

## Analysis of Areca Fiber Briquettes as Alternative Energy

Hasanuddin\*, Hendri Nurdin, Waskito dan Delima Yanti Sari

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

\*Corresponding author: [sanquansing55@ft.unp.ac.id](mailto:sanquansing55@ft.unp.ac.id)

**Abstract.** The existence of energy sources that are needed in human life has diminished, especially fuel oil. This is because the level of usage in Indonesia has exceeded domestic production. The acceleration of choice and adoption of alternative energy is a step and effort to overcome this condition through the development of a product diversification program in the form of areca-based fiber briquettes. Areca fiber is a natural fiber derived from areca catechu after being peeled for the collection of betel nuts. Areca fiber has the potential to be used as a raw material for briquettes, which so far has only been a community waste. Areca fiber waste is a potential source of biomass energy that can be processed and used as briquette fuel. The experimental method was carried out by making briquettes mixed with areca nut fiber and tapioca adhesive on the variation ratio of areca nut fiber by 90%, 80%, 70%, and 60%. From this study, the results obtained consisted of the characteristics of the quality of areca fiber briquettes with variations in the concentration of 80% of areca fiber and 20% tapioca adhesive having the highest heating value of 12352.9 kJ/kg and the type of fiber of 318.71 kg/m<sup>3</sup>. Success in the process and produce briquettes in correctional facilities can reduce dependence on fuel oil. Areca fiber briquette development as an effort to obtain alternative energy that has the performance and quality of product suppliers. The implementation of the utilization of fiber waste can be done in the community to achieve energy security through the process of applying technology.

**Abstrak.** Keberadaan sumber energi yang sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia sudah semakin berkurang khususnya bahan bakar minyak. Hal ini dikarenakan tingkat pemakaiannya di Indonesia sudah melebihi produksi dalam negeri. Percepatan pilihan dan adopsi energi alternatif merupakan langkah dan upaya untuk mengatasi kondisi ini melalui pengembangan program diversifikasi produk berupa briket berbasis serat pinang. Serat pinang merupakan serat alam yang berasal dari buah pinang (*Areca catechu*) setelah di kupas untuk pengambilan biji pinang. Serat buah pinang berpotensi dijadikan bahan baku briket yang selama ini hanya menjadi limbah masyarakat. Limbah serat pinang menjadi bahan potensial sumber energi biomassa yang dapat diolah dan dijadikan bahan bakar briket. Metode eksperimen yang dilakukan dengan pembuatan briket campuran serat buah pinang dan perekat tapioka pada varian perbandingan konsentrasi serat pinang sebesar 90%, 80%, 70%, dan 60%. Dari penelitian ini, hasil yang diperoleh berupa karakteristik kualitas briket serat pinang dengan varian konsentrasi 80% serat pinang dan perekat tapioka 20% memiliki nilai kalor tertinggi sebesar 12352,9 kJ/kg dan massa jenis sebesar 318,71 kg/m<sup>3</sup>. Keberhasilan dalam memproses dan memproduksi briket dalam pelayatannya dapat mengurangi ketergantungan pada bahan bakar minyak. Pengembangan briket serat pinang sebagai upaya mendapatkan energi alternatif yang memiliki performa dan kualitas mutu produk. Implementasi pemanfaatan limbah serat pinang dapat diwujudkan di tengah masyarakat untuk mencapai ketahanan energi nasional melalui proses penerapan teknologi.

**Kata kunci:** briket, serat pinang, limbah, energi alternatif

© 2019. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

---

### Pendahuluan

Kebutuhan bahan bakar minyak yang cukup besar di masyarakat, baik industri kecil maupun industri menengah mengakibatkan kekurangan sumber energi. Indonesia mengalami persoalan energi yang serius memasuki tahun 2020. Peningkatan harga bahan bakar minyak bumi yang sampai saat ini terus berdampak pada harga jualnya di tengah masyarakat dan membebani pemerintah dengan subsidi bahan bakar. Dari

berbagai informasi media cetak dan elektronik kebutuhan energi dunia akan mencapai dua kali lipatnya dari kebutuhan saat ini, terutama minyak bumi. Pengembangan bioenergi sebagai sumber energi alternatif, di luar sumber energi fosil yang kian langka. Percepatan akan penyediaan dalam berbagai pilihan dan adopsi energi alternatif merupakan salah satu langkah yang harus ditempuh ke depannya. Salah satu energi terbarukan yang mempunyai potensi besar di

Indonesia adalah biomassa. Energi terbarukan sangat dibutuhkan dalam mengatasi kondisi ini. Sebagaimana dalam kebijakan pengembangan energi terbarukan dan konversi energi Departemen ESDM [1] disebutkan bahwa potensi energi biomassa di Indonesia cukup besar mencapai 434.008 GWh. Dalam Peraturan Presiden [2] Tentang Kebijakan Energi Nasional dirumuskan bahwa diperlukan peningkatan pemanfaatan sumber energi baru berbentuk padat dan sumber energi terbarukan dari jenis biomassa dan sampah. Pengembangan yang dibutuhkan lebih aplikatif dalam mendapatkan bahan bakar sebagai sumber energi alternatif. Biomassa dapat di bakar dalam bentuk serat, briket, ataupun batangan. *Briket* merupakan bahan bakar padat yang di proses dengan metode efektif untuk mengkonversi bahan baku padat menjadi suatu bentuk produk yang mudah untuk digunakan. Pemerintah telah mengeluarkan instruksi tentang pemakaian bahan bakar alternatif dari minyak nabati (tumbuhan) [3]. Hal ini peluang bagi segenap komponen bangsa untuk berpartisipasi mengembangkan sumberdaya energi dengan melakukan diversifikasi, termasuk potensi energi biomassa dari limbah produksi hasil pertanian, seperti halnya pemanfaatan serat pinang, ampas tebu, kulit durian, arang batok/tempurung kelapa, dan sebagainya. Limbah dan residu dari pertanian dan industri dapat digunakan sebagai sumber terbarukan alternatif untuk menghasilkan energi dan bahan baku seperti bahan kimia, selulosa, karbon dan silica [4]. Sehubungan dengan itu, dibutuhkan upaya mengoptimalkan pengembangan bahan dan sumber potential energy biomassa menjadi bentuk produk inovatif yang dapat memenuhi tuntutan kebutuhan energi. Energi biomassa yang dapat dicapai melalui produksi jenis bahan bakar padat, seperti briket berbasis serat pinang.

Tanaman pinang (*areca catechu*) merupakan alternatif sumber energi yang potensial karena menghasilkan buah pinang yang terdiri dari biji pinang dan serat pinang. Selama ini tanaman pinang yang dapat dimanfaatkan hanya berupa biji pinang. Pemanfaatannya biji pinang sebagai bahan untuk obat-obatan, kosmetik, pewarnaan, dan sebagainya. Setelah biji pinang dimanfaatkan maka serat pinang sisa dari akan menjadi limbah yang terbuang dan tak termanfaatkan. Kandungan kimia yang dimiliki serat buah pinang yaitu kadar selulosa 70,2%, abu 6,02%, air 10,92% [5]. Di masyarakat biasanya limbah serat pinang yang telah kering hanya di bakar saja. Pemanfaatan limbah serat pinang menjadi briket sebagai bahan bakar pengganti minyak sangat dimungkinkan.

Briket (*Briquetting*) adalah metode yang efektif untuk pengkonversian bahan bakar padat (biomassa) menjadi suatu bentuk tertentu setelah dilakukan penekanan atau hasil kompaksi sehingga lebih mudah digunakan [6]. Dalam pembuatan briket, teknologi pembriketan dibedakan tiga cara [7] yaitu pembriketan bertekanan tinggi, pembriketan tekanan medium dengan pemanas, pembriketan bertekanan rendah dengan bahan pengikat. Melalui pendekatan teknologi proses dan variabel uji, serta melakukan pilihan campuran terhadap sejumlah bahan dasar sumber energi biomassa lainnya adalah merupakan upaya perbaikan kualitas karakteristik hasil. Faktor yang mempengaruhi karakteristik pembakaran bahan bakar adalah berat jenis (*bulk density*) bahan bakar yang diuji/dibakar dan akan memberikan peningkatan pula terhadap nilai kalor pembakarannya [8]. Keberhasilan dalam memproses dan memproduksinya akan dapat mengurangi ketergantungan pada energi bahan bakar minyak. Pemanfaatan limbah serat pinang dijadikan bahan bakar briket, yang diproses dengan perpaduan bahan potensial sumber energi biomassa adalah salah satu bentuk inovasi produk bahan bakar padat.

Dalam menemukan suatu jenis bahan bakar padat sebagai alternatif yang bermanfaat dibutuhkan upaya pengembangan, peningkatan dan perbaikan terhadap karakteristiknya. Temuan dalam pengembangan sebuah produk baru berupa briket serat pinang menjadi model inovasi sehingga dapat dikembangkan di masyarakat. Sehingga briket serat pinang dapat menjadi sejenis bahan bakar padat alternatif yang memiliki mutu dan kualitas. Kajian terhadap kualitas briket yang dilakukan sebagai penguatan pernyataan rekomendasi sehingga memenuhi syarat untuk dikomersialisasikan di masyarakat. Berdasarkan wacana dan kondisi tersebut, maka penelitian ini akan menganalisis nilai kalor briket berbahan baku serat pinang sebagai bahan bakar alternatif. Dengan melakukan kajian ini menjadi dasar dalam mencapai pengembangan ketahanan energi nasional.

### Metode Penelitian

Pada penelitian ini, dilakukan eksperimen terhadap sampel uji briket yang berorientasi untuk mendapatkan karakteristiknya berupa nilai kalor. Briket yang di uji terbuat dari campuran serat buah pinang dengan perekat tapioka.

Metode pembuatan briket ini dilakukan dengan mempersiapkan limbah serat buah pinang yang sudah kering (Gambar 1) yang selanjutnya dicacah.

Hasil pencacahan tersebut digiling menggunakan mesin disk mill untuk dijadikan partikel atau butiran (*mesh*) berukuran  $\pm 0,3$  sampai  $0,6$  mm (Gambar 2). Langkah berikutnya mencetak briket dengan mencampurkan butiran serat pinang dan tapioka. Pada pencetakan briket ini, diberi tekanan kompaksi secara manual sebesar  $100 \text{ kgf/cm}^2$  melalui alat pencetak briket. Variasi perbandingan konsentrasi serat pinang sebesar 90%, 80%, 70%, dan 60%. Briket yang telah dicetak kemudian dipanaskan pada temperatur  $120^\circ\text{C}$  menggunakan oven selama 1 jam. Setelah itu dikeluarkan dan dijemur pada sinar matahari dalam beberapa hari sampai kadar air rendah. Briket yang sudah kering, diambil sampel ujinya untuk kegiatan pengujian nilai kalor di laboratorium. Sampel uji masing-masing variasi konsentrasi dengan 5 sampel dilakukan uji karakteristiknya.



**Gambar 1.** Serat buah Pinang



**Gambar 2.** Partikel Serat Pinang

Ketersediaan alat uji laboratorium dalam pelaksanaan penelitian sangat dibutuhkan. Sampel uji briket yang diambil dan dipersiapkan untuk dilakukan pengujian dengan menggunakan alat "Bomb Calorimeter" model OXY-360 (Gambar 3). Perlakuan dan seleksi sampel uji karakteristik difokuskan pada pengukuran energi panas pembakaran atau nilai kalor (*calorific value*).

Dalam analisis dari tiap jenis dan komposisi bahan campuran serta parameter perlakuan akan dicatat dan ditabulasikan pada tabel yang dirancang sesuai kebutuhan. Menurut standard ASTM D5865 [9] nilai kalor ditentukan dalam uji standard bomb kalorimeter.



**Gambar 3.** Alat Bomb Calorimeter

Analisis dari tiap jenis briket campuran tebu tibarau dan kulit durian dengan komposisi persentase antara bahan bahan baku dan perekat serta parameter perlakuan akan dicatat dan ditabulasikan pada table pendataan yang dirancang sesuai kebutuhan. Analisis data dan perhitungan menggunakan persamaan baku yang ada dan dilakukan pengolahan data dengan berbantuan komputasi. Nilai kalor bahan bakar ( $N_{bb}$ ) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$N_{bb} = \frac{(H \cdot \Delta T)}{m_{bb}} \quad \left( \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \right)$$

Keterangan:

$N_{bb}$  : Nilai kalor bahan bakar (kJ/kg)

$H$  : Nilai *Calorimeter head* =  $11,5664 \text{ kJ}^\circ\text{C}$

$\Delta T$  : Perubahan temperatur pada bom kalorimeter ( $^\circ\text{C}$ )

$m_{bb}$  : Massa uji bahan bakar (kg)

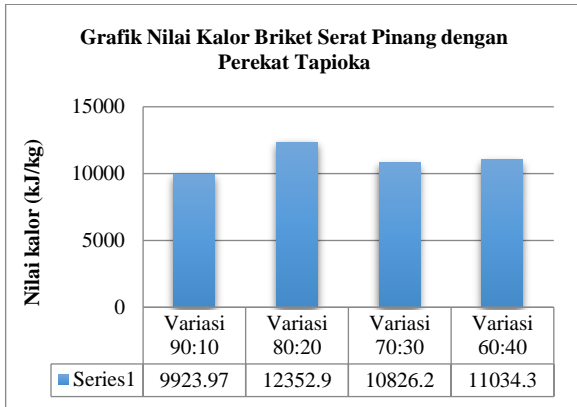
### Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, dipersiapkan serat pinang sesuai kebutuhan untuk pembuatan briket. Kebutuhan bahan baku penelitian dikalkulasi dengan memprediksi terhadap banyaknya jumlah variasi perbandingan konsentrasi serat pinang dengan perekat yang digunakan. Sesuai alur pemikiran teknis pembuatan briket sehingga diperoleh model fisis produk briket hasil pengembangan (Gambar 4).



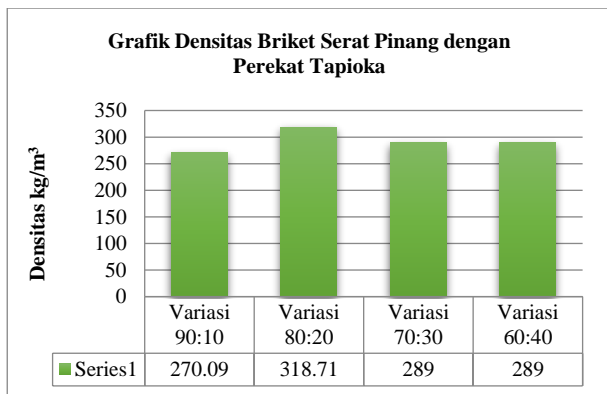
**Gambar 4.** Briket Serat Pinang

Briket serat pinang yang diproduksi sebagai hasil pengembangan dilakukan uji karakteristik kualitasnya. Berdasarkan prosedur penggunaan alat *Bomb Calorimeter* sehingga diperoleh nilai pembakaran untuk masing-masing jenis varian



**Gambar 5.** Grafik Uji Nilai Kalor Briket Serat Pinang

Dari hasil uji nilai kalor briket serat pinang terhadap semua konsentrasi campuran varian, diperoleh data analisis yang berfluktuasi sesuai dengan perpaduan komposisinya. Briket serat pinang yang memiliki nilai tertinggi di dapat pada varian konsentrasi 80% serat pinang yaitu sebesar 12352,9 kJ/kg. Pada Gambar 5 juga dapat dilihat bahwa nilai kalor terendah briket serat pinang dengan perekat tapioka pada varian konsentrasi 90% serat pinang dan 10% perekat tapioka yaitu 9923,97 kJ/kg.



**Gambar 6.** Grafik Densitas Briket Serat Pinang

Pada Gambar 6 menunjukkan nilai massa jenis (densitas) briket serat pinang untuk berbagai varian konsentrasi campuran. Varian konsentrasi 90% serat pinang dengan 10% tapioka menghasikan densitas briket terendah yaitu 270,09 kg/m<sup>3</sup>. Densitas briket tertinggi diperoleh pada varian konsentrasi campuran 80% serat pinang dengan 20% perekat tapioka yaitu sebesar 318,71 kg/m<sup>3</sup>.

briket seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai sejumlah besaran fisika yang di dapat pada Tabel 1 diturunkan berdasarkan formula yang baku dengan memasukkan data-data dari hasil pengukuran pada peralatan uji yang digunakan.

Dari hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa briket serat pinang dengan komposisi perbandingan campuran 80% serat pinang dengan 20% tapioka sebagai perekatnya memiliki karakteristik yang lebih tinggi dibandingkan dengan varian konsentrasi lainnya, baik pada nilai kalor maupun densitas briket. Tentunya dari kondisi ini, dapat dinyatakan varian konsentrasi serat pinang 80% sebagai perbandingan campuran yang optimal dalam pembuatan briket serat pinang. Selanjutnya varian ini sangat tepat untuk direkomendasikan kepada masyarakat untuk penggunaannya. Sejalan dengan rekomendasi penelitian pengembangan produk briket berbahan baku limbah pertanian dengan perekat tapioka bahwa komposisi campuran 80% bahan utama dan perekat 20% merupakan perbandingan yang optimal pada pembuatan briket [10]. Bila di bandingkan dengan bahan bakar padat lainnya seperti, arang dan batu bara, briket serat pinang ini memiliki keunggulan yaitu: bahan baku dan perekatnya mudah ditemui di sekitar masyarakat. Dimana serat pinang merupakan hasil akhir dari produksi buah pinang yang tidak dimanfaatkan dan menjadi limbah, sedangkan tapioka merupakan bahan yang mudah didapatkan dan harga yang relatif lebih murah. Alasan tersebut menjadikan briket serat pinang ini dapat direalisasikan ditengah kehidupan masyarakat, karena dalam pembuatan briket tidak sulit karena tidak memerlukan perlakuan khusus. Dengan demikian pembuatan briket ini dapat diterapkan dikehidupan masyarakat sebagai bahan bakar alternatif.

Pada pembuatan briket diikuti dengan penggunaan perekat. Dampak penggunaan perekat kemungkinan mempengaruhi nilai kalor sebagai karakteristik briket. Sesuai fungsinya, bahwa perekat menjadi pengikat partikel bahan utama, selain itu perekat juga menjadikan upaya laju pembakaran yang baik pada briket sehingga mudah dinyalakan. Selain itu konsentrasi penggunaan perekat berdampak pula pada karakteristik nilai kalor. Keterpakaian jumlah perekat terhadap jumlah bahan utama menjadi perhatian dalam mendapatkan briket serat pinang dengan kualitas yang optimal. Sifat fisik perekat tapioka diantaranya mudah melekat pada suhu kamar, mudah terbakar, tidak volatil bila tidak terdekomposisi. Selain itu faktor lainnya yang dapat mempengaruhi nilai kalor briket sebagai

bahan bakar alternatif diantaranya besaran butir (partikel), gaya penekanan (kompaksi). Dengan pengembangan produk briket serat pinang sebagai bahan bakar alternatif sekaligus telah melakukan pengembangan ketahanan energi nasional.

### Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan keberhasilan capaian dalam memanfaatkan limbah serat pinang menjadi kandidat bahan bakar padat berupa briket sebagai energi alternatif. Proses pembuatan briket dengan mencampurkan partikel serat pinang dan perekat tapioka. Karakteristik kualitas briket serat pinang dengan varian konsentrasi 80% serat pinang dan perekat tapioka 20% memiliki nilai kalor sebesar 12352,9 kJ/kg dan massa jenis (densitas) sebesar 318,71 Kg/m<sup>3</sup>. Perbandingan massa bahan baku (*filler*) utama terhadap perekat yang digunakan, besaran butir, gaya penekanan (kompaksi), mempengaruhi kualitas mutu karakteristik diantaranya massa jenis briket dan sekaligus juga variabel ini akan menentukan nilai kalor yang ditimbulkannya. Pengembangan briket berbahan baku serat pinang menjadi suatu produk bahan bakar alternatif yang dapat diterapkan di masyarakat. Implementasi sebagai wujud nyata di pengembangan briket di masyarakat mencerminkan tercapainya ketahanan energi nasional.

### Penghargaan

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini. Terutama kepada pemberi hibah pembiayaan penelitian ini yaitu Universitas Negeri Padang melalui pendanaan PNBPN tahun 2019.

### Referensi

- [1] D. E. Nasional, 'Outlook Energi Indonesia 2014', *Jakarta: Dewan Energi Nasional*, 2014.
- [2] P. P. R. Indonesia, 'Nomor 79 Tahun 2014, Tentang kebijakan energi nasional', *Signed by Dr. H. Susilo Bambang Yudhoyono on October*, vol. 17, 2014.
- [3] I. P. R. I. No, *Tahun 2006: tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Bio-fuel) sebagai bahan bakar lain*. Jakarta, 1.
- [4] V. K. Tyagi and S.-L. Lo, 'Sludge: a waste or renewable source for energy and resources recovery?', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 25, pp. 708–728, 2013.
- [5] R. Ruslinda, 'Kandungan Serat Buah Pinang', *ITB, Bandung*, 2008.
- [6] E. Permen, 'No. 047 Tahun 2006', *Pedoman Pembuatan dan Pemanfaatan Briket Batubara dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara*.
- [7] P. D. Grover and S. K. Mishra, *Biomass briquetting: technology and practices*, vol. 46. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1996.
- [8] A. Sulistyanto, 'Karakteristik pembakaran biobriket campuran batubara dan sabut kelapa', 2006.
- [9] A. Standard, 'A standard test method for gross calorific value of coal and coke', *ASTM D5865*, 2007.
- [10] H. Nurdin, H. Hasanuddin, D. Darmawi, and F. Prasetya, 'Analysis of Calorific Value of Tibarau Cane Briquette', in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2018, vol. 335, p. 012058.

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

# 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:



**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**