

## RANCANG BANGUN ALAT UKUR KADAR AIR AGREGAT HALUS DALAM PENGUJIAN MATERIAL DASAR BETON BERBASIS MIKROKONTROLER ATmega8535 DENGAN METODE RESISTIF

**Festi Utami, Wildian**

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas  
Kampus Unand, Limau Manis, Padang, 25163  
e-mail: festi\_utami@rocketmail.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan rancang-bangun sistem alat ukur kadar air agregat halus berbasis mikrokontroler ATmega8535 dalam pengujian material dasar beton menggunakan metode resistif. Selama ini, penentuan kadar air tersebut dilakukan secara manual yaitu dengan cara menimbang berat awal dan berat akhir agregat. Selisih kedua berat tersebut dibagi dengan berat akhir, hasilnya dikali 100% untuk mendapatkan kadar air agregat. Berat awal agregat adalah berat sebelum agregat dikeringkan, dan berat akhir adalah berat pada saat agregat tidak mengandung air. Agregat kering (kondisi akhir agregat) didapatkan dengan cara memanaskan agregat di dalam oven dengan temperatur  $100^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ . Agregat halus ditempatkan di dalam sebuah kotak dengan ukuran  $10 \times 10 \times 5 \text{ cm}^3$ , dimana kedua sisi bagian dalam kotak adalah material konduktor yang terbuat dari logam (plat PCB). Berdasarkan pengujian awal, resistansi agregat bervariasi terhadap kadar airnya. Berdasarkan hasil ini, perubahan resistansi dikonversi menjadi perubahan tegangan menggunakan rangkaian pembagi tegangan. Keluaran rangkaian ini kemudian dikondisikan agar bisa diproses oleh mikrokontroler ATmega8535. Berat sampel yang digunakan adalah 500 g, dan variasi waktu pemanasan sampel adalah 15 jam, 18 jam, 21 jam, 24 jam dan 27 jam. Pengujian akhir menunjukkan bahwa alat yang dirancang ini dapat digunakan untuk mengukur kadar air agregat halus. Alat ini mempunyai sensitivitas 4,6 V/% kadar air, akurasi sebesar 93%, dan kesalahan sebesar 5,1%.

Kata kunci: kadar air, agregat halus, metode resistif, ATmega 8535, beton.

### ABSTRACT

*A design of an instrument based on microcontroller ATmega8535 for measuring the fine aggregate water content in the testing of concrete basic material using resistive method has been done. During the time, the water content of an aggregate was determined manually by weighing the initial and the final weight of the aggregate. The difference of these two weights is then divided by the final weight, and the result is multiplied by 100% to get the percentage of the water content of the aggregate. The initial weight of aggregate is the weight before the aggregate is dried, and the final weight of aggregate is the weight where the aggregate contains no water. The dried aggregate (the final condition of the aggregate) was obtained by heating the initial aggregate in an oven at the temperature of  $100^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ . The fine aggregate was placed in a box of  $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 5 \text{ cm}$ , where the two internal sides of the box are conductor materials made of copper (i.e. the plat of printed circuit board, PCB). According to the initial testing, the resistance of the aggregate in the box varies proportionally with its water content. Based on this result, the change of the resistance was converted to voltage using a voltage divider circuit. The output of this circuit was then conditioned to be processed by microcontroller ATmega8535. The weight of the sample used in this research was 500 g, and the time heating of the sample is varied for 15 hours, 18 hours, 21 hours, 24 hours, 27 hours. The final test showed that this designed instrument can be used to measure the water content of a fine aggregate. This instrument has the sensitivity of 4.6 V/% water content, the accuracy of 93%, and the error of 5.1%.*

*Keywords : water content, fine aggregate, resistive method, ATmega8535, concrete*

### I. PENDAHULUAN

Kadar air merupakan salah satu faktor penting yang perlu diperhitungkan ketika orang akan menggunakan material-material untuk konstruksi bangunan seperti tanah, kayu/papan, dan agregat. Agregat lazim digunakan di bidang teknik sipil sebagai bahan utama untuk konstruksi jalan, adukan beton, pondasi bantalan jalan kereta api, dan lain-lain (Sulfanita, 2010). Dalam pembuatan beton, agregat menempati porsi 60% - 70% dari total volume beton. Oleh sebab itu,

kualitas agregat sangat menentukan kualitas beton yang dihasilkan (Nugraha dan Antoni, 2007). Agregat yang banyak digunakan dalam pembuatan beton adalah pasir dan kerikil alam. Hal ini mudah dipahami mengingat pasir dan kerikil alam lebih ekonomis dan tersedia dalam jumlah yang besar terutama di daerah aliran sungai. Selain itu, sungai masih merupakan deposit yang paling umum dan memenuhi syarat karena deposit ini mempunyai gradasi yang konsisten sebagai hasil dari daya seleksi sungai (Murdock dan Brook, 1986).

Dalam proses pembuatan beton selalu diperlukan pengujian terhadap material-material pengisinya, seperti antara lain semen, agregat halus, dan agregat kasar. Untuk agregat halus, ada beberapa macam pengujian atau pengukuran yang lazim dilakukan seperti antara lain: analisis saringan, berat jenis, penyerapan air, kadar air, kadar lumpur, dan kadar bahan organik agregat. Pengujian-pengujian ini dilakukan untuk mendapatkan material agregat halus yang berkualitas baik untuk kemudian dapat dihasilkan beton dengan kualitas yang baik pula.

Penentuan atau pengujian kadar air agregat dengan metode ini dianggap memakan waktu yang relatif lama dan kurang praktis untuk diterapkan langsung di lapangan (Sugiharto dan Kusumo, 2000). Oleh sebab itu perlu dirancang suatu alat ukur kadar air agregat halus yang dapat dioperasikan secara mudah dan praktis, serta cepat dalam menampilkan hasil pengukurannya.

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama di bidang elektronika dan instrumentasi, pada prinsipnya dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut, yaitu dengan membuat alat ukur kadar air yang bekerja secara elektronik. Berdasarkan penelitian awal yang penulis lakukan, kadar air agregat halus ini dapat diukur dengan menggunakan sistem sensor pembagi tegangan yang bekerja berdasarkan metode resistif dengan judul "Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Air Agregat Halus Dalam Pengujian Material Dasar Beton Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Metode Resistif". Dalam penelitian ini perubahan resistansi akan diubah menjadi perubahan tegangan yang selanjutnya dikondisikan sehingga dapat diolah lebih lanjut oleh mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan pada penampil (LCD) dalam bentuk nilai persen kadar air.

## II. METODE

### 2.1 Tata Laksana Penelitian

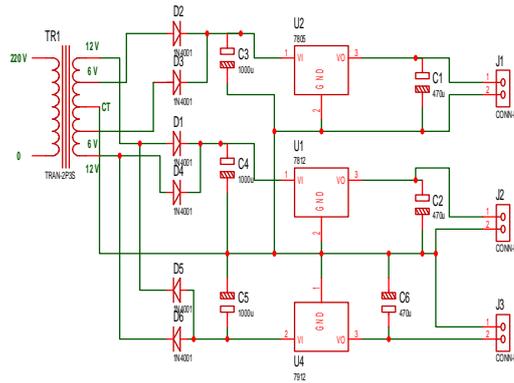
Dalam penelitian ini ada beberapa langkah yang dilakukan sehingga sistem instrumen yang dibuat berjalan sebagai mana yang diinginkan yaitu: studi literatur, survei sampel ke Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Teknik Sipil, pembuatan catu daya DC 5 V, 12 V dan -12 V, pengujian awal kadar air agregat halus (pasir) dengan metode resistif, pembuatan rangkaian secara permanen, pengujian kadar air agregat halus (pasir) sebagai data masukan untuk mikrokontroler ATmega 8535, pembuatan program dengan menggunakan bahasa BASCOM-AVR, pengujian akhir alat ukur secara keseluruhan, pengujian kadar air agregat halus (pasir) pada alat dan pengujian kadar air agregat halus (pasir) secara teori dan membandingkan nilai keluaran kadar air pada alat dengan nilai kadar air secara teori.

### 2.2 Rancang-bangun Alat

Penelitian ini dengan menggunakan metode perancangan perangkat keras (*hardware*) catu daya DC 5 V, 12 V, -12 V dan rangkaian minimum dengan menggunakan Mikrokontroler ATmega8535, pengujian kadar air agregat halus (pasir) dengan menggunakan metode resistif dan perancangan perangkat lunak (*software*) dengan bahasa pemrograman bahasa BASCOM-AVR.

### 2.3 Perancangan Rangkaian Catu Daya DC 5 V, 12 V dan -12 V

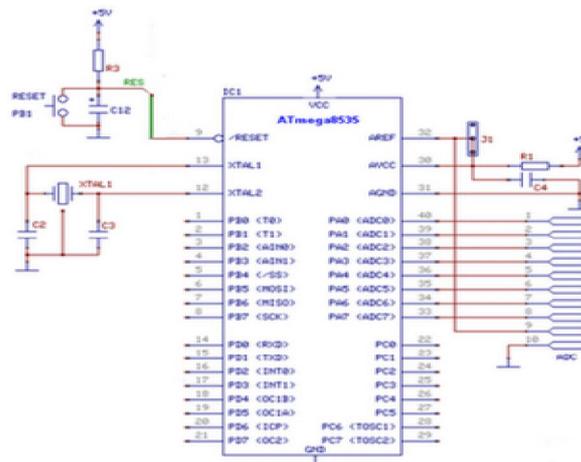
Catu daya berfungsi sebagai sumber arus dc untuk menjalankan rangkaian sensor, pemroses pada mikrokontroler dan penampil (LCD) yang masing-masing memerlukan tegangan 5 V, 12 V, dan -12 V. Dalam pembuatan catu daya, komponen yang digunakan di antaranya : kapasitor 1000  $\mu$ F 25 V 3 buah, kapasitor 470 $\mu$ F 25 V 3 buah, IC regulator LM 7805 1 buah, IC regulator LM 7812 1 buah, IC regulator LM 7912 1 buah, whitehousing 2 pin 3 buah, heatsinc 3 buah, dioda 1 A 6 buah dan Trafo 1 buah, seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Rangkaian catu daya

2.4 Perancangan Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535

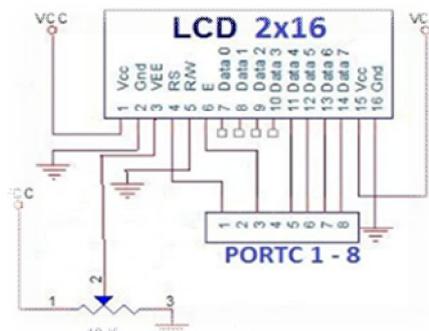
Untuk membuat rangkaian sistem minimum ATmega8535 diperlukan beberapa komponen yaitu: mikrokontroler ATmega8535 1 buah, white housing 5 pin 1 buah, White housing 2 pin 3 buah, white housing 1 pin 1 buah, socket 40 pin 1 buah, kapasitor 22 pF 2 buah, kristal 12 MHz 1 buah, pin head betina 16 pin 1 buah, seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535

2.5 Perancangan Rangkaian sistem minimum penampil (LCD) 2 x 16 karakter

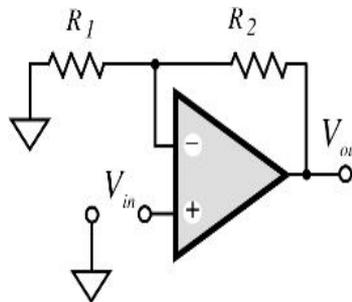
Untuk rangkaian ini tidak ada komponen tambahan karena mikrokontroler dapat memberi data langsung ke LCD, pada LCD Hitachi - M1632 sudah terdapat driver untuk mengubah data ASCII output mikrokontroler menjadi tampilan karakter. Hubungan LCD dengan mikrokontroler ATmega8535 dilakukan melalui semua port, pada rangkaian ini yang digunakan adalah port C. Rangkaian sistem minimum dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Rangkaian sistem minimum LCD 2x16 karakter

2.6 Perancangan Sistem Minimum Penguat *Non-Inverting*

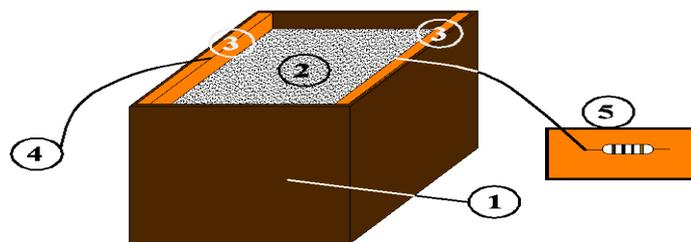
Sinyal yang dihasilkan sensor dengan metode resistif masih kecil akibat medan magnetik yang ditimbulkan oleh arus yang mengalir pada kawat atau jalur PCB. Oleh sebab itu sinyal ini perlu dikuatkan (*amplify*) terlebih dahulu dengan menggunakan suatu penguat *non-inverting* agar sinyal yang diperoleh lebih besar, penguat *non-inverting* seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Rangkaian penguat *non-inverting*

2.7 Metode Resistif

Metode resistif yang digunakan pada penelitian ini adalah rangkaian pembagi tegangan. Pada rangkaian pembagi tegangan  $R_2$  akan diganti dengan agregat halus (pasir), yang mana jika  $R_2$  diganti dengan pasir maka tegangan akan bertambah dengan bertambahnya kadar air pasir, sedangkan pada  $R_1$  diganti dengan resistor 100 k $\Omega$ . Pada metode resistif ini digunakan dua buah plat sejajar yang ditempelkan pada kotak akrilik, dibagian tengah plat sejajar akan diisi sampel agregat halus (pasir), kemudian kotak akrilik dihubungkan dengan rangkaian pembagi tegangan dan diukur tegangannya dengan catu daya DC 5 V sehingga akan terbaca tegangan keluarannya pada multimeter. Metode resistif ini akan berubah tegangannya tergantung kadar air agregat halus (pasir). Metode resistif yang telah dirancang seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Rancangan sensor dengan metode resistif (1) Kotak akrilik, (2) Agregat halus (pasir), (3) PCB, (4) Kabel konduktor, dan (5) Rangkain pembagi tegangan

2.8 Pengujian Alat Ukur

Pada tahap awal, alat diuji secara parsial (perblok rangkaian). Setelah itu, alat diuji secara keseluruhan, kemudian ditimbang berat basah agregat halus ( $W_1$ ) kemudian dikeringkan dalam tungku dengan suhu  $100^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  sampai beratnya konstan (biasanya selama 16 jam hingga 24 jam), kemudian ditimbang berat keringnya ( $W_2$ ), maka diperoleh (KA) kadar airnya dapat dilihat pada Persamaan 1 (Mulyono, 2004).

$$KA = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\% \tag{1}$$

Prinsip kerja alat ini, besarnya kadar air pada agregat halus (pasir) yang diukur berbanding terbalik dengan resistansi yang diukur. Dalam pengujian ini dilihat perbandingan kadar air dengan perhitungan (ASTM C-566-97-2004) yang dilakukan di Laboratorium Material dan Struktur Jurusan Teknik Sipil, dengan tegangan keluaran sensor menggunakan metode resistif yang kemudian perubahan resistansi akan diubah menjadi perubahan tegangan yang selanjutnya dikondisikan dengan penguat *non-inverting* sehingga dapat diolah lebih lanjut

oleh mikrokontroler dan hasilnya ditampilkan pada penampil (LCD) dalam bentuk nilai persen kadar air. Sebelum memperoleh kadar air yang akan ditampilkan pada LCD dilakukan penentuan hubungan kadar air agregat halus dan tegangan keluaran sensor yang kemudian akan didapat persamaan regresi linier yang akan dimasukkan kedalam mikrokontroler ATmega8535 dan selanjutnya diolah dengan bahasa BASCOM-AVR, kemudian dibandingkan hasil kadar air pada alat ukur dengan perhitungan kadar air secara teori (ASTM C-566-97-2004). Teknik analisis data yang dilakukan adalah secara grafik dan secara statistik. Analisis data hasil pengukuran merupakan proses untuk mengetahui tingkat ketepatan dan ketelitian dari suatu sistem pengukuran. Ketepatan (accuracy) merupakan tingkat kesesuaian atau dekatnya suatu hasil pengukuran terhadap harga sebenarnya dapat dilihat pada Persamaan 2. Ketepatan dari sistem dapat ditentukan dari persentase kesalahan antara nilai sebenarnya dengan nilai yang terbaca pada alat ukur dapat dilihat pada Persamaan 3 (Ningsih, 2008).

$$e_n = \frac{Y_n - X_n}{Y_n} \times 100\% \tag{2}$$

$$A_n = 1 - \left[ \frac{Y_n - X_n}{X_n} \right] \times 100\% \tag{3}$$

dengan  $e_n$  adalah persen kesalahan,  $A_n$  adalah persen ketepatan,  $Y_n$  adalah nilai sebenarnya atau data sebenarnya yang didapat dari teori dan  $X_n$  adalah nilai yang didapat dari alat ukur.

**III. HASIL DAN DISKUSI**

Karakterisasi sistem sensor diperlukan untuk mengetahui karakter dan perilaku dari sistem sensor yang akan digunakan dalam penelitian. Sebelum sensor di karakterisasi perlu di ukur resistansi pada kotak sensor yaitu 102 kΩ, kotak sensor yang digunakan dengan volume 10 x 10 x 5 cm<sup>3</sup>, dengan resistansi pada rangkaian pembagi tegangan yang digunakan  $R_2 = 9,7 \text{ k}\Omega$ ,  $V_s = 5 \text{ V}$  dan  $I = 0,2 \text{ mA}$ . Dalam penelitian ini dilakukan pengkarakteran sensor dengan menggunakan rangkaian pembagi tegangan berdasarkan metode resistif. Pada metode resistif kadar air akan berubah apabila terjadi perubahan resistansi pada agregat halus (pasir). Pengkarakteran sensor resistif dilakukan dengan melihat pengaruh resistansi agregat halus (pasir) pada kondisi awal (saat masih mengandung air) dan berat setelah dipanaskan dalam oven terhadap tegangan keluaran yang dihasilkan sensor.

Karakterisasi sensor pada penguatan non-inverting dilakukan dengan menimbang lima sampel dengan massa 500 g kemudian di oven dengan variasi waktu yang sama dengan karakterisasi pada variasi 15 jam, 18 jam, 21 jam, 24 jam dan 27 jam dilihat pada variasi berapa agregat halus (pasir) kondisi tetap atau konstan setelah diberi penguatan seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Penentuan hubungan kadar air agregat halus (pasir) 500 g dengan tegangan keluaran sensor dan kadar air secara teori

No	Waktu pengeringan, $t$ (jam)	Massa setelah di oven (g)	Tegangan keluaran sensor (V)	Kadar air secara teori KA (%)	Hambatan ( $R_I$ ) kΩ Ω
1	0	500	1,6	0,71	20,61
2	15	497,77	1,3	0,25	27,60
3	18	497,55	1,2	0,22	30,71
4	21	497,02	0,7	0,11	59,58
5	24	496,74	0,4	0,05	111,55
6	27	496,47	0,2	0	232,8

Pada Tabel 1 hasil tegangan keluaran sensor dan kadar air agregat halus (pasir) secara teori setelah diberi penguatan, tidak begitu besar dari tegangan yang sebelumnya karena tidak stabilnya sistem sensor yang dihubungkan dengan penguatan non-inverting. Sistem sensor yang digunakan tidak stabil saat dihubungkan ke penguat non-inverting, hal ini menjadi kendala dalam penelitian ini sehingga diperlukan pengondisi sinyal dengan rangkaian penyangga (*buffering*) untuk menstabilkan. Dalam penelitian ini rangkaian penyangga yang digunakan dengan IC 741 sebanyak 2 buah dihubungkan ke input sistem sensor dan penguat non-inverting, sehingga sistem sensor yang dihubungkan ke penguat non-inverting menjadi stabil. Tegangan keluaran sensor dibatasi dengan dioda zener 4,7 V sehingga tegangan yang keluar tidak lebih dari 4,7 V.

Alat ukur kadar air agregat halus (pasir) dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan persen kadar air agregat halus (pasir) pada alat ukur dengan kadar air secara teori. Pengujian hasil pembacaan sistem alat ukur ini dilakukan untuk melihat seberapa akuratnya pembacaan kadar air pada alat ukur dibandingkan dengan perhitungan kadar air secara teori seperti pada Gambar 6 dan hasil pengujian pembacaan sistem alat ukur dapat dilihat pada Tabel 2.



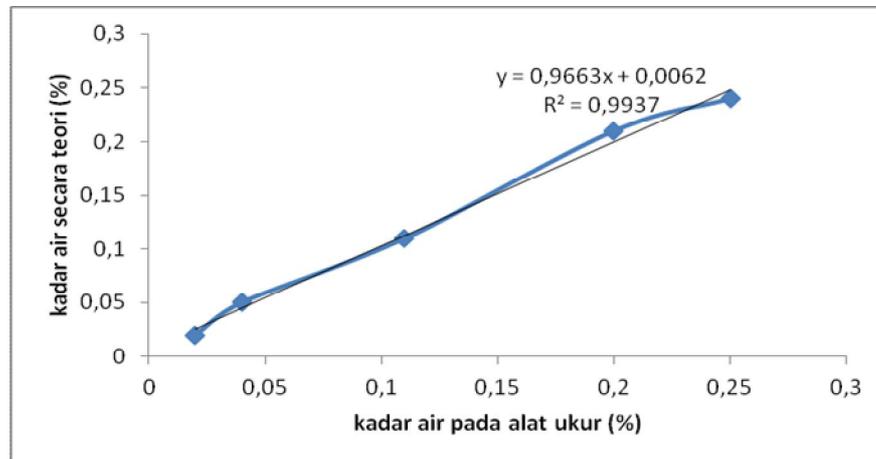
Gambar 6 Alat ukur kadar air agregat halus (pasir)

Tabel 2 Perbandingan pembacaan kadar air agregat halus (pasir) 500 g pada alat ukur dengan kadar air secara teori

No	Waktu pengeringan $t$ (jam)	Kadar air pada alat ukur $KA$ (%)	Kadar air secara teori $KA$ (%)	Persen kesalahan (%) $e_n$	Persen ketepatan (%) $A_n$
1	0	0,11	0,00	~	~
2	15	0,25	0,24	4,16	95,8
3	18	0,20	0,21	4,76	95,23
4	21	0,11	0,11	0	100
5	24	0,04	0,05	20	80
6	27	0,02	0	~	~
				$\bar{e} = 5,1$	$\bar{A} = 93$

Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa kadar air secara teori dan pada alat ukur sama pada waktu di oven 21 jam. Sistem alat ukur ini memiliki akurasi dan ketepatan yang sedikit berbeda dengan kadar air secara teori namun masih bisa digunakan sebagai alat ukur kadar air agregat

halus (pasir) dengan persen kesalahan rata-rata 5,1 % dengan menggunakan persamaan 2. Korelasi dan akurasi pembacaan alat ukur terhadap kadar air secara teori dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik perbandingan antara hasil pengukuran kadar air dan kadar air secara teori

Pada grafik terlihat bahwa pembacaan alat ukur dan perhitungan secara teori mempunyai korelasi yang cukup kuat dengan koefisien korelasi sebesar  $R^2 = 0,993$  ketepatan pengukuran sebesar 93 % dengan menggunakan Persamaan 3 sehingga dapat dikatakan alat ini cukup akurat untuk mengukur kadar air agregat halus (pasir) dalam pengujian dasar beton.

#### IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa : alat ukur kadar air agregat halus (pasir) dalam pengujian material dasar beton berbasis mikrokontroler ATmega8535 dengan menggunakan metode resistif serta LCD 2x16 karakter sebagai penampil data hasil pengukuran ini dapat digunakan untuk mengukur kadar air agregat halus (pasir), sensitivitas sistem sensor yang dirancang adalah 4,67 V/%, kadar air yang sesuai pada alat ukur dengan kadar air secara teori adalah pada waktu 21 jam, kesalahan rata-rata pada pembacaan alat ukur adalah sebesar 5,1 % dan ketepatan pengukuran pada pembacaan alat ukur adalah 93 %.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM C-566-97-2004 (Standard Test Method for Total by Drying , aggregate, drying, moisture content Evaporable Moisture Content of Aggregate).
- Mulyono. T, 2004, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Murdock LJ dan Brook KM, 1986, *Bahan dan Praktek Beton*, edisi ke empat, Penerbit Erlangga Jakarta.
- Nugraha dan Antoni, 2007, *Kondisi Agregat Terhadap Propertis Beton*, Teknik Sipil, Universitas Diponegoro, Diponegoro.
- Sugiharto dan Kusumo, 2000, *Pengukuran Kadar Air Agregat dan Beton Segar Dengan Menggunakan Microwave Oven*, Teknik Sipil , Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Sulfanita, A., 2010, *Pemanfaatan Material Sungai Karajae untuk Bahan Campuran Beton, Skripsi*, Teknik Sipil/Strata 1, Universitas Muhammadiyah Parepare, Parepare.