

# BUKU PROSIDING

## Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin 2019

# SNTTM XVIII

## Inovasi Maju dalam Teknik Mesin untuk Pembangunan Berkelanjutan

### KEYNOTE SPEAKERS:

- Associate Prof. Dr. Eng. Nobumasa Sekishita  
Toyohashi University of Technology, Japan
- Prof. Emeritus Yoshihiro Narita  
Professor Emeritus of Hokkaido University, Japan
- Ir. Sigit Puji Santosa, MSME, Sc.D., IPU  
Director of LPIK, Institut Teknologi Bandung

9 - 10 Oktober 2019

Aston Kartika Grogol Hotel & Conference Center  
Jakarta, Indonesia



Diselenggarakan oleh:  
Jurusan Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Trisakti

Didukung oleh:



SEMEN BATURAJA



PT. Ostenco Promitra Jaya



KAMUSAKTI

mandiri

BNI



## Didukung oleh :



SEMEN BATURAJA



PT. Ostenco Promitra Jaya



KAMUSAKTI



ISSN 2623-0313



9 772623 031204

**Diterbitkan oleh :**

**©2019. Badan Kerjasama Teknik Mesin (BKSTM)**

**Sekretariat : Jl. Margonda Raya, Pondok Cina, Kecamatan Beji, Kota Depok, Jawa Barat 16424**



## 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.

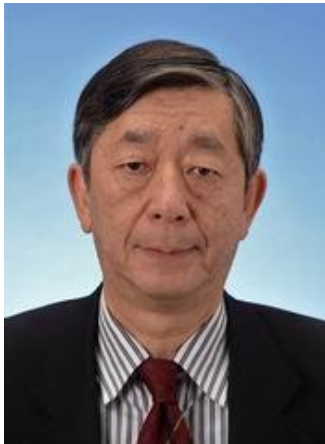
Salam,

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 Apyrindo 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 Nooratri 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 <sub>3</sub> ) 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 <sub>3</sub> 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 <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> ·nH <sub>2</sub> O) <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*

# The tensile strength of natural rubber coagulated with mengkudu fruit (*Morinda Citrifolia*) and tawas ( $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ )

Shirley Savetlana<sup>1</sup>, Eko Alan Pratama<sup>1</sup>, Riski Ari Pratama<sup>1</sup>, Nafrizal<sup>1</sup>, Aniek S. Handayani<sup>2</sup>, Mochammad Chalid<sup>3</sup>, Adi Cifriadi<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung, Jl. Sumantri Brojonegro No.1, Bandar Lampung, 35145

<sup>2</sup>Institute Teknologi Indonesia, Jl. Raya Puspitek Serpong, Tangerang Selatan, Banten, 15314

<sup>3</sup>Jurusan Material, Universitas Indonesia, Kampus UI baru Depok, Jawa Barat, 16424

<sup>4</sup>Balai Penelitian Karet Bogor, Jl. Salak No.1, Babakan, BogorTengah Bogor, Jawa Barat, 16151

<sup>1</sup>Email : shirley.savetlana@eng.unila.ac.id

**Abstract.** Natural rubber is made of latex or isoprene polymer ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ). It was obtained from latex sap by tapping of rubber plant (*Havea Brasiliensis*). Mengkudu (*Morinda Citrifolia*) contained acid. It can be used to coagulate the latex. In this research, the latex was coagulated using extracted mengkudu and tawas. The mengkudu and tawas loading in latex were 2.5%, 5%, 7.5% and 10%. The preparation of the natural rubber from latex is as follows: preparation of extract mengkudu or tawas, mixing latex and coagulant, moulding, pressing and curing. The coagulation time decreased as percentage of mengkudu or tawas loading increased. The highest tensile strength and modulus of natural rubber were obtained from latex coagulated with 2.5% mengkudu and 7.5% tawas, respectively.

**Abstrak.** Karet alam (*Natural Rubber*) berasal dari lateks atau polimer *isoprene* ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )<sub>n</sub> didapatkan dari penyadapan kulit batang pohon karet (*Havea Brasiliensis*). Mengkudu (*Morinda Citrifolia*) mengandung zat asam yang dapat digunakan untuk mengkoagulasi lateks. Pada penelitian ini, karet alam dikoagulasi menggunakan dua macam zat koagulan yaitu buah mengkudu dan tawas. Karet dikoagulasi dengan menggunakan cairan mengkudu atau tawas dengan variasi 2,5%, 5%, 7.5% dan 10%. Proses koagulasi lateks dilakukan dengan mempersiapkan ekstrak cairan mengkudu atau tawas, pencampuran dengan lateks, pencetakan, proses koagulasi dan penekanan dengan mesin press, terakhir adalah proses curing. Semakin banyak jumlah ekstrak mengkudu yang ditambahkan semakin mempercepat koagulasi lateks. Kekuatan tarik dan regangan tertinggi terdapat pada karet alam dari hasil koagulasi lateks dengan 2,5% mengkudu. Kekuatan tarik karet tertinggi dengan koagulasi tawas dihasilkan dari karet dengan koagulan 7.5% tawas.

**Kata kunci:** karet alam, lateks koagulan, mengkudu, tawas, sifat mekanik

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

## Pendahuluan

Karet alam (*Natural Rubber*) merupakan lateks atau polimer *isoprene* ( $\text{C}_3\text{H}_8$ )<sub>n</sub> yang didapatkan dari penyadapan kulit batang pohon karet (*Havea Brasiliensis*) dengan menggunakan pisau sadap. Para petani biasanya menyadap getah karet pada waktu pagi hari. Karet yang disadap akan mengalami peristiwa koagulasi atau penggumpalan. Koagulasi dibedakan menjadi dua macam yaitu koagulasi alami dan koagulasi buatan. Untuk digunakan sebagai material dalam bidang teknik, lateks harus digumpalkan terlebih dahulu. Penggumpalan karet pada koagulasi alami diakibatkan oleh mikroba atau prosesnya secara biologis dan biasanya ini terjadi 3 hari setelah karet disadap. Koagulasi buatan yaitu koagulasi yang

terjadi dikarenakan penambahan zat seperti asam formiat atau asam semut. Selama transportasi lateks dari penyadapan sampai ketempat pengolahan, getah karet atau lateks diberikan bahan anti koagulan untuk mencegah penggumpalan karet yang tidak diinginkan yang disebabkan oleh bakteri. Dua puluh empat jam setelah pengambilan lateks dari pohon, PH lateks menurun dari 6.5 menjadi 5.2 dikarenakan proses koagulasi secara alami. Setelah itu PH akan meningkat cepat atau lambat ke 8 atau 9. Evolusi dari PH dikarenakan kesetimbangan antara *acidification* oleh fermentasi karbohidrat dan alkalisasi [1]. Bahan anti koagulan seperti amoniak digunakan untuk melindungi lateks. Larutan amoniak dapat menghalangi bakteri menaikkan PH



lateks. Sifat alkali lateks meningkat dengan meningkatnya kandungan amonia. Kekentalan lateks meningkat seiring dengan lamanya penyimpanan lateks yang mengandung amoniak [2].

Mekanisme koagulasi pada karet yaitu merupakan proses penurunan PH sehingga lateks akan membeku yaitu pada PH 4,5-4,7. Asam dalam hal ini ion  $H^+$  akan bereaksi dengan ion  $OH^-$  pada protein senyawa lainnya untuk menetralkan muatan listrik sehingga terjadi koagulasi pada lateks. PH koagulan menentukan tinggi atau rendahnya kemampuan koagulasi. Koagulan dari bahan kayu karet memiliki PH lebih rendah dari koagulan berbahan kulit kayu karet. Lateks yang dikoagulasi dengan kayu karet menunjukkan berat karet basah yang lebih besar dibandingkan dengan lateks yang menggunakan koagulan kulit kayu karet. PH kayu karet lebih mendekati PH pencampuran lateks yaitu 4,7-5,5 [3].

Koagulasi lateks secara buatan dilakukan dengan memberikan bahan yang bersifat asam. Asam formiat dan asam asetat adalah dua macam asam yang direkomendasikan untuk digunakan sebagai koagulan lateks. Kalsium nitrat  $Ca(NO_3)_2$  dengan kandungan 40% kalsium nitrat dalam air yang digunakan sebagai koagulan menghasilkan karet dengan nilai kekutan tarik yang cukup baik untuk aplikasi pada sarung tangan karet [4]. Kalsium nitrat ataupun kalsium klorid cocok digunakan sebagai koagulan untuk aplikasi pada lembaran tipis dengan metode Radiation vulcanized natural rubber latex (RVNRL). Untuk bahan pelarut koagulan, ethanol diketahui lebih bagus dibandingkan air [5].

Asam semut yang digunakan para petani cukup mahal, maka diperlukan bahan yang lebih ekonomis sebagai bahan yang digunakan petani untuk mengkoagulasikan karet tersebut. Salah satu bahan bio koagulan yang digunakan yaitu jeruk nipis. Koagulan lateks dengan jeruk nipis menunjukkan waktu yang digunakan adalah 12 jam dengan kandungan jeruk nipis 30 ml pada temperatur  $60^\circ C$ . Plastisitas, kadar abu dan kadar karet kering digunakan sebagai parameter dalam mengukur potensi jeruk nipis untuk digunakan sebagai bahan koagulan [6]. Penambahan jumlah koagulan yang lebih besar dari  $\frac{3}{4}$  bagian lateks akan mengganggu proses pemecahan lapisan emulsi pada lateks. Hal ini menyebabkan proses koagulasi terganggu sehingga mengurangi berat karet kering yang dihasilkan [3].

Asam dari kayu mentah yang didapat dari produksi arang. Asam dari kayu alam dapat menggantikan asam asetat dan asam format sebagai koagulan alami. Asam dari kayu dapat menghambat pertumbuhan bakteri pada *NR sheet*

[7]. Studi pada beberapa jenis koagulan  $NaCl$ ,  $CaCl_2$ ,  $AlCl_3$ ,  $SnCl$  menyimpulkan bahwa koagulan yang paling menjanjikan adalah koagulan yang berbasis aluminium [8]. Perbandingan antara koagulan asam format dan bakteri sebagai koagulan menunjukkan energi aktivasi oksidasi lebih tinggi pada karet yang dikoagulasi dengan asam format dibandingkan koagulan bakteri [9]. Fahlevi dkk menggunakan deorub formula baru yang mengandung asam asetat sebagai koagulan lateks [10-11]. Penggunaan 100 ml deorub untuk 1 liter lateks menghasilkan karet dengan kekuatan tarik  $25,2 N/mm^2$ , modulus 500% sebesar  $3,3 N/mm^2$  dan *elongation at break* 830%. Penggunaan jumlah koagulan yang rendah walaupun tidak berpengaruh pada beberapa parameter mutu karet tetapi berpengaruh terhadap kadar karet kering (KKK) dan lamanya waktu penggumpalan. Hal ini menyebabkan kenaikan biaya transportasi sehingga mengurangi pendapatan petani [12].

Tiga parameter yang digunakan untuk melihat keberhasilan koagulan pada penelitian menggunakan koagulan buah naga foliage. Tiga parameter tersebut yaitu chemical oxygen demand (COD), suspended solid (SS) dan turbidity of effluent [13]. Penggunaan koagulan bahan lain yaitu redistilat asap cair dari cangkang sawit [14]. Selain eksperimen juga dilakukan simulasi proses pembentukan film dengan aplikasi pada thin glove coagulant dipping [15] dan comparative studi pada tanaman karet alam selain *hevea brasiliensis* [16].

Bahan koagulan yang murah lainnya seperti wood vinegar [17]. Bahan koagulan tawas atau aluminium sulphate ( $Al_2(SO_4)_3 \cdot nH_2O$ ) termasuk dalam bahan koagulan yang tidak dianjurkan. Namun bahan tawas masih banyak digunakan oleh beberapa petani sebagai zat koagulan. Beberapa petani mencoba menggunakan bahan koagulan bio seperti buah mengkudu (*Morinda Citrifolia*). Penggunaan mengkudu oleh petani akan lebih baik lagi apabila ada referensi mengenai pengaruh buah mengkudu terhadap sifat mekanik karet dalam hal ini sifat-sifat tarik karet.

Pada penelitian akan diteliti bagaimana pengaruh jumlah bahan tawas dan koagulan mengkudu terhadap waktu penggumpalan dan sifat-sifat tarik karet. Hal ini dilakukan agar dapat diketahui efek penggunaan koagulan tawas dan buah mengkudu terhadap sifat-sifat tarik karet.

### Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: lateks dari tanaman *havea brasiliensis* dari daerah Lampung dan mengkudu diekstrak dari buah mengkudu yang berasal dari

daerah Sumatera Selatan. Tawas adalah tawas komersil yang dijual dipasaran.

Persiapan yang dilakukan pada buah mengkudu yaitu menyiapkan mengkudu, memeras mengkudu hingga keluar cairannya dengan menggunakan kain bersih, menampung cairan mengkudu hasil perasan ke dalam wadah ember lalu menyimpan cairan mengkudu dari ember kedalam jeriken untuk digunakan lebih lanjut.

Lateks dimasukan kedalam wadah untuk *dimixer* selama 2 menit lalu larutan mengkudu dimasukan sesuai variasi kandungan mengkudu ke dalam lateks dan dilakukan proses pencampuran dengan menggunakan *mixer* komersil selama 3 menit, setelah lateks dan larutan mengkudu tercampur rata maka proses percampuran dihentikan, selanjutnya masukkan campuran tersebut kedalam cetakan, diamkan hasil campuran tersebut di cetakan selama 24 jam. Selanjutnya penekanan karet dengan mesin *press* dengan pembebanan 8 Ton selama 30 menit untuk mengurangi kadar airnya. Langkah terakhir adalah melakukan proses *curing* pada karet dengan dipanaskan didalam *oven* pada temperatur 150° selama 20 menit. Proses koagulasi dengan tawas menggunakan cara yang sama dengan persiapan karet dengan koagulan mengkudu.

Untuk mengetahui sifat-sifat mekanik karet alam yang dihasilkan, dilakukan pengujian tarik. Pengujian tarik dilakukan sesuai standar ASTM D412.

## Hasil dan Pembahasan

Lateks digumpalkan dengan koagulan mengkudu dan tawas. Komposisi lateks dan bahan koagulan ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi karet dan bahan koagulan

Spesimen	Lateks (vol %)	Larutan Tawas (vol %)	Larutan Mengkudu (Vol%)
K-T1	97.5	2.5	-
K-T2	95	5	-
K-T3	92.5	7.5	-
K-T4	90	10	-
K-M1	97.5	-	2.5
K-M2	95	-	5
K-M3	92.5	-	7.5
K-M4	90	-	10

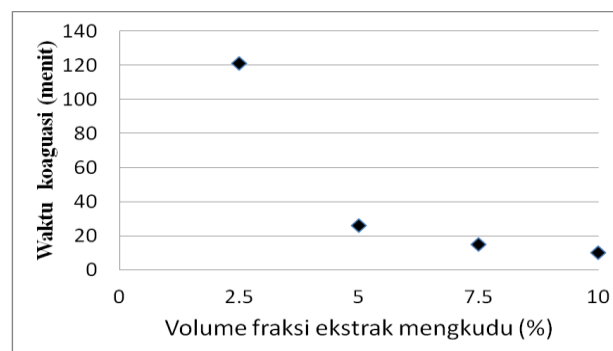
Waktu koagulasi lateks dengan mengkudu sebagai fungsi dari volume fraksi mengkudu ditunjukkan pada gambar 1. Pada karet alam yang

dikoagulasi dengan mengkudu, lateks yang paling lama membeku terdapat pada lateks-2,5% mengkudu yaitu selama 121 menit kemudian yang paling cepat membeku yaitu pada variasi lateks-10% mengkudu dengan waktu 10 menit, dan untuk lateks-5% mengkudu dan lateks-7,5% mengkudu masing-masing lamanya waktu koagulasi yaitu 15 menit dan 26 menit.

Gambar 2 menunjukkan pengaruh jumlah tawas terhadap lama waktu koagulasi lateks. Pada karet alam yang dicampur dengan tawas, yang paling lama membeku yaitu pada lateks yang mengandung 2.5% tawas yaitu selama 33 menit kemudian yang paling cepat membeku yaitu pada kandungan 10% tawas dengan waktu selama 20 menit, dan untuk lateks dengan kadungan tawas 5% dan 7.5% yaitu waktu koagulasi selama 27 menit dan 25 menit.

Semakin banyak jumlah koagulan semakin cepat penggumpalan terjadi hal ini mempersingkat waktu koagulasi. Semakin besar jumlah kogulan yang digunakan dalam lateks maka akan semakin tinggi berat crepe kering yang dihasilkan [6].

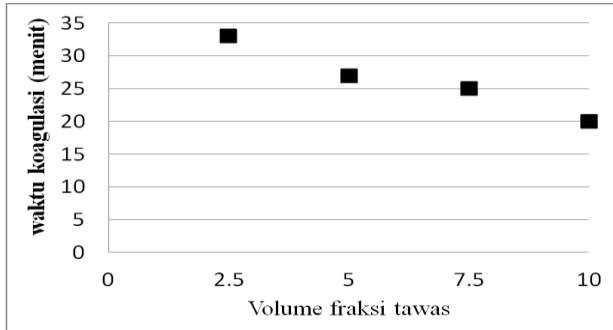
Pada kurva tegangan regangan, ketika beban tarik di aplikasikan tegangan sebanding dengan regangan, garis linier yang pertama menunjukkan rantai amorphous polimer yang menyusun diri sesuai arah beban tarik, deformasi pada tahap pertama ini bersifat mampu balik. Selanjutnya pada tahap kedua kurva tegangan regangan akan turun. Hal ini dikarenakan pemisahan rantai dalam kristal polymer. Selanjutnya pada tahap ketiga, kurva akan naik lagi karena penguatan polimer yang disebabkan penyusunan kembali rantai polimer searah dengan beban. Pada tegangan maksimum, terjadi pemutusan ikatan kovalen pada rantai polimer yang mengakibatkan putusnya spesimen karet. Apabila kurva tegangan regangan karet-mengkudu dan karet-tawas dibandingkan dengan karet-asam formiat terdapat sedikit perbedaan [18].



Gambar 1. Pengaruh jumlah koagulan mengkudu terhadap waktu koagulasi lateks



Kurva tegangan regangan karet-mengkudu dan karet tawas masing-masing ditunjukkan pada gambar 3 dan 4. Kurva tegangan regangan karet menunjukkan perubahan fisik yang terjadi pada mikrostruktur karet.

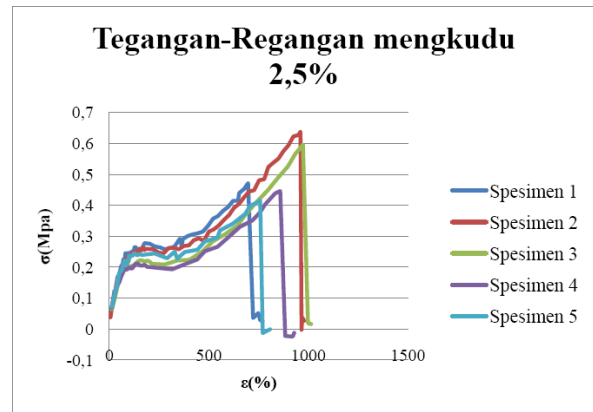


**Gambar 2.** Pengaruh jumlah koagulan tawas terhadap waktu koagulasi lateks

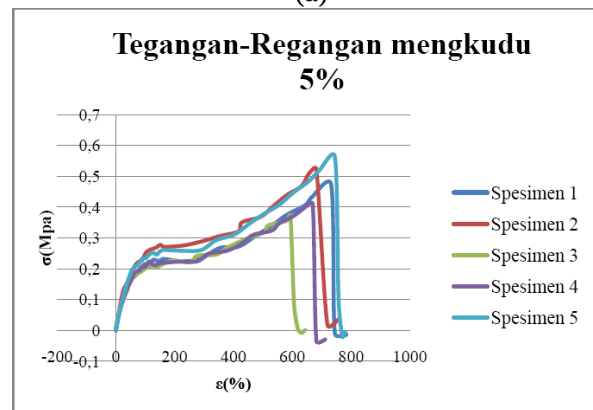
Pada kurva tegangan-regangan karet-asam formiat menunjukkan nilai maksimum tegangan pada akhir tahap satu lebih tinggi daripada karet- mengkudu dan karet-tawas. Sebaliknya tahap tiga pada kurva tegangan regangan yang disebabkan penguatan struktur karet karena penyusunan kembali rantai polimer, karet-asam formiat menunjukkan kenaikan tegangan yang lebih rendah dibandingkan karet-mengkudu dan karet-tawas.

Kekuatan tarik karet tertinggi ada pada karet lateks-2.5% mengkudu yaitu 0.51 MPa. Gambar 3 menunjukkan kekuatan tarik karet sebagai fungsi dari volume fraksi mengkudu. Nilai tegangan tarik yang paling rendah dihasilkan karet alam-5% mengkudu yaitu 0,43 MPa. Lateks-7.5% mengkudu dengan kekuatan tarik 0.45 MPa dan lateks 10% mengkudu dengan kekuatan tarik 0.46 MPa. Nilai kekuatan tarik karet-2.5% mengkudu lebih tinggi daripada kekuatan karet dari lateks yang dikoagulasi dengan asam formiat yaitu 0.417 MPa [18]. Dalam penelitian ini, kekuatan tarik karet alam yang paling baik pada lateks yang dikoagulasi dengan mengkudu dengan persentase sebanyak 2,5% dan proses penggumpalannya berjalan perlahan dengan waktu selama 120 menit, walaupun karet alam-10% mengkudu mempunyai kekuatan tarik yang tinggi tetapi waktu penggumpalannya yang cepat cenderung akan merusak kualitas dari karet alam tersebut.

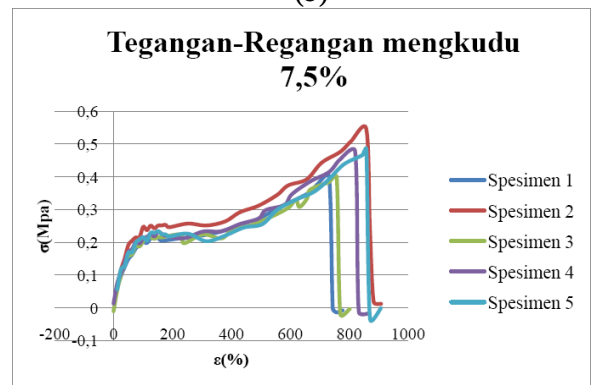
Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa sampel karet alam-7.5% tawas mempunyai nilai kekuatan tarik yang paling tinggi dengan nilai 0,37 MPa.



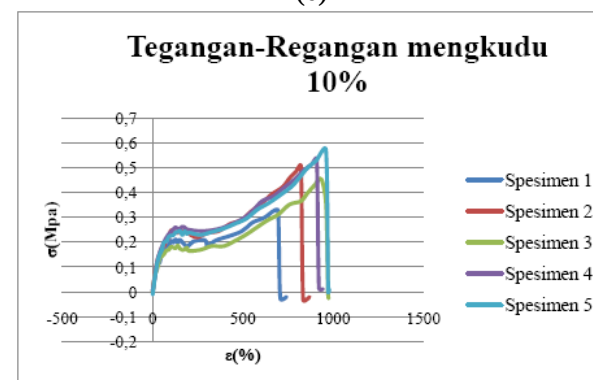
(a)



(b)

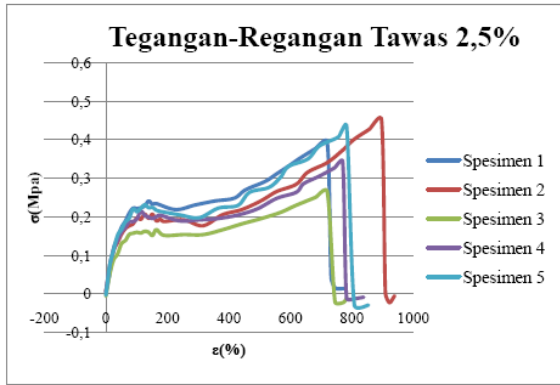


(c)

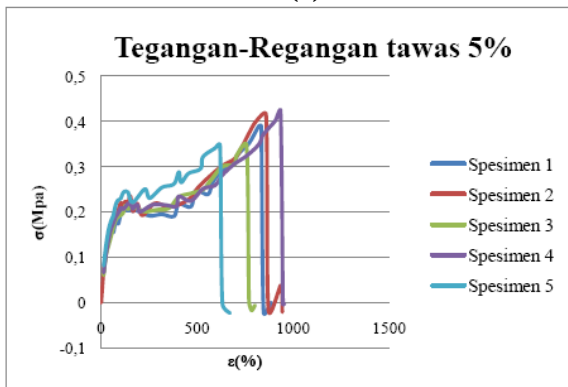


(d)

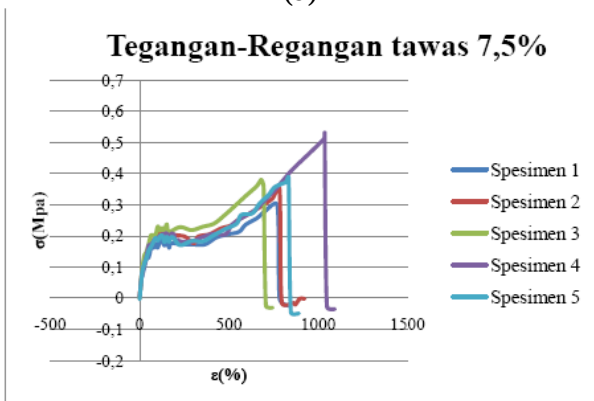
**Gambar 3.** Kurva tegangan-regangan karet dari koagulasi lateks dengan mengkudu: (a) 2.5% (b) 5% (c) 7.5% dan (d) 10%



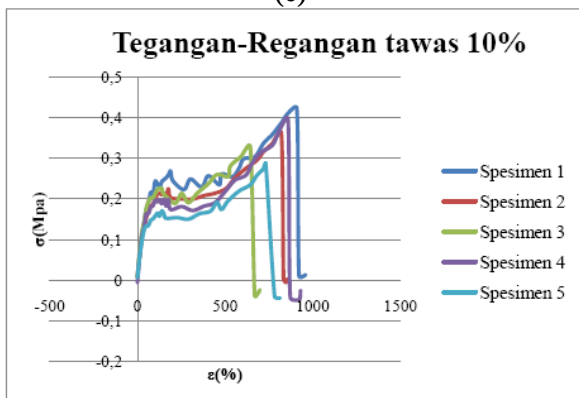
(a)



(b)

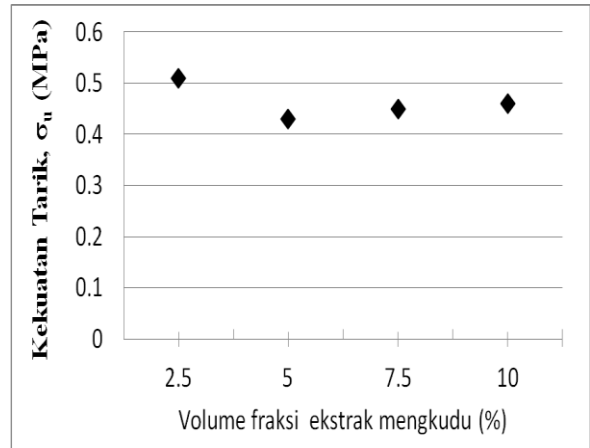


(c)



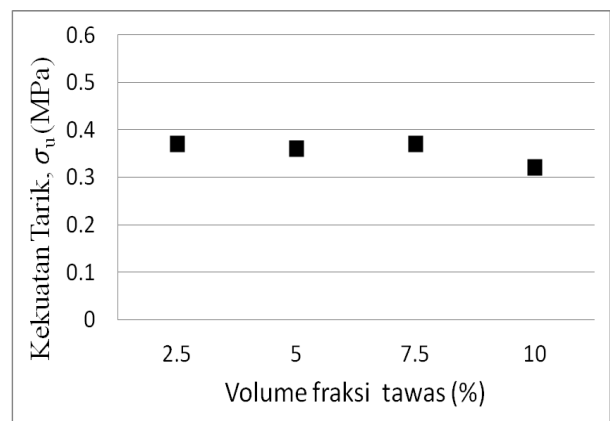
(d)

**Gambar 4.** Kurva tegangan-regangan karet dari koagulasi lateks dengan tawas : (a) 2.5% (b) 5% (c) 7.5% dan (d) 10%



**Gambar 5.** Pengaruh volume fraksi mengkudu terhadap kekuatan tarik karet alam

Untuk sampel dengan nilai tegangan tarik yang paling rendah yaitu terdapat pada karet alam- 10% tawas sebesar 0,32 MPa. Walaupun karet alam-7.5% tawas yang paling tinggi, tetapi kandungan persentase yang cukup besar dapat mengakibatkan karet menggumpal terlalu cepat dan tidak menyeluruh dan lebih baik menggunakan persentase karet alam-0.25% tawas yang juga biasa dipakai oleh petani karet.



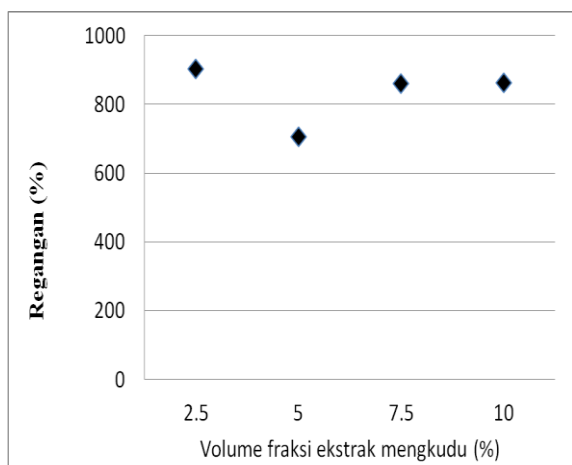
**Gambar 6.** Pengaruh volume fraksi tawas terhadap kekuatan tarik karet alam

Mengkudu memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih besar pada variasi 2,5% dibandingkan tawas dikarenakan waktu penggumpalan atau koagulasi yang terjadi pada mengkudu cukup lama yaitu selama 120 menit dan juga dikarenakan nilai keasaman pada mengkudu lebih tinggi dari tawas. Pada proses penggumpalan karet, reaksi kimia terjadi ketika lateks yang dicampur dengan asam. Partikel karet terdiri dari membran protein yang banyak mengelilingi molekul karet. Membran protein yang ada pada karet bermuatan negatif sehingga terjadi tolak menolak dan membuat karet tidak membeku. Saat asam yang terdiri dari ion  $H^+$  ditambahkan kedalam latek, ion  $H^+$  dari asam akan menetralkan membran protein yang

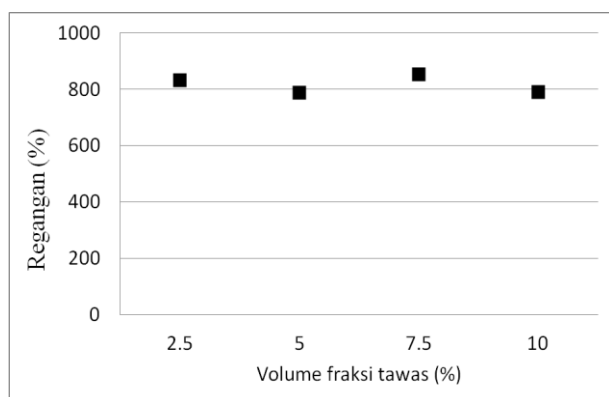


bermuatan negatif dan akan menyebabkan partikel karet akan saling bertabrakan lalu membran protein karet pecah sehingga menyebabkan molekul karet menggumpal bersamaan dan karet membeku. Penggunaan asam yang terlalu kuat bisa menyebabkan penurunan pH yang terlalu cepat dan tidak homogen akibatnya pembekuan karet tidak merata dan bisa mempengaruhi sifat mekaniknya.

Gambar 5 menunjukkan regangan karet sebagai fungsi dari volume fraksi koagulan mengkudu. Lateks-2.5% mengkudu mempunyai nilai regangan yang paling tinggi dengan nilai 903,89 %, dan karet dengan regangan yang paling rendah yaitu terdapat pada lateks-5% mengkudu sebesar 705,32%. Lateks-7.5% mengkudu dan lateks-10% mengkudu mempunyai regangan masing-masing sebesar 859.46% dan 863.25%. Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa semua sampel karet alam-tawas mempunyai nilai regangan yang hampir sama. Jika ingin dilihat lebih detail, regangan paling tinggi dengan nilai 852,49% untuk sampel 7.5% tawas, dan untuk sampel dengan nilai regangan yang paling rendah yaitu terdapat pada karet alam- 5% tawas sebesar 786,72%.



**Gambar 7.** Pengaruh volume fraksi mengkudu terhadap regangan karet alam



**Gambar 8.** Pengaruh volume fraksi tawas terhadap regangan karet alam

## Kesimpulan

Lateks dari tumbuhan karet alam *hevea brasiliensis* digumpalkan dengan koagulan mengkudu dan tawas. Pada range konsentrasi mengkudu atau tawas 2.5-10% di penelitian ini. Semakin tinggi prosentase mengkudu atau tawas pada lateks maka semakin cepat waktu pengumpulan.

Koagulasi lateks dengan 2.5% mengkudu menghasilkan kekuatan tarik karet tertinggi yaitu 0,51 MPa dan regangan 903,89%. Koagulasi lateks dengan 7.5% tawas menghasilkan kekuatan tarik karet tertinggi yaitu 0,37 MPa dan regangan 852,49%. karet-2.5% mengkudu dengan kekuatan tarik optimal didapatkan dengan lama waktu 120 menit, karet-7.5% tawas dengan kekuatan tarik optimal didapatkan dengan lama waktu 25 menit.

## Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Kemenristek-Dikti Indonesia dan Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian ini.

## Referensi

- [1] Salomez, M. et al., 2014. Micro-organisms in latex and natural rubber coagula of hevea brasiliensis and their impact on rubber composition. *Journal of Environmental Science and Technology*, 6, 2-4.
- [2] Santipanusopona, S. et al. Effect of field natural rubber latex with different ammonia contents and storage period on physical properties of latex concentrate, stability of skim latex and dipped film, *Physics Procedia*, 2, 127-134.
- [3] Ali, F., Astuti, W. N. et al., 2015. Pengaruh volume koagulan, waktu kontak dan temperatur pada koagulasi lateks dari kayu karet dan kulit kayu karet, *Jurnal Teknik Kimia*, 21, 27-35.
- [4] N. C. Dafader, Y. N. et al., 1999. The Role Coagulants on the Preparation of Dipped film from Radiation Vulcanized Natural Rubber Latex, *Polymer-Plastics Technology and Engineering*, 38, 267-274.
- [5] Chirinos, H.D. et al. 1998. The manufacture of gloves using RVNL: parameters of the coagulant dipping process, 15, 1-15.
- [6] Ali, F. et al., 2009. Koagulasi lateks dengan ekstrak jeruk nipis (*citrus aurantifolia*), *Jurnal Teknik Kimia*, 16, 11-21.
- [7] Yodthong Baimark, et.al., 2008. Utilization of Wood Vinegars as Sustainable Coagulating and Antifungal Agents in the Production of Natural Rubber Sheets, 1, 157-163.

- [8] Akatova, N., et al., 2003. Utilization of wood vinegars as sustainable coagulating and antifungal agents in the production of natural rubber sheets, *Journal of Environmental Science and Tecnology*, 6: 2-4.
- [9] Zhang, B., et al., Effect of maturation time of coagulum of fresh natural rubber latex on oxidation kinetics of natural rubber, *Advances in Computer Science Research*, 71: 1244-1250.
- [10] Vachlepi, A., Suwardin, D., dan Purbaya, M. 2015. Karakterisasi kondisi penggumpalan dan mutu karet yang digumpalkan dengan koagulan deorub formula baru, *Jurnal Penelitian Karet*, 33(2):175-182.
- [11] Vachlepi, A., dan Solichin, M. 2008. Aplikasi formula asap cair sebagai penggumpal karet, *Warta Perkaretan*, 27(2): 80-87.
- [12] Purbaya, M., dan Vachlefi, A. 2018. Pengaruh koagulan konsentrasi rendah terhadap mutu dan harga bokar, *Jurnal Standarisasi*, 20(2):139-146.
- [13] Idris, J., Som, A. M., Musa, M., Halim, K., Hamid, K., Husen, R., dan Rodhi M. 2003. Dragon Fruit Foliage Plant-Based Coagulant for Treatment of Concentrated Latex Effluent: Comparison of Treatment with Ferric Sulfate , *Journal of Environmental Science and Tecnology*, 6: 2-4.
- [14] Achmadi S. S., et al., 2015. Redistilat asap cair dari cangkang sawit dan aplikasinya sebagai koagulan karet alam, *Jurnal Penelitian Karet*, 33, 183-192.
- [15] Groves, R. dan Routh, A. F. 2017. Film deposition and consolidation during thin glove coagulant dipping, *Advances in Computer Science Research*, 71: 1-41.
- [16] Bauer, G., Gorb, S.N., Klein, M., Nellesen, A., Tapavicza, M. 2014. Comparative Study on Plant Latex Particles and Latex Coagulation in *Ficus benjamina*, *Campanula glomerata* and Three *Euphorbia* species. *PLoS ONE* 9(11):1-8.
- [17] Baimark, Y., Threeprom, J., Dumrongchai, N., Srisuwan, Y., dan Kotsaeng, N. 2008. Utilization of wood vinegars as sustainable coagulating and antifungal agents in the production of natural rubber sheets, *Journal of Environmental Science and Tecnology*, 1(4): 157-163.
- [18] Savetlana, S., Zulhendri, Sukmana, I., Saputra, F. A. 2017. The effect of carbon black loading and structure on tensile property of natural rubber composite, *Material Science and Engineering*, 223: 1-9.