



Investigasi Tanah Berdasarkan Data Sondir dan Data Geolistrik Pada Gedung Aula UNSULBAR

Nur Okviyani^{1*}, Irma Ridhayani¹, Herni Suryani¹, Sainuddin¹, Adriani², Amirullah¹

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Barat, Jl. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, Talumung, Kab. Majene, Sulawesi Barat, 9412, Indonesia

²Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Khairun, Jl. Yusuf Abdulrahman, Gambesi, Kota Ternate, Maluku Utara, 97719, Indonesia

*Corresponding author: nur.okviyani@unsulbar.ac.id

Article History

Received : 27 Maret 2023

Revised : 29 Maret 2023

Accepted : 1 April 2023

Abstrak

Penelusuran tanah untuk pondasi di Indonesia umumnya memakai *Conus Penetration Test (CPT)* atau *Sounding / Uji Sondir* yang berfungsi untuk mengetahui letak kedalaman tanah keras namun terdapat metode lain untuk mengetahui lapisan tanah dibawah permukaan yaitu metode geolistrik. Tujuan penelitian ini mengkorelasikan nilai tekanan konus dengan hasil pemodelan struktur bawah permukaan tanah untuk menentukan kedalaman tanah *massif*. Metode penyelidikan tanah menggunakan pengujian langsung menggunakan uji sondir dan alat geolistrik konfigurasi *wenner-schlumberger*. Hasil uji sondir pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa kedalaman tanah keras pada titik uji 1 berhenti kedalaman 3.20 m dengan nilai q_c sebesar 200 kg/cm², titik uji 2 berhenti pada kedalaman 3.60 m dengan nilai q_c sebesar 250 kg/cm² dan pada titik uji 3 berhenti hingga kedalaman 5.80 m dengan nilai q_c sebesar 250 kg/cm² sedangkan nilai resistivitas dari hasil geolistrik menunjukkan dominan resistivitas rendah 0- 28 ohm.m dan lebih dari 28 ohm.m pada kedalaman 5 m menerus hingga kedalaman 50 m. Korelasi antara nilai resistivitas dan tahanan konus menunjukan keterdapatannya tanah padat dengan resistivitas > 28 ohm.m dan nilai tahanan konus > 100 kg/cm² pada kedalaman > 5 m.

Kata kunci: Investigasi Tanah, CPT, Resistivitas

Abstract

Soil investigation for foundations in Indonesia generally uses the Conus Penetration Test (CPT) or Sounding / Sondir Test, which functions to know the location of the depth of hard soil. Another method to determine the subsurface soil layer is the geoelectric method. The purpose of this study is to correlate the value of the cone pressure with the results of modeling the subsurface structure to determine the depth of the massive soil. The soil investigation method uses direct testing using the Sondir test and the Wenner-Schlumberger configuration geoelectric device. Sondir test results at the study site showed that the depth of hard soil at test point 1 stop was 3.20 m with a q_c value of 200 kg/cm², test point 2 stopped at a depth of 3.60 m with a q_c value of 250 kg/cm² and at test point 3 stops to a depth of 5.80 m with a q_c value of 250 kg/cm². In comparison, the resistivity value from the geoelectrical results shows a dominant low resistivity of 0- 28 ohm.m and more than 28 ohm.m at a depth of 5 m continuously to a depth of 50 m. The correlation between the resistivity value and the cone resistance shows the presence of dense soil with a resistivity of > 28 ohm.m and a cone resistance value of > 100 kg/cm² at a depth of > 5 m.

Keyword: Soil Investigation, CPT, Resistivity

1. Pendahuluan

Perencanaan bangunan terdiri dari perencanaan struktur atas, dan perencanaan struktur bawah. Struktur atas merupakan struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah meliputi balok, plat, tangga, dan lain-lain. Struktur bawah adalah struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah dalam hal ini yang di maksud merupakan pondasi bangunan. Menurut Hardiyatmo, pondasi adalah komponen struktur terendah dari bangunan yang berfungsi untuk meneruskan beban bangunan ke tanah di bawahnya [1].

Pemilihan jenis bentuk dan desain pondasi tergantung pada jenis pondasi di bawahnya. Jika lapisan tanahnya keras, daya dukung tanah cukup kuat untuk menahan beban yang ada, tetapi untuk tanah lunak, diperlukan perlakuan khusus untuk memastikan daya dukung yang baik [2]. Menurut Kusuma, tanah lunak adalah tanah yang memiliki sifat teknis tertentu yang sering menimbulkan masalah bagi bangunan infrastruktur di atasnya, dalam hal infrastruktur yang dibangun di atas tanah lunak sering terjadi amblesan [3].

Penelusuran tanah untuk pondasi di Indonesia umumnya memakai *Conus Penetration Test* (CPT) atau *Sounding* / Uji Sondir, Tes uji Sondir merupakan salah satu tes dalam bidang Teknik Sipil yang berfungsi untuk mengetahui letak kedalaman tanah keras. Pengujian sondir dilakukan dengan mendorong konus (kerucut) ke dalam tanah dan perlawanan tanah terhadap ujung konus maupun lekatan tanah terhadap selimut batang konus diukur, sehingga didapatkan nilai tahanan ujung (q_c) dan lekatan selimut (f_s) [4]. Menurut Istadi, data uji sondir jika diinterpretasikan dengan baik dapat menampilkan klasifikasi tanah, kekuatan lapisan tanah, digunakan dalam perencanaan pondasi dan penurunan serta analisis kestabilan lereng, galian atau timbunan sehingga dapat memperkirakan seberapa kuat tanah dalam menahan beban yang akan didirikan di atasnya yang dikenal dengan daya dukung tanah [5]. Daya dukung tanah merupakan salah satu faktor penting dalam perencanaan pondasi beserta struktur di atasnya. Daya dukung tanah yang diharapkan untuk mendukung pondasi adalah daya dukung yang mampu memikul beban struktur, sehingga pondasi mengalami penurunan yang masih berada dalam batas toleransi.

Terzaghi [6], Taylor [7], Skempton [8] dan Meyerhof [9] mempresentasikan teori daya dukung tanah berdasarkan konsep metode kesetimbangan batas, selain uji sondir pada penelitian terdahulu terdapat metode lain untuk distribusi komposisi lapisan tanah secara vertikal, termasuk metode geolistrik. Metode geolistrik resistivitas merupakan metode yang mempelajari sifat resistivitas lapisan batuan di bawah permukaan bumi [10]. Prinsip operasinya adalah menginjeksikan arus listrik ke dalam tanah dan mengukur beda potensial untuk menentukan nilai resistivitas di bawah titik pengukuran [11], dimana metode ini dapat memberikan informasi tentang diskontinuitas lapisan tanah bawah tanah dengan injeksi arus listrik untuk mendapatkan nilai resistivitas dari hasil inversi dapat memodelkan kondisi bawah permukaan yang berkorelasi dengan data survei.

2. Metode

Penelitian ini dilakukan di lokasi perencanaan Gedung Aula Kampus Unsulbar Kab. Majene Propinsi Sulawesi Barat, secara geografis terletak pada koordinat $3^{\circ}52'97.56''$ LS dan $118^{\circ}98'49.50''$ BT $3052'97.56''$. Penelitian ini menggunakan data sekunder uji sondir sebanyak 3 titik uji sondir dan data resistivitas dari pengukuran geolistrik menggunakan metode Wenner-Schlumberger.

Data sondir

Tes sondir dilaksanakan untuk mengetahui perlawanan penetrasi konus dan hambatan lekat tanah. Perlawanan penetrasi konus adalah perlawanan tanah terhadap ujung konus yang dinyatakan dalam gaya persatuan luas. Hambatan lekat adalah perlawanan geser tanah terhadap selubung bikonus dalam gaya persatuan luas. Kapasitas, alat sondir dapat dibedakan menjadi 2 jenis, yaitu sondir ringan (2 ton) dan sondir berat (10 ton) (Muka, 2020). Hasil uji sondir di lapangan didapatkan nilai C_w (pembacaan manometer untuk nilai perlawanan konus) dan T_w (pembacaan manometer untuk nilai perlawanan konus dan geser). Untuk mendapatkan nilai K_w : selisih dengan; q_c : perlawanan konus; f_s : perlawanan geser lokal; R_f : angka banding geser; T_f : geseran total.

Data resistivitas

Pengolahan data dilakukan dengan cara mengolah hasil pengukuran di lapangan sehingga didapatkan nilai resistivitas semu. Nilai resistivitas semu dapat dihitung dengan persamaan:

$$\rho = k \frac{V}{I} \quad (1)$$

k adalah faktor geometrik yang tergantung pada jenis konfigurasi yang digunakan. Faktor geometrik untuk konfigurasi wenner-schlumberger menggunakan persamaan:

$$k = \pi n(n + 1)a \quad (2)$$

Nilai resistivitas sebenarnya diperoleh dari hasil inversi menggunakan software Res2dinv yang menghasilkan penampang bawah permukaan 2D tiap lintasan, nilai resistivitas ini merupakan rentang nilai yang perlu diinterpretasikan berdasarkan data kenampakan batuan pada permukaan. Penentuan klasifikasi nilai resistivitas untuk analisa hasil geolistrik berdasarkan Telford (1990) pada Tabel. 1.

Tabel 1. Nilai resistivitas material bumi (Telford. 1990)

| No | Material | Resistivitas (ohm.m) |
|----|----------------|----------------------|
| 1 | Udara | 0 |
| 2 | Pasir | 1-1000 |
| 3 | Lempung | 1-100 |
| 4 | Air tanah | 0.5-300 |
| 5 | Air Asin | 0.2 |
| 6 | Kerikil Kering | 600-10000 |
| 7 | Aluvium | 10-800 |
| 8 | Kerikil | 100-600 |

3. Hasil dan Pembahasan

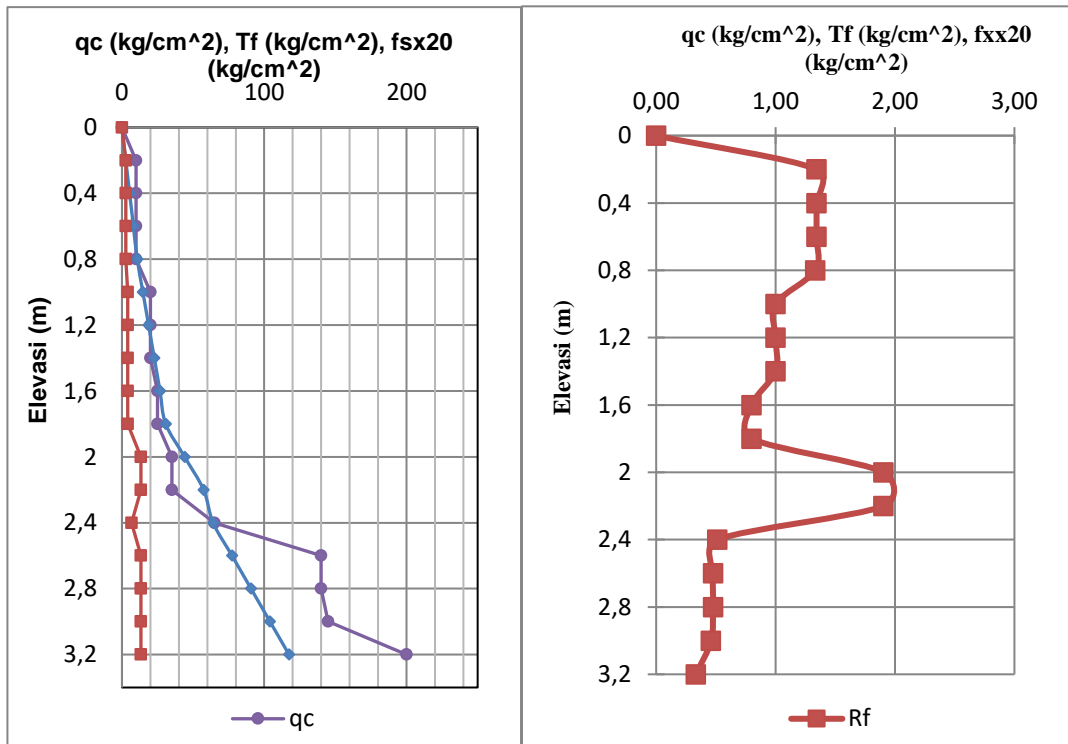
Data Sondir

Uji sondir dilakukan pada 3 titik di sekitar perencanaan Gedung Aula Unsulbar menggunakan kapasitas maksimum sondir 5 ton, penyondiran dilakukan hingga mendapatkan tanah keras dengan nilai $q_c > 150$ Kg/cm². Hasil penyelidikan sondir pada titik 1, mencapai kedalaman 7.40 m yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi data uji sondir titik 1

| H (m) | Cw (kg/cm ²) | Tw (kg/cm ²) | Kw (kg/cm ²) | qc (kg/cm ²) | fs (kg/cm ²) | fsx20cm (kg/cm ²) | Tf (kg/cm ²) | Rf (%) | HP | JHP |
|-------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|--------|-------|--------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0,2 | 10 | 12 | 2 | 10 | 0,13 | 2,67 | 2,67 | 133,3 | 4 | 4 |
| 0,4 | 10 | 12 | 2 | 10 | 0,13 | 2,67 | 5,33 | 133,3 | 4 | 8 |
| 0,6 | 10 | 12 | 2 | 10 | 0,13 | 2,67 | 8 | 133,3 | 4 | 12 |
| 0,8 | 10 | 12 | 2 | 10 | 0,13 | 2,67 | 10,67 | 1,33 | 4 | 16 |
| 1,0 | 20 | 23 | 3 | 20 | 0,2 | 4 | 14,67 | 1 | 6 | 22 |
| 1,2 | 20 | 23 | 3 | 20 | 0,2 | 4 | 18,67 | 1 | 6 | 28 |
| 1,4 | 20 | 23 | 3 | 20 | 0,2 | 4 | 22,67 | 1 | 6 | 34 |
| 1,6 | 25 | 28 | 3 | 25 | 0,2 | 4 | 26,67 | 0,8 | 6 | 40 |
| 1,8 | 25 | 28 | 3 | 25 | 0,2 | 4 | 30,67 | 0,8 | 6 | 46 |
| 2 | 35 | 45 | 10 | 35 | 0,67 | 13,33 | 44 | 1,9 | 20 | 66 |
| 2,2 | 35 | 45 | 10 | 35 | 0,67 | 13,33 | 57,33 | 1,9 | 20 | 86 |
| 2,4 | 65 | 70 | 5 | 65 | 0,33 | 6,67 | 64,00 | 0,51 | 10 | 96 |
| 2,6 | 140 | 150 | 10 | 140 | 0,67 | 13,33 | 77,33 | 0,48 | 20 | 116 |
| 2,8 | 140 | 150 | 10 | 140 | 0,67 | 13,33 | 90,67 | 0,48 | 20 | 136 |
| 3 | 145 | 155 | 10 | 145 | 0,67 | 13,33 | 104,00 | 0,46 | 20 | 156 |
| 3,2 | 200 | 210 | 10 | 200 | 0,67 | 13,33 | 117,33 | 0,33 | 20,00 | 176,00 |

Berdasarkan tabel.2, hubungan perlawanan konus (q_c) terhadap kedalaman ditunjukkan pada gambar 1, dimana nilai q_c merupakan hasil dari pembacaan manometer dan geseran totalnya.



Gambar 1. Grafik sondir titik 1 (S1)

Hasil uji sondir pada lokasi penelitian menunjukkan bahwa kedalaman tanah keras pada titik uji 1 berhenti kedalaman 3.20 m dengan nilai qc sebesar 200 kg/cm², titik uji 2 berhenti pada kedalaman 3.60 m dengan nilai qc sebesar 250 kg/cm² dan pada titik uji 3 berhenti hingga kedalaman 5.80 m dengan nilai qc sebesar 250 kg/cm².

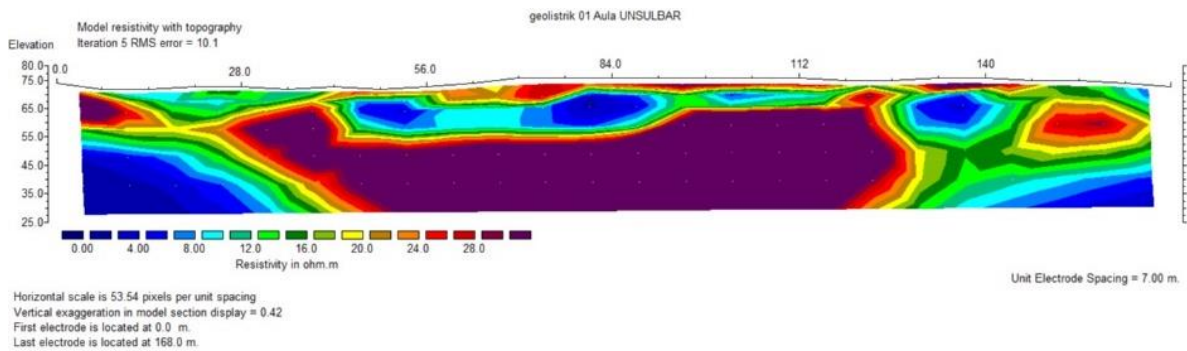
Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Uji Sondir

| No. | Titik sondir | Kedalaman (m) | Tahanan Konus (qc) (kg/cm ²) | Tahanan Lekat (tf) (kg/cm ²) | Muka Air Tanah |
|-----|--------------|---------------|--|--|----------------|
| 1 | 1 (S1) | 3.20 m | 200 kg/cm ² | 117.33 kg/cm ² | - |
| 2 | 2 (S2) | 3.60 m | 250 kg/cm ² | 136.08 kg/cm ² | - |
| 3 | 3 (S3) | 5.80 m | 250 kg/cm ² | 201.39 kg/cm ² | - |

Data Resistivitas

Lintasan 1

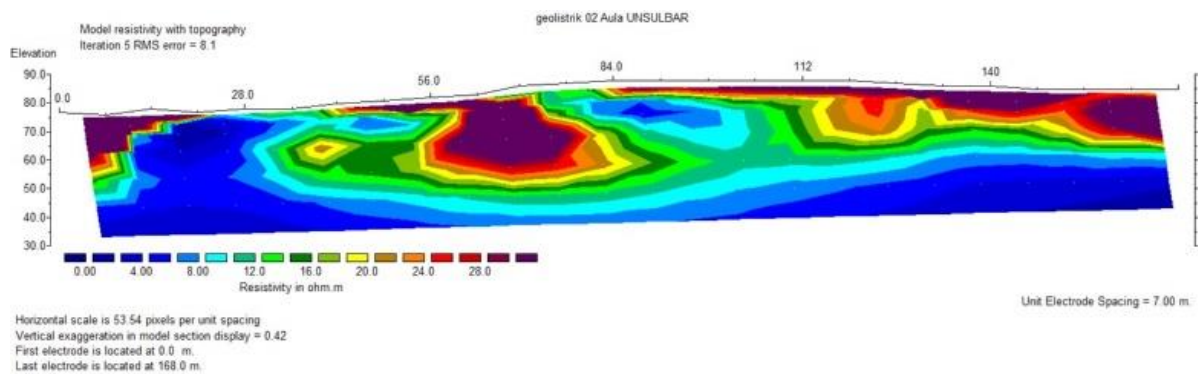
Pada lintasan 1 terdeteksi nilai resistivitas 0 – 28,0 Ohm.m yang merupakan nilai resistivitas rendah. Pada posisi elektroda ke 7 sampai elektroda ke 18 pada kedalaman sekitar 5 m dan pada spot tertentu hingga kedalaman 50 m ditunjukkan dengan gradiasi warna biru hingga hijau merupakan zona anomali dengan nilai resistivitas yaitu 4 ohm.m – 16 ohm.m yang di identifikasikan sebagai bidang lemah yang kemungkinan terisi air atau zona akuifer. Hasil inversi pada lintasan 1 juga terdapat nilai resistivitas tinggi yang menyebar pada elektroda ke- 5 sampai elektroda ke 20 dengan nilai mencapai > 28,0 ohm.m ditunjukkan dengan gradiasi merah hingga ungu pada penampang yang di identifikasikan sebagai bidang padat atau batuan *massif* dari kedalaman 5 m hingga kedalaman 50 m dibawah permukaan.



Gambar 2. Penampang hasil pengukuran geolistrik 1 gedung aula unsulbar

Lintasan 2

Pada lintasan 2 terdeteksi nilai resistivitas 0 – 28,0 Ohm.m sebagai zona nilai resistivitas rendah menyebar sepanjang lintasan 2 hingga kedalaman 40 m dibawah permukaan bumi. Perolehan nilai resistivitas yang mengidentifikasi sebagai zona basah atau bidang lemah berada sepanjang lintasan geolistrik ditunjukkan dengan gradasi warna biru hingga hijau. Sedangkan, Nilai resistivitas yang mengidentifikasi batuan padat terletak pada spot tertentu pada elektroda 1 sampai 4, elektroda 7 sampai 11, elektroda 13 sampai 23 hingga kedalaman 20 m bawah permukaan bumi dengan nilai resistivitas >28 ohm,m.



Gambar 3. Penampang hasil pengukuran geolistrik 2 Gedung Aula Unsulbar

4. Kesimpulan

Korelasi hasil sondir dan nilai resistivitas terlihat dari nilai tekanan konus yang berhubungan dengan level kekerasan tanah, dimana pada hasil 3 titik lokasi sondir menunjukkan nilai $q_c > 100 \text{ kg/cm}^2$ pada kedalaman lebih dari 3 m yang menunjukkan level kekerasan tanah padat hal ini sesuai dengan hasil penampang geolistrik juga memperlihatkan dominasi bidang lemah pada permukaan dan nilai resistivitas tinggi lebih >28 ohm terdapat pada kedalaman lebih dari 5 m hingga 50 m yang mengidentifikasi sebagai tanah *massif*/padat.

5. Referensi

- [1] Hardiyatmo, H.C, “*Mekanika Tanah I*”, Gadjah Mada University Press, Yogyakarta, 2002.
- [2] Pratama, A. R., Respati, R., & Saputra, N. A., “*Analisis Daya Dukung Tanah Pondasi Dalam Berdasarkan Data Lapangan Di Desa Baringin Kota Palangka Raya: Analysis Of The Carrying Capacity Of Deep Foundation Soil Based On Field Result In Baringin Village, Palangka Raya City*”. *Media Ilmiah Teknik Sipil*, 9(1), 70-77, 2020.
- [3] Kusuma, W. B, “*Karakteristik Sifat Fisik dan Daya Dukung Tanah Endapan Aluvium Daerah Caruban*”, *Jurnal Nasional Pengelolaan Energi MigasZoom*, 1(2), 15-27, 2019.
- [4] Asnur, H., & Fardela, R, “*Soil Investigation Berdasarkan Uji Sondir di Kecamatan Harau Kabupaten Lima Puluh Kota. Rang*”, *Teknik Journal*, 5(1), 69-76, 2022.

- [5] Istadi, B. P., Pramono, G. H., Sumintadireja, P., & Alam, S, “*Modeling study of growth and potential geohazard for LUSI mud volcano: East Java, Indonesia*”, *Marine and Petroleum Geology*, 26(9), 1724-1739, 2009.
- [6] Terzaghi, K, “*Liner-plate tunnels on the Chicago (II) subway*”, *Transactions of the American Society of Civil Engineers*, 108(1), 970-1007, 1943.
- [7] Taylor, D. W, “*Fundamentals of soil mechanics*”, LWW, Vol. 66, No. 2, p. 161, 1948.
- [8] Skempton, A. W, “*The bearing capacity of clays*”, *Selected papers on soil mechanics*, 50-59. 1951.
- [9] Mayerhof, G.G, “*Shallow Foundation*”, *Journal of The Soil Mechanics and Foundations Division. ASCE*. Vol 91. No.SM2. pp 21-31, 1965.
- [10] Bundang, S, “*Analisis Daya Dukung Tanah Berdasarkan Data Mekanika Tanah Dan Geofisika Untuk Pengembangan Area Pemukiman Di Desa Watang Pulu, Kecamatan Suppa, Kabupaten Pinrang*” . Tesis, Universitas Hasanuddin, 2020.
- [11] Hendrajaya, L., & Arif, I, “*Modul Praktikum Geolistrik Tahanan Jenis*”, Bandung: Laboratorium Fisika Bumi Jurusan Fisika FMIPA Institut Teknologi Bandung, 1990.