

PENENTUAN RESISTIVITAS LISTRIK MORTAR MENGUNAKAN METODE PROBE DUA ELEKTRODA

Ardian Putra dan Pipi Deswita

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
FMIPA Universitas Andalas, Kampus Unand Limau Manis, 25163, Padang
e-mail : ardhee@fmipa.unand.ac.id

ABSTRAK

Penentuan resistivitas listrik campuran semen dan pasir dengan perbandingan antara air dan semen (rasio w/c) 0,45, 0,5 dan 0,55 diukur menggunakan metode probe dua elektroda. Campuran merupakan komposisi material dengan massa semen 200 g dan variasi massa pasir 100 g, 150 g, 200 g, 250 g dan 300 g. Campuran dibentuk dalam sebuah pipa berdiameter 5,66 cm dan tinggi 9,80 cm, dan diuji menggunakan elektroda tembaga. Kenaikan massa pasir dan peningkatan rasio w/c mengakibatkan kenaikan resistivitas listrik.

Keywords: probe dua elektroda, rasio w/c, resistivitas listrik

1. PENDAHULUAN

Mortar merupakan campuran dari semen, pasir agregat halus dan air. Mortar digunakan untuk bahan bangunan seperti pengikat antar batu bata dalam pembuatan dinding dan plesteran dinding. Semakin meluasnya penggunaan mortar dan makin meningkatnya skala pembangunan menunjukkan juga semakin banyak kebutuhan mortar di masa yang akan datang, sehingga mempengaruhi perkembangan teknologi mortar dimana akan menuntut inovasi-inovasi baru mengenai mortar itu sendiri. Uji resistivitas dapat dimanfaatkan sebagai salah satu parameter yang digunakan untuk menganalisis seberapa cepat peluang terjadinya korosi pada campuran semen seperti mortar atau beton (Wirawan, 2009).

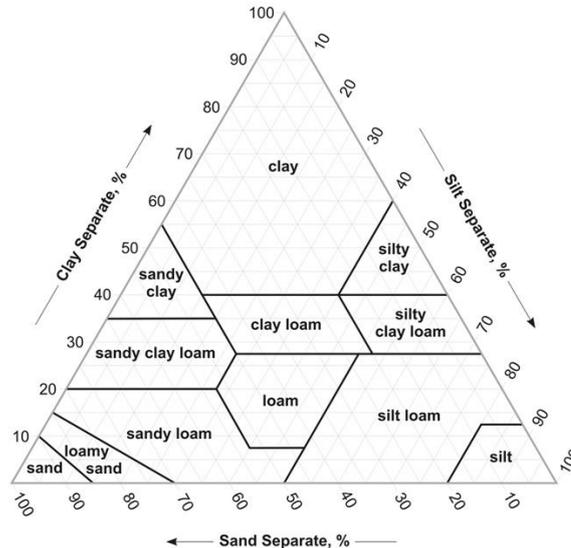
Samouelian (2005) menjelaskan prinsip dan teori dasar metode survei resistivitas tanah, variasi resistivitas listrik dalam fungsi dari properti tanah, piranti-piranti listrik untuk survei satu, dua, dan tiga dimensi, interpretasi data serta kelebihan dan keterbatasan metode survei resistivitas tanah. Pada salah satu penelitiannya yang membahas tentang variasi resistivitas listrik dalam fungsi dari properti-properti tanah menyatakan bahwa nilai resistivitas turun seiring dengan naiknya kandungan air, konduktivitas air dan naiknya temperatur.

Sementara itu, Liu (2008) melakukan uji resistivitas pada campuran tanah-semen menggunakan metode probe dua elektroda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa resistivitas listrik tanah-semen meningkat seiring meningkatnya rasio campuran semen dan waktu, sementara resistivitas listrik justru menurun dengan meningkatnya kandungan air, derajat kejenuhan, dan rasio air semen.

Tanah merupakan lapisan pada bumi yang mengandung mineral dengan ketebalan bervariasi. Tanah berbeda dengan bahan induknya dalam karakteristik morfologi, fisika, kimia, dan mineralogi. Hal ini disebabkan karena tanah terbentuk dari partikel dari batuan yang pecah dan berubah oleh proses kimia di lingkungannya yang mencakup perubahan cuaca dan erosi dan interaksi yang terjadi antara litosfer, hidrosfer, atmosfer, dan biosfer.

Tekstur tanah mengacu pada komposisi pasir (*sand*), lanau (*silt*), dan lempung (*clay*). Kandungan tanah mempengaruhi perilaku tanah, termasuk kemampuan menyimpan zat

gizi dan air. Pasir dan silt merupakan hasil dari perubahan oleh cuaca secara fisika sementara lempung adalah hasil dari perubahan oleh cuaca secara kimia (Brown, 2003). Tanah dengan kandungan lempung yang banyak dapat menahan angin dan erosi air lebih baik dari pada tanah dengan kandungan pasir atau silt yang lebih banyak karena partikel-partikel pada lempung terikat lebih kuat satu sama lain. Berbagai macam tanah dengan komposisi pasir, silt, dan lempungnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Segitiga tekstur tanah (sumber: <http://soils.usda.gov>)

Proses terbentuknya tanah dan bahan serta mineral yang dikandung tanah menyebabkan tanah pun memiliki hambatan jika dialiri arus listrik. Nilai resistivitas tanah umumnya berkisar antara $2 \Omega\text{m}$ sampai $1000 \Omega\text{m}$, meskipun beberapa macam tanah memiliki nilai-nilai resistivitas yang ekstrim.

Pasir adalah bahan butiran alami halus yang terdiri dari batuan dan mineral. Komposisi pasir sangat bervariasi, tergantung pada sumber-sumber lokal dan kondisi. Pasir merupakan agregat alami yang berasal dari letusan gunung berapi, sungai, dalam tanah dan pantai, oleh karena itu pasir dapat digolongkan dalam tiga macam yaitu pasir galian, pasir laut dan pasir sungai.

Semen hidrolik adalah material yang mengeras apabila dicampur dengan air dan setelah mengeras tidak mengalami perubahan kimia jika dikenai air. Semen yang dikenal sekarang ini, yang juga disebut sebagai semen Portland, terbuat dari campuran kalsium, silika, alumina dan oksida besi. Kalsium biasa didapat dari bahan-bahan berbasis kapur, seperti batu kapur, marmer, batu karang dan cangkang keong. Sedangkan silika, alumina dan zat besi dapat ditemukan pada lempung dan batuan serpih.

Saat diberikan beda potensial pada ujung-ujung suatu bahan, maka akan ada arus listrik yang mengalir di dalam bahan tersebut. Besarnya arus listrik yang mengalir tersebut tergantung pada suatu besaran yang disebut dengan resistansi listrik (R).

Resistansi adalah perbandingan antara tegangan yang diaplikasikan pada bahan (V) dengan aliran arus listrik yang dihasilkan (I) seperti pada Hukum Ohm yang ditunjukkan oleh Persamaan 1

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

dengan:

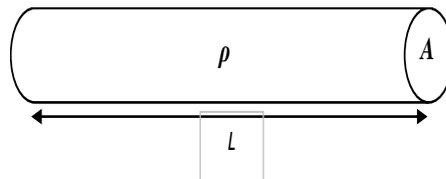
- V : beda potensial ujung-ujung konduktor (V)
 I : kuat arus yang mengalir pada konduktor (A)
 R : resistansi konduktor (Ω)

Resistansi suatu bahan tergantung kepada struktur atomik bahan tersebut atau resistivitasnya, yaitu suatu besaran yang menunjukkan kemampuan suatu bahan dalam menahan arus listrik. Resistivitas disimbolkan dengan ρ dan memiliki satuan Ωm . Resistivitas ρ suatu kawat silinder dengan panjang L dan luas penampang A yang terlihat seperti Gambar 2 dapat ditentukan oleh Persamaan 2.

$$\rho = \frac{R \cdot A}{L} \quad (2)$$

dengan:

- ρ : resistivitas bahan (Ωm)
 R : resistansi (Ω)
 A : luas penampang (m^2)
 L : panjang (m)



Gambar 2. Batang konduktor dengan panjang L , luas penampang A , dan resistivitas ρ

2. BAHAN DAN METODE

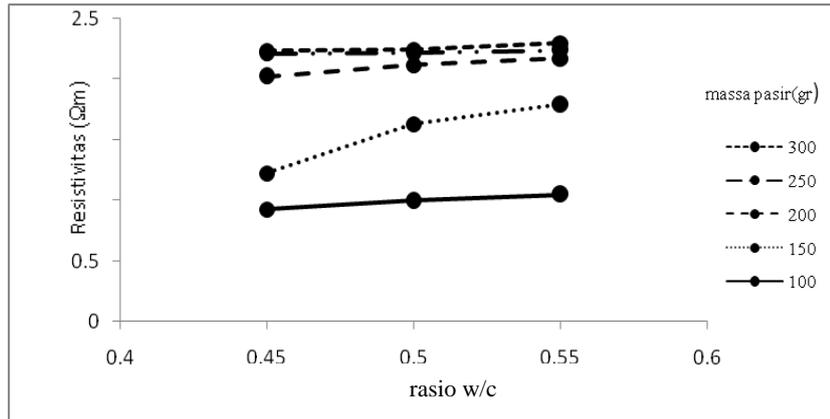
Nilai resistivitas diukur menggunakan metoda probe dua elektroda. Pengambilan data dilakukan setelah mortar berumur 28 hari. Pengujian mortar didasarkan pada ASTM C 39-86 dan ASTM G187-05. Skema rangkaian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rangkaian Pengukuran Resistivitas

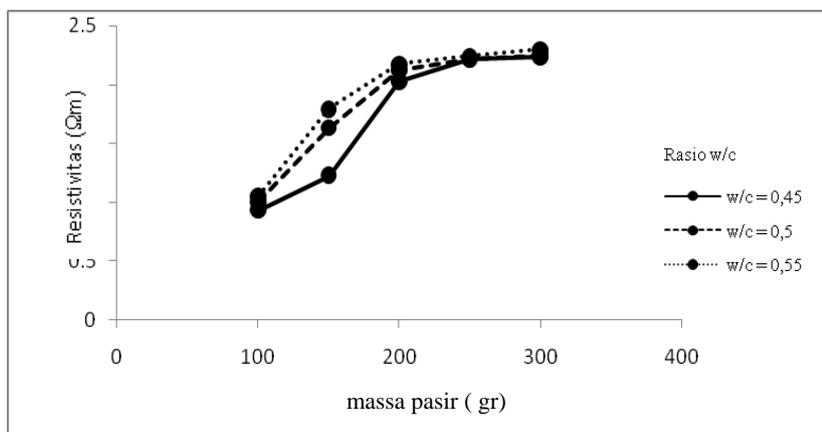
3. HASIL DAN DISKUSI

Tegangan diberikan pada sampel mortar yang dipasang pada rangkaian probe dua elektroda sehingga arus yang melewati mortar dapat dicatat. Pemberian tegangan dilakukan sebanyak sepuluh kali dengan variasi tegangan sebesar 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24, 27, 30 volt. Nilai resistivitas dapat dihitung setelah pengukuran tegangan dan arus dengan menggunakan Persamaan 2.



Gambar 4 Grafik hubungan resistivitas dengan variasi rasio w/c

Hubungan antara resistivitas terhadap rasio w/c pada berbagai massa pasir ditunjukkan pada Gambar 4. Berdasarkan Gambar 4, nilai resistivitas yang terkecil yaitu 0,928 Ωm dihasilkan oleh mortar dengan rasio w/c 0,45 pada massa pasir 100 g, sementara nilai resistivitas terbesar yaitu 2,298 Ωm dihasilkan oleh mortar dengan rasio w/c 0,55 pada massa pasir 300 g. Gambar 4 juga memperlihatkan bahwa kenaikan resistivitas tidak begitu besar untuk setiap kenaikan rasio w/c. Pada mortar yang bermassa pasir 100 g, nilai resistivitas dengan w/c 0,45 yaitu 0,928, pada w/c 0,50 yaitu 0,997, dan pada w/c 0,55 yaitu 1,047. Secara umum, kenaikan w/c setiap 0,05 memperlihatkan perbedaan nilai resistivitas 0,01 Ωm sampai 0,097 Ωm, kecuali untuk mortar yang bermassa 150 g, 0,161 Ωm. Dari seluruh data, hanya mortar bermassa 150 g yang memperlihatkan pola yang tidak sama kemungkinan disebabkan oleh pembuatan dan penuangan sampel ke dalam pipa yang tidak seragam.



Gambar 5 Grafik hubungan resistivitas dengan massa pasir

Berdasarkan Gambar 5, nilai resistivitas mortar naik dengan penambahan massa pasir. Penambahan massa pasir dengan rasio w/c yang sama memperlihatkan kecenderungan kenaikan nilai resistivitas yang semakin kecil. Pada sampel yang bermassa pasir lebih dari 200 g dengan rasio w/c berbeda, yaitu 0,45, 0,50, dan 0,55, nilai resistivitasnya cenderung menunjukkan nilai yang hampir sama dibandingkan dengan mortar dengan massa pasir yang kurang dari 200 g.

Dari kedua parameter pengujian, penambahan massa pasir dan kenaikan rasio w/c meningkatkan nilai resistivitas mortar. Nilai yang dihasilkan dari hasil pengujian resistivitas mortar berada dalam rentang 0,928-2,298 Ωm memperlihatkan nilai yang tidak berbeda dari material asalnya, yaitu pasir dengan resistivitas 1-1000 Ωm , dan semen dengan resistivitas 1-8 Ωm . Faktor rasio w/c yang tinggi dalam pembuatan mortar menyebabkan adanya kelebihan air dalam campuran mortar tersebut. Air ini berfungsi untuk mempermudah pencampuran tanah dan semen, tetapi untuk proses hidrasi hanya diperlukan air yang sangat sedikit, sehingga air yang berlebih akan menguap. Ketika air menguap dan keluar dari mortar maka akan timbul pori-pori yang saling berhubungan hingga mencapai permukaan (Nugraha, 2007). Dari teori dan data yang telah diplot ke dalam grafik, peningkatan rasio w/c dan massa pasir menyebabkan kenaikan resistivitas pada sampel mortar.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa nilai resistivitas akan semakin meningkat jika rasio w/c dan massa pasir meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Brown, R.B. (2003), *Soil Texture Fact Sheet SL-29*, University of Florida, Institute of Food and Agriculture Sciences.
2. Liu, S.Y. (2008), *Experimental Study on the Electrical Resistivity of Soil-Cement Admixture*, Environ Geol 54 : 1227-1233.
3. Nugraha, Paul dan Antoni, (2007), *Teknologi Beton dari Material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*, Penerbit Andi, Surabaya.
4. Samouelian A. (2005), *Electrical Resistivity Survey in Soil Sciences : Review*, Soil & Tillage Research 83 : 173-193
5. Wirawan (2009), *Studi Eksperimental Korosi Baja Tulangan Menggunakan Metode Dipercepat Pada Beton Dengan Variasi Fly Ash Di Lingkungan Klorida*, Tesis Teknik Mesin, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Suarabaya.
6. <http://soils.usda.gov/education/resources/lessons/texture/>