haris Wicaksono, Bambang Sulaksono</i>	KE47.1-4
KE48	ANALYSIS OF LNG DISTRIBUTION TO MEET THE PEAK LOAD OF GAS CONSUMPTION IN TRANSMISSION PIPELINE <i>M. Adhenhari Musfaro, Titiek Ediyanto</i>	KE48.1-7
KE49	NATURAL GAS PIPELINE AND METERING REGULATING STATION ANALYSIS DESIGN AT PT. X <i>Widiyanto Nugroho, Wegie Ruslan</i>	KE49.1-6
KE50	TURBINE METER CAPACITY EVALUATION OF PT. A BASED ON THE USAGE OF GAS AT POWER PLANT PT. X <i>Abimata Anjaya Tirta, Setiyono</i>	KE50.1-8
KE51	Study of Fish Drying Process Using Multilevel Shelves with Wood Fuel <i>Ratna Sary, Ahmad Syuhada</i>	KE51.1-5
KE52	Studi Eksperimental Penyalaan Biodiesel pada Burner Simulator Skala Kecil <i>Ilham Arnif, Dwika Budiarto dan Cahyadi</i>	KE52.1-5
KE53	Analysis Of Influence Spark plug Type On Performance (Power & Torque) 110cc Honda Beat Motorcycle <i>Agus Suprayitno, Achmad Gerri Jailani</i>	KE53.1-6
KE54	The Effect Of The Number Of Blades on The Power Generated by Savonius Wind Turbine in a Rural House in the Village of Purwasari, Ciomas, Bogor <i>Hastito Wibi Bagaskoro dan Chalilullah Rangkuti</i>	KE54.1-5
KE55	Analisis Pengaruh <i>Linepack</i> Menggunakan Simulator <i>Pipeline Studio</i> dan <i>Synergi</i> terhadap <i>Unaccounted Gas</i> di PT X Area Lampung <i>Luluk Noorratri dan La Ode M Firman</i>	KE55.1-5
KE56	PENGARUH BESARNYA ARUS LISTRIK YANG DIGUNAKAN TERHADAP GAS HHO YANG DIHASILKAN PADA ALAT HYDRONIZER <i>Muhammad Ridwan, Chalillullah Rangkuti, Rudina Okvasari</i>	KE56.1-6
KE57	PEMODELAN TURBIN SAVONIUS-DARRIEUS TURBINE MODELLING DESIGN FOR SEA CURRENT ELECTRIC POWERPLANT <i>Boris Metheny, Rosyida Permatasari, Muhammad Sjahrul Annas</i>	KE57.1-6
KE58	Simulasi Pengaruh Daya Dan Waktu Terhadap Temperatur Pada Microwave Dengan Metode Torefaksi <i>M. Malyadi, Fauzan Maskur, Kuntang Winangun dan Rendy Cahyono</i>	KE58.1-5

KE59	Numerical Simulation of Airfoil Cascade for Axial Turbine Design <i>Nono Suprayetno, Priyono Sutikno, Nathanael P. Tandian dan Firman Hartono</i>	KE59.1-4
------	--	----------

KONSTRUKSI MESIN [KM]

KM01	Perancangan dan Analisis Penyerapan Energi Impak Crash Zone Area Kereta Penumpang Nasional <i>Rachman Setiawan, Yunendar Aryo Handoko, Fikri Imam Ramadhan, M. Yazid Fahmi</i>	KM01.1-8
KM02	Static Test Simulation of Bus Seat According to UNECE R80 by Finite Element Method <i>Sandro Mihradi, Syamsul Sinaga, Jerry Setiawan, Satrio Wicaksono</i>	KM02.1-4
KM03	Design of Drying Oven to Determine the Moisture Content <i>Belyamin dan Tohazen</i>	KM03.1-5
KM04	Design Concepts of a Shredder-Extruder Machine in Single Main Mover with Quality Function Deployment (QFD) Approach <i>Sufiyanto, Adriyan dan Marfizal</i>	KM04.1-7
KM05	Optimization of Brushless DC Motor Efficiency in Electric Vehicles <i>Norman Iskandar, Hafiz Ramadhan, Ismoyo Haryanto</i>	KM05.1-9
KM06	Application of Gaussian Mixture and Hidden Markov Model (GM-HMM) for Prediction of Machinery Failure <i>Achmad Widodo, Toni Prahasto, Yasir Abdur Rohman</i>	KM06.1-5
KM07	Stress Analysis of Mach-Zehnder Interferometer fiber optic Sensor Using Finite Element Method <i>Ojo Kurdi, Rusnaldy, Susilo Adi Widyanto, Ian Yulianti, Amirul Firdaus A.</i>	KM07.1-4
KM08	Performance Test of a Peeler Machine Prototype For Acid Seeds <i>Husen Asbanu dan Yefri Chan</i>	KM08.1-8
KM09	Finite Element Analysis Of Foam Filled Double Circular Tubes Under Three Bending Point By Different Loading Conditions <i>Iyas Renreng, Fauzan Djamaluddin, Aulia Abdi Nurhadi</i>	KM09.1-5
KM10	Perancangan Peluncur Coil Gun Menggunakan Daya Listrik DC <i>Rafiuddin Syam dan Andi Amijoyo Mochtar</i>	KM10.1-5
KM11	Penentuan Bentuk Frame Landasan Penumpang Kapsul Tsunami Berdasarkan Hasil Tegangan dan Regangan menggunakan Diskritisasi Oktahedral <i>Mochamad Edoward Ramadhan, Gaguk Djatisoekamto</i>	KM11.1-9

KM12	Strength analysis of lifting lug of horizontal cylindrical pressure vessel <i>Agung Wibowo, Asnawi Lubis, dan Jamiatul Akmal</i>	KM12.1-6
KM13	Design of Wireless Anemometer Using Radio Telemetry <i>Trihono Sewoyo, Budiono, R. Heni Hendaryati, Rio Estu Pambudi</i>	KM13.1-6
KM14	Design of Stress Measurement System using Arduino Uno Microcontroller <i>R. Heni Hendaryati, Trihono Sewoyo, Budiono dan Abdul Malik</i>	KM14.1-8
KM15	Design of Semi Automatic Bone Surgical Blades <i>Suanda, Hendri Sukma, Wina Libyawati</i>	KM15.1-8
KM16	PERANCANGAN KONVERTER ENERGI GELOMBANG LAUT UNTUK PEMBANGKIT LISTRIK MENGGUNAKAN SISTEM FLOATING <i>Eko Bayu Setiawan, dan Nafsan Upara</i>	KM16.1-9
KM17	Design Of Improvement Of Electrical Grilling Machine <i>Noor Eddy, Ridwan Septian</i>	KM17.1-6
KM18	PERANCANGAN PALU TIANG PANCANG MINI (MINI PILE HAMMER) <i>Toto Supriyono, Bukti Tarigan, Muhamad Syarif Hidayat</i>	KM18.1-7
KM19	Daya Teoretis Turbin Angin Darrieus tipe H <i>Stenly Tangkuman, Tritiya A.R. Arungpadang, Michael E. Rembet, Hengky Luntungan, Alexander P. Widodo</i>	KM19.1-4
KM20	Simulation of Quadcopter Hovering with PSO-PID Controller <i>R. Lullus Lambang G. Hidayat*, Wibowo dan Budi Santoso</i>	KM20.1-6
KM21	Stress Analysis Of Rotary Crane Modification With Maximum Loads 35 Tons <i>Kasda, Deny Poniman Kosasih</i>	KM21.1-5
KM22	Modification of Two-lane Mini Rice Harvesting Machine <i>Herdi Susanto, Zakir Husin, Joli Supardi</i>	KM22.1-6
KM23	Analisa Kekuatan Statik Struktur Penopang RIG Servis Sumur Minyak <i>Muhammad Aryo Widagdo, Suharsono</i>	KM23.1-8

TEKNIK MANUFAKTUR [TM]

TM01	PROSES MANUFAKTUR MATERIAL KOMPOSIT STRUKTUR SAYAP PESAWAT UDARA TANPA AWAK DENGAN MENGGUNAKAN METODE HAND LAY-UP DAN VACUUM BAGGING <i>Lenny Iryani, Singgih Satrio Wibowo</i>	TM01.1-4
TM02	ROLLING MACHINE DESIGN FOR FLATTENING 3/8 INCH DIAMETER OF COPPER PIPE <i>G. Heryana, Jatira, R. Subarkah, Irwandi, B.D. Aprianto</i>	TM02.1-7

TM03	The Effect of Welding Parameters on Microstructure in Dissimilar Welding of Stainless Steel 316L and Structural Steel on Gas Metal Arc Welding (GMAW) <i>Ario Sunar Baskoro, Danurengga Ubaszti Putra, dan Dominggus Benhur Rumbiak</i>	TM03.1-7
TM04	Temperature control of hot air flow rate in the main tube of spray dryer using fuzzy control method <i>Firman Ridwan, Abdur Rohim, Alexie Herryandie Bronto Adi</i>	TM04.1-5
TM05	Effect of using coolant on mechanical damages in bone drilling process <i>Rusnaldy, P.A.P. Sijabat dan Paryanto</i>	TM05.1-8
TM06	Pengaruh Gerak Makan dan Putaran Spindel terhadap Keausan Pahat HSS pada Proses Pemesinan Endmilling Komposit Berpenguat Serat Nenas <i>Firman Ridwan, Davis Noerhamzah , Yul Hizhar</i>	TM06.1-6
TM07	Effect of the Cutting Parameters and the Cutting Edge Angle of Turning Process on Product Geometry of Composite <i>Adam Malik, Alan Deri Putra, Fadel Fawwazi</i>	TM07.1-3
TM08	Remanufacturing of Waste Electrical and Electronic Equipment by the Informal Sector <i>Agus Sutanto, Berry Yuliandra</i>	TM08.1-8
TM09	Effect Of Heat Treatment and Lubrication on Pressure Force and Hardness Value in Upsetting Process of AA6061 <i>Hairul Arsyad, Lukmanul Hakim Arma, Nursalam Syamsuri</i>	TM09.1-5
TM10	Analysis of the Effect of Runner System Layout and Melt Temperature Variations on Fill Time and Defects on Fork Spoon Combined Products with Molding Injection Process <i>Arif Budi Wicaksono, Muchlis</i>	TM10.1-8
TM11	The Manufacturing of Banana Cutting Machine for Making Chips with Capacity of 35 kg/h to Improve Productivity of a Home Industry in Putat Village, Gunungkidul, Yogyakarta <i>Faisal Arif Nurgesang, Prayoga Pangestu, Muhammad Ridlwan</i>	TM11.1-7
TM12	Feasibility Analysis of Horizontal Spin Casting Utilization in Hollow Product Creation <i>Risdiyono, Luthfi Tsany Afrianka dan Robets Christianto</i>	TM12.1-4
TM13	Study the strength of the SMAW Welding Method connection with low carbon steel GTAW for repeated load applications <i>Toto Triantoro, Agneta Grace Pessireron</i>	TM13.1-7

TM14	Optimal Conditions of Tool Wear and Surface Roughness of Magnesium Workpiece in Milling Machine with Combination of Taguchi Methods, Grey Relational Analysis and Principal Component Analysis <i>L. Patria Giri D., Wahyudyatama, Kevin Fernando Panjaitan, Yanuar Burhannudin, Gusri Akhyar Ibrahim</i>	TM14.1-7
TM15	Design of Jig Knuckle Assembly Process in New Pick Up <i>Arinto Nugroho, Estu Prayogi</i>	TM15.1-9
TM16	The design of a roasted coffee sorter system in order to control the quality of roasted coffee automatically based on the analysis of the thermographic image and color of roasted coffee <i>Yanuar Burhanuddin, Salfa Ade Nugraha, Masagus Imran Maulana, Suryadiwansa Harun dan Ahmad Suudi</i>	TM16.1-6
TM17	Experimental evaluation of mechanical properties of GMAW welded pipes <i>Eko Budiyanto, Eko Nugroho, Asroni, Kiki Septiadi, dan Anggih Purbo Anggono</i>	TM17.1-5
TM18	Simulation and Experiment Temperature of Turning Process For Al 6061 and Al 6063 <i>Yola Yulanda, Hendri Sukma, Wina Libyawati</i>	TM18.1-5
TM19	Design and manufacturing of the motion and rotation control system of a cutting tool on three axis router machine <i>Rachmad Hartono, Bukti Tarigan dan Sugiharto</i>	TM19.1-6
TM20	Geometrical Accuracy Tests of Parallel Block According to DIN 6346 and DIN ISO 2768 Standards <i>Sally Cahyati, Ezra Sonjaya</i>	TM20.1-8
TM21	PERANCANGAN JIG DAN LIFTER UNTUK MENGANGKAT EXHAUST SYSTEM MOBIL BMW DI PT. XYZ <i>Muhammad Fadhil Abdullah</i>	TM21.1-9

REKAYASA MATERIAL [RM]

RM01	Analysis of Mechanical Properties of Polyester Matrix Composites Materials with Palm Fiber Powder Filler <i>Markus Umboh, Romels Lumintang, Andre Karundeng</i>	RM01.1-4
RM02	The Influence Of Composition Variation Of Catalyzer Composition (Eggshell / CaCO ₃) On Pack Carburizing Process To Violence And Micro Structure Of JIS G 4051 S 15 CK <i>Jatira, TB.Subekhi, Dadan R</i>	RM02.1-9
RM03	Kualitas Total Disolved Solid (TDS) Air Proses Penyaringan Dengan Keramik Pori Pada Perlakuan Suhu Pembakaran <i>Sulistyo, Adry Sefar Belanov</i>	RM03.1-4

RM04	PELAPISAN HIDROKSIAPATIT PADA PADUAN TITANIUM DENGAN ELECTROPHORETIC DEPOSITION (EPD) UNTUK IMPLAN ORTOPEDI <i>Gunawarman, Jon Affi, Nuzul Ficky Nuswantoro, Dian Juliadmi, Hidayatul Fajri, Menkher Manjas, Netti Suharti, Djong Hon Tjong</i>	RM04.1-7
RM05	Phase Change Materials for Building Applications: A Review <i>I. M. Astika, I. N. S. Winaya, I. D. G. A. Subagia, I. K. G. Wirawan, I. G. N. Nitya Santhiarsa, I. K. Suarsana, I. G. N. Priambadi, I. G. K. Dwijana</i>	RM05.1-10
RM06	Characteristics of Surface Preparation in Dissimilar Welding Processes against Stress Corrosion Cracking <i>Osmar Buntu Lobo, Djarot B. Darmadi, Oyong Novareza</i>	RM06.1-5
RM07	The evolution of surface roughness and dimensional changes in AZ31B magnesium alloy plate during electropolishing <i>Budi Arifvianto, Bahtiar Rahmat, Urip Agus Salim, Suyitno, Muslim Mahardika</i>	RM07.1-5
RM08	Analisa Sifat Mekanis dan Ketahanan Aus Material <i>Ultra High Molecular Weight Polyethylene</i> (UHMWPE) dengan Radiasi Elektron <i>Ricky Tanjung, Suyatna Arian Wibowo, Yustiasih Purwaningrum, dan Muhammad Khafidh</i>	RM08.1-4
RM09	EFFECT OF FIBER SURFACE TREATMENT ON MECHANICAL PROPERTIES OF JUTE FIBER REINFORCED COMPOSITES WITH YUKALAC157-CATALYS RESIN <i>Kifli Umar, Ivan Junaidy Abd Karim</i>	RM09.1-7
RM10	Increasing of mild steel ST 41 grade hardness by carburizing treatment using an active carbon from coconut shell and CaCO ₃ catalyst from chicken eggshell <i>Moh. Badarrudin, Rizki Akbari, Harnowo Supriadi</i>	RM10.1-5
RM11	The tensile strength of natural rubber coagulated with mengkudu fruit (<i>Morinda Citrifolia</i>) and tawas ($Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$) <i>Shirley Savetlana, Eko Alan Pratama, Riski Ari Pratama, Nafrizal, Aniek S. Handayani, Mochammad Chalid, Adi Cifriadi</i>	RM11.1-7
RM12	THE INFLUENCE OF BASISITAS SLAG VARIATIONS ON THE QUALITY AND QUANTITY OF FERROMANGAN USING PALM OIL AS A REDUCTANT SHELL <i>Tumpal Ojahan R., Affryan Rahmat S., Yayat Iman S.</i>	RM12.1-7
RM13	Percent basal variations and the time stirring the steering casting composite al-basal matrix on the hardness and density <i>Anang Ansyori, Tumpal Ojahan R., Rizal Nur S., dan Yusup Hendronursito</i>	RM13.1-4

RM14	Study the Experiment of Magnesium Addition in Scrap Aluminum in Squeeze Casting Process by Varying the Pressure Value and Duration of Pressure to Hardness Value Experiment <i>Eko Nugroho, Sulis Dri Handono, Tri Cahyo Wahyudi</i>	RM14.1-4
RM15	Pengaruh Variasi Temperatur Dan Komposisi Bahan Terhadap Kekerasan Pada Proses Squeeze Casting Dengan Material Al Dan Mg Hasil Permesinan <i>Sulis Dri Handono, Eko Nugroho dan Lukito Dwi Yuono</i>	RM15.1-3
RM16	Preliminary Study of Determining the Types of Corrosion in the Ureteral Stents Applications Using Polyester and Composite (Polyester + Fe) Materials <i>Ahmad Kafrawi Nasution, Muhammad Akhirul Nopan, Ridwan Abdurrahman</i>	RM16.1-5
RM17	Atmospheric Corrosion Analysis On Carbon Steel Low Profile Strip and Reinforcement in Industrial Area <i>Affandi, Arya Rudi, S. Fonna, dan S. Huzni</i>	RM17.1-5
RM18	Characteristics of Particle Board Made from Areca Fiber <i>Hendri Nurdin, Hasanuddin, Waskito dan Andre Kurniawan</i>	RM18.1-5
RM19	Simulation of Particle Tracer Materials and its Use in Visualizing the Flow Rate of FASSIP-02 Loop <i>Widya Andriani, Gustiani Arum P., Sholihatul Habibah Fitriani, Mulya Juarsa</i>	RM19.1-7
RM20	EFFECT OF STRENGTHENING STRENGTH IN COPV (PVC-FIBERGLASS) ON THE STRENGTH OF BURST TEST <i>Mohammad Reza Hermawan, Ari Nurdiana dan Dedi Lazuardi</i>	RM20.1-4
RM21	Shape and Geometry of Hip Stem Prosthesis Produced by Topology Optimization: Evaluation of Pre-reconstruction <i>Syifaul Huzni, Syarizal Fonna, M. Ilham Tanamas, Ikramullah dan A.K. Ariffin</i>	RM21.1-5
RM22	Mesh Sensitivity Study of Boundary Element Inverse Analysis for Detecting the Reinforced Concrete Corrosion <i>Syarizal Fonna, M. Fadhil Azkya, Syifaul Huzni dan Gunawarman</i>	RM22.1-5
RM23	Analysis of Weight Loss Rates in Structural Steel Caused by Atmospheric Corrosion Based on the Distance from Coastlines Using Weight Loss Method <i>Joli Supardi, Herdi Susanto</i>	RM23.1-5

PENDIDIKAN TEKNIK MESIN [PTM]

PTM01	Calibration of K-Type Thermocouple and MAX6675 Module With Reference DS18B20 Thermistor Based on Arduino DAQ <i>Reski Septiana, Ibnu Roihan, Juan Karnadi, Raldi A. Koestoer</i>	PTM01.1-6
-------	---	-----------

PTM02 ARAH DAN PERKEMBANGAN PENDIDIKAN PROGRAM PROFESI PTM02.1-10
INSINYUR INDONESIA, SEBUAH REVIEW
Benny Dwika Leonanda

Strength analysis of lifting lug of horizontal cylindrical pressure vessel

Agung Wibowo¹, Asnawi Lubis^{2,*} dan Jamiatul Akmal²

¹Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lampung

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Lampung

*Corresponding author: asnawi.lubis@eng.unila.ac.id

Abstract. Pressure vessel is a closed container used for storing pressurized fluid both in liquid and gas. Fabrication of pressure vessels is generally carried out in construction workshops, and must be moved to site for operation. Therefore, pressure vessel must be equipped with supporting components namely, lifting lug, to facilitate the process of lifting and moving. Finite element analysis using ANSYS was conducted to compare the limit load of a lifting lug with rectangular pad attachment on horizontal cylinder pressure vessels when long side of the rectangular pad attachment is oriented in axial and circumferential direction. The material used for the lifting lug is SA 516 Gr 70 and is assumed to behave as elastic perfectly plastic. The results showed that limit load obtained for lug direction in the hoop was greater than the limit load for lug direction in axial. The stress distribution on pad welding also shows that maximum stress is greater when the long side of rectangular pad is oriented in axial direction, compared with those in hoop direction. It can be concluded that lifting lug will be stronger when the long side of rectangular pad attachment is oriented in the hoop direction.

Abstrak. Bejana tekan adalah suatu wadah tertutup yang digunakan untuk menyimpan fluida bertekanan baik cair ataupun gas. Pembuatan bejana tekan umumnya dilakukan di bengkel konstruksi, dan harus dipindahkan ke lapangan ketika akan digunakan. Oleh karena itu bejana tekan harus dilengkapi dengan komponen pendukung yaitu, *lifting lug* untuk mempermudah dalam proses pengangkatan dan pemindahannya. Penelitian ini dilakukan untuk membandingkan limit beban pada *lifting lug* bejana tekan silinder horizontal dengan sisi panjang dari attachment persegi panjang diorientasikan pada arah aksial dan hoop. Penelitian ini dilakukan dengan metode elemen hingga menggunakan ANSYS. Material yang digunakan untuk *lifting lug* adalah SA 516 Gr 70 dan diasumsikan bersifat *elastic perfectly plastic*. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa limit beban *lifting lug* dengan sisi panjang dari attachment persegi panjang pada arah hoop memiliki nilai yang lebih tinggi daripada sisi panjang pada arah aksial. Distribusi tegangan pada *pad welding* menunjukkan bahwa tegangan maksimum lebih tinggi ketika *lifting lug* diorientasikan pada arah aksial, dibandingkan dengan arah hoop. Dapat disimpulkan bahwa *welding* akan lebih kuat ketika sisi panjangnya berada pada arah hoop.

Kata kunci: bejana tekan silinder horizontal, *lifting lug*, limit beban, *pad attachment*.

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Bejana tekan (*pressure vessel*) adalah suatu wadah tertutup yang digunakan untuk menyimpan fluida bertekanan baik cair ataupun gas. Bejana tekan banyak digunakan pada industri proses, kilang minyak dan pembangkit daya. Bentuk yang paling umum dari bejana tekan adalah silinder, *spherical*, dan *conical*. Berdasarkan fungsinya, bejana tekan silinder terbagi dua, yaitu silinder horizontal dan silinder vertical.

Perancangan dan pembuatan bejana tekan telah diatur berdasarkan buku panduan (*design code*). Design code yang paling banyak digunakan adalah ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Div 1, yang mengatur rule untuk konstruksi

bejana tekan [1]. Berdasarkan tebal dindingnya, bejana tekan dapat dibagi menjadi bejana tekan berdinding tipis dan bejana tekan berdinding tebal. Bejana tekan biasanya dapat diperlakukan sebagai bejana berdinding tipis jika perbandingan radius terhadap ketebalan bernilai 10 atau lebih besar. Stress akibat tekanan internal pada bejana tekan silinder berdinding tipis dapat ditentukan dengan teori membrane, sedangkan pada silinder dinding tebal stress dihitung dengan persamaan Lamé [2].

Bejana tekan dengan dinding tebal digunakan untuk tekanan yang tinggi dan diameter yang besar. Bejana tekan dengan diameter yang besar biasanya sulit diangkat atau dipindahkan. Oleh sebab itu bejana tekan harus dilengkapi dengan komponen

pendukung yaitu *lifting lug*, untuk memudahkan pengangkatan dan pemindahannya dari bengkel konstruksi ke lapangan untuk pengoperasiannya. Jumlah *lifting lug* yang digunakan pada bejana tekan ditentukan berdasarkan bentuk bejana dan berat bejana tekan tersebut.

Penelitian serupa telah dilakukan sebelumnya oleh Rizal dkk, hanya saja diaplikasikan untuk pengangkatan dan pemindahan *Deck Jacket Wellhead Tripod Platform* dengan berat total 206,375 ton. Pada penelitian mereka, dimensi *padeye* yang digunakan adalah tebal 6 in, panjang 26 in, dan tinggi 20 in. material yang digunakan untuk perancangan *padeye* adalah Baja A36 [3].

Metode Penelitian

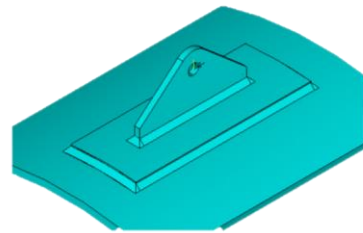
Pada penelitian ini digunakan metode elemen hingga dengan software ANSYS. Secara umum metode elemen hingga dengan ANSYS terdiri dari tiga tahapan penting yaitu: *Preprocessing*, *Solution* dan *Post-Processing* [4].

Preprocessing. Pada tahap *processing* dilakukan pemodelan geometri, pemberian kondisi batas, dan pemberian beban. Langkah pertama sebelum pembuatan model geometri adalah menentukan parameter geometri benda yang akan dimodelkan. Hal ini bertujuan untuk mempermudah perubahan dimensi dari model tersebut jika diperlukan. Tabel 1 adalah parameter geometri *lifting lug* yang dimodelkan:

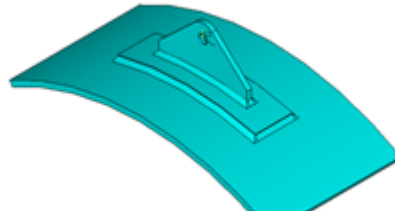
Tabel 1. Parameter Geometri

Parameter	Simbol	Nilai
jari-jari luar silinder	r_i	765.55 mm
jari-jari dalam silinder	r_o	750 mm
tebal <i>lifting lug</i>	T	12.7 mm
tinggi <i>lifting lug</i>	H	127 mm
lebar <i>lifting lug</i>	L	254 mm

Setelah parameter ditentukan maka geometri dapat dimodelkan. Pada penelitian ini ada dua geometri yang dimodelkan, yaitu *lifting lug* pada arah aksial yang artinya sisi panjang *lug* berada pada arah sumbu aksial, seperti pada Gambar 1. Untuk *lifting lug* arah hoop yaitu sisi panjang *lug* berada pada arah hoop (*circumferential*), seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Lifting lug pada arah aksial

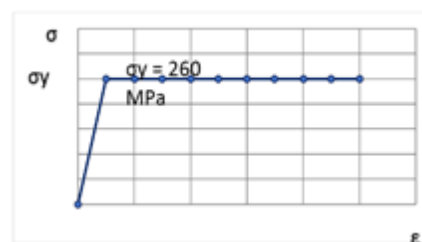


Gambar 2. Lifting lug pada arah hoop

Pada penelitian ini digunakan material SA 516 Gr 70, yang diperuntukkan untuk bejana tekan dan boiler. Material propertis dari SA 516 Gr 70 adalah modulus Elastisitas (E) sebesar 200 GPa, kekuatan luluh (σ_y) sebesar 260 MPa dan *Poisson ratio* (ν) sebesar 0,3. Untuk lebih jelasnya material propertis yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2. Material diasumsikan bersifat *elastic perfectly plastic*, seperti dapat dilihat pada Gambar 3.

Table 2. Material Propertis Geometri

Material Propertis	Simbol	Nilai
Modulus Young	E	200 GPa
Yield strength	σ_y	260 MPa
Poisson Ratio	ν	0,3

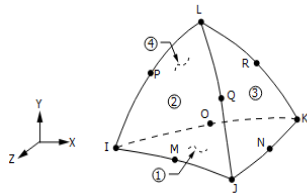


Gambar 3. Model material *elastic-perfectly plastic*

Untuk simulasi pengelasan bejana tekan pada penelitian ini digunakan elektroda AWS SFA 5.4: E 307-15. Material ini memiliki ketahanan pada temperatur tinggi, yaitu antara 1100 °C – 1200 °C dan memiliki kekuatan luluh dan kekuatan tarik masing-masing sebesar 400 MPa dan 650 MPa.

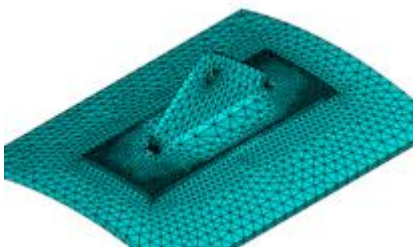
Pada penelitian ini tipe elemen yang digunakan adalah SOLID187 dari ANSYS *element library* [5] yang memiliki bentuk tetrahedron. Elemen ini

mempunyai 10 node dengan 3 derajat kebebasan pada setiap nodenya, yaitu translasi pada arah sumbu x, y, dan z seperti yang terlihat pada Gambar 4.

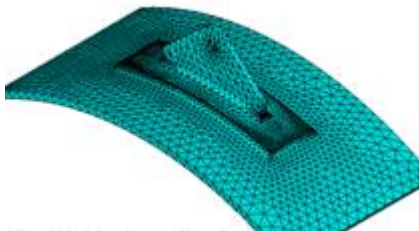


Gambar 4. Elemen SOLID187

Gambar 5 dan 6 masing-masing menunjukkan model elemen hingga untuk lifting lug arah aksial dan arah hoop hasil proses meshing

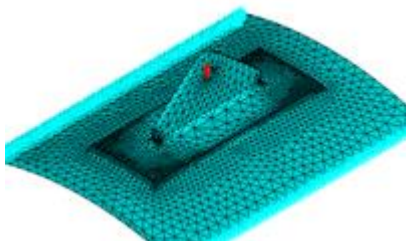


Gambar 5. Meshing untuk *lifting lug* arah aksial.

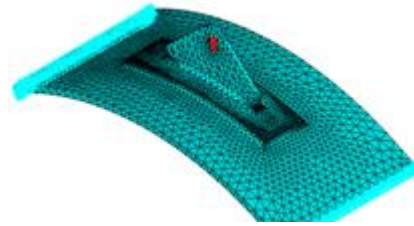


Gambar 6. Meshing untuk *lifting lug* arah hoop.

Kondisi Batas dan Pembebanan. Kondisi batas yang diberikan pada pemodelan ini adalah perpindahan nol pada semua node pada bagian bawah silinder. Beban tarik vertikal diaplikasikan pada *lifting lug* sebagai simulasi berat ketika mengangkat bejana tekan. Kondisi batas dan pembebanan ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Kondisi batas dan pembebanan dengan lug arah aksial.



Gambar 8. Kondisi batas dan pembebanan dengan lug arah circumferensial.

Solusi Nonlinear. Untuk memperoleh limit beban digunakan algoritma Newton-Raphson dalam memperoleh solusi permasalahan nonlinear. Metode Newton-Raphson memiliki keunggulan yaitu cepat konvergen,

Hasil dan Pembahasan

Analisis nonlinear dan limit beban. Limit beban dapat diperoleh dari solusi terakhir yang konvergen, bila solusi masih konvergen maka beban berlanjut pada substep berikutnya, jika solusi tidak konvergen maka akan aktif metode bagi dua (*bisection*). Jika solusi tetap tidak konvergen, maka proses solusi akan berakhir (*error*) yang ditandai munculnya angka 999999 pada substep terakhir seperti pada Tabel 3 dan 4.

Limit beban merupakan beban maksimum yang dapat ditahan sebelum gagal akibat struktur menerima beban yang berlebih. Pada penelitian ini kekuatan struktur *lifting lug* dengan sisi panjang pada arah aksial dibandingkan dengan kekuatan arah hoop (*circumferential*). Tabel 3 dan Tabel 4 masing-masing menunjukkan bahwa limit beban adalah 58,5 kN jika sisi panjang *lifting lug* diorientasikan pada arah aksial dan 61,1 kN jika diorientasikan pada arah hoop.

Dari Tabel 3 dan Tabel 4 dapat dilihat bahwa maka *lifting lug* pada arah hoop (*circumferential*) yang lebih kuat menahan beban tarik vertical dibandingkan dengan *lifting lug* pada arah aksial.

Tabel 3. Limit beban pada *lifting lug* arah aksial.

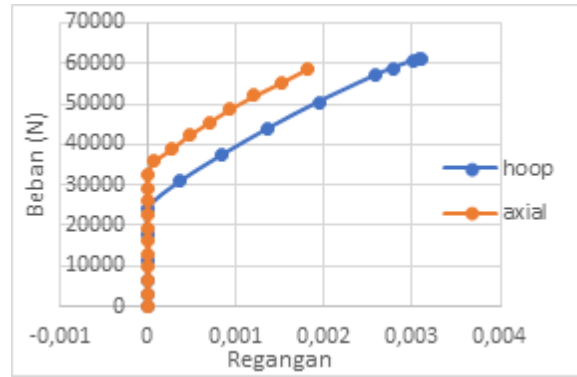
Tekanan Mpa	Beban F (N)	Load step	Substep
19.949	3249.89	1	1
39.897	6499.62	1	2
59.846	9749.51	1	3
79.795	12999.4	1	4
99.744	16249.3	1	5
119.69	19498.7	1	6
139.64	22748.8	1	7
159.59	25998.8	1	8
179.54	29248.9	1	9

199.49	32498.9	1	10
219.44	35749	1	11
239.38	38997.4	1	12
259.33	42247.5	1	13
279.28	45497.5	1	14
299.23	48747.6	1	15
319.18	51997.6	1	16
339.13	55247.7	1	17
359.08	58497.7	1	18
398.97	64996.2	1	999999

Tabel 5. Limit load pada *lifting lug* arah hoop.

Tekanan MPa	Beban F (N)	Load Step	Substep
19.949	3249.89	1	1
39.897	6499.62	1	2
69.821	11374.5	1	3
109.82	17890.8	1	4
149.82	24407.2	1	5
189.82	30923.6	1	6
229.82	37440	1	7
269.82	43956.4	1	8
309.82	50472.8	1	9
349.82	56989.2	1	10
360.88	58791	1	11
371.94	60592.7	1	12
374.55	61017.9	1	13
375.05	61099.4	1	14
398.97	64996.2	1	999999

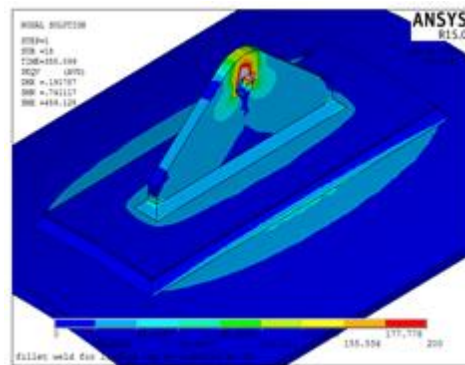
Gambar 9 menunjukkan hubungan beban terhadap perpindahan (regangan) untuk *lifting lug* arah aksial dan hoop ketika diberikan beban tarik vertikal. Pada *lifting lug* arah aksial terjadi deformasi elastis ketika menerima beban sampai dengan 32,5 kN. Deformasi plastis pada *lifting lug* arah aksial terjadi ketika beban menerima 35,7 kN sampai dengan 55,2 kN. Pada *lifting lug* arah hoop terjadi deformasi elastis ketika menerima beban sampai 24,4 kN dan akan mengalami deformasi plastis ketika menerima beban 30.9 kN sampai dengan 61.0 kN.



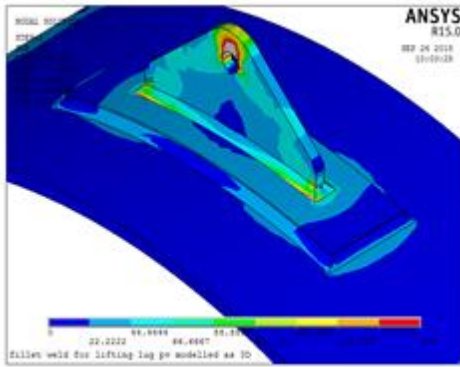
Gambar 9. Hubungan beban vs. regangan pada *lifting lug* dengan beban tarik vertical

Gambar 9 juga menunjukkan titik patah (*fracture*) pada *lifting lug* arah aksial yang lebih kecil dibandingkan dengan titik patah untuk *lifting lug* arah hoop. *Lifting lug* arah aksial mengalami kegagalan pada beban 58.5 kN, sedangkan pada *lifting lug* arah hoop lebih besar yaitu 61.1 kN.

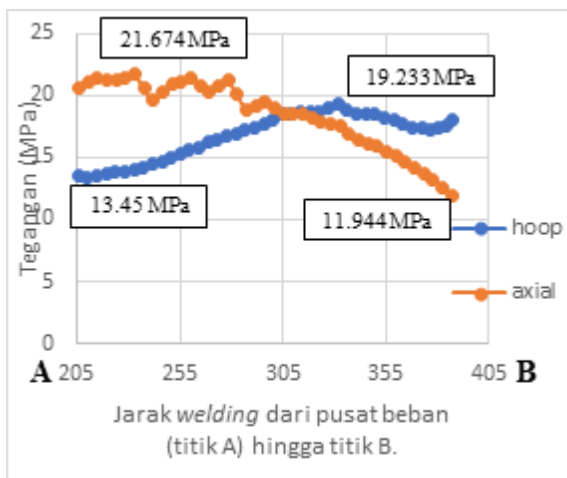
Distribusi tegangan. Gambar 10 menunjukkan kontur stress sepanjang *pad welding* untuk *lifting lug* arah aksial. *Pad welding* adalah las yang berada pada bagian *pad*, yang berfungsi untuk menyambungkan shell bejana tekan dengan bagian *pad*. Gambar 11 menunjukkan kontur stress yang sama pada *pad welding* untuk *lifting lug* arah hoop. Perbandingan distribusi stress sepanjang setengah *pad welding* untuk *lifting lug* arah aksial dan hoop ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 10. Stress contour plot untuk *lifting lug* arah aksial



Gambar 11. Stress contour plot untuk lifting lug arah hoop



Gambar 12. Distribusi tegangan *pad welding* lifting lug arah axial dan hoop.

Pada Gambar 12 ditunjukkan distribusi tegangan sepanjang *welding* dari garis kerja beban sampai ke pinggir lasan. Dari Gambar 12 dapat dijelaskan bahwa tegangan terbesar terjadi pada *pad welding* aksial dengan nilai maksimum 21.674 MPa yang terletak pada pertengahan las atau pada garis kerja beban, sedangkan nilai minimum sebesar 11.944 MPa terletak pada ujung sisi las. Gambar 12 juga menunjukkan bahwa tegangan mengalami kenaikan ketika mendekati pusat beban dan memiliki tegangan yang lebih kecil ketika berada pada ujung *welding*.

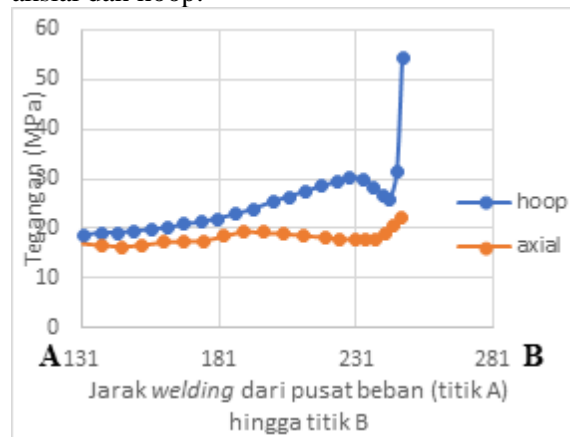
Sedangkan tegangan pada *pad welding* hoop memiliki nilai maksimum yang lebih kecil yaitu 13.45 MPa pada posisi garis kerja gaya dan memiliki nilai maximum sebesar 19.23 MPa pada titik terjauh dari garis kerja gaya. Dapat dilihat bahwa untuk *lifting lug* arah hoop tegangan makin besar jika posisi makin jauh dari garis kerja gaya dan terkecil pada posisi garis kerja gaya.

Dari Gambar 12 dapat diamati bahwa distribusi stress sepanjang *welding* lebih merata untuk *pad welding* hoop. Sedangkan untuk *pad welding* aksial terjadi pemusatan tegangan pada posisi garis kerja gaya. Ini menunjukkan bahwa *pad welding* aksial bersifat lebih lemah dibandingkan dengan *pad*

welding hoop ketika diberikan gaya tarik vertikal. Dapat dikatakan bahwa *welding* akan lebih kuat menerima beban ketika sisi panjangnya berada pada arah hoop (*circumferential*) dibandingkan pada arah aksial.

Gambar 13 menunjukkan perbandingan distribusi tegangan pada lug *welding* arah aksial dan hoop. Lug *welding* adalah bagian las yang berada pada bagian lug, yang berfungsi untuk menyambungkan bagian pad dengan lug baik arah aksial maupun arah hoop. Pada Gambar 13, jarak *welding* diukur dari garis kerja beban sampai ke pinggir lasan. Pada lug *welding* tegangan terbesar terjadi pada lifting lug arah hoop, yaitu pada posisi terjauh dari garis kerja gaya, yaitu 106.38 MPa, dan memiliki tegangan yang lebih kecil pada area tengah *welding* atau pada posisi garis kerja beban yaitu 15.828 MPa. Pada lifting lug arah hoop ini terjadi pemusatan tegangan yang signifikan pada sisi ujung *welding*.

Pada *lug welding* arah aksial tegangan lebih merata dan tidak terjadi kenaikan tegangan yang besar. Tegangan maksimum pada *lug welding* aksial adalah 21.807 MPa yang berada pada posisi terjauh dari garis kerja gaya, sedangkan untuk minimumnya yaitu 16.497 MPa. Lug *welding* arah aksial dan hoop memiliki tegangan yang besar pada titik terjauh dari garis kerja gaya, sehingga pada titik tersebut terjadi kegagalan pada *lifting lug* arah aksial dan hoop.



Gambar 13. Distribusi tegangan *pad welding* lifting lug arah axial dan hoop.

Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa limit beban pada lifting lug arah hoop lebih besar dari pada limit beban lifting lug arah aksial. Nilai tegangan juga lebih kecil jika lifting lug diorientasikan pada arah hoop, sehingga dapat disimpulkan lifting lug akan lebih kuat ketika sisi panjang *lug* berada pada arah hoop (*circumferential*)

Referensi

- [1] ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 1, 2010, Rule for Construction of Pressure Vessel. ASME, New York.
- [2] Flugge, W., 1973, Stresses in Shells. Springer-Verlag, New York.
- [3] Rizal, Handayanu dan Soedjono J.J., 2013, Studi Analisis Lifting dan Design Padeye pada Pengangkatan Deck Jacket Wellhead Tripod Platform Menggunakan Floating Crane Barge. Jurnal Teknik POMITS Vol. 1, No. 1, hal. 1-6, Teknik Kelautan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- [4] Moaveni, S., 1999, Finite Element Analysis, Theory and Application with ANSYS. Minnesota State University.
- [5] ANSYS Inc. ANSYS help. Theory Reference