



BUKU PROGRAM

SIMPOSIUM NASIONAL REKAYASA APLIKASI PERANCANGAN DAN INDUSTRI (RAPI) XVIII TAHUN 2019

**Rekayasa Pintar di Era Revolusi Industri 4.0:
Pengembangan Energi, Sumberdaya dan Material Terbarukan**

Diselenggarakan oleh :



Didukung oleh :



SUSUNAN PANITIA
SEMINAR NASIONAL REKAYASA APLIKASI PERANCANGAN DAN INDUSTRI
(RAPI XVIII) dan THE 6th INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENGINEERING
TECHNOLOGY AND INDUSTRIAL APPLICATION (ICETIA 6)
TAHUN 2019

Penanggung Jawab	Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. (Dekan)
Panitia Pengarah/ Steering Comitee	Dr. Ir. Dhani Mutiari, M.T. (WD1) Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D. (WD2) Muh. Al Fatih Hendrawan, S.T., M.T (WD3) Mochamad Solikin, S.T, M.T, Ph.D Ir. Subroto, M.T Eko Setiawan, S.T., M.T., Ph.D Dr. Ir. Widyastuti Nurjayanti, M.T Umar , S.T., M.T Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D

KEPANTIAAN RAPI-ICETIA

1. Ketua	Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D.
2. Wakil Ketua	Dr. Muhammad Kusban, S.T., M.T
3. Sekretariat	Muhammad Syukron, S.T., M.Eng., Ph.D. Dedi Ary Prasetya, S.T., M.Eng Sa'idah Aliyatul Himmah, S.T. Usman Cahyo Saputro, A.Md Nanung Tri Hidayat, S.Pd
4. Bendahara/Dana	Agung Setyo Darmawan, S.T., M.T. Asih Prasetyaning Gustin, S.E
5. Seksi-seksi	
a. Publikasi/dokumentasi dan web	Bambang Waluyo Febriantoko, S.T., M.T Ir. Abdul Basith, M.T Ir. Ahmad Kholid Al Ghofari, S.T., M.T. Efendi Yusuf Fajri, S.Si Muhammad Lutfi Arsyad, S.Kom Mahasiswa S1 FT
b. Prosiding	Agus Yulianto, S.T., M.T. Umi Fadlilah, S.T., M.Eng Ir. Ratnanto Fitriadi, S.T., M.T. Mahasiswa S1 FT
c. Dana dan sponsorship	FT - UMS
d. Perlengkapan dan Transportasi	Adi Isnanto, A.Md Sri Partopo Joko Supriyanto Warsono
e. Acara	Ir. Wijianto, S.T., M.Eng.Sc Ir. Agus Supardi, S.T., M.T.

-
- | | |
|--------------------------------|--|
| | Muchlison Anis, S.T, M.T
Mahasiswa S1 |
| f. Konsumsi | Ismokoweni, S.E, M. M
Eko Hari Siswanto
Juri Pandianto
Ir. Bibit Sugito, M.T. |
| 6. Koordinator paper RAPI | |
| 7. Reviewer dan Makalah RAPI | |
| a. T. Sipil | Gurawan Jati Wibowo, S.T., M.Eng |
| b. T. Mesin | Joko Sedyono, S.T., M.Eng, Ph.D |
| c. T. Industri | Dr. Ir. Suranto, S.T., M.M |
| d. T. Elektro | Dr. Ratnasari Nur Rohmah, S.T., M.T. |
| e. T. Kimia | Dra. Kun Harismah, M.Si., Ph.D |
| f. Arsitektur | Dr. Rini Hidayati, S.T., M.T. |
| 8. Koordinator paper ICETIA | Dr. Marwan Effendy, S.T, M.T, Ph.D |
| 9. Reviewer dan Makalah ICETIA | |
| a. Teknik Sipil | Nurul Hidayati, S.T, M.T, Ph.D
Purwanti Sri Pudyastuti, S.T., M.Sc |
| b. Teknik Mesin | Supriyono , S.T., M.T., Ph.D
Ir. Waluyo Adi Siswanto, M.Eng., Ph.D |
| c. Arsitektur | Wisnu Setiawan, S.T., M.Arch., Ph.D
Dr. Ir. Qomarun, M.M., IPM |
| d. Teknik Elektro | Fajar Suryawan, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D
Dr. Agus Ulinuha, M.T. |
| e. Teknik Industri | Munajat Tri Nugroho, S.T., M.T., Ph.D
Dr. Ir. Indah Pratiwi, S.T., M.T. |
| f. Teknik Kimia | Ir. Nur Hidayati, M.T., Ph.D
Denny Vitasari, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D |
| 10. Publication Committee | Ir. Tri Widodo Besar Riyadi, S.T., M.Sc., Ph.D
Tri Widayatno, S.T., M.Sc., Ph.D |

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wabarakatuh.

Alhamdulillah wa sholatu wassalamaamu'ala Rasullillah wa'ala aalihi wa shabbihi wa man wallahu.

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas berkat dan rahmatNya kami dapat menyelenggarakan acara Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri (RAPI) yang ke XVIII tahun 2019 ini pada 11-12 Desember 2019. Simposium Nasional RAPI adalah acara tahunan yang diselenggarakan oleh Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Telah diselenggarakan untuk yang ke-tujuh belas kalinya sejak penyelenggaraan pertama pada tahun 2002.

Atas nama Panitia Pelaksana RAPI XVIII 2019, kami mengucapkan selamat datang kepada para peserta di lokasi acara yakni Hotel Alila Surakarta, pilihan lokasi yang diharapkan tidak hanya mendukung kesuksesan acara tetapi juga menyediakan sambutan hangat di tengah kebudayaan Jawa dan pemandangan khas kota Surakarta. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada para pemakalah yang telah berkontribusi dan mendukung acara simposium ini.

Latar belakang pengambilan tema simposium bahwa aktivitas manusia yang kurang peduli terhadap lingkungan merupakan penyebab utama perubahan iklim global. Peningkatan gas rumah kaca di atmosfer telah menyebabkan kenaikan temperatur global yang dipicu oleh pembakaran bahan bakar fosil untuk transportasi dan industri. Kondisi ini menyebabkan perubahan cuaca yang ekstrem, banjir, dan kekeringan di berbagai belahan dunia yang sangat membahayakan keberlangsungan hidup manusia. Oleh karena itu, usaha-usaha untuk mengurangi pemanasan global dan mencegah perubahan iklim sangat diperlukan. Pengembangan teknologi yang ramah lingkungan bertujuan mengurangi limbah untuk mencegah polusi lingkungan menjadi sebuah prioritas untuk mencapai lingkungan yang *sustainable*.

Berdasar uraian di atas, tema yang dipilih untuk simposium kali ini adalah “Rekayasa Pintar di Era Revolusi Industri 4.0: Pengembangan Energi, Sumberdaya dan Material Terbarukan” Teknologi ramah lingkungan harus mencakup semua aspek kehidupan termasuk: bangunan, sistem transportasi, proses industri, sistem informasi, dan pengelolaan air. Simposium ini menyediakan forum untuk mengakomodasi inisiatif dan riset dalam mendesain lingkungan yang *sustainable* melalui penerapan proses, bahan, dan energi yang ramah lingkungan untuk mencegah perubahan iklim.

Sebagai ketua panitia, saya menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh Panitia Pengarah dan Panitia Pelaksana yang telah berusaha maksimal dan bekerjasama dengan baik hingga terlaksananya acara ini. Terakhir kami mohon maaf apabila terdapat kekurangan dan keterbatasan sebelum maupun sesudah acara ini berlangsung. Kami mengharapkan saran dan kritik yang membangun demi perbaikan dan peningkatan pelaksanaan acara ini berikutnya.

Selamat datang di Surakarta dan Simposium RAPI XVIII ini. Kami semua berharap bahwa semua peserta dapat menikmati dan belajar banyak serta mendapatkan pengalaman yang sangat berharga dalam forum ini.

Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakaatuhu.

Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D., IPM

Ketua Panitia

**SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

Bismillahirrohmanirrohim.

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Segala puja dan puji kita panjatkan ke hadirat Allah SWT. Salam dan shalawat semoga terlimpah kepada Nabi Muhammad shalallahu alaihi wassalam.

Alhamdulillah, dengan ijin Allah akhirnya Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri ke-18 (RAPI XVIII) dapat diselenggarakan oleh Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta (FT-UMS). Buku Program, Abstrak dan Prosiding dapat terwujud dan tersaji di hadapan para pembaca. Simposium RAPI Tahun 2019 ini adalah penyelenggaraan yang ke-18 setelah pertama kalinya sukses dilaksanakan pada tahun 2002.

Pada kesempatan ini kami bermaksud menyampaikan rasa terima kasih kepada seluruh sivitas akademika dan jajaran pimpinan program studi yang telah mendukung dan memfasilitasi segala keperluan kegiatan sehingga simposium dapat terlaksana dengan baik. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada seluruh panitia pelaksana RAPI XVIII yang telah bekerja keras sehingga dengan ijin Allah sukses mengantarkan seluruh agenda simposium dapat terlaksana dengan sebaik-baiknya. Di atas semua itu, rasa terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Rektor dan jajaran Wakil Rektor yang dengan dedikasi tinggi memberikan ijin, restu, pelayanan, dan fasilitas baik sebelum, selama, dan setelah pelaksanaan simposium.

Simposium ini dilaksanakan dengan maksud antara lain untuk memberikan wadah kepada para akademisi, praktisi, dan masyarakat pemerhati perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam simposium ini sangat diharapkan berbagai inovasi dan kreativitas hasil penelitian dapat didiskusikan dan selanjutnya dapat ditindaklanjuti melalui amal usaha Muhammadiyah dalam rangka meningkatkan kesejahteraan umat.

Demikian beberapa hal yang perlu kami sampaikan, dan kita memohon kepada Allah semoga agenda Simposium Nasional RAPI ke-18 ini sukses, dan dapat berkelanjutan dari tahun ke tahun agar rahmat dan barokah Allah dapat senantiasa terlimpah kepada kita semua, khususnya para penggagas, partisipan, dan pelanjut simposium yang saya muliakan. Berbagai kekurangan dalam pelaksanaan simposium ini tentunya masih sangat banyak, untuk itu saran dan masukan yang konstruktif kami tunggu.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM

Dekan Fakultas Teknik UMS

SAMBUTAN REKTOR UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

Assalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakaatuhu.

Alhamdulillahirrabbi alamin washolatu wassalamu ala asyrofif anbiyai walmursalin, amma ba'du.

Pertama-tama, marilah kita panjatkan puja dan puji syukur kepada Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas limpahan taufik serta hidayah-Nya sehingga kita diberi kesempatan untuk dapat berkumpul pada International Conference on Engineering, Technology, and Industrial Application (ICETIA 2019) pada 11-12 Desember 2019 yang diselenggarakan bersamaan dengan Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri XVIII (RAPI XVIII).

Sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta, saya mengucapkan selamat datang kepada semua peserta. Ini merupakan suatu kehormatan bagi universitas kami sebagai penyelenggara sebuah internasional dan nasional forum. Saya dengan sepenuh hati memberikan dukungan terhadap tujuan yang menyeluruh dan tema dari simposium ini yakni “Rekayasa Pintar di Era Revolusi Industri 4.0: Pengembangan Energi, Sumberdaya dan Material Terbarukan.”

Saya meyakini bahwa simposium dan konferensi ini akan memberikan kontribusi yang sangat berharga dan membantu untuk pengembangan teknologi ramah lingkungan dan memberikan dasar yang sangat berguna untuk penerapan di industri yang lebih sustainable. Ide-ide inovatif dan capaian-capaian riset dari makalah-makalah yang dipresentasikan diharapkan memberi sumbangan yang signifikan pada pengembangan proses, bahan, dan energi ramah lingkungan untuk mengurangi dampak aktivitas manusia terhadap pemanasan global dan sebagai upaya secara bersama-sama mencegah perubahan iklim global.

Saya berharap Simposium Nasional RAPI XVIII dan Konferensi Internasional ICETIA 2019 menjadi mata rantai usaha-usaha pembangunan yang berkelanjutan secara nasional maupun global dalam rangka mengatasi dampak perubahan iklim.

Semoga semua peserta menikmati simposium dan seminar ini serta dapat mengambil manfaat yang banyak darinya.

Wassalamu'alaikum wa rahmatullahi wa barakaatuhu.

Prof. Dr. Sofyan Anif, M.Si.

Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta

DAFTAR ISI

Susunan Panitia Seminar Nasional RAPI XVIII dan ICETIA 6 Tahun 2019	ii
Kata Pengantar	iv
Sambutan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta	v
Sambutan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta	vi
Daftar Isi	vii
Susunan Acara	xii
Daftar Judul dan Nama Penulis	xiii

Artikel

A. Proses Industri Berkelanjutan

Adsorpsi Fe Dengan Ampas Tebu Termodifikasi Kalium Hidroksida	1
Peningkatan Produktivitas Pada Proses Belajar Mengajar di Ruang Kelas dengan Menggunakan Stimulasi Cahaya Dan Suara untuk Meningkatkan Fokus dan Kenyamanan Peserta Ajar	9
Pengaruh Waktu Ekstraksi Antosianin Dari Biji Alpukat (<i>Persea Americana</i>) Sebagai Pewarna Alami	16

B. Optimisasi Sistem Industri

Penempatan Recloser Sebagai Parameter Keandalan Sistem Proteksi Pada Sistem Distribusi	21
Rancang Bangun Alat Ukur Dan Pengendali Pemakaian Daya Listrik Berbasis SMS Gateway	28
Analisis Pengendalian Persediaan Suku Cadang Mesin Produksi Dengan Pendekatan Continuous Review System	34
Usulan Pemilihan Supplier Bahan Baku Dengan Metode Ahp (Analytical Hierarchy Process) Dan Topsis (Technique For Order Preference By Similarity To Ideal Solution) pada Industri Konveksi	42
Tuning Kendali Imc-Pid Pada Kolom Distilasi Dengan Menggunakan Fuzzy	49

C. Desain dan Manajemen Produk

Perancangan Bench Multifungsi Dengan Konsep Lontong Balap yang di Tempatkan di Stasiun Gubeng Surabaya	56
Becak Bench" Penerapan Nilai Budaya Pada Fasilitas Duduk Ruang Tunggu Stasiun	62
Minimalist Working Set (Milofy)" Produk Interior Ramah Lingkungan Untuk Produktivitas.....	70
Pemilihan Material Berdasarkan Tegangan dan Deformasi Pada Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2	78
Pengaruh Redesain Point Ripper Dozer D85e-Ss-2 Terhadap Tegangan dan Displacement Akibat Beban Horisontal	85
"Sayuni" Fasilitas Duduk Ruang Publik Modular Dan Ramah Lingkungan	92
"Eco Friendly Working Chair" EFO Chair Untuk Fleksibilitas Dan Produktivitas.....	99
Rancang Bangun Prototype Traktor Dengan Kendali Jarak Jauh Menggunakan Smart Phone.....	106

D. Pembangunan Lingkungan Berkelanjutan

Analisis Kesesuaian Kecepatan Dan Kondisi Geometrik Jalan Pada Black Spot (Studi Kasus; Jl. A. Yani, Pabelan, Kartasura Km 6+700- 7+900)	114
Kenyamanan Termal Pada Masjid Hj. Sudalmiyah Rais Universitas Muhammadiyah Surakarta.....	126
Analisa Arsitektur Ramah Lingkungan Kafe Teras Rumah Surabaya.....	133
Usulan Strategi Sustainable Lifestyle Dalam Menunjang Eco Campus Di Universitas ABC Surabaya.....	141
Analisis Kebisingan Dan Polusi Udara Di Smp Muhammadiyah 1 Kartasura Akibat Arus Lalu Lintas (Jl. Ahmad Yani Kartasura)	148

E. Infrastruktur Berkelanjutan

Analisis Variasi Tingkat Porositas Terhadap Nilai Durabilitas pada Campuran Aspal Porus.....	159
Kinerja Campuran Aspal Emulsi Sistem Warm Mix Dengan Variasi Penambahan PC dan Bahan RAP	167

F. Manajemen Air dan Sumber Daya Air

Analisis Kualitas Drainase Terhadap Kerusakan Perkerasan Jalan Berdasarkan Metode Pavement Condition Index (Pci) (Studi Kasus: Jalan Raya Tanjung Anom-Daleman Km 0+000 – Km 3+150).....	174
Studi Kemampuan Kombinasi Kayu Apu (<i>Pistia Stratiotes</i>) Dan Zeolit Terhadap Penurunan Warna, Cod, Tss Limbah Pewarna Remazol Red Rb	182

G. Manajemen dan Rekayasa Bangunan

Perbandingan Pengujian Dinamis Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang dengan Kapasitas 100% dan 50%	188
Pergantian Metode Pondasi Tiang Pancang Ke Pondasi Bored Pile Akibat Tanah Pasir di Proyek Pembangunan Kantor Otoritas Jasa Keuangan Yogyakarta	194
Analisis Faktor-Faktor Penyebab Pembengkakan Biaya Oleh Kontraktor Pada Proyek Jalan APBD Kota Solo Tahun 2017-2018	199
Perencanaan Ulang Fondasi Tiang Pancang Pada Abutment Jembatan Kolonel Sunandar Kab. Demak-Kudus Jawa Tengah.....	209
Perbandingan Daya Dukung Tiang Pancang Di Lapangan Dengan Daya Dukung Tiang Pancang Hasil Analisis Data Uji Sondir	216

H. Preservasi dan Konservasi

Karakteristik Arsitektural Kampung Malang Kelurahan Purwodinatan, Semarang	221
--	-----

I. Rekayasa Material

Pengaruh Limbah Kantong Plastik Sebagai Additive Pada Campuran Hrs-Base Terhadap Properties Marshall, Durabilitas, Dan Workabilitas	227
Nilai Durabilitas Dan Nilai Workabilitas Campuran Ac – Wc Menggunakan Bahan Tambah Genteng Polimer.....	234
Pengaruh Material Asbuton Terhadap Campuran Beraspal Dingin (Coldmix) Ditinjau dari Perspektif Stabilitas, Kepadatan, Dan Volumetrik Campuran.....	242
Pengaruh Limbah Kantong Plastik Sebagai Additive Pada Campuran Ac-Bc Terhadap Properties Marshall Durabilitas Dan Workabilitas	248
Campuran Beraspal Semi Lentur Menggunakan Pasta Semen	255

Durabilitas Campuran Emulsi Dingin Dan Hangat.....	260
Komparasi Pengaruh Pemanfaatan Pasir Pantai dan Pasir Sungai Sebagai Material AC-BC Terhadap Durabilitas Dan Modulus Kekakuan.....	267
Pengaruh Variasi Penambahan Lempung Pada Tanah Pasir Terhadap Sudut Tenang	275
Pengaruh Carburizing dan Cryogenic Treatment Terhadap Kekerasan Baja Karbon Rendah St 37	282
Pengaruh Variasi Larutan Sulfuric Acid dan Phosphoric Acid Dengan Variasi Tegangan dan Waktu Anodizing Terhadap Ketahanan Aus Pada Aluminium 6061	288
Analisis Pemanfaatan Pasir Pantai Kemala Sebagai Bahan Tambah Campuran Asphalt Concrete – Wearing Course (Ac-Wc) Terhadap Marshall Properties Dan Nilai Struktural.....	295
Pengaruh Kadar Lumpur Agregat Halus 5%, 7,5%, 10%, 12,5%, dan 15% Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah.....	303
Analisis Pengaruh Lateks Pada Campuran Aspal Porous Terhadap Nilai Permeabilitas dan Properties Marshall.....	309
Investigasi Karakteristik Tar Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Ikat Campuran Beraspal.....	316
Membran Komposit Polieter Eter Keton Tersulfonasi (sPEEK) dan Kitosan dengan Bahan Isian Cs2.5H0.5PW12O40 untuk Direct Methanol Fuel Cell.....	322

J. Teknologi Informasi Ramah Lingkungan

Puzzle Game Tokoh Wayang Punakawan Sebagai Media Untuk Meningkatkan Pemahaman Budaya Jawa Pada Anak.....	329
Pengembangan Sistem Pemantau Pencemaran Udara Secara Realtime Berbasis Arduino Gsm Shield.....	335
Radio Pencari Arah Dengan Tampilan Grafis Berbasis Mikrokontrol	343
Perbandingan Identifikasi Tanda Tangan Offline Menggunakan Backpropagation Berdasarkan Learning Rate	350
Purwarupa Alat Pendeteksi Kebocoran Gas Lpg Berbasis Iot (Internet Of Things) dengan Indikator Monitor Jarak Jauh Berbasis Platform Nodemcu	356
Pengembangan UI/UX Pada Aplikasi M-Voting Menggunakan Metode Design Thinking	364
Implementasi Localstorage Pada Pemrograman Client Berbasis Json.....	371

K. Energi Ramah Lingkungan

Pengisian dan Pelepasan Kalor Pada Penyimpan Kalor Tipe Tube-And-Shell	380
Pengaruh Laju Alir Udara pada Desulfurisasi Batubara Dengan Model Flotasi dengan Menggunakan Gel Lidah Buaya.....	386
Tinjauan Titik Nyala Dari Pembuatan Bio Oil Dari Pirolisis Kayu Pinus dengan Katalisator Zeolit Alam.....	392
Pengaruh Variasi Komposisi Bahan Bakar (Ethanol-Pertalite) terhadap Performansi pada Sepeda Motor Matic Vario 125cc.....	398
Konsep Zero Energy Building Bagi Islamic Boarding School di Sragen	404
Studi Ekperimen Tentang Multipurpose Pendulum Sebagai Energy Harvester dan Vibration Absorber.....	412
Pengaruh Waktu Pengeringan dan Rasio Bahan Baku/Starter Zymomonas Mobilis Pada Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Kopi Robusta.....	420
Optimasi Pembuatan Arang Aktif untuk Detoksifikasi pada Proses Fermentasi Hidrolisat Kertas Bekas.....	426
Komposit Sandwich Berpenguat Hyrid Serat Bambu Ori dan Serat Rami pada Skin dan Berpenguat Serbuk Kayu Sengon Laut Serta Serbuk Tempurung Kelapa pada Core Menggunakan Matrik Polyester	431
Penerapan Mesin Penggiling Tanah Bertingkat untuk Mempersingkat Proses Penggilingan Tanah Pada Pengrajin Gerabah	437
Perubahan Temperatur Lembaran Kaca Terhadap Perpindahan Kalor Tunak / Steady State.....	444

PERBANDINGAN IDENTIFIKASI TANDA TANGAN OFFLINE MENGUNAKAN BACKPROPAGATION BERDASARKAN *LEARNING RATE*

Rosalia Arum Kumalasanti¹, Renna Ariyana Yanwastika²

^{1,2}Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknik Industri, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta
Jl. Kalisahak no 28, Balapan 55222 Telp 0274 563029
Email: rosaliaarum@akprind.ac.id

Abstrak

Era modern telah banyak merubah pola kehidupan masyarakat mulai dari komunikasi hingga transaksi. Transaksi di era modern ini telah beranjak dari transaksi offline menjadi transaksi online walaupun masih ada beberapa transaksi offline yang dipertahankan. Transaksi offline yang masih dipertahankan hingga saat ini merupakan transaksi yang melibatkan verifikasi keabsahan di dalamnya. Salah satu verifikasi keabsahan yang hingga saat ini digunakan adalah tanda tangan. Tanda tangan sering digunakan sebagai bukti keabsahan suatu berkas atau dokumen penting. Menilik dari kepentingan tanda tangan tersebut, maka besar kemungkinan tanda tangan dapat pula dimanfaatkan oleh oknum yang tidak bertanggung jawab untuk memalsukan dokumen dengan memberikan tanda tangan palsu.

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai pentingnya memberikan keamanan pada tanda tangan sebagai bukti keabsahan. Identifikasi tanda tangan menjadi pilihan untuk memberikan keamanan biometric berupa tanda tangan sesuai kepemilikannya. Proses identifikasi ini terdiri dari dua bagian utama yaitu fase pelatihan dan fase pengujian. Fase pelatihan ini citra tanda tangan akan dikenai beberapa proses yaitu threshold, alihragam wavelet, kemudian akan dilatih dengan menggunakan Jaringan Syaraf Tiruan (JST) Backpropagation. Masuk pada fase pengujian memiliki proses yang sama seperti pada fase pelatihan namun pada akhir proses akan dilakukan perbandingan antara citra input dengan citra uji. Akurasi yang optimal dapat dimaksimalkan pada pemilihan parameter dan juga learning rate. JST dapat bekerja optimal apabila dilatih dengan menggunakan data input yang sudah disesuaikan pada saat simulasi. Parameter dan learning rate disini menjadi hal yang penting dalam mencapai akurasi yang optimal. Learning rate berhubungan langsung dengan beban komputasi yang akan berdampak dengan kecepatan pemrosesan pelatihan dan pengujian citra. Ukuran citra yang digunakan adalah 256x256 piksel dan teknik-teknik yang digunakan diharapkan dapat mendukung pencapaian akurasi pada verifikasi tanda tangan dengan optimal

Kata kunci: *tanda tangan; backpropagation; learning rate, JST*

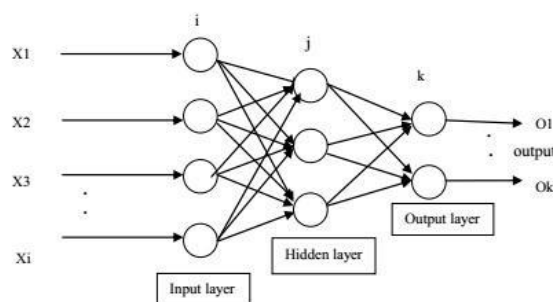
Pendahuluan

Kehidupan manusia di era modern ini hampir setiap hari tidak lepas dari kegiatan transaksi. Transaksi yang dilakukan bias berupa transaksi offline maupun online karena tergantung dari media transaksi yang digunakan. Kebiasaan masyarakat dalam bertransaksi tidak akan lepas dari keabsahan data di dalamnya. Identitas diri menjadi hal yang penting dalam kegiatan ini karena masyarakat membutuhkan data yang valid. Salah satu identitas diri yang sangat penting keberadaannya adalah tanda tangan. Kemajuan teknologi hingga saat ini tidak merubah kebutuhan seseorang untuk tetap menjadikan tanda tangan sebagai verifikasi sah pada suatu dokumen. Tanda tangan menjadi tanda kepemilikan dan tanda keabsahan yang masih digunakan untuk verifikasi yang sebenarnya sudah dapat diakomodir dengan menggunakan alat elektronik seperti *QR Code*, *fingerprint* atau *face recognition*. Pentingnya tanda tangan dalam memberikan nilai keabsahan ini kemudian dimanfaatkan oleh beberapa oknum dengan memalsukan tanda tangan untuk kepentingan pribadi. Pemalsuan tanda tangan ini tentu saja merugikan banyak pihak karena dokumen tersebut tidak benar-benar di verifikasi oleh pihak terkait. Tentu saja hal ini akan memberikan dampak negatif bagi siapapun, baik oknum pemalsu tanda tangan ataupun penerima dokumen tanda tangan palsu tersebut. Menurut berita yang dipublikasikan oleh Tempo (2014) mengungkapkan bahwa sejak Februari hingga April, BKN kebanjiran aduan kasus pemalsuan dokumen honorer K2. Aduan tersebut dikirim dari 57 Kabupaten / Kota di 24 provinsi. Diperkirakan sekitar 20% dari 165.251 honorer yang lulus tes telah melakukan pemalsuan data salah satunya adalah

tanda tangan. Jumlah tersebut bukanlah jumlah yang sedikit sehingga perlu adanya tindakan tegas untuk menanggulangi tindak kecurangan tersebut. Penelitian yang akan dibangun diharapkan dapat memberikan solusi untuk tindak kecurangan tanda tangan yang telah dipaparkan di atas. Pengenalan pola tanda tangan *offline* menggunakan metode *backpropagation* dengan *learning rate* diharapkan dapat memberikan solusi dari masalah tersebut. Penelitian ini mencakup dua fase yang meliputi fase pelatihan dan pengujian. Fase pelatihan ini melibatkan sistem yang akan dipelajari sesuai dengan pola tanda tangan sehingga karakter tanda tangan dapat diketahui dan dikenali. Citra hasil pelatihan tersebut kemudian akan disimpan di *data store*. Selanjutnya pada fase pengujian, sistem akan membandingkan citra uji dengan citra yang sudah disimpan pada *data store* sehingga diperoleh akurasi dari hasil perbandingan antar citra tersebut.

Bahan dan Metode

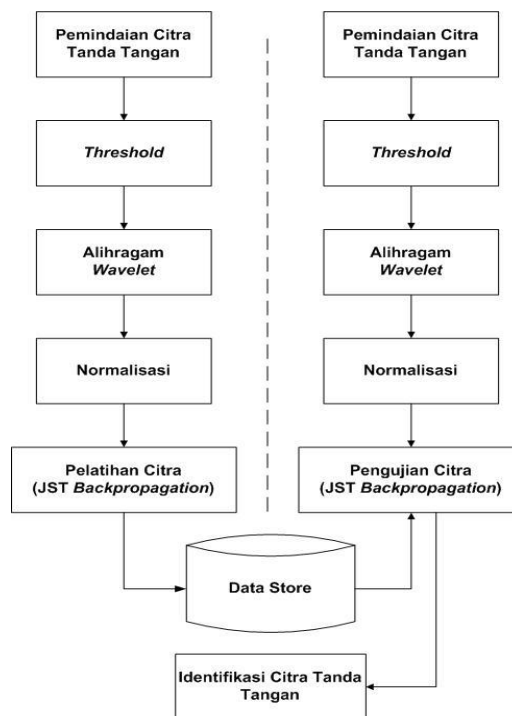
Perkembangan teknologi saat ini membuat kebutuhan manusia menjadi lebih dinamis. Dinamika tersebut akhirnya menuntut segala sesuatu serba instan hingga akhirnya mengabaikan proses atau prosedur yang ada. Tanda tangan menjadi hal yang sangat sensitif apabila tidak digunakan dengan semestinya, oleh sebab itu identitas diri ini sangatlah perlu untuk diproteksi. Sebagai sumber keabsahan, maka mulai banyak dilakukan penelitian untuk memberikan solusi bagi keamanan tanda tangan. Pengenalan pola tanda tangan seseorang memiliki keunikan tersendiri dan bisa dikatakan tiap individu memiliki coretan yang berbeda, oleh sebab itu hal ini menjadi karakter kuat untuk dilakukan penelitian lebih lanjut. Tanda tangan merupakan tanda kepemilikan yang memang secara fisiologis menjadi ciri khas setiap individu dan penelitian ini disebut sebagai ilmu *biometric*. *Biometric* merupakan ilmu *automatic recognition of individual* yang tergantung pada fisiologis dan perilaku suatu atribut (Kumar, et al., 2010). Menurut (Kumar, 2011), jika dilihat dari alat input data yang digunakan, maka terdapat dua kelas dari sistem verifikasi tanda tangan, yaitu *online* (Dynamic) system dan *offline* (Static) sistem. Identifikasi citra tanda tangan ini dilaksanakan pada penggunaan pengolahan citra pada komputer dan teknik pengenalan pola untuk memecahkan berbagai jenis masalah yang ditemui pada *preprocessing*. Pengenalan pola adalah cabang ilmu yang berkembang khususnya dalam klasifikasi pengenalan objek yang tidak diketahui sehingga dalam hal ini bertujuan untuk menetapkan salah satu dari serangkaian kemungkinan (Verma & Goel, 2011). Berbagai algoritma banyak ditawarkan di dunia pengolahan citra karena berbeda kasus, berbeda pula teknik dan algoritma yang digunakan. Identifikasi tanda tangan citra ini menggunakan *backpropagation* yang memanfaatkan *error output* untuk mengubah nilai-nilai bobot pada arah mundur namun untuk mendapatkan *error* tersebut haruslah terlebih dahulu melakukan tahap perambatan maju. Siklus algoritma *backpropagation* melalui dua tahap yang berbeda yaitu tahap *forward pass* yang diikuti *backward pass* melalui dua lapisan jaringan dan dua tahap tersebut dikenai pelatihan data (Ganatra, et al., 2011). *Backpropagation* termasuk algoritma terbimbing karena hasil dan tujuannya telah ditetapkan sebelumnya. Diawali dengan input dan diakhiri dengan *output* seperti pada gambar 1.



Gambar 1. *Backpropagation Neural Network* (Dhoke & Parsai, 2014).

Penelitian ini memanfaatkan *Backpropagation Neural Network* dengan variasi kinerja baru yang diuji dengan bantuan *learning rate*. *Learning rate* memiliki peran penting dalam memperbarui bobot pada algoritma *Backpropagation Neural Network* (Abbas, et al., 2016). Citra tanda tangan akan dikenai pencocokan bentuk identik pada citra terkait. Perubahan sudut, skala dan rotasi menjadikan citra tanda tangan ini rentan. Masalah tersebut dapat ditanggulangi dengan memanfaatkan *wavelet*. Alihragam *Wavelet* merupakan dasar dari *tool* matematika pada beberapa fungsi lapisan alihragam dan menghasilkan koefisien yang mewakili karakteristik sinyal (Patil & Hegadi, 2013). Kehandalan alihragam *wavelet* dikolaborasi dengan *learning rate* yang memiliki peran untuk memberika perubahan pada tiap bobot di dalam JST. *Learning rate* merupakan parameter penting pada algoritma *Backpropagation* guna melatih umpan balik pada JST karena memberikan dampak besar pada fase pelatihan. Metode studi pustaka dan pembangunan perangkat lunak menjadi langkah yang dilakukan untuk identifikasi tanda tangan citra ini. Program yang digunakan dalam penelitian ini adalah MATLAB 2013. Proses identifikasi terdiri dari pelatihan dan

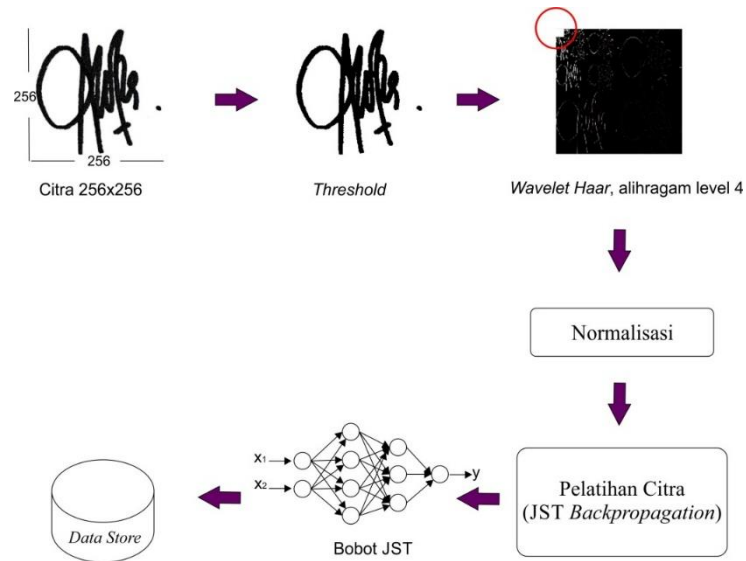
pengujian citra. Prses identifikasi citra tanda tangan dimulai dari prses pealatihan yaitu pemindaian citra tanda tangan, *threshold*, alihragam *wavelet*, normalisasi, pelatihan citra dengan menggunakan JST Backpropagation dan data disimpan dalam data store. Selanjutnya dilakukan pengujian citra dimulai dengan pemindaian citra tanda tangan, *threshold*, alihragam *wavelet*, normalisasi, pengujian citra dengan JST Backpropagation sampai mendapatkan hasil identifikasi citra tanda tangan. Diagram alir identifikasi tanda tangan *offline* dapat dilihat pada gambar 2. Tahap pada identifikasi terdiri dari pelatihan dan pengujian citra. Proses identifikasi citra tanda tangan dimulai dari tahap pelatihan yaitu *preprocessing* berupa pemindaian citra tanda tangan, *threshold*, alihragam *wavelet*, normalisasi, pelatihan citra dengan menggunakan JST Backpropagation, sampai data disimpan di *data store*. Tahap selanjutnya adalah tahap pengujian. Tahap ini dimulai dengan *preprocessing* yaitu pemindaian citra tanda tangan, *threshold*, alihragam *wavelet*, normalisasi, pengujian citra dengan JST Backpropagation sampai mendapatkan hasil identifikasi citra tanda tangan. Hasil dari pengujian ini kemudian akan didapat akurasi berupa prosentase yang menggambarkan seberapa optimal sistem dapat mengenali tanda tangan tersebut. Semakin tinggi prosentase maka hasil akan lebih akurat.



Gambar 2. Diagram alir identifikasi tanda tangan *offline*

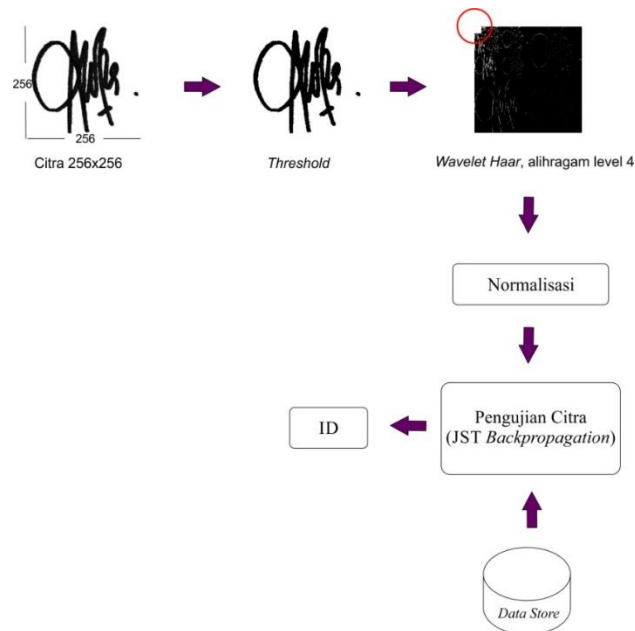
Hasil dan Pembahasan

Identifikasi citra tanda tangan ini masing-masing terdiri dari tahap pelatihan dan pengujian. Sampel citra tanda tangan dengan ukuran 256x256 piksel dikenai proses *threshold* dan alihragam *wavelet* untuk kemudian dilatih dengan menggunakan JST Backpropagation. Hasil pelatihan citra berupa bobot yang kemudian disimpan di dalam *data store*. Tahap berikutnya adalah pengujian citra tanda tangan *offline*. Tahap ini merupakan tahap untuk membandingkan citra yang sudah tersimpan pada *data store* dengan data citra uji. Citra uji yang digunakan juga melewati *preprocessing* yang sama. Penelitian ini melibatkan 15 partisipan sebagai sampel citra tanda tangan. Setiap individu diwakili oleh enam sampel tanda tangan sehingga jumlah sampel tanda tangan keseluruhan adalah 90 citra. Simulasi dilakukan menggunakan *learning rate* 0,1. Jumlah node yang digunakan adalah 20 dan 10 pada dua *hidden layer*. Identifikasi citra pada tahap pelatihan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Tahap pelatihan

Tahap pengujian pada proses identifikasi citra tanda tangan *offline* ini merupakan tahap untuk membandingkan data yang sudah tersimpan di dala, *data store* dengan citra uji. Citra uji yang digunakan juga harus melewati tahap sama seperti pada tahap pelatihan citra. Hasil dari keluaran pada tahap pengujian ini adalah akurasi berupa prosentase yang menggambarkan seberapa jauh sistem dapat mengenali data uji berupa citra tanda tangan. Gambar 4 merupakan tahap pengujian pada proses identifikasi.

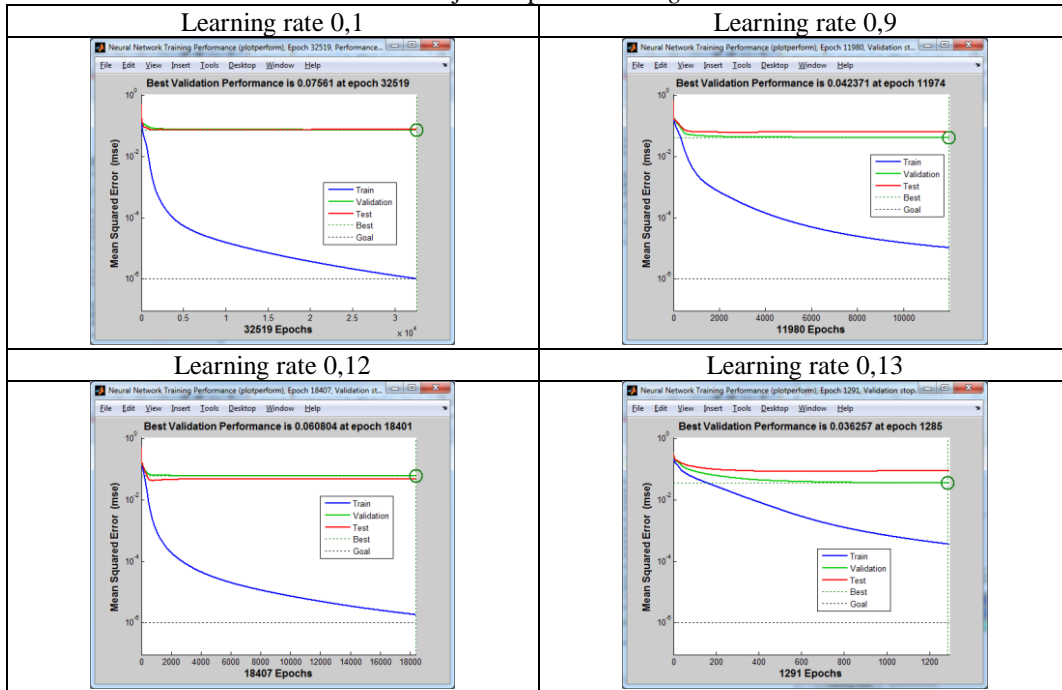


Gambar 4. Tahap pengujian

Penelitian ini menggunakan citra uji tanda tangan sebanyak 15 individu dan masing-masing terdapat 6 citra pada setiap individu untuk dijadikan sampel. Simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan alihragam *wavelet Haar* level 4 sehingga diperoleh input tiap citra berukuran 16x16 piksel. Pada penelitian ini sangat penting untuk memperhitungkan ukuran data input yang akan dilatih dengan menggunakan *JST Backpropagation*. Ukuran data input akan mempengaruhi beban komputasi pada sistem, sehingga simulasi pada awal pembangunan perangkat lunak sangat penting untuk dilakukan. Selama melakukan percobaan, sistem berjalan stabil. *Learning rate* yang digunakan bervariasi dan memiliki optimasi yang berbeda pula. *Learning rate* menjadi bagian penting pada penelitian ini karena memiliki peran dalam merubah bobot pada *JST Backpropagation* yang berpengaruh pada *output* berupa akurasi. Objek yang digunakan juga mempengaruhi hasil akurasi, terkait karakter objek yang digunakan dan juga parameter yang mempengaruhi. Simulasi dalam penelitian ini menggunakan *learning rate* 0,1 ; 0,9; 0,12 dan 0,13. *Learning rate*

tersebut digunakan dalam simulasi kali ini karena cukup memberikan hasil yang signifikan karena terlihat dengan jelas hasil capaian keberhasilan sistem. Identifikasi tanda tangan static memiliki kendala dalam menyamakan skala, rotasi dan ketebalan tulisan, namun dengan *preprocessing* yang dilakukan dapat memberikan hasil yang cukup baik. Simulasi yang telah dilakukan dapat dilihat pada table 1 dan untuk melihat hasil akurasi dapat dilihat pada table 2.

Tabel 1. Kinerja JST pada *Learning rate*



Hasil dari simulasi tersebut maka dapat dilihat bahwa akurasi yang optimal dihasilkan pada proses identifikasi citra tanda tangan *offline* menggunakan *wavelet Haar* level 4 dengan *learning rate* 0,12. Tentu saja hal ini akan berbeda *output* apabila disimulasikan lagi dengan objek yang berbeda dan algoritma yang berbeda, namun dari hasil simulasi dengan menggunakan objek citra tanda tangan *offline* ini terlihat bahwa akurasi yang dihasilkan tersebut cukup tinggi.

Tabel 2. Perbandingan hasil akurasi identifikasi citra menggunakan *Wavelet Haar* level4, *learning rate* 0,1.

Learning rate	MSE	Akurasi
0,1	0,0758	93,33%
0,09	0,0909	94,44%
0, 12	0,0608	95,56%
0,13	0,0363	90%

Kesimpulan

Berdasarkan simulasi identifikasi tanda tangan citra *offline* yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa sistem identifikasi citra tanda tangan *offline* menggunakan algoritma JST *Backpropagation* dengan variasi *learning rate* ini telah berhasil dibangun. Tahap pelatihan dan pengujian menggunakan JST *Backpropagation*, alihragam *wavelet Haar* dan simulasi *learning rate* telah mendapatkan akurasi yang optimal. Penelitian ini menggunakan citra uji tanda tangan sebanyak 12 individu dan masing-masing terdapat 6 citra pada setiap individu untuk dijadikan sampel. Simulasi dengan akurasi yang optimal didapat pada *learning rate* 0,12 dengan prosentase 95,56%. Walaupun demikian, penelitian ini masih dapat dikembangkan dengan menambahkan varian *wavelet* sebagai pembanding untuk mendapatkan akurasi yang lebih optimal.

Daftar Pustaka

- Abbas, Q., Ahmad, F. & Imran, M., 2016. Variable Learning Rate Based Modification in Backpropagation Algorithm (MBPA) Of Artificial Neural Network for Data Classification. *Sci.Int(Lahore)*, 3(28), pp. 2369-2380.
- Dewan, U. & Ashraf, J., 2012. Offline Signature Verification Using Neural Netwok. *International Journal of Computational Engineering & Management*, 15(4), pp. 50-54.
- Dhoke, P. & Parsai, M. P., 2014. A Matlab Based Face Recognition Using PCA with Backpropagation Neural Network. *International Journal of Innovative Research in Computer and Communication Engineering*, 2(8), pp. 5291-5297.
- Ganatra, A., Panchal , M. & Koruga , P., 2011. Handwritten Signature Identification Using Basic Concept of Graph Theory. *WSEAS Transaction on Signal Processing*, 4(7), pp. 117-129.
- Kumar, L. R., 2011. Genuine and Forged Offline Signature Verification Using Backpropagation. *International Journal of Computer Science and Information Technologies*, 2(4), pp. 1618-1624.
- Kumar, S., Raja, K. B., Chhotaray, R. K. & Pattanaik, 2010. Offline Signature Verification Based on Fusion of Grid and Global Feature Using Neural Network. *International Journal of Engineering Science and TEchnology*, 2(12), pp. 7035-7044.
- Patil, P. G. & Hegadi, R. S., 2013. Offline Handwritten Signature Classification Using Wavelet and Support Vector Machines. *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJEAT)*, 2(3), pp. 37-42.
- Tempo.co, 2014. Nasional.Tempo.co. [Online] Available at: <https://nasional.tempo.co/read/1237596/warga-manokwari-protas-pemukulan-mahasiswa-papua-di-surabaya> [Accessed Monday August 2019].
- Verma, R. & Goel, A., 2011. Wavelet Application in Fingerprint Recognition. *International Journal of Soft Computing and Engineering*, 1(4), pp. 129-134.



SERTIFIKAT

Diberikan kepada

Rosalia Arum Kumalasanti, S.T.,M.T.
sebagai **Pemakalah**

Dalam **Rekayasa Aplikasi Perancangan dan Industri XVIII**

**“Rekayasa Pintar di Era Revolusi Industri 4.0 :
Energi Terbarukan, Sumberdaya dan Material”**

11 Desember 2019
Alila Hotel - Surakarta, Indonesia

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Sa Sunarjono, M.T, Ph.D.,IPM

Ketua Penyelenggara
RAPI XVIII

Ir. Agus Dwi Anggono, S.T.,M.Eng.,Ph.D.,IPM

