

Rancang Bangun Alat Ukur Kadar Air Agregat Halus Berbasis Mikrokontroler ATmega8535 dengan Metode Kapasitif untuk Pengujian Material Dasar Beton

Annisa Yuniasti*, Wildian, Rahmat Rasyid
Jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas, Padang
Kampus Unand Limau Manis, Pauh Padang 25163
*annisa.yuniasti@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan rancang-bangun alat ukur kadar air agregat halus dengan sensor kapasitif dan mikrokontroler ATmega8535. Sensor kapasitif dibuat dari kotak akrilik berukuran 10 cm x 5 cm x 10 cm yang pada kedua sisi dalamnya dipasang dua buah plat tembaga yang terhubung ke rangkaian *multivibrator*. Perubahan kapasitansi akibat perubahan kadar air diubah menjadi nilai frekuensi dan ditampilkan pada LCD. Perubahan frekuensi kemudian dideteksi dan digunakan untuk mengetahui kadar air agregat. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa alat yang dibuat dapat mengukur kadar air agregat dari 1% sampai 3% dengan rata-rata kesalahan sebesar 4,82%. Alat yang dibuat juga dilengkapi dengan alarm yang akan berbunyi jika kadar air agregat melebihi 3%.

Kata kunci: kadar air, mikrokontroler, sensor kapasitif.

ABSTRACT

An instrument for measuring fine aggregate water content using capacitive sensor and microcontroller ATmega8535 has been designed and implemented. The capacitive sensor is made from acrylic box of 10 cm x 5 cm x 10 cm, where the two internal sides of the box are copper connected to a multivibrator circuit. Changes in capacitance value due to changes in water content is converted into a frequency value and displayed on an LCD. The frequency change is then detected and used to determine the water content of the aggregate. Results show that the instrument can measure the water content of the aggregate from 1% to 3% with average error of 4.82%. The instrument is also equipped with an alarm that will ring if the water content of the aggregate exceeds 3%.

Keywords: water content, microcontroller, capacitive sensor

I. PENDAHULUAN

Beton sebagai bahan konstruksi atau struktur bangunan sudah dikenal dan digunakan sejak ribuan tahun lalu. Hal penting yang perlu diperhatikan dalam pembuatan beton salah satunya adalah penggunaan material yang baik, karena penggunaan material yang baik akan berpengaruh terhadap beton yang dihasilkan (Sagel, 1994). Salah satu material yang digunakan sebagai bahan dasar pengisi beton adalah agregat.

Salah satu sifat agregat yang mempengaruhi sifat beton adalah kadar airnya. Kadar air agregat akan mempengaruhi daya tahan beton terhadap pembekuan serta ketahanan terhadap penyusutan (Murdock, 1986). Kadar air agregat adalah perbandingan antara massa air yang terkandung dalam agregat dengan massa kering agregat. Jumlah air yang terkandung di dalam agregat perlu diketahui karena akan mempengaruhi jumlah air yang diperlukan di dalam campuran beton. Air merupakan komponen pembentuk beton yang sering luput dari perhatian, padahal air juga mempunyai peranan yang penting dalam pengerjaan beton (Maghribi, 2006). Pengujian kadar air ini sangat penting dalam menunjang kualitas bangunan yang akan dibangun. Jika kadar air ini melebihi keadaan SSD, maka akan mengurangi kualitas bangunan bahkan membahayakan kondisi bangunan yang akan dibangun tersebut.

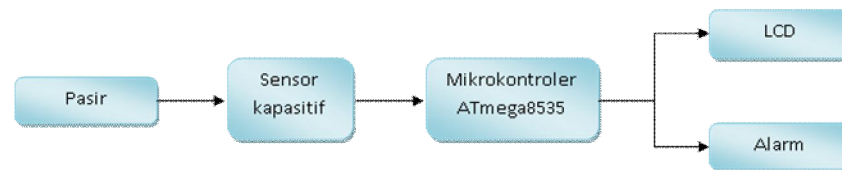
Sejauh penelusuran pustaka yang telah dilakukan, pengukuran kadar air agregat halus masih dilakukan secara manual yaitu dengan membandingkan berat air yang terkandung di dalam agregat dan berat awal agregat. Berat air merupakan selisih antara berat awal agregat dengan berat agregat setelah dikeringkan. Metode manual ini membutuhkan waktu yang lama. Proses pengeringan agregat menggunakan oven standar memerlukan waktu sekitar 24 jam. Oleh karena itu diperlukan suatu metode yang sederhana, cepat, dan praktis.

Oleh karena itu, dalam penelitian tugas akhir ini akan dilakukan pembuatan dan pengujian alat ukur kadar air agregat halus material dasar beton berbasis mikrokontroler

ATmega8535 dengan metode kapasitif dan menampilkan hasil pengukurannya pada LCD karakter 2x16.

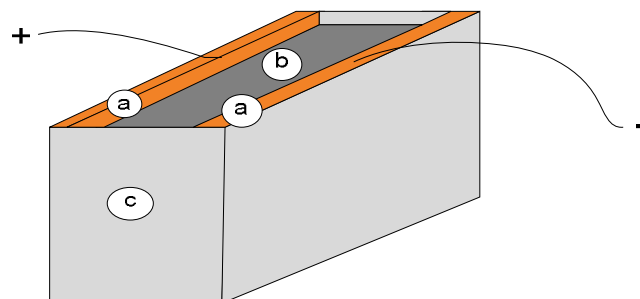
II. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode rancang-bangun alat. Metode rancang-bangun alat ini meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Perancangan perangkat keras terdiri dari rangkaian catudaya, rangkaian multivibrator astabil sebagai rangkaian sensor kapasitif, rangkaian minimum mikrokontroler ATmega8535, dan rangkaian minimum LCD. Perangkat lunak yang digunakan adalah bahasa pemrograman BASCOM-AVR. Diagram blok sederhana alat ukur kadar air agregat halus dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram blok alat ukur kadar air agregat halus

Gambar 1 menggambarkan alur proses sistem alat ukur kadar air agregat halus dengan metode kapasitif. Perubahan nilai kadar air akan dideteksi oleh sensor kapasitif. Sensor kapasitif yang digunakan dibuat dari kotak akrilik berukuran 10 cm x 5 cm x 10 cm yang pada kedua sisinya dipasang dua buah plat tembaga. Sensor kapasitif merupakan sensor elektronika yang bekerja berdasarkan konsep kapasitif. Sensor kapasitif dapat dilihat pada Gambar 2. Sensor kapasitif dihubungkan ke rangkaian multivibrator astabil. Keluaran rangkaian multivibrator astabil diolah pada mikrokontroler, kemudian ditampilkan pada LCD. Alarm akan aktif jika kadar air agregat melebihi 3%.



Gambar 2 Rancangan sensor kapasitif (a) plat tembaga PCB (b) pasir (c) kotak akrilik

2.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras terdiri dari rangkaian catudaya 5V, rangkaian multivibrator astabil, rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega8535, dan rangkaian sistem minimum penampil LCD 2x16.

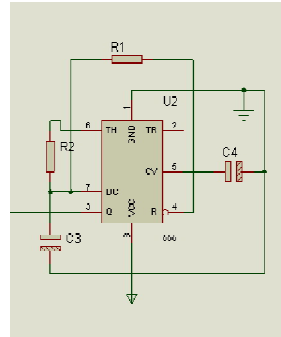
2.1.1 Rangkaian Catudaya

Catu daya berfungsi sebagai sumber arus dc untuk menjalankan rangkaian sensor, pemroses pada mikrokontroler dan penampil (LCD) yang memerlukan tegangan 5 V. Untuk itu digunakan transformator step-down 1 A yang akan menurunkan tegangan 220 V ac dari PLN menjadi tegangan 5 V ac. Untuk mengubahnya menjadi tegangan dc digunakan rangkaian penyearah tegangan berupa rangkaian dioda tipe penyearah, IC regulator LM7805 untuk keluarannya berupa tegangan dc sebesar 5 V.

2.1.2 Rangkaian Multivibrator Astabil

Rangkaian yang digunakan untuk membuat sistem sensor kapasitif adalah rangkaian multivibrator astabil. Rangkaian multivibrator astabil dapat dilihat pada gambar 3. Kapasitor

pada rangkaian ini diganti dengan sensor kapasitif yang terbuat dari kotak akrilik yang pada kedua sisinya dipasang plat tembaga secara paralel. Perubahan nilai frekuensi sensor kapasitif akan diproses dengan mikrokontroler untuk memperoleh nilai kadar air dan ditampilkan pada LCD.



Gambar 3 Rangkaian multivibrator astabil

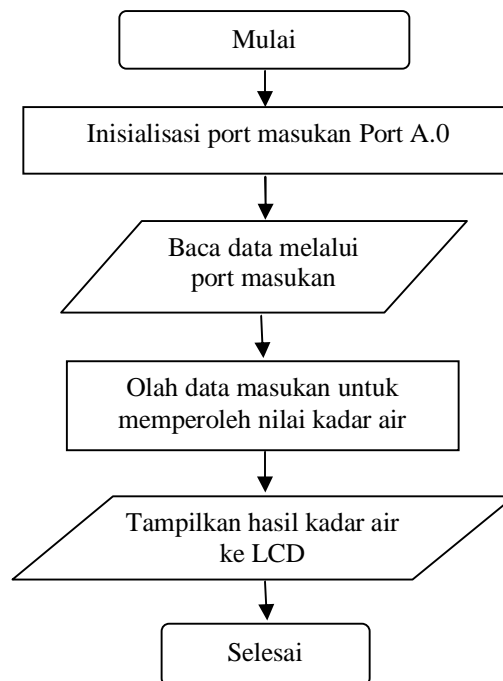
2.1.3 Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler ATmega8535

Komponen yang dibutuhkan untuk membuat rangkaian mikrokontroler adalah satu buah IC Mikrokontroler ATmega8535, dua kapasitor 22 pF dan satu kristal 12 MHz, satu buah catudaya 5 V sebagai sumber tegangan DC untuk mengaktifkan IC mikrokontroler sebagai tempat menyimpan program.

2.1.4 Rangkaian Penampil LCD

Untuk rangkaian ini tidak ada komponen tambahan karena mikrokontroler dapat memberi data langsung ke LCD. Hubungan LCD dengan mikrokontroler ATmega8535 dilakukan melalui semua port, pada rangkaian ini yang digunakan adalah port C.

2.2 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 4 Diagram alir program

Program yang ditulis menggunakan bahasa pemrograman BASCOM-AVR ditanamkan ke dalam mikrokontroler melalui PC (*personal computer*). Sebelum membuat program suatu

sistem rangkaian secara keseluruhan, dibutuhkan diagram alir (*flowchart*) untuk memudahkan pembuatan program. Diagram alir dari program yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 4.

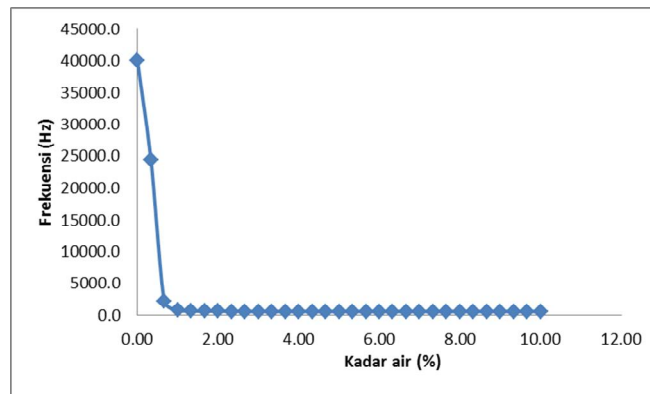
III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pengujian Sensor Kapasitif

Pengujian kadar air dilakukan pada pasir dengan massa 300 g. Perubahan nilai kadar air diperoleh dengan penambahan air pada pasir. Hasil pengujian kadar air pada pasir 300 g dapat dilihat pada Tabel 1. Dari data pada Tabel 1 diperoleh grafik hubungan antara kadar air dan nilai frekuensi keluaran yang terlihat pada Gambar 5. Berdasarkan kurva grafik pada Gambar 5 terlihat bahwa perubahan nilai kadar air pasir mempengaruhi frekuensi keluaran sensor kapasitif. Kurva mengalami penurunan sangat drastis pada nilai kadar air 0% sampai dengan 1%.

Tabel 1 Pengujian sensor kapasitif pada pasir dengan massa 300 g

Kadar air (%)	Frekuensi (Hz)
0,0	40080,0
0,3	24420,0
0,7	2220,0
1,0	821,0
1,3	681,4
1,7	645,2
2,0	637,2
2,3	608,4
2,7	597,4
3,0	590,8
3,3	584,8
3,7	582,4
4,0	578,6
4,3	577,4
4,7	574,8
5,0	573,4
5,3	572,8
5,7	571,8
6,0	570,8
6,3	569,6
6,7	568,0
7,0	568,0
7,3	568,0
7,7	567,8
8,0	567,0
8,3	566,6
8,7	566,6
9,0	566,6
9,3	566,6
9,7	566,4
10,0	566,0

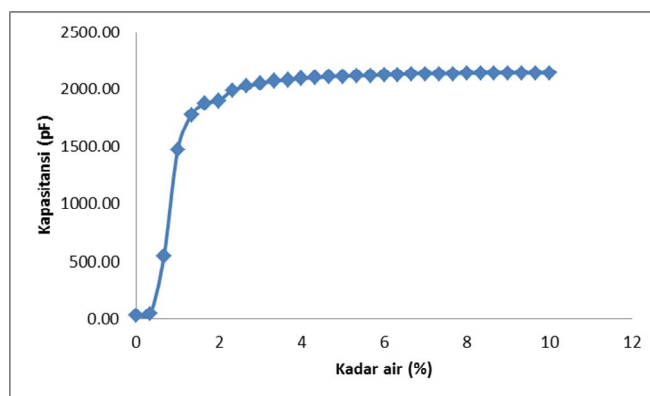


Gambar 5 Hubungan perubahan kadar air dengan frekuensi keluaran rangkaian sensor kapasitif

Hal ini terjadi karena perbedaan frekuensi antara pasir kering dan pasir basah sangat besar. Pasir kering memiliki frekuensi yang sangat tinggi. Nilai frekuensi semakin menurun ketika kadar air pasir semakin besar. Perubahan nilai frekuensi disebabkan karena perubahan nilai kapasitansi sensor kapasitif. Semakin besar nilai kapasitansi sensor kapasitif, maka nilai frekuensi semakin kecil. Hal ini sesuai dengan hubungan kapasitansi dengan frekuensi seperti pada Persamaan 1 (Malvino, 2004).

$$f = \frac{1,44}{(R_1 + 2R_2)C} \quad (1)$$

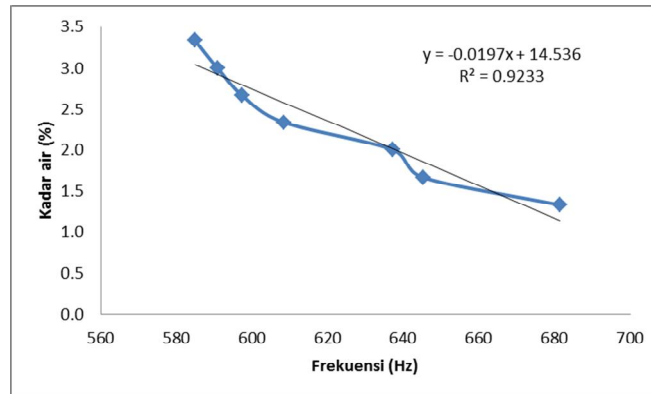
Nilai kapasitansi sensor kapasitif berubah akibat perubahan nilai kadar air yang terkandung didalam pasir. Hubungan kadar air dengan nilai kapasitansi sensor dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Hubungan kadar air dan kapasitansi

Berdasarkan kurva grafik pada Gambar 5 terlihat bahwa perubahan nilai kadar air lebih dari 1% mempengaruhi nilai frekuensi. Penurunan nilai frekuensi terjadi sampai kadar air pasir sebesar 3%. Kurva pada kadar air lebih dari 3% terlihat lebih mendatar. Pada kadar air pasir lebih dari 3% hampir tidak ada perubahan frekuensi. Oleh karena itu, pengolahan data dilakukan pada rentang kadar air 1% sampai dengan 3%.

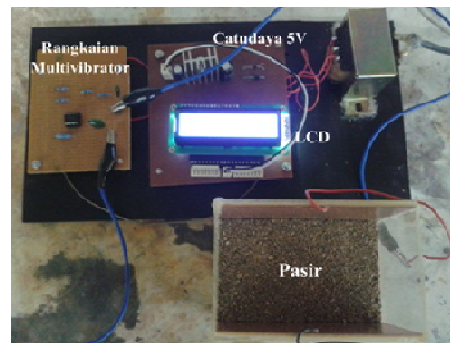
Gambar 7 merupakan grafik fungsi transfer untuk kadar air dari 1% hingga 3%. Kadar air agregat halus yang baik adalah sebesar 3%. Jika kadar air agregat halus (pasir) melebihi 3%, maka kuat tekan beton akan berkurang. Menurut Ginting (2011), kondisi kadar air agregat lebih besar dari kondisi SSD (*saturated surface-dry*) akan mengakibatkan penurunan kuat tekan beton. Oleh karena itu, alat ukur kadar air ini dilengkapi dengan alarm sebagai indikasi bahwa kadar air agregat melebihi 3%.



Gambar 7 Grafik hubungan kadar air dengan frekuensi untuk fungsi transfer

3.2 Pengujian Alat Ukur Kadar Air Agregat Halus

Pengujian alat ukur kadar air agregat halus dilakukan dengan membandingkan hasil alat ukur yang telah dibuat dengan pengukuran secara manual. Alat ukur kadar air agregat halus dapat dilihat pada Gambar 8. Pengukuran secara manual dilakukan dengan membandingkan massa air dengan massa pasir kering, kemudian dikalikan dengan 100%.



Gambar 8 Alat ukur kadar air pasir

Massa air diperoleh dari selisih massa pasir basah dengan massa pasir kering. Massa pasir kering diperoleh dengan mengeringkan pasir sampai massanya tetap. Data pengujian alat ukur kadar air agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Data pengujian alat ukur kadar air agregat halus

Kadar air teori (%)	Kadar air pada alat (%)	Persentase kesalahan (%)
1,00	1,0	0,00
1,33	1,2	7,11
1,67	1,7	2,68
2,00	2,1	3,30
2,33	2,3	0,49
2,67	2,7	0,37
3,00	2,8	6,84
3,33	2,9	12,61
Persentase kesalahan rata-rata		4,82

Tabel 2 merupakan data hasil pengukuran kadar air menggunakan alat dan pengukuran secara manual. Dari Tabel 2 terlihat bahwa alat ukur yang dibuat dapat digunakan sebagai alat ukur kadar air agregat halus dengan rata-rata perbedaan hasil pengukuran alat yang dibuat dengan pengukuran secara manual sebesar 4,82%.

3.3 Hasil Pengontrolan Alarm

Dari data hasil pengukuran kadar air yang telah dilakukan, didapatkan nilai kadar air maksimal yang dapat terukur oleh sensor kapasitif. Pada penelitian ini peneliti menetapkan kadar air maksimal untuk alat ukur ini adalah 3%. Alarm akan aktif ketika kadar air melebihi batas yang sudah ditetapkan. Hasil pengontrolan alarm dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Pengontrolan Alarm

Kadar air (%)	Alarm
1,0	Tidak Aktif
1,3	Tidak Aktif
1,7	Tidak Aktif
2,0	Tidak Aktif
2,3	Tidak Aktif
2,7	Tidak Aktif
3,0	Tidak Aktif
3,3	Aktif
3,7	Aktif
4,0	Aktif
4,3	Aktif
4,7	Aktif
5,0	Aktif

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisa yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa alat ukur kadar air agregat halus menggunakan metode kapasitif dapat digunakan untuk mengukur kadar air agregat halus. Pengukuran maksimal alat ini adalah sebesar 3%. Semakin besar kadar air agregat halus, semakin kecil frekuensi keluaran rangkaian sensor kapasitif. Kesalahan rata-rata pada pembacaan alat ukur adalah sebesar 4,82%. Alarm aktif pada kadar air lebih dari 3% sebagai indikator bahwa kadar air agregat melebihi 3%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ginting, A., Gunawan, W. dan Ismirrozi., :Pengaruh Kadar Air Agregat Terhadap Kuat Tekan Beton”, Jurnal Teknik, Vol.1, No.1 (Jurusan Teknik Sipil Universitas Janabadra, 2011).
- Maghribi, S., “Perencanaan Campuran Beton Berdasarkan Metode British Standard, American Concrete Institute, dan Shacklock dengan Menggunakan Borland Delphi 6”, Tesis, Fakultas Teknik Undip, Semarang, 2006.
- Malvino, A. P., *Prinsip-prinsip Elektronika* (Salemba Teknika, Jakarta, 2004).
- Murdock, L.J. dan Brook, K.M., *Bahan dan Praktek Beton* (Erlangga, Jakarta, 1986).
- Sagel, R. Dan Kole, P., *Pedoman Pengerjaan Beton Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03* (Erlangga, Jakarta, 1994).