

ISBN : 978-623-91196-0-7



**PROSIDING**  
**SIMPOSIUM FISIKA NASIONAL**  
**(SFN) - XXXI**  
**"Inovasi Fisika"**

*Grand Inna Hotel Medan*  
*21-22 September 2018*



**Penerbit:**  
**Physical Society of Indonesia SUMUT**

## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang terus mencurahkan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, serta dengan ijinNya Simposium Fisika Nasional (SFN)- XXXI dengan tema “Inovasi Fisika”, dapat terlaksana dengan baik dan Prosiding ini dapat diterbitkan.

Tema tersebut dipilih dengan alasan untuk memberikan perhatian dunia akademik khususnya bidang inovasi fisika dalam menghadapi perkembangan era revolusi industri 4.0.

Para akademisi nasional telah banyak menghasilkan penelitian tentang penguatan dan perkembangan inovasi fisika di era revolusi industry 4.0, namun masih banyak yang belum didiseminasikan dan dipublikasikan secara luas, sehingga tidak dapat diakses oleh masyarakat yang membutuhkan. Atas dasar tersebut, Simposium Fisika Nasional (SFN)- XXXI ini menjadi salah satu ajang bagi para akademisi nasional untuk mempresentasikan penelitiannya, sekaligus bertukar informasi dan memperdalam masalah penelitian, serta mengembangkan kerjasama yang berkelanjutan.

Seminar ini diikuti oleh peneliti-peneliti fisika dari seluruh Indonesia, yang telah membahas berbagai bidang kajian dalam bidang fisika dalam rangka memberikan pemikiran dan solusi untuk memperkuat peran Indonesia dalam menghadapi era revolusi industry 4.0.

Akhir kata, kami mengucapkan terima kasih kepada Pimpinan Ketua Umum PSI Pusat, Pemakalah, Peserta, Panitia, dan Sponsor yang telah berupaya mensukseskan Simposium Fisika Nasional (SFN)- XXXI ini. Semoga Tuhan Yang Maha Esa meridhoi semua usaha baik kita.

Medan, 22 September 2018

Prof. Dr. Nurdin Bukit, M.Si  
Ketua Panitia

**Prosiding Simposium Fisika Nasional (SFN) XXXI**  
“Inovasi Fisika”

Grand Inna Hotel Medan

21-22 September 2018

**ISBN : 978-623-91196-0-7**

**Ketua Editor Prof. Drs. Motlan, M.Sc.,Ph.D**

**Editor**  
**Prof. Dr. Zuriah Sitorus, M.S**  
**Prof. Dr. Eddy Marlianto, M.Sc**  
**Prof. Dr. Nasruddin Noer, M.Eng.Sc**  
**Prof. Dr. Mara Bangun Hrp, M.S**  
**Prof. Dr. Sahyar, MS., MM**  
**Prof. Dr. Erna Frida, M.Si**  
**Dr. Kerista Sebayang, M.S**  
**Dr. Rahmatsyah, M.Si**  
**Dr. Kurnia Sembiring, M.S**  
**Rajo Hasim Lubis, S.Pd, M.Pd**

**Reviewer**  
**Prof. Dr. Timbangan Sembiring M.Sc**  
**Prof. Dr. Makmur Sirait, M.Si**  
**Dr. Ridwan A Sani, M.Si**  
**Dr. Kerista Tarigan M.Eng.Sc**  
**Dr. Derlina, M.Si**  
**Dr. Juniastel Rajagukguk, M.Si**  
**Dr. Ferdinan Sinuhaji, M.S**  
**Teguh Febri Sudarma, S.Pd., M.Pd**

**Panitia**

**Ketua Prof. Dr. Nurdin Bukit, M.Si**

**Bendahara Dr. Eva Marlina Ginting, M.Si**  
**Wakil Bendahara Dra. Indrayani, M.Si**

**Seksi Administrasi dan Kesekretariatan**  
**Zulfa Khairani, S.Pd**  
**Rotua Veronika Marpaung, S.Pd**  
**Nita Ariany Purba, S.Pd**  
**Hani Diana Sipayung, S.Pd**  
**Emelia Rosa Purba, S.Pd**

**Seksi Perlengkapan**  
**Syarief Sa’adillah Lbs, S.Pd**  
**Solikin, S.Pd**  
**Rhodo Mauritz E. Siagian, S.Pd**  
**Rika Sari Indah Harahap, S.Pd**

**Halimatusya'diyah Ginting,S.Pd**

**Seksi Publikasi Dekorasi & Dokumentasi** **Rikcy Almeda Siregar,M.Pd**  
**Yenni Amalia Siregar,S.Pd**  
**Indah Pratiwi,S.Pd**  
**Yenni Manurung,S.Pd**  
**Wilvan Manalu,S.Pd**

**Seksi Konsumsi** **Priastuti,S.Pd**  
**Denny Khairani,S.Pd**  
**Masringgit Marwiyah Nst,S.Pd**  
**Arivatussaqdiyah,S.Pd**  
**Darwin Diego Tarigan,S.Pd**

**Penyunting** **Rajo Hasim Lubis, S.Pd,M.Pd**

**Desain Sampul dan Tata Letak** **Ika Pratiwi, S.Pd**

**Penerbit** **Physical Society of Indonesia SUMUT**

**Redaksi** **Laboratorium Fisika Universitas Negeri Medan**  
**Jalan Williem Iskandar Psr. V Medan,**  
**Indonesia, 20221**

**Cetakan pertama** **Agustus 2019**

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa ijin penerbit

**Prosiding Simposium Fisika Nasional (SFN) XXXI  
Grand Inna Hotel Medan, 19 September 2018**

**DAFTAR ISI**

Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Matematis Dan Sikap Ilmiah Siswa MTsN Melalui Inkuiri Terbimbing .....	1-14
<i>Yustina Hasibuan, Nurul Hidayah Pulungan</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantuan Animasi Terhadap Aktivitas Siswa.....	15-22
<i>Abdul Ra'uf Ash Shiddiqy, Sondang R. Mamurung</i>	
Peningkatan Aktivitas Siswa Melalui Model Pembelajaran Berbasis Masalah Berbantu Multimedia Interaktif Pada Materi Fluida Dinamis.....	23-30
<i>Adventa Sinta Marito</i>	
Penelitian dan Pengembangan Biogas Sebagai Sumber Energi Alternatif .....	31-41
<i>Alamta Singarimbun, Ni Ketut Lasmi dan Wahyu Srigutomo</i>	
Penerapan <i>Discovery Learning</i> Berbantu Media Phet Terhadap Prestasi Belajar Siswa .....	42-51
<i>Asina Sofia Harianja, Jurubahasa Sinuraya</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran <i>Inquiry Training</i> Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa.....	52-59
<i>Ayu Sri Menda Sitepu</i>	
Korelasi antara Kemampuan Verbal dengan Prestasi Belajar Fisika Siswa .....	60-64
<i>Bestrica Kurnia Sari, Shinta Marito Siregar</i>	
Analisis Gelombang Georadar untuk Studi Perlapisan Sedimen Pantai Lampanah Leungah, Aceh Besar .....	65-75
<i>Bukhori Maha, Didik Sugiyanto, Nazli Ismail</i>	
Sifat Mekanik Komposit Polietilenadaur Ulang Dengan <i>Filler</i> Serat Eceng Gondok.....	76-80
<i>Dedi Holden Simbolon</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran <i>Inquiry Training</i> Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa.....	81-88
<i>Destri Baiziah</i>	
The Enhancement of Students Science Process Skills Through Inquiry Learning Model .....	89-96
<i>Devi Royana Br Ginting, Motlan</i>	
Pengaruh Model <i>Inquiry Training</i> Menggunakan Media <i>MultishapesAquarium</i> Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Berpikir Kritis Siswa.....	97-105
<i>Dewi Arisanti, MasringgitMarwiyah Nst</i>	
Model Pembelajaran Konseptual Interaktif dalam Mata Kuliah IPA Terpadu.....	106-115
<i>Dewi Hikmah Marisda, Rahmawati</i>	
Efek Model Pembelajaran Kooperatif Berbantu <i>Sparkol Videoscribe</i> Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa SMA .....	116-126
<i>Dia Indriani Br Sembiring, Nurdin Bukit</i>	
Pengaruh Integrasi Proses <i>Reasearching Reasoning Reflecting</i> (3R) pada Model <i>Problem Basel Learning</i> (PBL) terhadap Domain Pengetahuan Literasi Sainifik Siswa .....	127-133
<i>Elminasari Panjaitan</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran <i>Discovery Learning</i> Dengan Metode <i>Mind Mapping</i> Terhadap Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pokok Gelombang Cahaya.....	134-143
<i>Erma Listia, Sabani</i>	
Energi dispersi Bilayer Arm Charm Grafena Nano Ribbon (AGNR bilayer).....	144-148

<i>Euis Sustini, Rifky Syariati, Khairurrijal</i>	
Analisis Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Menggunakan <i>Tracker</i> Pada Fisika SMA .....	149-157
<i>Evitamala Siregar, Safitri Raufa</i>	
Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa.....	158-165
<i>Feggy Yovianda, Rita Juliani, Khoirul Amri Hasibuan</i>	
Penerapan Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL) Pada Siswa Kelas XI .....	166-176
<i>Fitri Harwina Suci Ginting, Rita Juliani, Sapta Rosnardi</i>	
Pengembangan Media Pembelajaran Fisika Terhadap Hasil Belajar Siswa Berbantu Lembar Kerja Siswa (LKS) Pada Pokok Bahasan Gelombang Elektromagnetik Pada Siswa SMK N 5 Bener Meriah .....	177-181
<i>Fitri Ramadhani</i>	
Efek Model <i>Learning Cycle 5E</i> Terhadap Hasil Belajar Kognitif Siswa .....	182-192
<i>Hannas C.P. Munthe, Makmur Sirait, Fernando Sigalingging</i>	
Penerapan Media Audio Visual Fisika Bermuatan Pendidikan Karakter Pada Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Ulu Moro'o.....	193-201
<i>Harry Davince Gulo</i>	
The Effect of Guided Inquiry Learning Model on Student's Learning Outcomes on Harmonic Vibration Topic .....	202-209
<i>Hendri Silalahi, Motlan</i>	
Implementasi <i>Pedagogical Contentknowledge</i> (PCK) Pada Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Aktivitas Belajar Siswa .....	210-220
<i>Hijriati, Wawan Bunawan</i>	
Penerapan Model Pembelajaran Kooperatif <i>Group Investigation</i> Berbasis Pemecahan Masalah Dengan Multirepresentasi Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Pokok Momentum Dan Impuls.....	221-230
<i>Indah Suprpty, Wawan Bunawan</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Induktif Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa.....	231-239
<i>Inton Dolly Panjaitan, Abd. Hakim S</i>	
Pembelajaran Analogi Pada Konsep Vektor Untuk Membentuk Sikap Dan Moral Siswa Kelas X SMA Negeri 1 Rantau Utara.....	240-249
<i>Islamiani Safitri</i>	
Pengaruh Tingkat Berpikir Divergen dalam Model Pembelajaran dengan Pendekatan Student Centered Learning pada Proses Berpikir Kreatif Siswa .....	250-258
<i>Jurubahasa Sinuraya, Satria Mihardi</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran <i>Inquiry Training</i> Berbantuan <i>Macromedia Flash</i> Terhadap Keterampilan Proses Sains.....	259-266
<i>Khairun Nisya</i>	
Analisis Kemampuan Ilmiah Individu Mahasiswa Pendidikan Kimia pada Mata Kuliah Fisika Dasar .....	267-272
<i>Komang Gde Suastika, I Nyoman Sudyana, Theo Jhoni Hartanto, Yunus Pebriyanto, Neny Kurniawati, dan Lasiani</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Inquiry Training Dan Kemampuan Berpikir Kritis Terhadap Hasil Belajar.....	273-280
<i>Laila Azwani Panjaitan</i>	
Analisis Keterampilan Proses Sains Siswa Di Kelas X Semester Ganjil Di SMK Negeri 2 Binjai.....	281-289
<i>Lasriani Berutu, Sondang R Manurung</i>	
Penerapan Mind Map Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Siswa Pada Materi Pokok Listrik Dinamis .....	290-297
<i>Latifah Hanum Anas</i>	

Evaluasi Implementasi Kurikulum 2013 dalam Pembentukan Karakter Siswa pada Mata Pelajaran Fisika Kelas XI IPA di MAS Pesantren Dairi.....	298-308
<i>Lolo Gustriani Manik</i>	
Synthesis of Urea Sensors using Potentiometric Methods with Modification of Electrode Membranes Indicators of ISE from PVA- Enzymes Coating PVC- KTpCIPB.....	309-321
<i>Abd Hakim S, Krista Tarigan, Manihar Situmorang, Timbangan Sembiring</i>	
Pengembangan Instrumen Soal ( <i>High Order Thinking Skill</i> ) HOTS pada Pembelajaran Fisika SMA.....	322-326
<i>Martin</i>	
Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI Semester Ganjil SMA N 3 Binjai T.P 2018/2019 .....	323-333
<i>Masda Sartika Cibro, Sondang R Manurung</i>	
Peningkatan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berfikir Logis Siswa dengan Menerapkan Model Pembelajaran <i>Inquiry Training</i> .....	334-342
<i>Maulida Rahmi Sagala, Derlina</i>	
Kulit Pisang Sebagai Bahan Alternatif Tepung Terigu .....	343-349
<i>Mawar Pelita Ketaren</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa SMA .....	350-359
<i>Mawarni Saputri</i>	
Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran <i>Inquiry Training</i> Berbantuan Lembar Kerja Siswa .....	360-371
<i>Michael Sarumpaet</i>	
Analisis Hubungan Aktivitas Belajar Dengan Hasil Belajar Kognitif Dalam Penerapan <i>Discovery Learning</i> .....	372-378
<i>Monalisa Pakpahan, Jurubahasa Sinuraya, Ika Sinaga</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> Terhadap Hasil Belajar Kognitif Pada Materi Momentum Dan Impuls .....	379-389
<i>Muhammad Andi Tiadarma, Eva Marlina Ginting</i>	
Peningkatan Keterampilan Generik Sains Siswa dengan Menerapkan Model Pembelajaran Inkuiri.....	390-398
<i>Mulyana, Derlina</i>	
Implementasi Model Pembelajaran <i>Scientific Inquiry</i> Terhadap Keterampilan Proses Sains Siswa.....	399-405
<i>Nida'ul Khairiyah</i>	
Listrik Berbasis Pendekatan Konstruktivisme Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis .....	406-414
<i>Nur Fadhilah</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Induktif Terhadap Hasil Belajar Pada Materi Suhu Dan Kalor .....	416-419
<i>Nurdianita Fonna</i>	
Profil Asesmen Praktikum Berbasis Karakter pada Mata Kuliah Fisika Dasar Universitas Muhammadiyah Makassar .....	420-428
<i>Nurlina, Patta Bundu, Jasruddin Malago</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Numbered Head Together</i> Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa Di SMA Negeri 2 Tebing Tinggi .....	429-435
<i>Nurul Hidayah Pulungan dan Mukti Hamjah Harahap</i>	
Penerapan Model Pembelajaran <i>Predict-Observe Explain</i> (POE) pada Materi Cahaya di Kelas VIII SMP.....	436-443
<i>Pendi Sinulingga, Asa Nograho, Theo Jhoni Hartanto, Gunarjo S. Budi</i>	
Pengaruh Model <i>Discovery Learning</i> Dengan LKS Berbasis Penemuan Terhadap Hasil Belajar, Dan Keterampilan Proses Sains Siswa Kelas XI IPA .....	444-451
<i>Puteri Lestari</i>	

Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Dan Komunikasi Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Masalah .....	452-460
<i>Rahma Khairani Putri</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe Tgt Terhadap Hasil Belajar Pengetahuan Konseptual Siswa.....	461-466
<i>Rahmayani</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Numbered Head Together</i> (NHT) Menggunakan Media PhET Terhadap Hasil Belajar Fisika .....	467-476
<i>Ratna Tanjung, Uswatun Khairi</i>	
Interpretasi Data Gravitasi di Lapangan Panas Bumi Desa Lokop, Aceh Timur .....	477-486
<i>Rexi Adita Surya, Nazli Ismail, Faisal Abdullah</i>	
Analysis Of Critical Thinking Skills of Male And Female Students In <i>Inquiry Learning Model</i> .....	487-498
<i>Rini Susanti Sihombing, Derlina</i>	
Pembelajaran Fisika Dengan Pendekatan Kooperatif Model <i>Team Assisted Individualization</i> Ditinjau Dari Gaya Belajar Dan Interaksi Sosial Siswa .....	499-509
<i>Rizki Nursa'adah</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Hasil Belajar Dan Aktivitas Siswa .....	510-515
<i>Royarti Tamba</i>	
Upaya Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Kognitif Siswa Melalui Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw Di Kelas X MIPA 1 SMAN 1 Kerajaan .....	516-524
<i>Samson Ginting</i>	
Pembelajaran Pendekatan <i>Scientific Aproach</i> yang Terintegrasi dalam Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PBP) Sebagai Upaya Pencapaian Kompetensi Ilmiah Mahasiswa. 525-532	
<i>Saulim DT. Hutahaeen</i>	
Peningkatan Aktivitas Belajar Siswa Dalam Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Guided Discovery Learning .....	533-537
<i>Setrie Frimayri, Abd. Hakim S</i>	
Efektivitas Model Pembelajaran <i>Inquiry Training</i> Terhadap Aktivitas Belajar Siswa .....	538-545
<i>Shabrina Dzahroh</i>	
Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Pengadukan Pada Proses Elektrokoagulasi Untuk Penjernihan Air Sungai .....	546-557
<i>Sofia Novita</i>	
Analisis Kondisi Kegiatan Pembelajaran Fisika di Kelas XI SMA N 7 Medan Tahun Ajaran 2017/2018 .....	558-564
<i>Soraya Imsa Perdani Nasution, Sondang R. Manurung</i>	
Efek Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Group Investigation</i> Berbantuan Modul Fisika Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa .....	565-574
<i>Syarifah Aini Nabila, Nurdin Bukit</i>	
Karakterisasi Sifat Fisis Dan Listrik Superkonduktor $\text{Bi}_{1.8}\text{Pb}_{0.4}\text{Sr}_2\text{Ca}_{2-x}\text{MxCu}_3\text{O}_y$ (M = Na, Mg, Ce) .....	575-582
<i>T Sembiring, A Imaduddin, W A Ritonga, M Z Afdlan, K Sebayang, Susilawat, H A Marlina, H Lubis, C Al Kindi</i>	
Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Dasar Berbasis Inkuiri untuk Calon Guru Fisika .....	583-595
<i>Theo Jhoni Hartanto, Komang Gde Suastika, Moh. Anang Hermansyah</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran <i>Inquiry Training</i> Berbantu Peta Konsep Terhadap Hasil Belajar Siswa .....	596-603
<i>Thesa Irene Sari Simatupang, Nurdin Siregar</i>	

Pengaruh Model <i>Problem Based Learning</i> Berbasis Media Animasi <i>Flash</i> Terhadap Hasil Belajar .....	604-619
<i>Tika Nurjannah, Elia Putri S, Marnanda Seragih S</i>	
Perbedaan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Model Pembelajaran Inkuiri Dengan Pembelajaran Konvensional Pada Pokok Bahasan Bunyi .....	620-629
<i>Tria Anggreini</i>	
Efek Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Group Investigation</i> Menggunakan Media Pembelajaran Audio Visual Terhadap Hasil Belajar Fisika Siswa SMA .....	630-641
<i>Ulfah Hastati Nasution, Nurdin Bukit</i>	
Upaya Meningkatkan Aktivitas Danhasil Belajar Siswa Dengan Model Pembelajaran Quantum Teaching Berbasis Audio Visual Pada Materi Kalor .....	642-647
<i>Uswatun Hasanah</i>	
Pengaruh Model Pembelajaran Kooperatif Tipe <i>Group Investigation</i> Berbantu Komik Fisika Terhadap Hasil Belajar Siswa SMA .....	648-657
<i>Visha Wahyuni, Nurdin Bukit</i>	
Pembelajaran Fisika Berbasis <i>Hands On Activities</i> Untuk Menumbuhkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMP .....	658-665
<i>Wilvan Manalu</i>	
Pembelajaran Fisika Dengan Model <i>Scientific Inquiry</i> Terintegrasi Pendidikan Karakter Untuk Meningkatkan Hasil Belajar .....	666-673
<i>Windi Lianita, Sondang R. Manurung</i>	
Efek Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Berbantuan <i>Macromedia Flash</i> Terhadap Hasil Belajar Siswa .....	674-681
<i>Yayuk Nurjanah, Nurdin Bukit</i>	
Pengaruh Model <i>Problem Based Learning</i> (Pbl) Terhadap Hasil Belajar Fisika .....	682-688
<i>Yenni Dwi Aprilita Sagala</i>	
Penerapan Model <i>Problem Based Learning</i> Untuk Meningkatkan Aktivitas Dan Hasil Belajar Siswa SMA Negeri 1 Kota Tanjungbalai .....	689-700
<i>Zakiah Hayati</i>	
Pengaruh Model <i>Problem Based Learning</i> (PBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa Pada Materi Pokok Suhu Dan Kalor .....	701-707
<i>Zaskya Laksmitha Utami</i>	

# **Analisis Gelombang Georadar untuk Studi Perlapisan Sedimen Pantai Lampanah Leungah, Aceh Besar**

**Bukhori Maha, Didik Sugiyanto, Nazli Ismail.**

**Jurusan Fisika (MIPA, Universitas Syiah Kuala)  
email : bukhory.latief@gmail.com**

*Abstrak* Kajian sedimentasi memerlukan gambaran awal kondisi perlapisan material bawah permukaan sebelum dilakukan eksplorasi lebih lanjut. Pada penelitian ini telah dilakukan pengukuran metode Ground Penetrating Radar (GPR) di kawasan pantai Desa Lampanah Leungah, Mukim Lampanah, Kecamatan Seulimeum, Kabupaten Aceh Besar untuk mengetahui struktur perlapisan pantai dengan pola refleksi pada tampilan radargram. Pengukuran data GPR dilakukan pada 7 lintasan, 5 lintasan arah Utara-Selatan tegak lurus dengan garis pantai, sedangkan 2 lintasan dibuat memotong kelima lintasan tersebut dalam arah Timur-Barat untuk validasi. Data pengukuran yang diperoleh berupa reflektor dalam bentuk radargram yang menggambarkan penampang bawah permukaan. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan software GRED. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur perlapisan bawah permukaan terbedakan atas 4 lapisan sampai kedalaman 6 m. Lapisan paling atas terdiri dari pasir dan tanah liat, kemudian diikuti oleh lapisan pasir, kemudian lapisan pasir dan kerikil, dan lapisan pasir, kerikil, serta batuan dasar dibawahnya. Berdasarkan beda penampang reflektor pada radargram menunjukkan adanya struktur perlapisan sedimen bawah permukaan.

*Kata kunci: Ground Penetrating Radar (GPR), perlapisan sedimen, radargram*

## **PENDAHULUAN**

Kawasan pantai merupakan kawasan yang sangat dinamis dengan kondisi geologi yang memiliki keterkaitan satu dengan yang lain. Perubahan garis pantai terjadi tiap waktu akibat pengikisan (abrasi) dan penambahan (sedimentasi atau agresi) area pantai. Proses-proses tersebut terjadi akibat pergerakan sedimen, arus, dan gelombang secara terus-menerus yang menyebabkan adanya pengendapan (deposisi) dan penimbunan sedimen di kawasan tersebut. Proses ini tingkat dan intensitas menghasilkan tekstur khas, struktur sedimen, dan sifat geologi lainnya. Penelitian struktur sedimen di pantai tidak hanya menarik karena dapat digunakan dalam analisis lingkungan pengendapan, juga dapat digunakan sebagai penunjuk sistem arus pada lingkungan pengakumulasiannya. Salah satu kajian untuk menggambarkan perlapisan sedimen di bawah permukaan adalah dengan pengukuran metode geofisika. Salah satu metode geofisika yang dapat digunakan untuk mempelajari perlapisan sedimen adalah metode GPR.

Pada dasarnya metode GPR dapat digunakan untuk mendeskripsikan dan mempelajari struktur bawah permukaan dari gelombang refleksi yang diterima oleh *receiver* dalam bentuk radargram. GPR mengirim gelombang radio dengan frekuensi antara 1-1000 MHz ke bawah permukaan. Karena frekuensi yang digunakan sangat tinggi, georadar dapat memberikan gambaran dengan resolusi

tinggi dari bawah permukaan dengan jangkauan kedalaman yang dangkal, yang mana gambaran ini tidak dimiliki metode *non-destructive* lainnya.

Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan penelitian GPR di kawasan pantai Lampanah Leungah, Kecamatan Seulimeum, Aceh Besar. Pantai Lampanah Leungah merupakan kawasan aluvial yang terbentang dari kaki pegunungan Seulawah Agam sampai pesisir pantai terbentuk dari pasir, kerikil, kerakal, dan lumpur. Karena berada di antara daerah pegunungan dan pertemuan Samudera Hindia dan Selat Malaka, serta belum adanya dilakukan penelitian terkait di kawasan ini, maka perlu adanya penelitian guna mendapatkan informasi awal tentang perlapisan sedimen bawah permukaan dengan metode GPR.

Permasalahan pada penelitian ini adalah bagaimana hubungan antara perlapisan sedimen di kawasan pantai Lampanah Leungah dengan pola refleksi pada tampilan radargram dari hasil pengukuran GPR dan bagaimana proses menentukan perlapisan yang perlu dilakukan pada data hasil pengukuran di lapangan sehingga diperoleh tampilan radargram yang dapat merepresentasikan sedimen di kawasan penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola refleksi dan mendapatkan struktur perlapisan sedimen berdasarkan tampilan radargram dari hasil pengukuran.

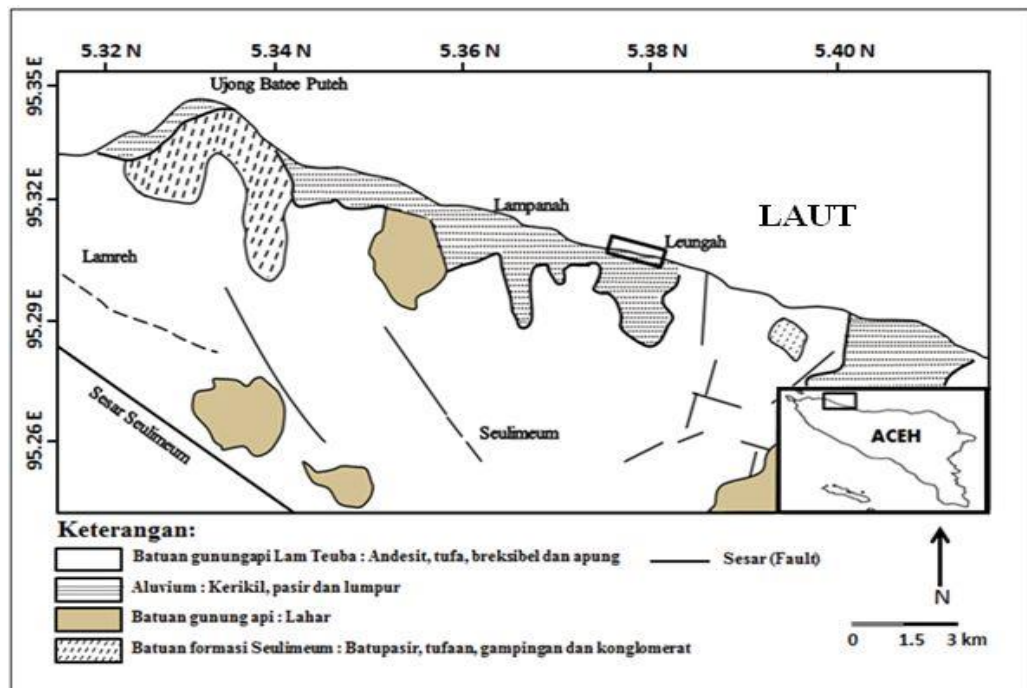
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi di penelitian selanjutnya dalam pemanfaatan GPR untuk kajian sedimentasi di kawasan pantai, menjadi rujukan dalam tata guna kawasan pantai bagi masyarakat serta menjadi rujukan dalam tata guna kawasan pantai bagi masyarakat..

## **METODE PENELITIAN**

### *A. Kondisi Geologi Daerah Penelitian*

Wilayah Lampanah Leungah terletak di Mukim Lampanah, Kecamatan Seulimeum, Aceh Besar. Dilihat dari struktur geologi (Gambar 1) Lampanah dilalui oleh jalur sesar Seulimeum yang merupakan cabang dari patahan Sumatera, selain dari sesar regional Seulimeum, Lampanah juga terdapat beberapa sesar lokal seperti sesar Seulimeum ke Lamreh dan sesar lainnya dengan arah masing-masing. Deformasi batuan yang terdapat di pesisir pantai berupa sedimen aluvium seperti kerikil, pasir, lumpur dan batupasir.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan di lapangan, lokasi penelitian merupakan daerah penyebaran bijih besi, di sebelah Utara merupakan Selat Malaka, di sebelah timur terdapat perbukitan dengan ketinggian 20 m dari permukaan laut, di sebelah selatan terdapat endapan air payau dan di sebelah barat merupakan daerah perkebunan dan pengolahan pasir besi. Jadi kawasan pantai Lampanah Leungah merupakan suatu daerah yang sangat kompleks dengan struktur geologi yang bagus dan letak yang strategis untuk dilakukan penelitian.



Gambar 1. Peta geologi lokasi penelitian (Modifikasi dari Bennet *et al.*, 1981)

### B. Sedimen

Sedimen adalah material atau pecahan dari batuan, mineral dan material organik yang mengalami proses pengangkutan dari berbagai sumber seperti air darat maupun laut ke tempat lainnya dan terbentuk dengan waktu geologi yang lama. Sedimentasi berdasarkan ilmu geologi dan stratigrafi adalah proses-proses yang berperan atas terbentuknya batuan sedimen (Siebold, 1993). Proses sedimentasi berawal dari pengangkatan batuan dasar ke permukaan yang kemudian mengalami erosi dan pelapukan. Batuan dasar tersebut ditransportasikan atau diangkat oleh media udara, angin, es dan air dengan cara melayang dalam air dan angin atau terlarut dalam bentuk larutan kimia (Boggs and Sam, 2006). Proses pengendapan yang mengikuti gaya gravitasi menyebabkan sedimen yang berukuran kasar akan mengendap lebih dulu karena faktor gaya berat yang dimilikinya dan sedimen berukuran paling halus akan mengendap terakhir sebagai suspensi.

Beberapa struktur sedimen yang sering dijumpai diantaranya adalah *cross bedding* yaitu struktur primer yang membentuk struktur penyilangan suatu lapisan batuan terhadap lapisan batuan yang lainnya atau lapisan batuan yang lebih muda memotong lapisan batuan yang lebih tua, *graded bedding* struktur perlapisan sedimen yang menunjukkan perbedaan fragmen atau ukuran butir sedimen yang membentuk suatu lapisan batuan. Perbedaan ini terbentuk karena adanya gaya gravitasi yang mempengaruhi saat terjadinya pengendapan pada sedimen tersebut. Sedimen yang memiliki ukuran butir lebih besar akan lebih dahulu mengendap dibandingkan dengan sedimen yang memiliki ukuran lebih kecil dan *ripple marks*

yaitu struktur primer perlapisan sedimen yang menunjukkan adanya permukaan seperti ombak atau bergelombang yang disebabkan adanya pengikisan oleh kerja air, dan angin (Tucker, 1996). Struktur-struktur tersebut dapat diketahui dengan mempelajari sedimentasi yang terjadi di pantai.

### C. Metode Ground Penetrating Radar

*Ground Penetrating Radar* (GPR) merupakan salah satu metode geofisika yang digunakan untuk mendeteksi objek-objek, struktur geologi, dan perlapisan sedimen bawah permukaan dengan tingkat kedalaman yang dangkal. Pengukuran dengan menggunakan GPR merupakan metode yang tepat untuk mendeteksi benda-benda kecil yang berada di dekat permukaan bumi (0,1-3 m) dengan resolusi yang tinggi yang artinya konstanta dielektriknya menjadi rendah (Annan, 1992). Sistem GPR memindai di bawah permukaan tanah untuk mengumpulkan data di berbagai lokasi pengukuran. Kemudian data pada GPR terbentuk dengan menampilkan amplitudo sinyal yang diterima sebagai fungsi waktu dan posisi, berupa reflektor seperti metode seismik refleksi dengan irisan vertikal dari bawah permukaan. Fungsi waktu yang dihasilkan menjadi fungsi kedalaman berdasarkan asumsi kecepatan gelombang elektromagnetik di bawah permukaan tanah. Teknik penggunaan metode GPR adalah sistem *Electromagnetic Subsurface Profiling* (ESP), dengan memanfaatkan pengembalian gelombang elektromagnetik yang dipancarkan melalui permukaan tanah dengan perantara antenna. Pemancaran dan pengembalian gelombang elektromagnetik berlangsung cepat sekali yaitu dalam satuan waktu *nanosecond* (ns). Gelombang yang dipantulkan kembali ke permukaan tertangkap oleh penerima dan terekam pada peralatan GPR untuk diinterpretasikan kemudian.

Pada kebanyakan masalah elektromagnetik, medium bumi diasumsikan linier, isotropik serta kuantitas permeabilitas magnetik ( $\mu$ ), konduktivitas ( $\sigma$ ) dan permitivitas listrik ( $\epsilon$ ) dianggap konstan yang tidak tergantung pada frekuensi dan tidak terdapat atenuasi (pelemahan) dalam perambatan gelombang dan berbeda jika berhadapan dengan material dielektrik yang ada. Sifat-sifat dari material bumi bergantung dari komposisi dan kandungan air material tersebut. Keduanya mempengaruhi cepat rambat perambatan gelombang dan atenuasi gelombang elektromagnetik. GPR tergantung pada variasi bawah permukaan yang dapat menyebabkan gelombang tertransmisikan. Intensitas gelombang yang berhasil direfleksikan kembali ke permukaan mencerminkan perbedaan nilai dielektrik media atau benda-benda terhadap gelombang radar yang mengenainya.

Dalam setiap perambatan gelombang dikenal istilah kecepatan (*velocity*). Kecepatan gelombang elektromagnetik dalam medium dapat dilihat pada persamaan berikut:

$$V_m = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}, \quad (1)$$

dimana  $V_m$  (m/s) adalah kecepatan gelombang radio merambat dalam tanah dan  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik relatif. Energi gelombang elektromagnetik bergerak dalam ruang hampa dengan kecepatan cahaya, yaitu sebesar  $c = 2,998 \times 10^8$  m/s. Dari persamaan di atas dapat didefinisikan bahwa ketika gelombang radar melalui material atau benda di bawah permukaan yang memiliki konstanta dielektrik yang tinggi, maka gelombang tersebut akan merambat dengan kecepatan yang lebih

rendah dan sebaliknya. Sebagai contoh udara yang memiliki konstanta dielektrik 1 dan air yang memiliki konstanta dielektrik 80 memiliki kontras kecepatan yang sangat tinggi, dimana gelombang radar akan memiliki kecepatan yang lebih tinggi pada udara dibandingkan pada air.

Nilai konstanta dari permitivitas relatif ( $\epsilon_r$ ) dan kecepatan penjalaran gelombang elektromagnet pada beberapa medium dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Permitivitas relatif dan kecepatan pada beberapa medium

<b>Material</b>	<b>Permitivitas Relatif (<math>\epsilon_r</math>)</b>	<b>Kecepatan (nm/ns) (v)</b>
Udara	1	0.3
Air tawar	80	0.0033
Air laut	80	0.01
Pasir kering	3-6	0.12-0.17
Pasir jenuh	25	0.055-0.060
Pasir pantai kering	3-6	0.095
Lanau	5-30	0.07
Lempung	5-40	0.06
Granit	4-6	0.13
Batu gamping	4-8	0.12
Tanah liat basah	8-15	0.086-0.11
Tanah liat kering	3	0.173
Rawa	12	0.086

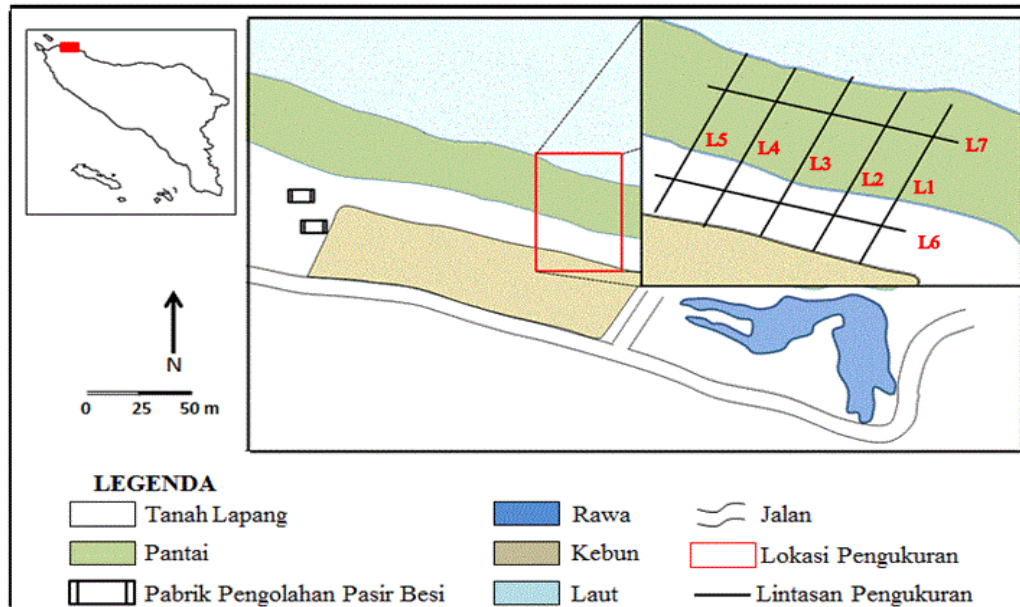
(Sumber: Reynold, 1997)

Komponen GPR untuk pengukuran kondisi bawah permukaan biasanya terdiri dari antena *transmitter*, *receiver*, dan kontrol unit. Kedalaman objek dapat diketahui dengan mengukur selang waktu (*travel time*) antara pemancaran dan penerimaan pulsa. Dalam selang waktu ini, pulsa akan bolak-balik dari antena ke objek dan kembali lagi ke antena. GPR menggunakan prinsip penyebaran gelombang elektromagnetik yang dipancarkan dari *transmitter*. Radar *transmitter* mentransmisikan gelombang radar ke dalam medium target dan selanjutnya gelombang tersebut dipantulkan kembali ke permukaan dan diterima oleh *receiver*, dari hasil refleksi itulah berbagai macam objek dapat terdeteksi dan terekam pada unit pengolahan sinyal dalam bentuk radargram. Rangkaian pemancar akan menghasilkan pulsa listrik dengan bentuk PRF (*pulse repetition frequency*), energi, dan durasi tertentu. Pulsa tersebut akan dipancarkan oleh antena pemancar ke dalam tanah. Pulsa kemudian mengalami atenuasi dan cacat sinyal lainnya selama perambatannya di tanah. Jika tanah bersifat homogen, maka sinyal yang dipantulkan akan sangat kecil. Jika pulsa mengenai suatu inhomogenitas di dalam tanah, maka akan ada sinyal yang dipantulkan ke antena penerima. Sinyal tersebut kemudian diproses oleh rangkaian penerima.

Gelombang elektromagnetik yang terekam akan ditampilkan dalam bentuk radargram sebagai fungsi waktu, dijelaskan bahwa kecepatan gelombang dapat diketahui dengan berasumsi pada suatu konstanta dielektrik relatif yang mendekati atau sesuai dengan nilai material yang diselidiki. Dengan cara demikian waktu tempuh dua arah gelombang dapat diterjemahkan menjadi kedalaman, ketebalan,

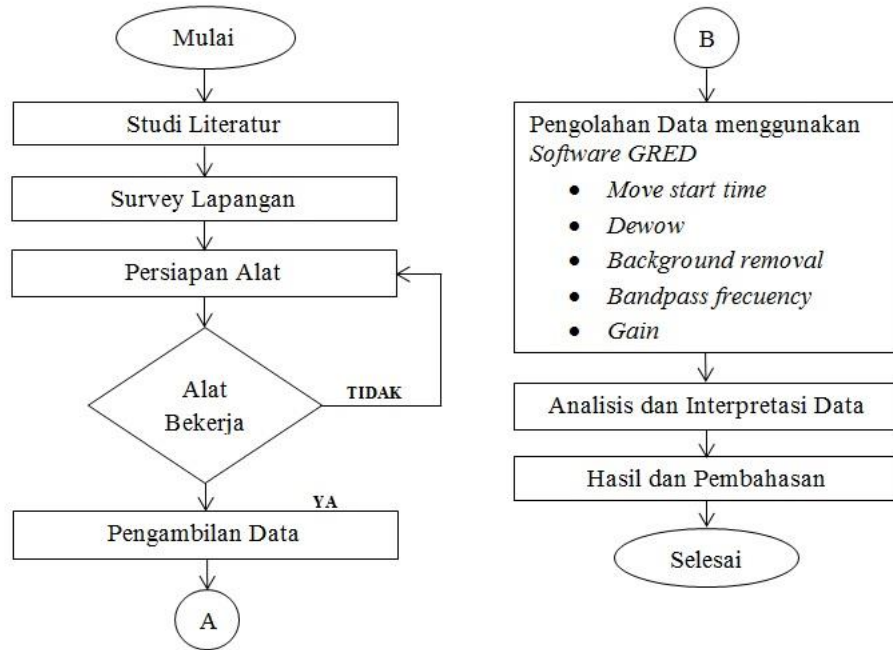
perlapisan pada tampilan radargram jika ditambahkan dengan pengidentifikasian sinyal refleksi dari target (Reynold, 1997).

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap pengukuran di lapangan dan pengolahan data. Pengukuran di lapangan dilakukan di area pesisir pantai Lampanah Leungah. Secara keseluruhan pengukuran terdiri dari 5 lintasan yang tegak lurus terhadap garis pantai dengan jarak antar lintasan adalah 10 meter dan 2 lintasan yang sejajar terhadap garis pantai dan memotong kelima lintasan lainnya pada daerah daratan dan daerah pantai yang bertujuan untuk mendapatkan perbandingan respon gelombang radar secara vertikal maupun horizontal. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Lintasan pengukuran

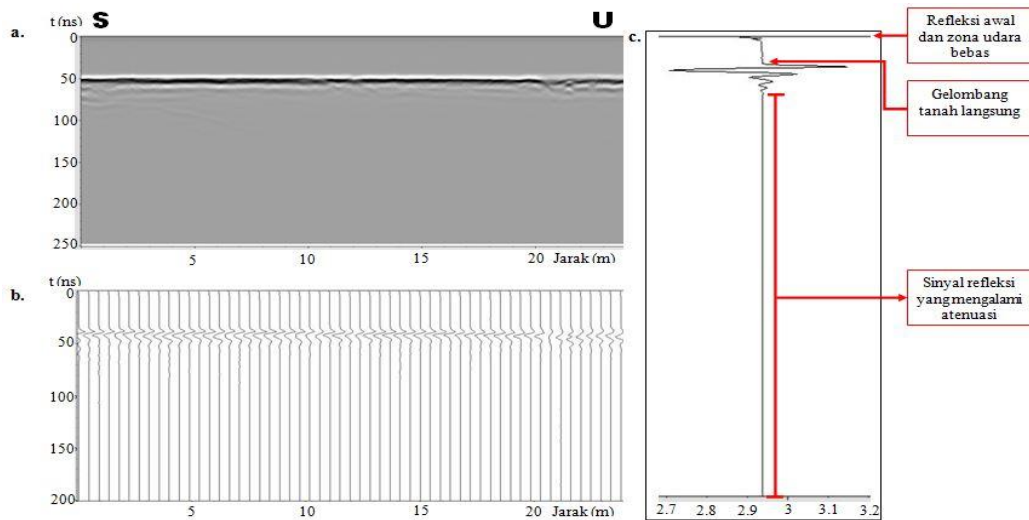
Prosedur penelitian ditunjukkan oleh Gambar 3 tentang diagram alir penelitian dan peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah 1 set GPR IDS 80 MHz dan *software GRED*.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

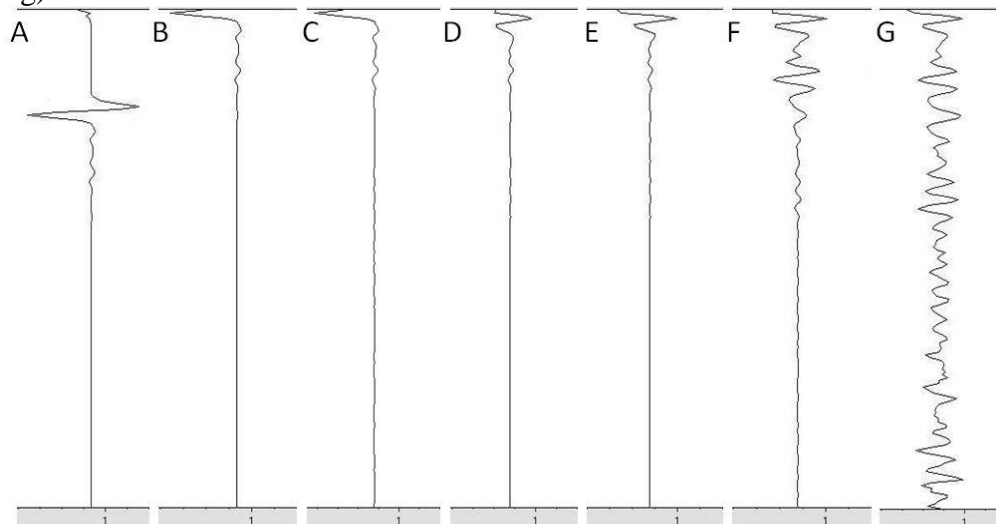
Data hasil pengukuran georadar di lapangan menghasilkan gambar yang diplot dalam unit layar berupa tampilan radargram sebagai fungsi waktu dan jarak pengambilan data. Salah satu tampilan hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.



GAMBAR 4. a) Tampilan mode warna raw data lintasan 1, b) Tampilan mode gelombang raw data lintasan 1 dan c) tampilan gelombang satu kali scan pada lintasan 1

Pada tahap ini radargram belum menunjukkan perbedaan refleksi gelombang elektromagnetik berupa perlapisan sedimen. Dengan demikian perlu dilakukan *processing* data. *Processing* data dilakukan dengan menggunakan software *GRES*. Langkah awal yang dilakukan adalah meng-*import* data yang telah tersimpan, kemudian dilakukan proses *gain* dengan memberikan beberapa filter untuk menghasilkan tampilan radargram yang menggambarkan keadaan bawah permukaan.

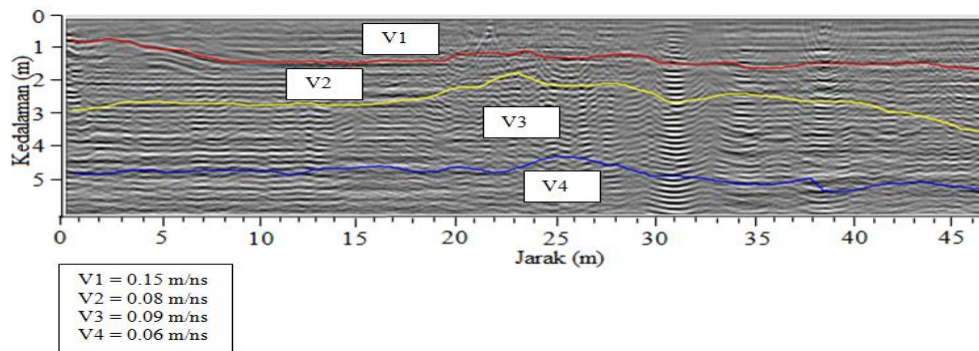
Pada proses *gain* dilakukan beberapa tahapan, langkah awal yang dilakukan adalah *move start time*, bertujuan untuk mengembalikan waktu tiba dan menempatkan posisi awal gelombang ke titik nol. Langkah ini dilakukan untuk menghilangkan gelombang udara pada radargram (Gambar 6b). Langkah kedua yaitu *subtract mean (dewow)*, bertujuan untuk menghilangkan sinyal yang memiliki frekuensi sangat rendah yang terekam pada radargram (Gambar 6c). Langkah ketiga adalah *background removal*, bertujuan untuk menghilangkan *noise* yang berulang pada seluruh profil. Proses ini juga dilakukan untuk menghilangkan sinyal koheren yang horizontal dengan frekuensi yang rendah dan melakukan pembersihan pada latar belakang (Gambar 6d). Langkah keempat adalah *vertical bandpass filter*, bertujuan untuk menghilangkan frekuensi-frekuensi yang tidak diinginkan (*noise*) dengan membatasi jangkauan frekuensi sinyal pada radargram. Proses ini juga mengatur keseimbangan antara sinyal frekuensi rendah dan sinyal frekuensi tinggi secara merata. Nilai jangkauan frekuensi yang dibatasi pada proses ini berkisar antara 80-100 MHz (Gambar 6e). Langkah terakhir pada proses pengolahan data adalah *gain* (penguatan sinyal), bertujuan untuk memperkuat sinyal refleksi yang lemah atau penurunan intensitas sinyal refleksi yang terlalu kuat karena adanya absorpsi dan atenuasi dari gelombang yang disebabkan dari sifat material tanah yang dilalui (Gambar 6f dan 6g).



Gambar 6. Contoh proses *gain* pada salah satu *trace* menggunakan software *GRES*

Setelah proses *gain* selesai, maka didapatkan tampilan radargram yang menggambarkan reflektor dari gelombang radar yang dipancarkan, sehingga dapat ditentukan perlapisan sedimennya dengan melihat adanya reflektor yang berbeda antara batasan lapisan tanah yang memiliki nilai konstanta dielektrik dan konduktivitas yang berbeda. Kontras konstanta dielektrik pada lapisan batuan akan menyebabkan perbedaan kecepatan perambatan gelombang radar dan perbedaan amplitudo dari sinyal refleksi. Berdasarkan hasil pengamatan profil radargram terhadap lintasan 1 sampai 5, secara garis besar pola gelombang elektromagnetik pada profil relatif sama, yaitu adanya pola refleksi yang relatif kuat pada bagian awal dan tengah lintasan, sementara pada bagian akhir lintasan pola refleksinya cenderung vertikal.

Reflektor radargram dapat ditentukan lapisan dan material penyusunnya dengan melihat adanya perbedaan bentuk gelombang dan menganalisis amplitudo terhadap waktu tiba gelombang dengan menelusuri tiap-tiap *trace*. Analisa dilakukan pada respon amplitudo terhadap waktu untuk mendapatkan informasi jarak antara medium perambatan gelombang yang berbeda. Data hasil proses penguatan sinyal tersebut akan dibandingkan dengan harga kecepatan gelombang elektromagnetik dan konstanta dielektrik atau permitivitas berbagai medium yang dijelaskan pada Tabel 1, dan juga disesuaikan dengan kondisi geologis daerah penelitian. Dengan memperhatikan profil radargram dari seluruh lintasan, diduga terdapat 4 lapisan penyusun struktur bawah permukaan daerah tersebut (Gambar 7). Keempat lapisan ini dibatasi oleh 3 reflektor yang digambarkan dalam garis batas dengan warna yang berbeda, yaitu garis merah, kuning dan biru.



Gambar 7. Struktur perlapisan di bawah permukaan pantai Lampanah Leungah

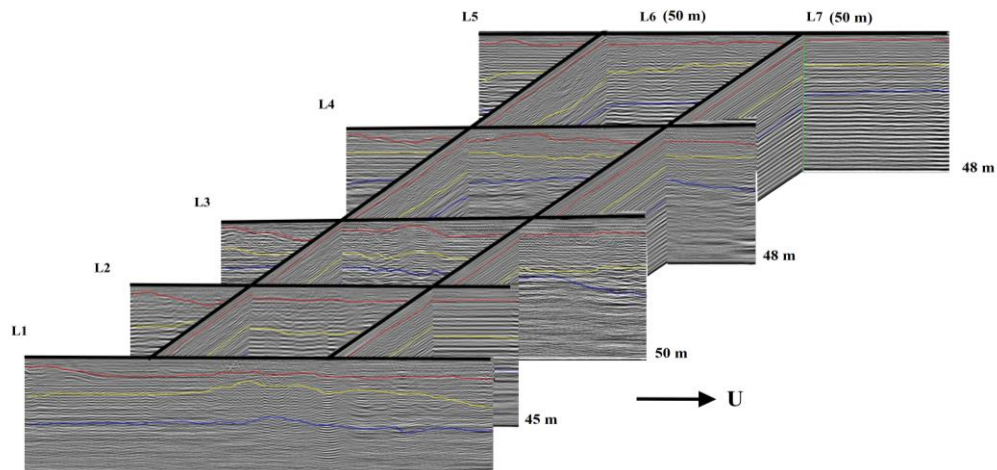
Lapisan 1 diperoleh nilai kecepatan gelombang elektromagnetik  $v = 0.15$  m/ns dengan konstanta dielektrik relatif rata-rata lapisan ini adalah  $2 \times 10^9$ . Lapisan ini diinterpretasikan sebagai material sedimen yang ukuran butirannya halus seperti pasir (kering dan basah), lapisan tanah liat dan endapan alluvium.

Lapisan 2 diperoleh nilai kecepatan gelombang elektromagnetik  $v = 0.08$  m/ns dengan konstanta dielektrik relatif rata-rata sekitar  $37 \times 10^7$ . Dugaan material penyusun pada lapisan ini terdiri dari lapisan pasir basah dan sedikit batuan kerikil. Ketebalan rata-rata lapisan ini berkisar antara 1 sampai 1.5 m.

Lapisan 3 diperoleh nilai kecepatan gelombang elektromagnetik  $v = 0.09$  m/ns dengan konstanta dielektrik relatif rata-rata lapisan ini adalah  $33 \times 10^6$ . Dugaan material penyusun lapisan ini terdiri dari lapisan pasir atau lapisan kerikil. Ketebalan rata-rata lapisan ini berkisar antara 2 sampai 3 m.

Lapisan 4 diperoleh nilai kecepatan gelombang elektromagnetik  $v = 0.06$  m/ns dengan konstanta dielektrik relatif rata-rata lapisan ini adalah  $5 \times 10^7$ . Lapisan ini merupakan batas maksimum kedalaman penetrasi yang dapat dijangkau oleh sinyal yang ditransmisikan oleh antenna. Ketidakteraturan pola refleksi ini mengindikasikan terdapatnya pola heterogenitas pola pengendapan batuan. Material penyusun pada lapisan ini diduga adalah perlapisan pasir tebal, batuan kerikil ukuran sedang, atau batuan dasar yang lebih dulu terendapkan.

Berdasarkan profil yang telah diproses dengan *software GRED* pada Gambar 8 menghasilkan model 2.5D, model tersebut mengacu terhadap kontras kecepatan dan permitivitas pada radargram.



Gambar 8. Hasil profil 2.5D setelah proses *gain* pada data radargram

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlapisan yang teridentifikasi oleh gelombang radar pada daerah pantai Lampanah Leungah dipengaruhi oleh proses pengendapan daerah pantai pada umumnya. Akibat pengaruh gravitasi, material berukuran besar dan kasar lebih dulu terendapkan dan material berukuran kecil dan halus biasanya berada di lapisan permukaan.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Model respon gelombang elektromagnetik pada daerah penelitian berupa citra radargram didapatkan hasil cukup baik, dengan respon tiap perlapisan terbedakan dengan baik.
- 2) Berdasarkan hasil interpretasi data diperoleh kecepatan gelombang elektromagnetik yang berbeda untuk setiap lapisan pada kedalaman yang bervariasi, dimana lapisan 1 memiliki kecepatan 0.15 m/ns, lapisan 2 memiliki kecepatan 0.08 m/ns, lapisan 3 memiliki kecepatan 0.09 m/ns, lapisan 4

memiliki kecepatan 0.06 m/ns. Lapisan 1 tanah liat dan pasir, lapisan 2 pasir, lapisan 3 pasir dan kerikil, dan lapisan 4 pasir, kerakal, dan batuan dasar.

*B. Saran*

Diperlukan penelitian metode pengukuran *Ground Penetrating Radar* (GPR) lainnya, untuk struktur perlapisan sedimen di bawah permukaan pantai agar mendapatkan gambaran hasil yang lebih akurat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Annan. (1992). *Ground Penetrating Radar, Workshop Notes*. Sensors and Software Inc., Mississauga, Ontario.
- Bennett, J. D., Bridge, D. McC., Cameron, N. R., Djunuddin, A., Ghazali, S. A., Jeffery, D. H., Kartawa, W., Keats, W., Rock, N. M. S., Thomson, S. J., and Wardoyo, R. (1981). *Geologic Map Of The Banda Aceh Quadrangle, Sumatra*. Scale 1:250.000. Geological Research and Development Center, Bandung.
- Boggs and Sam, Jr. (2006). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy Fourth Edition*. Pearson Prentice Hall. USA.
- Reynold, J.M. (1997). *An Introduction to Applied and Environmental Geophysics*. John Wiley and Sons. England.
- Siebold, E., Berger, W.H. (1993). *The Sea Floor An Introduction to Marine Geology Second Edition*. Springer-Verlag Berlin. Jerman.
- Tucker, M.E. (1982). *The Field Description of Sedimentary Rock*. John Wiley & Sons. New York, Toronto.