

**SINTA**

SEMINAR NASIONAL
HASIL PENELITIAN SAINS,
TEKNIK, DAN APLIKASI
INDUSTRI - 2018

RISET PT - EKSPLORASI HULU DEMI HILIRISASI PRODUK

19 OKTOBER 2018

PROSIDING SEMINAR

Organized by:



FAKULTAS
TEKNIK
UNIVERSITAS
LAMPUNG

Sponsored by:



beyond construction



Supported by:



BKS-PTN Barat







SUSUNAN DEWAN REDAKSI
SEMNAS NASIONAL HASIL PENELITIAN SAINS, TEKNIK DAN APLIKASI
INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS LAMPUNG TAHUN 2018
(SEMNAS SINTA FT UNILA 2018)

Diseminarkan pada tanggal 19 Oktober 2018

- Pengarah : Prof. Drs. Suharno, M.Sc. PhD.
Wakil Pengarah : 1. Irza Sukmana, S.T., M.T., PhD.
2. Dr. Ahmad Zaenuddin, S.Si., M.T.
3. Masdar Helmi, S.T., DEA., PhD.
- Ketua : Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.
Sekretaris : Dr. M. Karami, S.T., M.Sc.
Bendahara : Mona Arif Muda Batubara, S.T., M.T.
- Seksi Acara
Koordinator : Yessi Mulyani, S.T., M.T.
Anggota : 1. Dr. Nandi Kheiruddin, S.Si., M.Si.
2. A. Yudi Eka Risano, S.T., M.Eng.
3. Rahmi Mulyasari, S.T., M.T.
4. Bagus Sapto M., S.T., M.T.
5. Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.
6. Karyanto, S.Si., M.T.
7. Muhammad Hanif, S.T., M.T.
- Kesekretariatan dan Editor
Koordinator : Prof. A. Saudi Samosir, S.T., M.T.
Anggota : 1. Dr. Eng. Yul Martin, S.T., M.T.
2. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
3. Dr. Eng. Khairuddin, S.T., M.Sc.
4. Dr. Vera Agustriana N., S.T., M.T.
5. Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.
6. Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.
7. Afri Yudamson, S.T., M. Eng.
8. Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.
9. Titin Yulianti, S.T., M.Eng.
- Konsumsi dan Akomodasi
Koordinator : Yunita Kesuma, S.T., M.T.
Anggota : 1. Yuli Darni, S.T., M.T.
2. Siti Nurul Khotimah, S.T., M.T.
3. Dini Hardila, S.T., M.T.
- Dewan Reviewer: 1. Dr. Ir. Ahmad Zakaria, M.T.
2. Dr. Ir. Sriratna Sulistyanti, M.T.
3. Dr. Eng. Dikpride Despa, S.T., M.T.
4. Dr. Nandi Kheiruddin, S.Si., M.Si.
5. Dr. Eng. Khairuddin, S.T., M.Sc.
6. Dr. Eng. Lukmanul Hakim, S.T., M.Sc.
7. Dr. Lilis Hermida, S.T., M.Sc.
8. Dr. Ahmad Zaenuddin, S.Si., M.T.



9. Dr. Joni Agustian, S.T., M.Sc.
10. Dr. Eng. Yul Martin, S.T., M.T.
11. Dr. Eng. Helmy Fitriawan, S.T., M.Sc.
12. Dr. Vera Agustriana N., S.T., M.T.
13. Masdar Helmi, S.T., DEA., PhD.
14. Dr. M. Karami, S.T., M.Sc.
15. Dr. Muhammad Irsyad, S.T., M.T.

- Pembicara Undangan:
1. Prof. Dr. Eng. Ir. Gunawarman, M.T.
Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Andalas, Sumatera Barat
 2. Ir. Mulyadi Irsan, M.T.
Kepala Badan Penelitian, Pengembangan dan Inovasi Daerah Provinsi Lampung
 3. Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.,
Dosen Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Lampung,
Lampung
 4. Dr. Eka Sari, S.T., M.T.
Dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sultan
Ageng Tirtayasa, Banten
 5. Dr. Sudibyo, S.T., M.Sc.
Peneliti Balai Penelitian Teknologi Mineral Lembaga Ilmu
Pengetahuan Indonesia (BPTM LIPI), Lampung



DAFTAR ISI

Kata Sambutan Ketua Panitia	ii
Susunan Dewan Redaksi Semnas SINTA FT UNILA 2018	iii
Susunan Acara Semnas SINTA FT UNILA 2018	v
Daftar Isi	vii
Abstrak Keynote Speaker-1: Prof. Dr. Eng. Ir. Gunawarman, M.T.	1
Abstrak Keynote Speaker-2: Ir. Mulyadi Irsan, M.T.	2
Abstrak Keynote Speaker-3: Prof. Dr. Ahmad Saudi Samosir, S.T., M.T.	3
Abstrak Keynote Speaker-4: Dr. Eka Sari, S.T., M.T.	4
Abstrak Keynote Speaker-5: Dr. Sudibyoy, S.T., M.Sc.	5
Kelompok Teknik Kimia, Teknik Industri dan Teknik Agroindustri	
BR-1-02 Analisis Inovasi Dan Kualitas Produk Baru Opak Biji Karet Terhadap Kepuasan Konsumen Di kota Serang (Akbar Gunawan, Dhen Ria Barleany, Romi Wiryadinata, Intan Baruna Pertiwi)	6
BR-1-04 <i>Effect of Carbonization Time for Yield and Fixed Carbon Content in Activated Charcoal of Coconut Shell Using Electrical Carbonization Furnace</i> (Enggal Nurisman, Syaiful Anang, Rahmatullah Rahmatullah)	11
BR-1-06 <i>Nickel-Cobalt Extraction Process from Low-Grade Laterite Ores Using Cyanex 272 and Versatic Acid 10</i> (Sudibyoy Sudibyoy, Lilis Hermida)	17
BR-1-07 Ekstraksi Asam Oksalat Dari Belimbing Wuluh (<i>Averrhoabilimbi L</i>) Dengan Larutan NaOH Dan HNO ₃ (David Candra Birawidha, Yosi Maya Aprilia Sari, Yusup Hendronursito, Kusno Isnugroho, Muhammad Amin, Posman Manurung)	23
BR-1-24 <i>Performance Measurement Using Balanced Scorecard, Analytical Hierarchy Process, Objective Matrix, and Traffic Light System</i> (Alina Cynthia Dewi, Akhmad Nidhomuz Zaman)	27
BR-1-44 Uji Aplikasi Berbagai Jenis Pupuk Urea Lepas Lambat Terhadap Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (<i>Brassica rapa chinensis</i>) (Yohannes Cahya Ginting, Lilis Hermida, Rugayah Rugayah, Joni Agustian, Rizki Taufiqurrahman)	35
BR-1-46 Uji Aplikasi Berbagai Jenis Pupuk Urea Lepas Lambat (<i>Slow Release Urea</i>) Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kailan (<i>Brassica oleraceae L.</i>) (Rugayah Rugayah, Lilis Hermida, Yohannes Cahya Ginting, Joni Agustian, Maulindra Putri Agsya)	42
BR-1-56 Rancangan Dimensi Sump Pada Tambang Terbuka Sebagai Upaya Pencegahan Kerusakan Lingkungan Yang Diakibatkan Oleh Air Asam Tambang Studi Kasus PT Manggala Alam Lestari Provinsi Sumatera Selatan (Yudha Gusti Wibowo, Hutwan Syarifuddin)	49
BR-1-58 Zeolit LTA Sintetis Berbahan Dasar <i>Coal Bottom Ash</i> Untuk Pemurnian Etanol (Simparkin Br Ginting, Wanda Gustina Utami)	54
BR-1-62 Studi Kualitas Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Ditinjau dari Sifat Fisika dan Kimia (Desy Rosarina, Ellysa Kusuma Laksanawati)	60



BR-1-67	Pengaruh Konsentrasi SnCl ₂ dan Temperatur Polimerisasi pada Sintesis Poli Laktida dengan Metode <i>Ring-Opening Polymerization</i> (Edwin Azwar, Ricky Fahlevi Sinulingga, Muhammad Hanif)	65
BR-1-68	Sifat Kimia, Fisik Dan Sensori Kerupuk Dengan Penambahan Rusip Bubuk (Dyah Koesoemawardani)	71
Kelompok Teknik Elektro, Teknik Elektronika dan Teknik Informatika		
BR-2-01	Perancangan Sistem Informasi Penugasan Dosen Berbasis Website Pada Jurusan Teknik Industri FT. Untirta (Akbar Gunawan, Nuraida Wahyuni, Bagus Kurnia Saputra)	76
BR-2-03	<i>AC Load Emulator Pada Sistem Smart Grid Berbasis Embedded System</i> (M. Mas Ruri Yusuf, Khairudin Hasan, Lukmanul Hakim)	81
BR-2-14	Prototipe Lampu Belajar Menggunakan Mini Inverter Berbasis Konservasi Energi (Fika Trisnawati, Agong Chaniago, Purwono Prasetyawan)	86
BR-2-21	Deteksi Posisi Plat Nomor Kendaraan Menggunakan Metode Transformasi Hough dan Transformasi Hit or Miss dengan Matlab (Yuda Puspito, F.X. Arinto Setyawan, Helmy Fitriawan)	91
BR-2-25	Monitoring Flicker Pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah (Osea Zebua, Noer Soedjarwanto)	97
BR-2-29	Rancang Bangun Alat Pendeteksi Detak Jantung Bayi Prematur Menggunakan Pulse Sensor Berbasis Mikrokontroler Yang Terintegrasi Pada Model Inkubator Bayi (Billy Mulia Wibisono, Sri Purwiyanti, Fx Arinto Setyawan, Helmy Fitriawan, Sri Ratna Sulistiyanti)	103
BR-2-55	Desain <i>Transducer Rogowski Coil</i> Untuk Pengukuran Arus Frekuensi Tinggi Dan Pulsa <i>Discharge</i> (Herman Sinaga, Hajri Trisaputra, Noer Soedjarwanto, Henry Sitorus)	109
BR-2-61	Penentuan Daya Listrik Untuk Segmentasi Rumah Tangga Dengan Algoritma Ripper Berbasis Rules (Astrie Kusuma Dewi, Dwi Normawati)	114
BR-2-64	Rancang Bangun Model Deteksi Pelanggaran Zebra <i>Cross</i> Pada Traffic Light Dengan Metode Adaptif <i>Background Substraction</i> (Pami Ruli Setiawan, F.X. Arinto Setyawan, Syaiful Alam)	118
BR-2-76	Rancang Bangun Peralatan Pengoptimal Pengecasan Baterai Dengan Sel Surya Berbasis Mikrokontroler Arduino (Budiarto Wahyono, Noer Soedjarwanto, Osea Zebua, Abdul Haris)	124
BR-2-82	Pembuatan Alat Pengering Biji Kopi Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 (Emir Nasrullah)	130
BR-2-84	Penentuan Sudut Datang Sumber Suara Menggunakan <i>Directional Microphone Array</i> (Annisa Firasanti, Putra Wisnu Agung Sucipto)	134



BR-2-85	Sintesis <i>Visual Speech</i> Bahasa Indonesia pada Beberapa Karakter Virtual 3 Dimensi Menggunakan Metode <i>Radial Basis Function</i> (RBF) Untuk Mendukung Produksi Film Animasi (Aripin, Hanny Haryanto)	141
Kelompok Teknik Geologi dan Teknik Geofisika		
CR-1-05	Studi Kualitas Batuan Reservoir Formasi Ngrayong Menggunakan Metode Petrofisik (Mohammad Al Afif, Muhammad Firsandi)	150
CR-1-08	<i>Restructuring of Mass Movement Potential Area in the middle course of Muara Emat - Kerinci (MK), Jambi</i> (Hari Wiki Utama, Yulia Morsa Said, Magdalena Ritonga, Eko Kurniantoro, Anggi Deliana Siregar and Bagus Adithya)	156
CR-1-09	Potensi Geowisata berbasis Edu-Wisata sebagai Laboratorium Alam di Daerah Panas Bumi Kerinci, Jambi (Hari Wiki Utama, Yulia Morsa Said, Magdalena Ritonga, Eko Kurniantoro, Anggi Deliana Siregar, Bagus Adithya)	162
CR-1-10	<i>Genetic of joint system Mengkarang metapelite: implication to characteristic deformation on the Muara Karing Geopark Marangin, Jambi</i> (Hari Wiki Utama, Eko Kurniantoro, Yulia Morsa Said, Rahmi Mulyasari)	168
CR-1-11	Pemetaan objek fenomena Geologi di sepanjang Sungai Mengkarang: Guna pengembangan aset Geowisata di Geopark Mengkarang Purba, Desa Bedeng Rejo, Kabupaten Marangin, Jambi (Magdalena Ritonga, Eko Kurniantoro, Yulia Morsa Said, Agus Kurniawan, Rahmi Mulyasari, Hari Wiki Utama)	173
CR-1-15	Geologi dan Studi Batuan Asal (Provenance) Batupasir Formasi Talangakar Daerah Lubuk Bernai Kecamatan Batangasam Kabupaten Tanjung Jabung Barat Provinsi Jambi (Gusmilah Iriyanti, Hari Wiki Utama, Arsyad Ar, Yulia Morsa Said)	179
CR-1-16	Karakteristik Unsur Jejak Dalam Diskriminasi Magmatisme Batuan Beku Tinggian Karangbolong Kebumen (Isyqi, Chusni Ansori, Fitriany Amalia Wardhani, Eko Puswanto)	185
CR-1-34	Zonasi Area Potensi Gerakan Massa di Sepanjang Sesar Lampung-Panjang Kota Bandar Lampung (Rahmi Mulyasari, Nandi Haerudin, Karyanto, I Gede Boy Darmawan)	190
CR-1-38	<i>Sedimentological Study of Ngrayong Sandstone at Candi and Surrounding Area, Todanan Blora, Central Java</i> (Rezky Aditiyo)	198
CR-1-47	<i>Underground Coal Gasification (UCG): The Opportunities to Increase Natural Resource Production in Indonesia</i> (Muhamad Taufik Maryudi, Ryan Aristo Nusantara, Ridwan Silalahi)	204
CR-1-48	Analisis Kerentanan Lahan Berdasarkan Tingkat Kemiringan Lereng dan Kedalaman Bidang Gelincir Menggunakan Metode Photogrammetry dan Geolistrik Di Desa Batu Keramat, Kecamatan Kota Agung Timur, Tanggamus (Muh. Sarkowi, Rahmat Catur Wibowo, Bagus Spto Mulyatno)	209
Kelompok Teknik Sipil dan Planologi		
CR-2-26	Modifikasi Penilaian pada Sistem Manajemen Jembatan di Indonesia (<i>Interurban Bridge Management System</i>) dengan Mengimplementasikan <i>Condition States</i> dari	214



	<i>Metode Bridge Health Index</i> (Ofianto Wahyudhi, Akhmad Aminullah, Andreas Triwiyono)	
CR-2-37	Pengaruh Variasi Waktu Pemeraman dan Perendaman Sampe Tanah Terhadap Nilai Daya dukungnya (Lusmeilia Afriani)	219
CR-2-40	Studi dan Analisa Pengaruh Kerusakan Jalan Terhadap Nilai Karakteristik Tanah Dan Nilai Derajat Kepadatannya (Yan Juansyah, Rani Ismiarti Ergantara, Devi Oktarina)	225
CR-2-43	Pengaruh Stabilitas Lereng Terhadap Nilai Kohesi, Sudut Geser Dalam Tanah dan Perubahan Tingkat Ketinggian Muka Air Tanah (Aryodi Widiawara, Lusmeilia Afriani, Ofik Taufik Purwadi, Setyanto)	230
CR-2-57	Kajian Kepuasan Pengguna BRT Bandar Lampung Terhadap Kualitas Layanan Menggunakan <i>Structural Equation Modeling</i> (Widodo, Aleksander Purba, Dyah Wulan Wardani)	235
CR-2-60	Studi Pengaruh El Nino dan La Nina terhadap data curah hujan dari Wilayah Lampung Timur (Ahmad Zakaria, Sumiharni, Gatot Eko Susilo, Nur Arifaini)	241
CR-2-69	Kajian Fungsi Sosial Budaya, Estetika, dan Ekologi Taman “Hutan Kota” Way Halim Kota Bandar Lampung (Citra Persada, Novia Putri, Dwi Bayu Prasetya)	246
CR-2-71	Pemanfaatan Mineral Tambahan Untuk Reduksi Ekspansi Akibat Reaksi Alkali Silika (Mohd Isneini)	251
CR-2-73	Model Tarikan Perjalanan ke Kawasan Perdagangan (Studi Kasus di Pasar Tengah – Kota Bandar Lampung) (Uun Niatika, Rahayu Sulistyorini and Muhammad Karami)	256
CR-2-74	Analisis Risiko Reaktivasi Jalur Kereta Api Menuju Pelabuhan Panjang dengan <i>Soft System Methodology</i> (SSM) (Amril Maruf Siregar, Ika Kustiani, Mauliyda Na Fanhar)	260
CR-2-80	Komparasi Pembangunan Kereta Cepat Indonesia Menggunakan Pengalaman Kereta Cepat Negara Lain dari Sudut Pandang Ekonomi (Fera Lestari, Aleksander Purba, Ahmad Zakaria)	266
CR-2-81	<i>Developing Monitoring System of Traffic Signal Using Microcontroller Device by SMS of GSM Network</i> (Aleksander Purba, Rahayu Sulistyorini, Ageng Sadnowo, Agung Ilhami)	273
CR-2-83	<i>Flexural Behavior of RC Beam Strengthened with Hybrid of GFRP and Wiremesh</i> (Fikri Alami, Mohd. Isneini, Candra Fauzan Akbar, Dedi Vernanda, Klara Nalarita, Farida Rahma Hadi Putri)	278
CR-2-90	Sistem Monitoring Lampu Lalu-Lintas Berbasis Microcontroller Dengan GSM (Aleksander Purba, I. Wayan Diana, Rahayu Sulistyorini, Sasana Putra)	283
Kelompok Teknik Mesin, Teknik Material dan Teknik Geofisika/Geologi		
CR-3-32	Kajian Eksperimental Pengaruh Parameter Pemesinan Magnesium AZ31 Terhadap Nilai Kekasaran Permukaan Pada Proses Pembubutan Menggunakan	288



	Pahat Putar Dan Udara Dingin Bertekanan (Opi Sumardi, Arinal Hamni, Gusri Akhyar Ibrahim)	
CR-3-39	Perancangan Saluran Pengarah untuk Meningkatkan Unjuk Kerja Turbin Helik pada Model Sistem Pembangkit Listrik (Jorfri Boike Sinaga, Ahmad Suudi)	293
CR-3-41	Penerapan Teknologi Pompa Tanpa Motor (Hydraulic Ram Pump) Untuk Model Sistem Irigasi Persawahan Masyarakat Di Desa Wonokarto Kecamatan Gading rejo Kabupaten Pringsewu Provinsi Lampung (Jorfri Boike Sinaga, Ahmad Suudi, Panly Lumbantoruan)	300
CR-3-42	Karakteristik Perpindahan Panas Alat Penukar Kalor Berisi Material Fasa Berubah Pada Proses Pembekuan (Muhammad Irsyad, Herry Wardono, Amrizal Nalis, Mardho Akmal, Aji Muhammad Yulian)	307
CR-3-45	Inovasi Teknologi untuk Meningkatkan Kinerja dan Kualitas Produk Usaha Mikro Kecil Menengah di Desa Ulak Kerbau Baru Kecamatan Tanjung Raja Kabupaten Ogan Ilir Provinsi Sumatera Selatan (Irwin Bizzy)	312
CR-3-59	Potensi Energi Terbarukan Di Provinsi Lampung Untuk Mewujudkan Kemandirian Energi (Retno Wahyudi, Muhammad Irsyad)	317
CR-1-72	Pengaruh Meandering Sungai Lukulo Terhadap Kejadian Longsor di Perkotaan Kabupaten Kebumen, Jawa Tengah (Puguh Raharjo, Kristiawan Widiyanto, Eko Puswanto, Sueno Winduhutomo)	323
CR-3-75	Pengaruh Variasi Posisi Flow Straightener Di Dalam Cerobong Terhadap Derajat Kemiringan Aliran Gas Buang (Dewi Puspitasari, Rizki Sihombing, Ellyanie Ellyanie, Marwani Marwani, Agus Adiputra)	329
CR-1-79	<i>Effect of Clay (Illite) toward Maturation and Potential of Organic Material (Stearic Acid) as Basis to Determine the Parameter of Laboratory Test on Shale Material Processing</i> (Ordas Dewanto, Bagus Sapto Mulyanto)	334
CR-1-86	Karakterisasi Batuan Reservoir Menggunakan Metode Log-Petrofisika, Geokimia dan Termal pada Sumur I-1 dan I-2 di Daerah 'Y' Sumatera Tengah (Bagus Sapto Mulyanto, Ordas Dewanto)	340
CR-3-87	Rancang Bangun Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Air Untuk Memanfaatkan Energi Aliran Sungai Penyungkayan Di Dusun Penyungkayan Kecamatan Balik Bukit Kabupaten Lampung Barat Provinsi Lampung (Bambang Sulistiyo, Yanuar Burhanuddin, Jorfri Boike)	348
CR-3-92	Pendekatan Metode Collaborative Filtering pada Sistem Rekomendasi Pariwisata Kota Bengkulu (Aan erlansari, Boko Susilo, Yudi Setiawan, Iit Pranata)	356
CR-3-93	Kajian Kapasitas Sungai Manjuntjo Dalam Menampung Debit Banjir Menggunakan Program HEC-RAS (Lidia Agustin, Gusta Gunawan, Besperi)	362
CR-3-94	Pemodelan Rasio Gradien Densitas Struktur Bawah Permukaan Berdasarkan Trend Surface Analysis Data Gayaberat (Suharno, I Gede Boy Darmawan, Ahmad Zaenudin, Ordas Dewanto, Martin Ridwan)	371



Desain Transduser Rogowski Coil Untuk Pengukuran Arus Frekuensi Tinggi Dan Pulsa Discharge

Herman H Sinaga*, Hajri Tri Saputra, Diah Permata dan Henry B.H. Sitorus
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Lampung, Jl. S. Brojonegoro No 1, Bandar Lampung 35145

*E-mail korespondensi: herman.h.sinaga@eng.unila.ac.id

Abstrak. Salah satu metode untuk mendeteksi sinyal listrik yang berfrekuensi tinggi adalah dengan menggunakan transducer coupling elektromagnetik. Terdapat beragam transducer coupling elektromagnetik, namun dalam penelitian ini akan di desain dan dibuat transducer berjenis "Rogowski Coil" untuk mendeteksi arus listrik frekuensi tinggi dan pulsa discharge. Prinsip dasar Rogowski coil adalah menangkap perubahan medan listrik yang dihasilkan oleh pulsa arus listrik (perubahan besaran arus listrik). Rogowski coil memiliki keunggulan dibanding dengan transducer trafo arus (current transformer – CT). Keunggulan utama Rogowski coil adalah linieritas pengukuran dan bandwidth frekuensi pengukuran yang sangat tinggi dibandingkan dengan CT konvensional. Selain itu Rogowski coil juga relatif tidak mengalami efek jenuh sehingga arus sisi primer dari kumparan Rogowski akan dipetakan secara sempurna pada sisi sekundernya. Konstruksinya juga sederhana dan tidak membutuhkan biaya yang mahal serta pemasangan tidak membebani penghantar yang akan diukur. Dalam makalah ini dibahas desain transduser Rogowski coil dengan inti magnesium dan ferrite yang dapat dipergunakan untuk mendeteksi dan mengukur arus frekuensi tinggi dan pulsa discharge. Rogowski coil dibuat dengan diameter luar 23,49 cm, diameter dalam 13,23 mm dan jumlah belitan 30 lilitan. Kawat kumparan yang dipergunakan mempunyai diameter 0.2 mm². Hasil pengujian memperlihatkan Rogowski coil dengan inti ferrite memiliki sensitivitas yang lebih baik dibandingkan dengan inti magnesium. Kedua tipe inti Rogowski coil dapat dipergunakan untuk mendeteksi arus sampai frekuensi 2 MHz..

Kata kunci: Rogowski Coil, transducer kopling elektromagnetik, arus frekuensi tinggi, pulsa discharge

PENDAHULUAN

Sistem isolasi peralatan listrik dirancang untuk mampu memikul tekanan tegangan dalam level nominalnya dalam jangka waktu yang lama. Namun terkadang, akibat adanya ketidaksempurnaan pada pembuatan isolasi, terdapat cacat pada bagian-bagian isolasi kabel daya tersebut walaupun sistem isolasi melewati semua pengujian sebelum pemasangan dan pengoperasian peralatan listrik tersebut di lapangan. Setelah jangka waktu tertentu, pada bagian isolasi yang tak sempurna tersebut dapat timbul Partial Discharge (PD) sebagai akibat tekanan medan listrik telah melewati ambang batas kritis. Hal tersebut akan mengakibatkan pemburukan yang semakin berat dan meningkatkan kemungkinan terjadinya kerusakan total pada kabel daya.

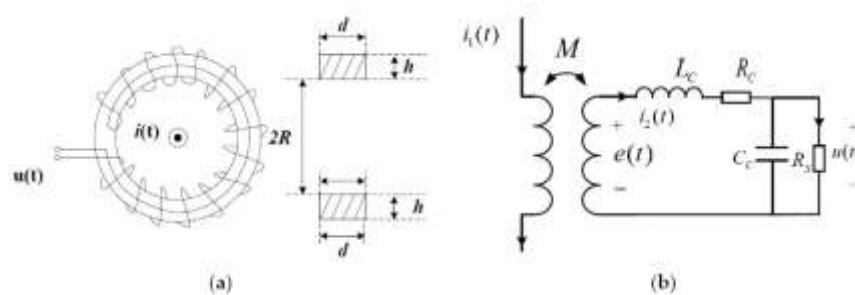
Salah satu upaya untuk mencegah terjadinya breakdown pada isolasi kabel daya dapat dilakukan dengan memonitor kondisi sistem isolasi terhadap adanya kemungkinan terjadinya Partial Discharge (PD). Pendeteksian terjadinya PD pada sistem isolasi dapat dilakukan dengan mendeteksi produk ikutan yang timbul saat terjadinya PD. Salah satu produk ikutan yang dihasilkan saat terjadi PD pada isolasi kabel daya adalah arus dengan frekuensi tinggi dan pulsa discharge yang memiliki durasi yang sangat singkat. Dalam hal PD terjadi pada isolasi kabel daya, maka pulsa listrik dihasilkan oleh sumber PD dalam isolasi kabel daya akan menghasilkan sinyal elektrik akan merambat sepanjang kabel. Sinyal elektrik ini dapat dideteksi dengan menggunakan transducer yang sesuai. Sehingga dengan memonitor adanya pulsa elektrik tersebut, kehadiran PD pada sistem isolasi kabel daya dapat diketahui.

Salah satu transducer yang dapat dipergunakan untuk menangkap sinyal elektrik yang dihasilkan oleh sumber PD adalah dengan mempergunakan transducer coupling elektromagnetik. Dalam penelitian ini akan didesain dan dibuat transducer coupling elektromagnetik berjenis Rogowski Coil. Transducer yang dibuat harus mampu menangkap sinyal PD yang sangat kecil yakni 5 pc (besar Partial discharge yang masih diijinkan berdasarkan standard (IEE Standard, 2015) dengan frekuensi yang mencapai rentang ratusan MHz. Transducer Rogowski coil memiliki bentuk fisik yang hampir sama dengan Current Transformer (CT) biasa. Perbedaan mendasar adalah inti transducer yang digunakan. Pada CT biasa inti besi merupakan bahan yang paling umum dipergunakan. Sedangkan pada Rogowski Coil, intinya hanya udara (atau tanpa inti). Dengan inti udara, maka Rogowski Coil memiliki perbandingan input dan output yang relatif linier untuk semua level arus yang dideteksinya, juga Rogowski Coil memiliki kemampuan rentang frekuensi operasi yang sangat lebar, sampai orde MHz.

Dalam makalah ini dibahas sensor Rogowski coil dengan bahan inti Ferrite dan magnesium. Kedua sensor didesain dengan dimensi yang sama dan diuji kemampuan mendeteksi pulsa dan diuji response frekuensinya.

METODE PENELITIAN Transducer Rogowski Coil

Rogowski coil merupakan salah satu tipe transducer coupling elektromagnetik dengan prinsip yang sama seperti current transformer (CT) biasa. Diagram dasar Rogowski Coil diperlihatkan dalam gambar 1.



Gambar 1. Rogowski Coil a. Diagram struktur Rogowski coil, b. Rangkaian ekuivalen (Liu, et.al, 2016)

Jika resistansi terminal dimisalkan sebagai R_s , maka rangkaian ekuivalen Rogowski coil dapat digambarkan seperti gambar 1.b dan tegangan output Rogowski coil dapat ditulis sebagai (Metwally, I.A, et.al, 2013, Ahmed, A, et.al, 2012) :

$$e(t) = M \frac{di_1(t)}{dt} = L_c \frac{di_2(t)}{dt} + R_c i_2(t) + u(t) \quad (1)$$

$$i_2(t) = C_c \frac{du(t)}{dt} + \frac{u(t)}{R_s} \quad (2)$$

Persamaan (2) disubstitusikan ke persamaan (1) menghasilkan:

$$M \frac{di_1(t)}{dt} = L_c C_c \frac{d^2 u(t)}{dt^2} + \left(\frac{L_c}{R_s} + R_c C_c \right) \frac{du(t)}{dt} + \left(1 + \frac{R_c}{R_s} \right) u(t) \quad (3)$$

dengan C_c merupakan kapasitansi terdistribusi, R_c adalah resistansi coil, L_c merupakan induktansi-diri coil dan M merupakan induktansi bersama coil. Karena ukuran Rogowski coil yang kecil, biasanya C_c diabaikan, sehingga output Rogowski coil dapat dituliskan sebagai :

$$e(t) = L_c \frac{di_2(t)}{dt} + (R_c + R_s) i_2(t) \quad (4)$$

Besar induktansi bersama (M) dan induktansi diri (L_c) sangat bergantung pada banyak belitan dan dimensi Rogowski coil. Jika Rogowski coil memiliki radius luar sebagai R_o dan radius dalam sebagai R_i , maka induktansi bersama (M) dapat ditentukan sebagai :

$$M = \sum_{i=1}^{i=n} M_i = \sum_{i=1}^{i=n} N_i \frac{\mu_o h}{2\pi} \ln \frac{R_{oi}}{R_{ii}} \quad (5)$$

dan induktansi diri (L_c) dapat ditentukan menggunakan :

$$L_c = \sum_{i=1}^{i=n} N_i M_i = \sum_{i=1}^{i=n} N_i^2 \frac{\mu_o h}{2\pi} \ln \frac{R_{oi}}{R_{ii}} \quad (6)$$

Sedangkan bandwidth Rogowski coil dapat ditentukan dengan pendekatan berikut (Zhu, et.al, 2005):

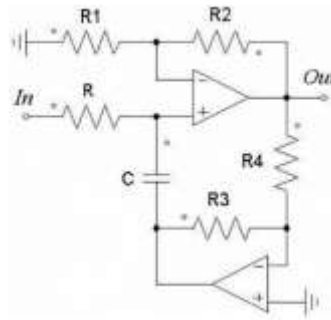
$$BW \approx \frac{1}{2\pi} \left(\frac{1}{R C_s} - \frac{R}{L_s} \right) \quad (7)$$

Untuk memperkuat sinyal dan sekaligus untuk menentukan rentang frekuensi operasi, maka Rogowski coil dihubungkan dengan integrator. Dalam (Hemmati, et.al, 2017) menggunakan teknik kompensasi digital untuk memperkuat sinyal pada output Rogowski coil. Hasil penelitian menunjukkan sinyal output Rogowski coil sangat akurat bahkan untuk frekuensi orde puluhan MHz. Namun metode tersebut dapat mengakibatkan error yang signifikan jika sinyal memiliki bandwidth yang sangat tinggi. Metode tersebut juga membutuhkan komputasi yang tinggi sehingga akan sulit diaplikasikan secara on-line. Dalam (Li, et.al, 2011), Rogowski coil dihubungkan dengan integrator aktif untuk memperkuat sinyal output Rogowski coil. Hasil penelitian menunjukkan permasalahan sensitivitas yang sangat menurun jika kapasitansi dan induktansi Rogowski coil semakin besar. Penurunan sensitivitas dapat dihindari dengan menggunakan integrator pasif (Kushnerov, 2006). Dalam penelitian ini akan didesain dan digunakan tipe integrator pasif. Jumlah tingkatan integrator akan disesuaikan dengan besar output Rogowski coil yang didesain.

Integrator Rogowski Coil

Sinyal output Rogowski coil pada umumnya berada pada orde beberapa millivolt dan memiliki kemampuan bandwidth frekuensi yang tinggi. Namun dalam penggunaannya, Rogowski coil sering memberikan hasil yang kurang akurat terutama pada frekuensi yang sangat tinggi. Pada frekuensi tinggi, pengukuran impulse dapat mengalami overshoot (Hemmati, et.al, 2017; Li, et.al, 2011). Akurasi pengukuran pada frekuensi tinggi dapat diperbaiki dengan

mempergunakan integrator. Dalam penelitian ini, integrator yang hendak diteliti adalah integrator pasif RC. Diagram integrator diperlihatkan dalam Gambar 2.



Gambar 2. Integrator pasif RC (Li, et.al, 2011)

Pengujian Pulsa Discharge Dan Arus Frekuensi Tinggi Pada Kabel Daya

Pengujian dilakukan dengan menggunakan bahan uji Kabel daya. Rogowski coil ditempatkan di salah satu ujung kabel dan input pulsa di injeksikan pada ujung yang lain. Input pulsa dihasilkan oleh sebuah Function Generator. Bentuk pulsa yang dipergunakan adalah pulsa persegi, untuk menirukan pulsa discharge. Sedangkan frekuensi tinggi dihasilkan dalam bentuk fungsi sinusoidal. Kemampuan Rogowski coil menangkap sinyal pulsa dan frekuensi tinggi akan direkam dengan menggunakan sebuah osiloskop. Osiloskop yang dipergunakan memiliki dua saluran input, satu saluran berupa masukan dari output Function Generator dan satu saluran yang lain dipergunakan untuk merekam pulsa yang ditangkap oleh Rogowski coil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dimensi dan elemen Rogowski Coil

Perancangan desain pengukuran arus berfrekuensi tinggi menggunakan transduser Rogowski coil terbuat dari bahan inti toroid ferrit, kawat tembaga dan rangkaian integrator RC pasif. Integrator digunakan agar coil dapat menangkap arus output dengan kinerja yang lebih tinggi, sehingga menggunakan induktansi diri untuk integrasi pasif.

Response Rogowski Coil Terhadap Arus Frekuensi Tinggi dan Pulsa Discharge

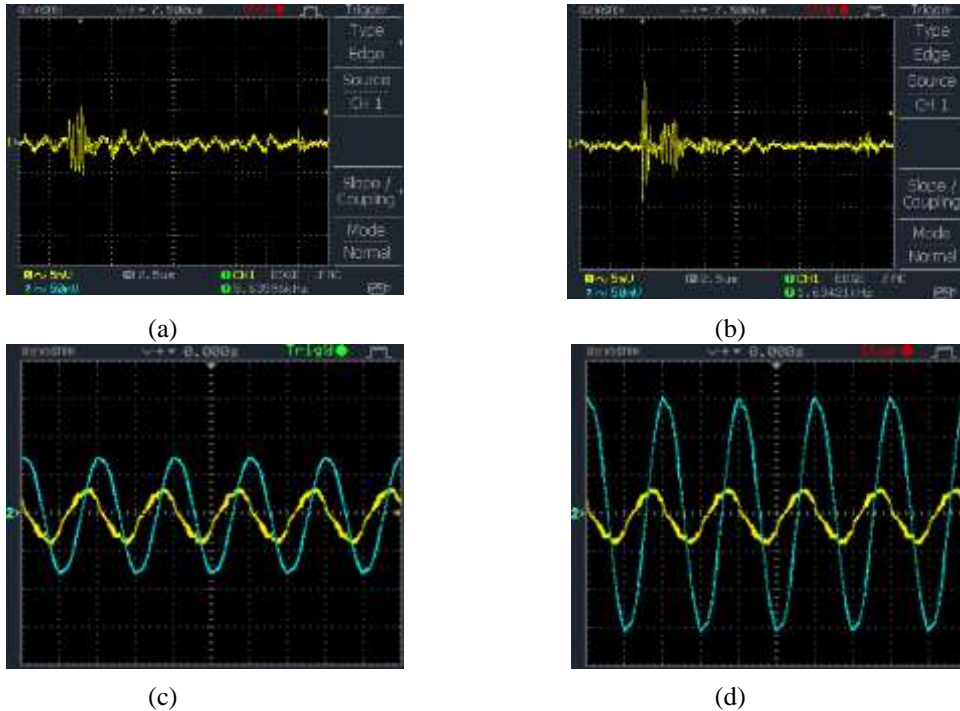
Pengujian dilakukan dengan menggunakan diagram rangkaian seperti gambar 3, dan pengujian di laboratorium ditunjukkan dalam Gambar 3. Pengujian pulsa discharge dilakukan dengan memberikan input persegi yang menirukan sinyal pulsa dengan waktu muka yang sangat cepat. Sinyal pulsa dihasilkan oleh sebuah Function Generator (FG) dan sebuah osiloskop dengan bandwidth frekuensi 200 MHz dipergunakan untuk menangkap response Rogowski Coil yang telah dibuat. Gambar 4 menunjukkan tipikal sinyal output Rogowski Coil dengan input pulsa. Terlihat bahwa sinyal pulsa dengan waktu muka yang sangat cepat ditangkap oleh Rogowski Coil dengan bentuk gelombang yang beresilasi dengan durasi waktu yang singkat. Response pulsa discharge berbahan Ferrite menunjukkan pengukuran dengan magnitudo yang lebih tinggi dibandingkan bebahan Manganese. Hal ini terjadi karena sifat paramagnetic Ferrite yang lebih baik dari Magnesium.

TABEL 1. Spesifikasi Rogowski coil berintikan ferrite dan magnesium.

No	Spesifikasi Rogowski	Inti Ferite	Inti Magnesium
1	Diameter luar	45 mm	68 mm
2	Diameter dalam	30 mm	50 mm
3	Tebal teroid	9,71 mm	20 mm
4	Lebar teroid	10 mm	8 mm
5	Jari-jari teroid	15 mm	25 mm
6	Diameter teroid	0,2 mm	0,2 mm
7	Jari-jari kawat	0,1 mm	0,1 mm
8	Jumlah lilitan	30	30
9	Luas tampang coil Rogowski	48,mm	51 mm
10	Permeabilitas relatif	200	6256
11	Permeabilitas udara	$4\pi \times 10^{-7}$ Wb/A.m	$4\pi \times 10^{-7}$ Wb/A.m
12	Induktansi teroid terukur	$0,275 \times 10^{-3}$ H	$1,963 \times 10^{-3}$ H
13	Ntegrator pasif	R1=200k Ω , R2=9.8 k Ω , R3=9.8 k Ω , C=0.25 μ F	R1=200k Ω , R2=9.8 k Ω , R3=9.8 k Ω , C=0.25 μ F



Gambar 3. Pengujian Rogowksi coil dengan input dari Function Generator



Gambar 4. Hasil pengujian Rogowski coil (a) response pulsa discharge dari Magnesium dan (b) inti Ferrite, (c) response frekuensi inti Magnesium dan (d) inti Ferrite

Pengujian arus sinusoidal menunjukkan hasil pengujian yang hampir sama. Kedua inti belitan menghasilkan gelombang yang hampir sama, baik magnitudo dan frekuensinya. Gelombang output keduanya terlihat tidak *smooth* seperti gelombang input (Gambar 4). Hal ini menunjukkan kedua coil yang dibuat masih memiliki kesalahan pabrikan yakni ketakseragaman jarak antar belitan, karena proses pembelitan dilakukan secara manual. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan terlihat bahwa inti Ferrite relatif memiliki kemampuan yang lebih baik sebagai inti Rogowski Coil.

KESIMPULAN

Penggunaan transduser Rogowski coil dengan inti magnesium dan ferrite untuk mendeteksi dan mengukur arus frekuensi tinggi dan pulsa discharge di bahas dalam makalah ini. Rogowski coil dibuat dengan diameter luar 23,49 cm, diameter dalam 13,23 mm dan jumlah belitan 30 lilitan. Kawat kumparan yang dipergunakan mempunyai diameter 0.2 mm². Hasil pengujian memperlihatkan Rogowski coil dengan inti ferrite memiliki sensitivitas yang lebih baik dibandingkan dengan inti magnesium. Kedua tipe inti Rogowski coil dapat dipergunakan untuk mendeteksi arus sampai frekuensi 2 MHz dengan response yang hampir sama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Lampung yang telah mendanai penelitian ini melalui skema penelitian DIPA Fakultas 2018.



DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A.; Coulbeck, L.; Castellazzi, A.; Johnson, C.M. (2012); Design and test of a PCB Rogowski coil for very high dI/dt detection. *In Proceedings of the 2012 15th Conference on International Power Electronics and Motion Control (EPE/PEMC)*, Novi Sad, Serbia, 4–6 September 2012.
- Hemmati, E and Shahrtash, S. M. (2013); Digital Compensation of Rogowski Coil's Output Voltage; *IEEE Transactions On Instrumentation And Measurement*, Vol. 62, No. 1, January 2013
- IEEE Standard, (2015); *IEEE Guide for Partial Discharge Testing of Shielded Power Cable Systems in a Field Environment*, IEEE Standards Project P400.3/D5 (PE/IC), draft 11.
- Kushnerov; A. (2006); Design of Rogowski coil with integrator; *Project Report*, Ben-Gurion University, 2006
- Li, Z.; Zhang, Q., Zhang, L., Liu, F., Tan, X.. (2011); Design of Rogowski Coil with external integrator for measurement of lightning current up to 400kA; *Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review)*, ISSN 0033-2097, R. 87 NR 7/2011; pp188-182
- Liu, Y., Xie, X., Hu, Y., Qian, H., Sheng, G. and Jiang, X. (2016) ; A Novel Transient Fault Current Sensor Based on the PCB Rogowski Coil for Overhead Transmission Lines; *Sensors* 2016, 16, 742.
- Metwally, I.A. (2013); Design of different self-integrating and differentiating Rogowski coils for measuring large-magnitude fast impulse currents. *IEEE Transaction of Instrumentation Measurement*, 2013, 62, 2303–2313.
- Zhu, J.; Yang, L., J. Jia and Q. Zhang; (2005); The Design of Rogowski Coil with Wide Band Using for Partial Discharge Measurements, *Proceedings of 2005 International Symposium on Electrical Insulating Materials*, June 5-9, 2005, Kitakyushu, Japan, pp. 518-521.