



# Proceedings

# SENIATI 2016

## GREEN TECHNOLOGY INNOVATION

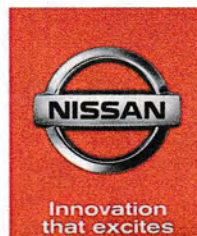
6 Februari 2016



**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**



PT. EMKA



**CAR**  
Life Insurance  
TIGER TEAM MALANG



TOYOTA

LET'S  
GO  
BEYOND

---

---

**Seminar Nasional (SENIATI) 2016**  
“Green Technology Innovation”  
Malang – 6 Pebruari 2016

---

---

**ISSN : 2085-4218**

**Cetakan Pertama :**  
8 Pebruari 2016

**Penyelenggara :**  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang

## Susunan Panitia

Pelindung	H. Siswo Atmowidjojo
Penanggung Jawab	Dr. Ir. Lalu Mulyadi, MT Dr. Ir. Kustamar, MT Dr. Ir. Julianus Hutabarat, MSIE Dr. Eng. Ir. I Made Wartana, MT
Pengarah	Ir. Anang Subardi, MT Ir. Harimbi Setyawati, MT Dra. Sri Indriani, MM Ir. Yusuf Ismail Nakhoda, MT
Ketua Pelaksana	Dr. F. Yudi Limpraptono, ST.,MT
Sekretaris	Emmalia Adriantantri, ST.,MM
Bendahara	Sujianto, S.Pd.,MM Dr. Prima Vitasari, SIP.,M.Pd
Sie. Kesekretariatan	Sanny Andjar Sari, ST., MT F. Endah Kusumarastini, S.Si, M.Kes Faidliyah Nilna Minah, ST.,MT Febriana Santi W, S.Kom.,M.Kom Titik Rembati, SE Arif Subasir, A.Md Singgih Wahyudi, S.Kom Bima Aulia Firmandani, ST.,MT Harjayandiro S. Novandiono, ST Solichin Rudi Hartono Yajid Abdullah
Reviewer Internal	Prof. Dr. Eng. Ir. Abraham Lomi, MSEE Prof. Dr. Ir. Tri Poespowati, MT Prof. Dr. Sutriyono, M.Pd Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT Fourry Handoko, ST.,SS.,MT.,Ph.D Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST.,MT Dr. Ellysa Nursanti, ST., MT Dr. Ir. Dayal Gustopo, MT Dr. Nanik Astuti Rahman, ST.,MT Dra. Siswi Astuti, M.Pd Ali Mahmudi B. Eng. Ph.D
Reviewer Eksternal	Prof. Dr. Ir. Charles Op. Marpaung, MS - Universitas Kristen Indonesia Prof. Ir. Ida Ayu Giriantari, M.Eng.Sc.,Ph.D - Universitas Udayana Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi M, DEA - Universitas Indonesia Elyas Palantei, PhD - Universitas Hasanuddin, Makassar Prof. Ir. Nyoman Pujawan, M.Eng, PhD - ITS Surabaya

Publikasi, Dekorasi Dan Dokumentasi	Bambang Prio Hartono, ST., MT. Sonny Praseio, ST., MT Karina Auliasari, ST., MT Elizabeth Catur Yulia, SH M. Yanuar Fachrudin
Sponsorship	M. Istnaeny Hudha, ST., MT Ir. Choirul Saleh, MT Ir. Muyassaroh, MT Komang Astana Widi, ST., MT Lauhil Machfudz Hayusman, ST., MT Suryo Adi Wibowo, ST., MT
Acara	Ir. Taufik Hidayat, MT Rini Kartika Dewi, ST., MT
Perlengkapan	Ir. Basuki Widodo, MT Edi Danardono Diglam Sarmidi Suparno M. Soleh
Konsumsi	Dwi Ana Anggorowati, ST., MT Nuning Irawati, A.Md Iis Sumarni, A.Md Puji Handayani Nurlaila Antonius, A.Md
Transportasi	M. Daim Imam Supardi Budi Hariadi Dedi Kristiono



## KATA PENGANTAR

Puji syukur pada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas Berkat dan Rahmat-Nya *proceedings* Seminar Nasional Inovasi dan Aplikasi Teknologi di Industri (SENIATI) 2016, dapat selesai dan diterbitkan. Seminar Nasional dengan tema “*Green Technology Innovation*” diselenggarakan pada tanggal 6 Pebruari 2016, di ruang Amphi lantai 3 Gedung Kuliah Teknik Elektro, Kampus 2 Institut Teknologi Nasional Jl. Raya Karanglo Km.2 Malang.

Seminar Nasional (SENIATI) 2016 ini bertujuan sebagai sarana para akademisi, praktisi, masyarakat pemerhati di bidang teknologi industri, pemerintah dan industri dalam menyampaikan hasil penelitian dan pengabdian masyarakat di bidang teknologi industri. Selain itu juga sebagai sarana pengembangan riset dan penerapannya di bidang teknologi industri dalam upaya pengembangan teknologi yang ramah lingkungan.

Di dalam *proceeding* ini, berisi artikel ilmiah yang dipresentasikan oleh peserta Seminar Nasional (SENIATI) 2016, yang berasal dari berbagai daerah di Indonesia. Artikel ilmiah tersebut merupakan hasil penelitian dan pengabdian masyarakat para peserta Seminar Nasional (SENIATI) 2016.

Akhir kata, kami sangat berterimakasih kepada semua sponsor, para peserta Seminar Nasional (SENIATI) 2016, dan semua pihak yang telah berpartisipasi dan membantu kami. Semoga *proceedings* ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan *Green Technology* di Indonesia.

Hormat Kami.

Panitia SENIATI 2016

## Daftar Isi

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi

### KELOMPOK A

<b>1. Kajian Persepsi Masyarakat Kuanheun Terhadap Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Berbasis Kearifan Lokal</b> <i>Adolfince Anita Mozes, Azis Nur Bambang, dan Dian Wijayant</i> .....	1
<b>2. Pendampingan Perencanaan Penyediaan Air Bersih Dan Pembangunan Water Tank Untuk Memenuhi Kebutuhan Air Bersih Warga Dalam Rangka Peningkatan Kenyamanan Dan Kualitas Hidup Desa Tirtomoyo Kabupaten Malang</b> <i>Andrianus Agus Santosa, Tiong Iskandar, Deviany Kartika</i> .....	5
<b>3. Investigasi Green Hotel Sebagai Alternatif Produk Ramah Lingkungan</b> <i>Bambang Supriadi</i> .....	10
<b>4. Pemanfaatan Limbah Marmer dan Serbuk Silika pada Industri Bata Beton Pejal dan Berlubang</b> <i>Candra Aditya, Abdul Halim, Silviana</i> .....	16
<b>5. Pembuatan dan Pengembangan SIG untuk Penentuan dan Optimalisasi Rute Jaringan Distribusi dan Transportasi LPG</b> <i>Dedy Kurnia Sunaryo</i> .....	23
<b>6. Pengaruh pH Surface Conditioning dan Konsentrasi Phosphating Terhadap Berat Lapisan dan Ukuran Partikel</b> <i>Didik Purwanto, N. Luktinia Firial</i> .....	31
<b>7. Penggunaan Aspal Busa (Foamed Bitumen) Untuk Konstruksi Jalan</b> <i>Didik Purwanto, Pranakusuma Sudhana</i> .....	36
<b>8. Sinkronisasi Status Mutu Dan Daya Tampung Beban Pencemaran Air Sungai Metro</b> <i>Endro yuwono, Hery Setyobudiarso</i> .....	41
<b>9. Evaluasi Panti Rehabilitasi Cacat Netra Berwawasan Lingkungan Perilaku di Panti Budi Mulya Janti Malang</b> <i>Ertin Lestari1, Adhi Widyarthara, Didiek Suharjanto</i> .....	55
<b>10. Efisiensi Pemanenan Air Hujan pada Perumahan (Real Estate) Melalui Pembangunan Danau dalam Rangka Mengurangi Eksploitasi Air Tanah dan Limpasan Air ke Drainase di Kota Malang</b> <i>Galih Damar Pandulu1 Esti Widodo</i> .....	62
<b>11. Ibm Pemberdayaan Wanita GKJW Tulangbawang Malang</b> <i>Hery Setyobudiarso, Nusa Sebayang, Bambang Wedyantadji</i> .....	68
<b>12. Biomassa Karbon Vegetasi Mangrove berdasarkan Citra Satelit Alos_Avnir_2 Di Kelurahan Welai Timur dan Welai Barat Kecamatan Teluk Mutiara Kabupaten Alor</b> <i>Jahved Feriyanto Maro, Agus Hartoko, Ign.Boedi. Hendarto</i> .....	74

<b>13. Analisis Kesesuaian Lokasi dan Data Spasial Budidaya Laut berdasarkan Parameter Kualitas Perairan di Teluk Lasongko Kabupaten Buton Tengah</b> <i>La Ode Muhammad Junaidin Sirza, Agus Hartoko, Suminto</i> .....	80
<b>14. Pemanfaatan Sistem Pengondisian Udara Pasif dalam Penghematan Energi</b> <i>Lia Laila</i> .....	85
<b>15. Aspek Biologi Ikan Kembung Lelaki (<i>Rastrelliger kanagurta</i>) Sebagai Landasan Pengelolaan Teknologi Penangkapan Ikan di Kabupaten Kendal</b> <i>Nadia Adlina1, Herry Boesono, Aristi Dian Purnama Fitri</i> .....	91
<b>16. Adaptasi Nelayan Pattorani Terhadap Degradasi Stok Ikan Terbang (<i>Hirundichthys oxycephalus</i>) di Kabupaten Takalar</b> <i>Nurul Eka Wijayanti Risa, Indah Susilowati, Dian Wijayant</i> .....	96
<b>17. Menghitung PDRB Hijau di Kabupaten Bandung</b> <i>Randy Maulana</i> .....	100
<b>18. Analisis Finansial Usaha Penangkapan Rajungan (<i>Portunus pelagicus</i>) di Kecamatan Suradadi Kabupaten Tegal</b> <i>Shiffa Febyarandika Shalichaty, Indah Susilowati, Dian Wijayanto</i> .....	105
<b>19. Pemanfaatan Perangkat Lunak Berbasis <i>Mobile SIG</i> untuk Visualisasi Peta Digital Kelurahan Tasikmadu – Kota Malang</b> <i>Silvester Sari Sai, Hery Purwanto, Joanes Pradono De Deo, Elisius Sewa</i> .....	109
<b>20. Studi Pengaruh Simpang Bersinyal Terhadap Kemacetan Lalu lintas di Ruas Jalan Bendungan Sigura –gura Kota Malang</b> <i>Togi H. Nainggolan, I. Wayan Mundra, Sudirman Indra, Mayang Mustika</i> .....	114

## KELOMPOK B

<b>1. Pulau Ikonis Energi Terbarukan sebagai Pulau Percontohan Mandiri Energi Terbarukan di Indonesia</b> <i>Abraham Lomi</i> .....	1
<b>2. Aplikasi BPF (<i>Band Pass Filter</i>) Digital Untuk Pendeteksian Sinyal AFSK (<i>Amplitudo Shift Keying</i>) Pada Piranti RTTY (<i>Radio Tele Type</i>)</b> <i>Achmad Setiawan, Kusno Suryadi</i> .....	7
<b>3. <i>Interval Type-2 Fuzzy Logic System</i> untuk <i>Diagnosis Coronary Artery Disease</i></b> <i>Adha Mashur Sajiah, Noor Akhmad Setiawan</i> .....	13
<b>4. Implementasi dan Analisa Jaringan Wireless Sensor Untuk Monitoring Suhu, Kelembaban dan Kadar CO2 Pada Ruangan</b> <i>Aditya Kurniawan, Rendy Munadi, Ratna Mayasari</i> .....	20
<b>5. Kinerja Protokol Perutean WSN pada Komunikasi <i>Vehicle to Vehicle (V2V)</i> menggunakan OMNet++</b> <i>Afdhil Hafid, Selo Sulistyio</i> .....	26
<b>6. Rancang Bangun Jaringan Wireless di Politeknik Negeri Bengkalis Menggunakan MAC Filtering</b> <i>Agus Tedyyana</i> .....	31
<b>7. Text To Speech Bahasa Indonesia Menggunakan Metode Dhipone Concatenation</b> <i>Ahmad Fahrudi Setiawan</i> .....	37



8. Evaluasi Manajemen Sistem Informasi Rawat Jalan Pada Rumah Sakit Umum Daerah BARI Palembang <i>A Yani Ranius</i> .....	43
9. Kinerja Teknik Reduksi PAPR <i>Hybrid Partial Transmit Sequence</i> (PTS) dan <i>Clipping Filtering</i> Pada Sinyal OFDM Ranah Waktu <i>Ahmad Zainudin, Hedy Briantoro, Yoedy Moegiharto</i> .....	50
10. Implementasi dan Analisis Performansi Server Aplikasi Mobicents pada Cloud Computing dengan WebRTC <i>Al Asyari Pratama, Rendy Munadi, Ratna Mayasari</i> .....	56
11. Analisis <i>Delay Bound</i> pada Jaringan <i>Hybrid IEEE 802.11n</i> Format <i>HT-Greenfield WLAN over Fiber</i> <i>Amri Khoiril Fath, Erna Sri Sugesti, Achmad Ali Muayyadi</i> .....	62
12. Perancangan Kontribusi Sumber <i>Hybrid Power</i> Menggunakan <i>Photo Voltaic Skala Kecil Untuk Charging Station</i> <i>Andi Rahmadiansah, Ridho Hantoro, Prabowo, Anton Dimas</i> .....	68
13. Analisis Kegunaan dan Kemudahan terhadap Penggunaan <i>Google Apps For Education</i> <i>Andri Wijaya, Arif Aliyanto</i> .....	73
14. Realisasi Kontrol Hirarki Untuk Pengaturan Kecepatan Kursi Roda Elektrik Berdasarkan <i>Subject Intension</i> Menggunakan <i>Bioelectrical Impedance</i> <i>Arizal Mujibtamala Nanda Imron, Achmad Arifin, Djoko Purwanto</i> .....	80
15. Sistem Komunikasi Kooperatif pada Jaringan Akustik Bawah Air <i>Arum Shadewi Ittaqa, Titiek Suryani, Wirawan</i> .....	86
16. A Secure Scheme for Fixed Topology In Wireless Sensor Network <i>Arya Sony, Selo Sulistyono</i> .....	92
17. Rancang Bangun Sensor Strain menggunakan Metode Interpolasi Lagrange Berbasis Serat optik Berstruktur SMS (Singlemode-Multimode-Singlemode) dan OTDR <i>Aslam Chitami Priawan Siregar</i> .....	97
18. Pengelolaan Sistem Informasi Data Presensi dengan Media Transmisi Menggunakan Sistem <i>Wireless Sensor Network</i> <i>Aswadul Fitri Saiful Rahman, I Wayan Mustika, Sri Suning Kusumawardani</i> .....	104
19. Pembangkit Listrik Tenaga Angin dengan Memanfaatkan Kecepatan Angin Rendah <i>Ayub Subandi</i> .....	111
20. Rancang Bangun Sistem Aeroponik Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler <i>Ayub Subandi, Muhammad Widodo</i> .....	116
21. Implementasi Perbaikan Kualitas Tegangan Akibat Voltage Sags Unbalance Menggunakan DVR di Gardu Induk Gresik <i>Bambang Prio Hartono, Choirul Soleh, Taufik Hidayat</i> .....	122
22. Merancang Citra Watermark Menggunakan DCT dan Terenkripsi – Kompresi Teks Menggunakan RSA-HUFFMAN Code <i>Chandra Buana Putrana, Gelar Budiman, I Nyoman Apraz Ramatryana</i> .....	128

<b>23. Metode Steganografi Penyisipan Karakter dengan Teknik LSB dan Penempatan Bit mengikuti Langkah Kuda Catur (<i>L-Shape</i>)</b> <i>Charits Muntachib, Ratri Dwi Atmaja, Bambang Hidayat</i> .....	134
<b>24. Perancangan Dan Realisasi Sistem Gerak Aktif Satelit – Nano Berbasis Saluran Mikrostrip</b> <i>Defrandi Renanda Haryadi, Heroe Wijanto, Budi Syihabuddin</i> .....	140
<b>25. Perancangan Fog Lamp Otomatis dengan Substitusi Sensor</b> <i>Dianna Ratnawati</i> .....	146
<b>26. Alat Pengolah Kecambah Kacang Hijau Berbasis Mikrokontroler Diterapkan Pada Petani Di Desa Singosari Malang</b> <i>Eko Nurcahyo, Ni Putu Agustini, Bambang Prio Hartono, Teguh Herbasuki</i> .....	152
<b>27. Pengembangan Instrumentasi <i>Remote</i> Berbasis <i>Green Technology</i></b> <i>F. Yudi Limpraptono, Irmalia Suryani Faradisa</i> .....	159
<b>28. Evaluasi Hasil Kinerja Hard Decision pada Cooperative Spectrum Sensing Menggunakan AND, OR, dan Majority Rule</b> <i>Fathimah Khoerudini, Fiky Yosef Suratman, Linda Meylani</i> .....	164
<b>29. Penerapan Algoritma A* Untuk Pencarian Rute Terdekat Pada Permainan Berbasis Ubin (<i>Tile Based Game</i>)</b> <i>Febriana Santi Wahyuni, Sandy Nataly Mantja</i> .....	168
<b>30. Implementasi Sistem Komunikasi Kooperatif OFDM pada Wireless Open Access Research Platform</b> <i>Gusti Eddy Wira Pratama, Suwadi, Titiek Suryani</i> .....	173
<b>31. Peningkatan Kualitas Citra Digital Berbasis Color Constancy Menggunakan Gray World</b> <i>Heri Priya Waspada, Supeno Mardi Susiki Nugroho, Eko Mulyanto Yuniarno</i> .....	179
<b>32. Perancangan Prototype Sistem Kunci Pintu Dengan Pola Jari Tangan Menggunakan Raspberry Pi Berbasis <i>Video Processing</i></b> <i>I Komang Wahyudi Putra Mahendra, Ratri Dwi Atmaja, Unang Sunarya</i> .....	185
<b>33. Implementasi Integrasi Optimal DG untuk Meningkatkan Performasi Sistem Praktis dengan Teknik Optimasi Multi-Objektif</b> <i>I Made Wartana, Teguh Herbasuki, Ni Putu Agustini</i> .....	191
<b>34. Skema Differential Space Time Frequency Block ode pada SC-FDMA untuk Broadband Wireless Access</b> <i>I Nyoman Apraz Ramatryana, Rina Pudji Astuti, Iswahyudi Hidayat</i> .....	198
<b>35. Perangkat Portabel Pengukuran Radiasi Matahari dan Kecepatan Angin untuk Daerah Kepulauan</b> <i>Ibnu Kahfi Bachtiar</i> .....	204
<b>36. Analisis dan Simulasi Sistem Penilaian Kualitas Gaya Berjalan untuk Sekolah Model Berbasis Video Processing dengan Metode Variable Module Graph</b> <i>Ines Visyery Yuliani, Bambang Hidayat, Suci Aulia</i> .....	208
<b>37. Perancangan dan Simulasi Deteksi Penyakit Tanaman Jagung Berbasis Pengolahan Citra Digital Menggunakan Metode Color Moments dan GLCM</b> <i>Intan Permata Sari, Bambang Hidayat, Ratri Dwi Atmaja</i> .....	215

<b>38. Aplikasi Arduino Untuk Otomatisasi Apusan Darah Tepi Dan Pengecatan Menggunakan Pewarna Giemsa</b> <i>Irmalia Suryani Faradisa, Taufikurrahman, Eko Nurcahyo</i> .....	221
<b>39. Pendayagunaan Android dalam Perancangan dan Implementasi Aplikasi Tour Guidance Berbasis Teknologi Location Based Service</b> <i>Jasmani, Agus Darpono</i> .....	229
<b>40. Aplikasi Pemetaan Lokasi Industri Berbasis Geospatial Analysis</b> <i>Karina Auliasari, Sumanto</i> .....	236
<b>41. Implementasi Kalman Filter untuk Navigasi Quadrotor Berbasis Sensor Accelerometer</b> <i>Lasmadi, Adha Cahyadi, Risanuri Hidayat</i> .....	242
<b>42. Estimasi Attitude Quadrotor Berbasis Sensor Gyroscope dengan Kalman Filter</b> <i>Lasmadi, Adha Imam Cahyadi, Risanuri Hidayat</i> .....	248
<b>43. Analisis Perencanaan Integrasi Jaringan LTE-Advanced Dengan Wifi 802.11n Existing pada Sisi Coverage</b> <i>Luthfi Mahfuzh, Heroe Wijanto, Uke Kurniawan Usman</i> .....	254
<b>44. Evaluasi Performa Web Server Menggunakan Varnish HTTP Reserve Proxy dan Redis Database Cache</b> <i>Mandahadi Kusuma, Widyawan, Ridi Ferdiana</i> .....	260
<b>45. Aplikasi Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Tebu Menggunakan Metode Certainty Factor Berbasis Web</b> <i>Mira Orisa, ST., MT</i> .....	265
<b>46. Analisis Perencanaan Jaringan Long Term Evolution (LTE) Frekuensi 900 MHz Pada Perairan Selat Sunda</b> <i>Muhammad Haidar, Uke Kurniawan Usman, Linda Meylani</i> .....	273
<b>47. Analisis Penanganan SQL Injection pada Basis Data MySQL dengan Framework Code Igniter dan PHP</b> <i>Muhammad Rizal Efendi, Leanna Vidya Yovita, Hafidudin</i> .....	279
<b>48. Protokol CoopMAC-U Untuk Jaringan Sensor Akustik Bawah Air</b> <i>Muhammad Syirajuddin S, Endroyono, Wirawan</i> .....	285
<b>49. Perbandingan Regresi Linear, Backpropagation Dan Fuzzy Mamdani Dalam Prediksi Harga Emas</b> <i>Nur Nafi'iyah</i> .....	291
<b>50. Implementasi HEVC Codec pada Platform Berbasis FPGA</b> <i>Oktavia Ayu Permata, Wirawan</i> .....	297
<b>51. Adaptif Audio Watermarking Berdasarkan Nilai Snr Pada File Audio Dengan Informasi Sisipan Teks</b> <i>Redi Kuncoro Katri, Gelar Budiman, Ledy Novamizanti</i> .....	302
<b>52. Deteksi Kualitas Pemasangan Ubin Berbasis Ekstraksi Ciri Bunyi Dengan Klasifikasi K-Nearest Neighbor</b> <i>Regha Julian Pradhana, Bambang Hidayat, Ratri Dwi Atmaja</i> .....	307
<b>53. Keselarasan Use Case Diagram dan Sequence Diagram dalam merancang Sistem Informasi Penilaian pada MI Nurul Huda I</b> <i>Rizal Juliadi Hasri Al Hadid, Imelda</i> .....	313

<b>54. Analisis Penanggulangan Inter Carrier Interference di OFDM Menggunakan Zero Forcing Equalizer</b> <i>Rizky Wahyudi, Arfianto Fahmi, Afief Dias Pambudi</i> .....	321
<b>55. Perkembangan <i>Internet of Things</i> (IoT) Untuk <i>Smart Energi</i> di Gedung</b> <i>Royb Fatkhur Rizal, Sasongko Pramono Hadi</i> .....	327
<b>56. Perencanaan Dan Pembuatan Aplikasi Absensi Dosen Menggunakan <i>Radio Frequency Identification</i> (RFID) (Studi Kasus Politeknik Negeri Tanah Laut)</b> <i>Santoso, Wan Yuliyanti</i> .....	332
<b>57. Simulasi dan Analisis Pengenalan Citra Daging Sapi dan Daging Babi dengan Metode GLCM</b> <i>Satrio Arief Wibowo, Bambang Hidayat, Unang Sunarya</i> .....	338
<b>58. Pembuatan Alat Pembersih Lantai Yang Dikendalikan Dari Bluetooth Software Android</b> <i>Setya Ardhi</i> .....	344
<b>59. Sistem Monitoring Tempat Parkir Dengan Sensor Ultrasonik Berbasis Arduino Uno Pada Cibinong City Mall</b> <i>Shihabudin Achmad Muhajir A.K, Safrina Amini</i> .....	350
<b>60. Analisa Perencanaan Indoor WIFI IEEE 802.11n Pada Gedung Tokong Nanas (Telkom University Lecture Center)</b> <i>Silmina Farhani Komalin, Uke Kurniawan Usman, Akhmad Hambali</i> .....	356
<b>61. Analisa Performansi Protokol <i>Routing DTN Maxprop</i> dan <i>Spray and Wait</i> Pada <i>Vehicular Ad Hoc Network</i> (VANET) : Bandung High Way</b> <i>Sofia Nafila Putri, Leanna Vidya Yovita, Doan Perdana</i> .....	362
<b>62. Analisis Dan Pemodalan Static Var Compensator (SVC) Untuk Menaikan Profil Tegangan Pada Outgoing Gardu Induk Probolinggo</b> <i>Taufik Hidayat, Lauhil Mahfudz Hayusman</i> .....	371
<b>63. Penyembunyian Citra Pada Sinyal Audio Berdasarkan Pendekatan Modifikasi OFDM</b> <i>Timotius Florean, Gelar Budiman, Ledya Novamizanti</i> .....	377
<b>64. Rancangan Sistem Informasi Pendaftaran Siswa Baru</b> <i>Yudi Santoso, Nurwati</i> .....	383
<b>65. Pengembangan Aplikasi Pengolahan Citra Digital Pemilihan Biji Kacang Kedelai Berdasarkan Tekstur Bagi Petani Kedelai Untuk Diterapkan di Kelurahan Tasikmadu Malang</b> <i>Yuli Wahyuni, I Made Wartana, Teguh Herbasuki</i> .....	389
<b>66. <i>Decision Support System For Infectious Diseases in Human with Analytic Hierarchy Process (AHP) Method</i></b> <i>Yuli Wahyuni, Michael Ardita</i> .....	395
<b>67. Pemanfaatan Aplikasi Android Sebagai Sarana Penunjang Kegiatan POSYANDU</b> <i>Yusuf Ismail Nakhoda, Aryuanto Soetedjo, Kurnia Ilham Cipto Hartono</i> .....	400
<b>68. Robot Pengenal dan Pencari Objek dengan Kamera Menggunakan Metode Transformasi Hough</b> <i>Zaki Muhammad Fathi, Arfianto Fahmi, Unang Sunarya</i> .....	406

# Rancang Bangun Sensor Strain Menggunakan Metode Interpolasi Lagrange Berbasis Serat Optik Berstruktur SMS (Singlemode-Multimode-Singlemode) dan OTDR

Aslam Chitami Priawan Siregar

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi  
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
E-mail : [aslam.chitami@itats.ac.id](mailto:aslam.chitami@itats.ac.id)

**Abstrak.** Serat optik berstruktur singlemode-multimode-singlemode (SMS) telah banyak dikembangkan untuk berbagai jenis sensor. *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR) dapat mengukur rugi daya per unit panjang, serta menunjukkan letak suatu kesalahan pada sistem jaringan serat optik. Pada penelitian ini dikembangkan suatu teknik pengukuran *strain* menggunakan serat optik berstruktur SMS dan OTDR. Setelah itu, dilakukan penghitungan dengan metode Interpolasi Lagrange berbasis Borland Delphi 7. Karakteristik dari setiap sensor serat optik berstruktur SMS yang telah dibuat menggunakan serat optik multimode dengan panjang 5,5 cm, 6 cm, 6,5 cm, dan 7 cm serta dengan penggunaan panjang gelombang operasinya, yaitu 1310 nm. Pengujian *strain* dilakukan dengan memberikan pergeseran dari 0 - 1000  $\mu\text{m}$  dengan variasi kenaikan setiap 100  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa panjang multimode 5,5 cm dan 6 cm terjadi grafik kenaikan. Semakin bertambahnya *strain*, maka rugi daya yang ditimbulkan semakin besar. Sedangkan panjang multimode 6,5 cm dan 7 cm menunjukkan bahwa terjadi grafik penurunan. Berdasarkan hasil penghitungan dengan menggunakan metode Interpolasi Lagrange, *error* yang dihasilkan pada panjang multimode 6 cm mempunyai *error* yang paling kecil. Contohnya, pada *strain* 1500  $\mu\text{e}$  *error* yang terjadi dari hasil penghitungan dengan menggunakan metode interpolasi lagrange untuk panjang multimode 6 cm adalah 0,049 %.

**Kata Kunci:** Serat optik SMS, OTDR, Strain, Interpolasi Lagrange.

## Pendahuluan

Strain sebuah material menunjukkan besarnya tingkat ketahanan dari gaya-gaya luar yang mempengaruhi perubahan bentuk atau volume dari material tersebut. Dalam penelitian ini, dibuat sebuah sensor strain yang berbasis serat optik berstruktur SMS yang dapat digunakan pada suatu sistem monitor struktur bangunan. Serat optik digunakan karena memiliki berbagai keunggulan yaitu ukurannya yang kecil, dapat melewati cahaya, tahan terhadap interferensi elektromagnetik (EMI), pasif secara kimiawi, bandwidth yang lebar, sensitivitas yang tinggi, tidak terkontaminasi lingkungan, dan kemampuannya sebagai sensor terdistribusi maupun multipoint [1].

Beberapa teknik pengukuran *strain* dengan menggunakan serat optik berstruktur Singlemode-Multimode-Singlemode (SMS), telah digunakan teknik pengukuran pergeseran panjang gelombang untuk pemberian *strain* menggunakan *Optical Spectrum Analyzer* (OSA), dan teknik pengukuran *strain* menggunakan *optical power meter* [2]. Akan tetapi, teknik tersebut hanya dapat digunakan untuk mengukur *strain* pada satu titik saja. Padahal dalam sistem monitor struktur bangunan diperlukan pengukuran *strain* pada banyak titik (multi-point). Teknik ini berpotensi untuk mengukur *strain* pada beberapa titik.

Agar dapat mengetahui sembarang nilai pada rugi daya sensor serat optik berstruktur SMS untuk pengukuran *strain* dalam rentang tertentu, maka dibutuhkan suatu metode interpolasi. Metode interpolasi yang digunakan pada pengukuran ini adalah Interpolasi Lagrange. Interpolasi Lagrange digunakan karena bersifat aplikatif untuk kasus *equispaced* (selisih input pengukuran konstan)

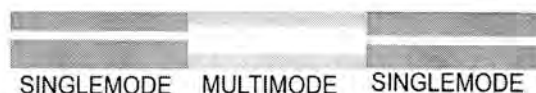
maupun *non-equispaced* (selisih input pengukuran tidak konstan). Untuk menghitung Interpolasi Lagrange digunakan program berbasis borland delphi 7.

Dengan adanya metode pengukuran ini, diharapkan dapat digunakan untuk pengukuran *strain* dengan biaya yang lebih murah serta adanya kemudahan fabrikasinya, sehingga dapat mempunyai nilai pemanfaatan yang lebih tinggi.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Serat Optik Berstruktur SMS

Serat optik SMS (Single mode–Multimode–Single mode) merupakan suatu struktur yang terdiri dari serat optik singlemode yang identik yang secara aksial disambung di kedua ujung serat optik multimode seperti ditunjukkan Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Serat optik berstruktur SMS (Single mode–Multimode–Single mode)

Pada serat optik berstruktur SMS hanya *fundamental mode* yang *ter-couple* masuk pada input dan *ter-couple* keluar pada ujung serat optik multimode. Kondisi tersebut dapat terjadi ketika *spot size* dari *fundamental mode* dari serat optik singlemode dan multimode benar-benar cocok dan juga tidak ada *misalignment* aksial pada *splice* (sambungan). Jika kondisi tersebut tidak dapat dipenuhi, *high order mode* dari serat optik multimode akan tereksitasi atau *ter-coupling* keluar pada input/output ujung serat optik multimode. Sedangkan kinerja atau performansi dari serat optik berstruktur SMS sangatlah tergantung pada panjang gelombang operasi dan juga panjang dari serat optik multimode [3].

### 2.2. OTDR (Optical Time Domain Reflectometer)

OTDR merupakan alat yang dapat digunakan untuk mengevaluasi suatu serat optik pada domain waktu. OTDR dapat menganalisis setiap jarak dari *insertion loss*, *reflection*, dan *loss* yang muncul pada setiap titik, serta dapat menampilkan informasi pada layar tampilan berupa respon logaritmik. Selain itu, OTDR dapat mengukur redaman sebelum dan setelah instalasi sehingga dapat memeriksa adanya ketidaknormalan seperti bengkokan (*bend*) atau beban yang tidak diinginkan [5].

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Alat dan Bahan

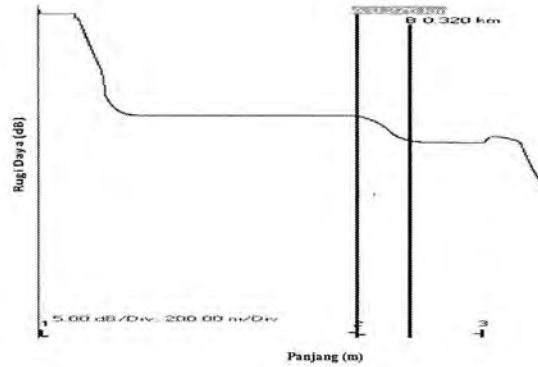
Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah Serat optik singlemode *step index* (ITU-T Recommendation G652), multimode *graded index* (ITU-T Recommendation G651), lem alteco, dan empat buah lampu 5 W. Sedangkan alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah *Fusion Splicer* Fujikura FSM-505), *Microdisplacement*, HP E6000A Mini –OTDR, *Fiber Cleaver FITEC Nc S324*, *Fiber Stripper Cromwell ct USA*, termometer digital, dan jangka sorong digital.

### 3.2 Langkah-langkah Penelitian

Pembuatan serat optik berstruktur SMS dilakukan dengan cara menyambungkan kedua ujung serat optik multimode dengan serat optik singlemode. Pada ujung serat optik yang akan disambung dilakukan pengkupasannya dengan menggunakan *Fiber Stripper Cromwell ct USA* pada lapisan *cladding*. Kemudian lapisan serat optik yang telah terkupas dibersihkan dengan menggunakan larutan alkohol agar sisa hasil pengkupasannya tidak mengganggu saat proses penyambungan. Lapisan serat optik yang telah dibersihkan, akan dilakukan pemotongan dengan menggunakan *Fiber Cleaver FITEC Nc S324*, agar ujung serat optik menjadi rapi dan tidak terjadi *misalignment* aksial saat penyambungan serat optik singlemode dan multimode. Setelah itu, antara dua ujung serat optik (baik Singlemode maupun Multimode) akan dilakukan penyambungan dengan menggunakan *Fusion Splicer* Fujikura FSM-505. Kedua ujung serat optik akan terlihat pada layar yang ditampilkan oleh *Fusion Splicer* Fujikura FSM-505 dalam skala mikroskopis. Apabila ujung serat optik rapi dan sesuai dengan batas *range* yang telah ditentukan, maka penyambungan dapat dilakukan dengan baik dan akan diperoleh hasil yang lebih baik.

Setelah itu, dilakukan pengujian *strain* pada serat optik yang berstruktur SMS. Uji *strain* dilakukan dengan memberikan *strain* pada daerah serat optik yang berstruktur SMS yang kedua ujungnya direkatkan pada *microdisplacement* dan *statif* dengan menggunakan lem alteco dengan pengujian *range* pergeseran sebesar 0-1000  $\mu\text{m}$ . Pada setiap kenaikan pergeseran sebesar 100  $\mu\text{m}$  (spesifikasi dari setiap *grade* pada *microdisplacement*), kemudian dibagi panjang mula-mula dari serat optik berstruktur SMS yang akan diuji *strain*. Setelah itu, dilakukan pengambilan data respon dan rugi daya yang terbaca pada OTDR. Rugi daya yang dianalisa pada penelitian ini adalah rugi daya dari serat optik berstruktur SMS. Sedangkan parameter-parameter pengukuran OTDR yang digunakan dalam pengukuran ini dipilih sebagai berikut :

OTDR Type	: Agilent Mini OTDR E6000C
Wavelength	: 1314 nm
Pulsewidth	: 300 ns
Range	: 0-2 km
Marking	: A = 275,0 m B = 320,8 km B-A = 45.8 m
Optimize	: Dynamic
Averaging Time	: 10 s
Sampling Distance	: 15,90 cm
Index of refraction	: 1,47180



Gambar 3.1. Bentuk Tampilan pada OTDR

### 3.1 Metode Analisa Data

Data hasil penelitian berupa rugi daya ditimbulkan akibat adanya *strain* yang terjadi pada serat optik yang terbaca pada OTDR, maka dapat digunakan persamaan Interpolasi Lagrange sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 f(x) = & \frac{(x - x_1)(x - x_2)(x - x_3) \dots (x - x_n)}{(x_0 - x_1)(x_0 - x_2)(x_0 - x_3) \dots (x_0 - x_n)} \cdot f_0 \\
 & + \frac{(x - x_0)(x - x_2)(x - x_3) \dots (x - x_n)}{(x_1 - x_0)(x_1 - x_2)(x_1 - x_3) \dots (x_1 - x_n)} \cdot f_1 \\
 & + \dots \\
 & + \frac{(x - x_0)(x - x_1)(x - x_2) \dots (x - x_{n-1})}{(x_n - x_1)(x_n - x_2)(x_n - x_3) \dots (x_n - x_{n-1})} \cdot f_n
 \end{aligned} \tag{3.1}$$

Dimana  $x$  adalah nilai sembarang *strain* dalam rentang 0 sampai 3704  $\mu\epsilon$ ,  $f(x)$  adalah nilai rugi daya yang di timbulkan pada serat optik SMS pada  $x$  tertentu,  $x_0, x_1, x_2, \dots, x_n$  adalah nilai hasil pengukuran *strain* pada serat optik berstruktur SMS dari *strain* ke-0, *strain* ke-1, *strain* ke-2, sampai *strain* ke- $n$ , dan  $f_0, f_1, f_2, \dots, f_n$  adalah nilai hasil rugi daya yang terbaca pada OTDR akibat pengaruh *strain* dari *strain* ke-0, *strain* ke-1, *strain* ke-2, sampai *strain* ke- $n$ . Untuk bahasa pemrograman yang menggunakan Borland Delphi 7 adalah sebagai berikut :

```

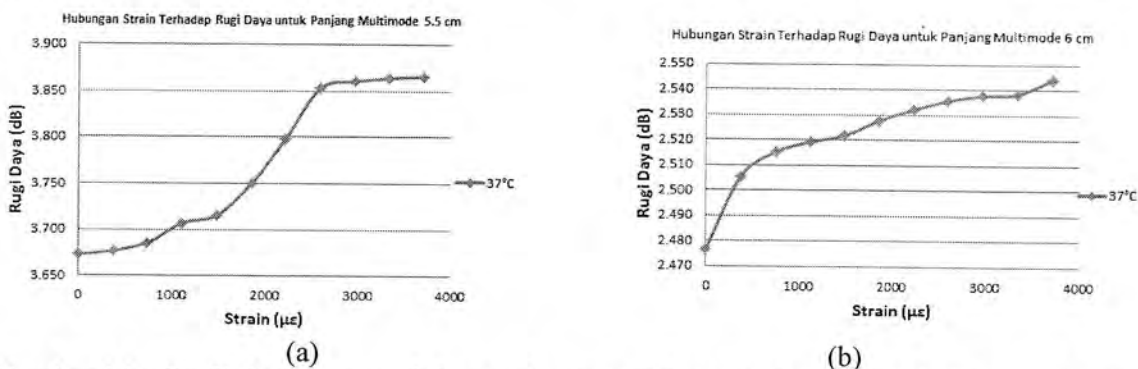
procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
begin
    L:=integer; L,Xinput,Ydata,atas,bawah:real;
    L:=0;
    Xinput:=StrToInt(Edit1.Text); Xinput:=StrToFloat(Edit2.Text);
    L:=0 to n-1 do
    begin
        L:=1; bawah:=1;
    end
end
    
```

```

Ydata:=StrToFloat(StringGrid1.Cells[i+1,2]);
for j:=0 to n-1 do
begin
if j<>i then
begin
atas:=atas*(Xinput-StrToFloat(StringGrid1.Cells[j+1,1]));
bawah:=bawah*(StrToFloat(StringGrid1.Cells[i+1,1])-StrToFloat(StringGrid1.Cells[j+1,1]));
end; end;
L:=L+(Ydata*atas/bawah); end;
    
```

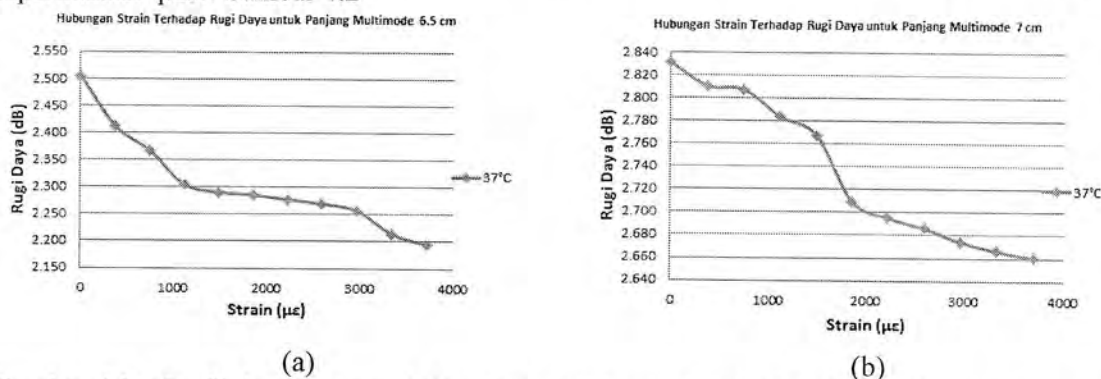
#### 4. Hasil dan Pembahasan

Hubungan rugi daya pada serat optik berstruktur SMS sebagai sensor *strain* pada suhu 37°C dengan panjang serat optik multimode 5,5 cm dan 6 cm pada panjang gelombang 1310 nm diperlihatkan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Grafik hubungan rugi daya pada serat optik berstruktur SMS sebagai sensor *strain* pada panjang gelombang 1310 nm pada panjang serat optik multimode (a) 5,5 cm dan (b) 6 cm.

Sedangkan Hubungan rugi daya pada serat optik berstruktur SMS sebagai sensor *strain* pada suhu 37°C dengan panjang serat optik multimode 6,5 cm dan 7 cm pada panjang gelombang 1310 nm diperlihatkan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2. Grafik hubungan rugi daya pada serat optik berstruktur SMS sebagai sensor *strain* pada panjang gelombang 1310 nm pada panjang serat optik multimode (a) 6,5 cm dan (b) 7 cm.

Untuk menentukan besaran *strain* dapat dilakukan dengan cara membagi besaran pergeseran dari hasil pengukuran dengan panjang mula-mula dari serat optik berstruktur SMS yaitu sebesar 27 cm, yang ditentukan dari jarak antara dua ujung serat optik berstruktur SMS yang direkatkan dengan lem alteco.

Berdasarkan Gambar 4.1, menunjukkan bahwa pada panjang multimode 5,5 cm dan 6 cm terjadi grafik kenaikan. Semakin bertambahnya *strain*, maka rugi daya yang ditimbulkan semakin besar. Sedangkan pada Gambar 4.2, panjang multimode 6,5 cm dan 7 cm menunjukkan bahwa terjadi grafik penurunan. Semakin bertambahnya *strain*, maka rugi daya yang ditimbulkan semakin mengecil.



Perbedaan grafik seperti ini, dikarenakan adanya titik *re-imaging* pada panjang multimode tertentu. Besarnya titik *re-imaging* dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut [4] :

$$\bar{L}_z = 16n_{co}a^2 / \lambda \quad (4.1)$$

Dimana  $\bar{L}_z$  merupakan ukuran panjang multimode yang mengalami titik *re-imaging*,  $n_{co}$  merupakan besarnya nilai indeks bias pada lapisan *core* dari serat optik yang berstruktur multimode dalam hal ini besarnya adalah 1.445,  $a$  merupakan besarnya jari-jari pada lapisan *core* dari serat optik multimode 62,5  $\mu\text{m}$ , dan  $\lambda$  merupakan panjang gelombang yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebesar 1310 nm, nilai panjang gelombang tersebut digunakan karena memiliki rugi daya yang kecil untuk jenis bahan silica yang merupakan bahan dari serat optik. Berdasarkan nilai-nilai di atas, didapatkan bahwa besarnya titik *re-imaging* pada jenis serat optik multimode yang digunakan dalam penelitian ini adalah 6,89 cm. Dimana pada titik ini terjadi interferensi minimum terhadap banyaknya moda yang dilewatkan pada serat optik multimode tersebut, sehingga dapat menyebabkan penurunan pada rugi daya serat optik.

Perbedaan antara grafik pada panjang multimode 5,5 cm dan 6 cm terletak pada besarnya rugi daya yang ditimbulkannya. Pada panjang multimode 5,5 cm mempunyai rugi daya yang lebih besar daripada panjang multimode 6 cm. Hal ini disebabkan karena adanya penurunan intensitas pada panjang multimode 6 cm sampai menuju titik *re-imaging* pada panjang 6,89 cm.

Berdasarkan Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 semua pengukuran dapat digunakan sebagai sensor *strain*. Akan tetapi, daerah yang paling linear terletak pada sensor serat optik berstruktur SMS dengan panjang multimode 5,5 cm dan 7 cm.

Berikut ini ditampilkan suatu tabel hasil perhitungan sensor *strain* berstruktur SMS dengan menggunakan metode Interpolasi Lagrange berbasis Borland Delphi. Untuk data yang dicetak tebal menunjukkan sebagai data hasil pengukuran dan Untuk data yang dicetak miring menunjukkan sebagai data hasil penghitungan dengan menggunakan metode Interpolasi Lagrange.

Untuk masing-masing hasil perhitungan sensor *strain* berstruktur SMS pada panjang multimode 5,5 cm dan 6 cm dapat ditampilkan pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil penghitungan dengan menggunakan Interpolasi Lagrange pada panjang multimode (a) 5,5 cm dan (b) 6 cm.

x	f(x)		x	f(x)		x	f(x)		x	f(x)
0	3.673		1852	3.750		0	2.477		1852	2.528
250	3.715		2000	3.768		250	2.503		2000	2.530
370	3.677		2222	3.798		370	2.505		2222	2.532
500	3.663		2500	3.840		500	2.508		2500	2.535
741	3.685		2593	3.853		741	2.515		2593	2.536
750	3.686		2750	3.866		750	2.515		2750	2.538
1000	3.705		2963	3.861		1000	2.518		2963	2.538
1111	3.707		3000	3.858		1111	2.519		(b) 3000	2.538
1250	3.708		3333	3.864		1250	2.520		3333	2.538
1481	3.715		3500	3.937		1481	2.522		3500	2.544
1500	3.716		3704	3.866		1500	2.522		3704	2.544

Sedangkan untuk masing-masing hasil perhitungan sensor *strain* berstruktur SMS pada panjang multimode 6,5 cm dan 7 cm dapat ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil perhitungan dengan menggunakan Interpolasi Lagrange pada panjang multimode (a) 6,5 cm dan (b) 7 cm.

x	f(x)	x	f(x)	x	f(x)	x	f(x)
0	2.505	1852	2.286	0	2.831	1852	2.709
250	2.399	2000	2.283	250	2.729	2000	2.697
370	2.412	2222	2.278	370	2.810	2222	2.695
500	2.410	2500	2.217	500	2.841	2500	2.692
741	2.367	2593	2.269	741	2.807	2593	2.686
750	2.365	2750	2.265	750	2.805	2750	2.675
1000	2.318	2963	2.257	1000	2.782	2963	2.674
1111	2.305	3000	2.255	1111	2.784	3000	2.676
1250	2.296	3333	2.214	1250	2.786	3333	2.666
1481	2.291	3500	2.176	1481	2.768	3500	2.585
1500	2.290	3704	2.194	1500	2.765	3704	2.660

Berdasarkan dari tabel-tabel di atas, untuk sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 6 cm mempunyai keteraturan data yang lebih baik dibandingkan sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode yang lain. Hal ini dikarenakan perubahan *strain* yang diberikan sensor serat optik berstruktur SMS hampir sebanding dengan perubahan rugi daya yang terbaca pada OTDR.

Untuk sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 5,5 cm mempunyai keteraturan data mulai dari *strain* ke-2 (data ke-3) sampai *strain* ke-7 (data ke-8) dari hasil penghitungan. Hal ini dikarenakan pada rentang daerah tersebut perubahan rugi daya yang terbaca pada OTDR hampir sebanding dengan perubahan *strain* yang diberikan sensor serat optik berstruktur SMS. Sedangkan untuk data yang sebelumnya atau sesudahnya, perubahan rugi daya yang terbaca pada OTDR relatif lebih kecil dari perubahan *strain* yang diberikan sensor serat optik berstruktur SMS, akibatnya nilai perhitungan yang dihasilkan menjadi tidak teratur.

Sedangkan pada sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 6,5 cm mempunyai keteraturan data yang lebih baik daripada sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 5,5 cm. Rentang keteraturan data pada sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 6,5 cm terletak pada *strain* ke-1 (data ke-2) sampai *strain* ke-9 (data ke-10). Hal ini dikarenakan rentang perubahan perubahan rugi daya yang terbaca pada OTDR yang hampir sebanding dengan perubahan *strain* yang diberikan sensor serat optik berstruktur SMS lebih panjang dibandingkan sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 5,5 cm.

Untuk sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 7 cm, data hasil penghitungan bersifat fluktuatif atau tidak teratur. Hal ini dikarenakan rentang perubahan rugi daya yang terbaca pada OTDR tidak teratur dibanding dengan perubahan *strain* yang diberikan sensor serat optik berstruktur SMS, sehingga sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 7 cm tidak bisa digunakan untuk penghitungan dengan metode Interpolasi Lagrange.

Berdasarkan Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 menunjukkan bahwa *range* daerah yang paling linear terletak pada *strain* ke-3 (data ke-4) sampai *strain* ke-7 (data ke-8). Oleh karena itu, untuk menentukan adanya *error* pada pengukuran *strain* dapat dilihat pada *range* daerah tersebut. Hal ini dikarenakan pada *range* daerah yang paling linear, *error* yang dihasilkan dari hasil penghitungan menjadi lebih kecil. Contohnya, pada *strain* 1500  $\mu\epsilon$  *error* yang terjadi dari hasil penghitungan dengan menggunakan metode interpolasi lagrange diperlihatkan pada Tabel 4.1. berikut.

Tabel 4.1. Hubungan *error* pengukuran *strain* terhadap hasil penghitungan dengan menggunakan metode interpolasi lagrange

Pengukuran (dB)	3.729	2.523	2.294	2.754
Penghitungan (dB)	3.716	2.522	2.290	2.765
<i>Error</i> (%)	0,347	0,049	0,169	0,399

Berdasarkan tabel 4.1 di atas, menunjukkan bahwa adanya *error* yang berbeda pada pengukuran *strain* hasil penghitungan dengan menggunakan metode interpolasi lagrange. Hal ini dikarenakan tingkat keteraturan data yang dihasilkan dari hasil penghitungan juga berbeda-beda. Untuk sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode 6 cm mempunyai *error* paling kecil karena mempunyai keteraturan data yang lebih baik dibandingkan sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode yang lain.

## 5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian, pengamatan, serta hasil dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengukuran, panjang multimode 5,5 cm dan 6 cm terjadi grafik kenaikan. Semakin bertambahnya *strain*, maka rugi daya yang ditimbulkan semakin besar. Sedangkan panjang multimode 6,5 cm dan 7 cm menunjukkan bahwa terjadi grafik penurunan. Perbedaan grafik seperti ini, dikarenakan adanya titik *re-imaging* pada panjang multimode 6,89 cm.
2. Berdasarkan hasil penghitungan dengan metode Interpolasi Lagrange dari setiap panjang *multimode* yang berbeda-beda, didapatkan bahwa pada panjang *multimode* 6 cm mempunyai keteraturan data yang lebih baik dibandingkan sensor *strain* berstruktur SMS dengan panjang multimode yang lain, sehingga *error* yang dihasilkan menjadi lebih kecil. Contohnya, pada *strain* 1500  $\mu\epsilon$  *error* yang terjadi dari hasil penghitungan dengan menggunakan metode interpolasi lagrange untuk panjang multimode 6 cm adalah 0,049 %.

## 6. Pustaka

- [1] Gholamzadeh, Bahareh and Nabovati, Hooman. 2008. *Fiber Optic Sensors*. World Academy of Science, Engineer. and Technol. 42.
- [2] Hatta, Agus M. et al. 2010. *Strain sensor based on a pair of singlemode-multimode-singlemode fiber structures in a ratiometric power measurement scheme*. Appl. Opt. Vol. 49. No. 3, 536 – 541.
- [3] Kumar, Arun et al. 2003. *Transmission characteristics of SMS fiber optic sensor structures*. Opt. Communicat. 219, 215 – 219.
- [4] Wang, Qian, Farrell, Gerald and Yan, Wei .2008. *Investigation on Singlemode-Multimode-Singlemode Fiber Structure*. J. Lightwave Technol. Vol.. 26, No. 5. 512-518.
- [5] Ziemann, Olaf et al. 2008. *POF Handbook-Optical Short Range Transmission Systems*. Springer : Berlin.