

SISTEM AKUISISI DATA MULTI KANAL UNTUK PENGAMBILAN DATA SENSOR SECARA SIMULTAN

Veronika Siallagan*, Lazuardi Umar, Rahmondia Nanda

Jurusan Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia
**veronika.siallagan@gmail.com*

ABSTRACT

This research aims to operate an instrument system acquisition data multi channel by measuring the humidity sensors grounded by using gypsum. The sensorship is made of gypsum material printed as cylindrical shape with a diameter (d) of 18 mm and length (l) of 20 mm. The circuit of main equipment uses microcontroller based on ATmega8 that can operate from 2.7 Volt until 5.5 Volt. It can be passed by the current of 3.6 A and integrated to ADC type ADS7822 and DAC7611 with high voltage of 4.96 volt. The circuit of programme uses an application WinAvr with Language C. By operating the instrument system, the acquisitions data 16 channels tested at agricultural land from the regions Kartama. The circuit was operated on moisture land of 15%, 20%, 25%, and 30% compared with Lutron Kallibrator. After testing that equipment a general Equation was obtained, $\theta_w(\%) = \frac{U_o + 1.1585}{0.1042}$ where this mathematical model can describe the relationship between the electrodes of voltage (U_o) of moisture land (θ_w). The Equation obtained from the testing is the empirical solution depending on soil type.

Keywords : Mikrokontroller, Sensor Gypsum, The moisture of land, Atmega8.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk membuat suatu alat sistem akuisisi data multi kanal untuk mengukur kelembaban tanah menggunakan sensor gypsum. Sensor yang digunakan adalah sensor yang terbuat dari bahan gypsum yang dicetak berbentuk silinder dengan diameter (d) 18 mm dan panjang (l) 20 mm. Rangkaian utama dari alat ini menggunakan mikrokontroler berbasis ATmega8 yang dapat beroperasi pada tegangan 2.7 Volt sampai 5.5 Volt dan dapat dilewati arus sebesar 3.6 A dan dilengkapi dengan ADC tipe ADS7822 dan DAC7611 dengan besar tegangan sebesar 4.96 Volt. Rangkaian diprogram menggunakan aplikasi WinAvr dengan bahasa C dan barulah dilakukan pemrograman terhadap alat. Pengujian alat sistem akuisisi data 16 kanal diuji menggunakan tanah pertanian yang diambil dari lahan pekebunan di daerah Kartama. Rangkaian dikalibrasi pada kelembaban tanah 15%, 20%, 25%, dan 30% serta dibandingkan dengan kalibrator Lutron. Setelah dilakukan pengujian alat untuk mengukur kelembaban tanah diperoleh suatu persamaan umum yaitu, $\theta_w(\%) = \frac{U_o + 1.1585}{0.1042}$ dimana model matematis ini dapat menggambarkan hubungan antara tegangan elektroda (U_o) terhadap kelembaban tanah (θ_w). Persamaan ini bersifat empiris dan memiliki nilai yang berbeda pada jenis tanah.

Kata kunci : Mikrokontroler, Sensor Gypsum, Kelembaban Tanah, ATmega8.

1. PENDAHULUAN

Pada saat ini masih banyak petani yang melakukan pengolahan tanah dengan cara tradisional misalnya dalam pengukuran kadar kelembaban tanah. Oleh sebab itu pada penelitian ini akan dibuat suatu alat untuk mengukur kelembaban tanah dengan multi kanal yang dapat mengakuisisi data secara simultan dan pengukurannya tidak menghabiskan banyak waktu dan hasil pengukurannya akan lebih akurat. Dengan demikian alat ini akan membantu hasil produksi pertanian. Dalam pengukurannya alat ini menggunakan sensor gypsum yang terbuat dari serbuk gypsum. Gypsum adalah batu putih yang terbentuk karena pengendapan air laut.

Gypsum merupakan mineral terbanyak dalam batuan sedimen dan lunak bila murni, biasanya gypsum mengandung 90% $\text{CaSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan mempunyai sifat yang cepat mengeras yaitu sekitar 10 menit. Waktu pengerasan gypsum bervariasi tergantung pada kandungan bahan dan airnya. Gypsum yang telah dibentuk silinder merupakan modifikasi sensor kelembaban yang dipakai dalam bidang pertanian untuk mengukur kelembaban tanah guna memilih jenis tanaman dan mengatur kesuburan pada suatu tanah atau lahan yang akan dikerjakan.

Kelembaban tanah diukur menggunakan berat sebagai parameter dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Setianto, 2008).

$$\theta_w = \frac{m_w}{m_{tr}} \times 100\% \quad (2.1)$$

Dimana:

θ_w adalah kelembaban (%)

m_w adalah massa tanah basa (gr)

m_{tr} adalah massa tanah kering (gr)

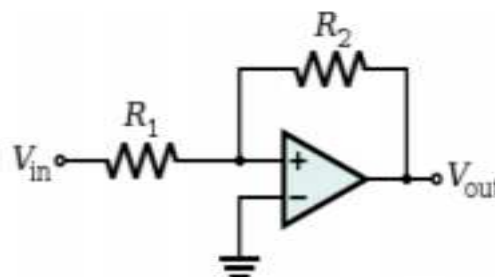
Rangkaian ADC dan DAC

Rangkaian *Analog ke Digital* (ADC) adalah pengubah atau pengkonversi sinyal dari sinyal analog ke digital. Proses pengubahan ini dikenal dengan nama sistem

akuisisi data. Sinyal tersebut diubah agar dapat dibaca dalam bentuk data, maka dapat dengan mudah diolah didalam perangkat digital. Rangkaian *digital ke analog* (DAC) diterapkan juga dalam sistem ini untuk mengubah sinyal digital menjadi sinyal analog dengan memanfaatkan fitur-fitur yang disediakan oleh chip mikrokontroler ATmega8. Pembacaan sinyal yang di hasilkan dilakukan secara otomatis dengan memprogram mikrokontrol terlebih dahulu, sehingga tidak perlu dilakukan kontrol secara terus menerus dan kontinu tapi cukup dengan sistem monitoring.

Rangkaian Penguat Op-Amp dan Filter

Pada rangkaian analog diperlukan sebuah penguat dan filter. Penguat yang digunakan pada rangkaian ini adalah penguat non-inverting, dimana input dimasukkan pada input non-inverting sehingga polaritas output akan sama dengan polaritas input tapi memiliki penguat yang tergantung dari besarnya hambatan feedback dan hambatan input. Rangkaian ini dapat digunakan untuk memperkuat isyarat AC maupun DC dengan keluaran yang tetap sefase dengan masukan. Gambar 1. memperlihatkan rangkaian penguat *non-inverting*.



Gambar 1. Rangkaian penguat *non-inverting*

Filter

Filter adalah suatu rangkaian yang digunakan untuk membuang tegangan output pada frekuensi tertentu. Untuk merancang rangkaian filter dapat digunakan komponen pasif (R,L,C) dan komponen aktif (Op-Amp, transistor). Dengan demikian filter dapat dikelompokkan

menjadi filter pasif dan filter aktif. Pada makalah ini hanya membahas filter aktif saja.

Multiplexer (MUX)

Multiplexer adalah rangkaian logika yang menerima beberapa input data digital dan menyeleksi salah satu dari input tersebut pada saat tertentu, untuk dikeluarkan pada posisi output. Multiplexer berfungsi untuk memilih beberapa jalur data kedalam satu jalur data untuk dikirim ke titik lain, kemudian mempunyai dua atau lebih signal digital sebagai input dan kontrol sebagai pemilih (*selector*) data selektor.

Mikrokontroler ATmega8

Mikrokontroler ini merupakan sebuah sistem mikroprosesor yang didalamnya sudah terdapat *Central Processing Unit* (CPU), *Read Only Memory* (ROM), *Random Acces Memory* (RAM), Input/ Output (I/O), clock dan peralatan yang lain yang sudah terhubung dan terorganisasi (*terintegrasi*) dengan baik oleh pabrik pembuatnya yang dikemas dalam sebuah chip siap pakai.

2. METODE PENELITIAN

Persiapan Sampel Tanah

Pada penelitian ini hal pertama yang akan dilakukan adalah mempersiapkan tanah terlebih dahulu yang akan diukur kelembabannya. Tanah yang digunakan pada penelitian ini diambil dari lahan perkebunan pertanian sayuran di Kartama, Marpoyan. Tanah yang sudah dipersiapkan dibersihkan sampai tidak ada sisa sampah yang tertinggal didalam tanah. Kemudian tanah dimasukkan ke dalam wadah yang terbuat dari plastik yang berbentuk silinder, setiap tanah ditimbang menggunakan timbangan elektronika Voltcraft TS-5000/1 menjadi 16 bagian dimana berat masing-masing sampel tanah sama yaitu sebesar 400 gram. Tanah yang

sudah dimasukkan ke dalam wadah diberi kelembaban tertentu dengan cara menimbang massa air sesuai dengan persamaan (2.1). Gambar 2. memperlihatkan tanah yang ditimbang menggunakan timbangan elektronik seperti berikut:

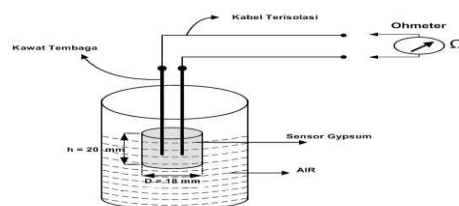


Gambar 2. Menimbang massa tanah menggunakan timbangan elektronika

Pembuatan dan Pengujian Sensor

Pembuatan sensor gypsum dilakukan dengan mencampur gypsum dengan cairan aquades agar terlarut dan menjadi sebuah adonan. Adonan yang telah homogen dimasukkan ke dalam cetakan kemudian pada bagian tengah adonan dimasukkan kedua kawat tembaga sedalam 18 mm dengan jarak keduanya sebesar 10 mm dan dibiarkan memadat selama 3 jam.

Gypsum yang sudah mengeras kemudian dimasukkan ke dalam oven yang memiliki suhu pengeringan maksimal 300°C agar terlepas dari paralon. Gypsum yang sudah di keluarkan dari oven kemudian diukur resistansinya dengan cara memasukkan gypsum ke dalam wadah berisi air. Tahanan gypsum diukur menggunakan multimeter sampai dengan konstan sebagai fungsi dari waktu. Gambar 3. berikut ini memperlihatkan kalibrasi sensor gypsum menggunakan air.



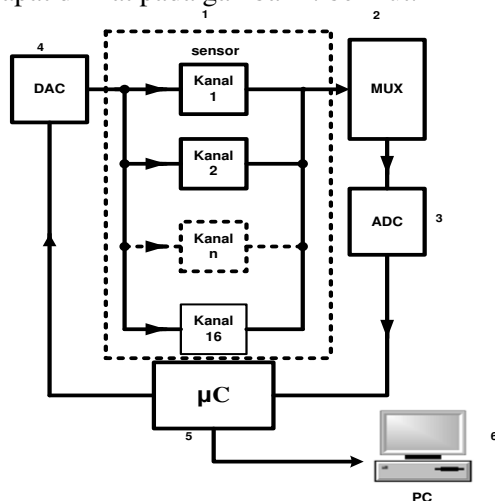
Gambar 3. Pembuatan dan kalibrasi sensor gypsum dalam air

Pembuatan Rangkaian Elektronik Sensor

Pengolahan data sensor suatu penguat isyarat seperti pada gambar 3.4 berikut ini. Kelembaban yang dihasilkan oleh sensor akan diolah mempergunakan mikrokontroler (μC) dan untuk mengolah data lebih lanjut diperlukan suatu rangkaian yaitu rangkaian akuisisi data digital.

Sistem akuisisi data digital merupakan kumpulan komponen yang dirangkai untuk bekerja sama dengan tujuan melakukan pengumpulan, penyimpanan dan pengolahan data, dimana besaran-besaran yang dihasilkan dalam bentuk digital. Pada gambar 4 diagram blok rangkaian digital terdiri dari rangkaian multiplexer (MUX) pada nomor 2, rangkaian analog ke digital (ADC) pada nomor 3, rangkaian digital ke analog (DAC) pada nomor 4 dan mikrokontroler (μC) pada nomor 5.

Di dalam rangkaian MUX beberapa input data yang melalui 16 kanal akan diseleksi salah satu dari input tersebut untuk dikeluarkan pada satu output dan data analog tersebut dikonversi kedalam bentuk data digital melalui rangkaian ADC, sehingga data yang dihasilkan dapat ditampilkan pada Personal Komputer (PC) pada nomor 6. Adapun blok rangkaian itu dapat dilihat pada gambar 4. berikut.



Gambar 4. Blok diagram keseluruhan sistem akuisisi data 16 kanal

Pengolahan dan Analisa Data

Pada proses tahap pengambilan data pada alat sistem akuisisi data 16 kanal akan dihasilkan nilai tegangan (mV) dan waktu (s) pada kelembaban, θ_w (%) yang sudah ditentukan. Data tegangan yang diperoleh akan diolah dan ditampilkan dalam bentuk grafik dengan menggunakan program Sigma Plot, kemudian data dianalisa untuk mengetahui hubungan antara kelembaban tanah dan tegangan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menghasilkan suatu sistem yang dapat digunakan untuk mengukur kelembaban tanah dengan multikanal yang menggunakan sensor gypsum. Sistem ini berupa alat yang dapat memantau kadar air dalam tanah untuk lahan pertanian. Hasil dari pembacaan alat dapat diterima langsung oleh penggunanya melalui komputer. Sistem ini berbasis pada mikrokontroler ATmega8 sebagai otak dan pengolah data dari sensor. Dalam menyelesaikan rancangan pada sistem ini, dilakukan pengujian pada setiap rangkaian dan alat yang digunakan, termasuk pengujian *software* dan pemrograman.

Pengujian Alat

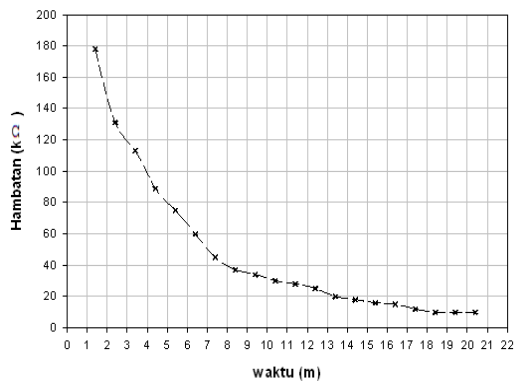
Pada tahap ini alat yang telah selesai dibuat diharuskan melakukan pengujian alat dan rangkaian. Dengan dilakukannya pengujian alat dan rangkaian tersebut dimaksudkan agar dapat melihat secara langsung bagaimana cara kerja alat yang dibuat dan apakah alat tersebut telah memenuhi kriteria dan sesuai dengan apa yang telah direncanakan dan diharapkan sebelumnya. Sehingga apabila hal tersebut belum tercapai atau masih terdapat kendala dan kekurangan-kekurangan terhadap alat dan rangkaian tersebut, maka perbaikan terhadap alat dan rangkaian tersebut dapat dilakukan sesegera mungkin.

Data Kalibrasi Sensor Gypsum

Tahanan (R) pada sensor gypsum sebelum digunakan pada rangkaian sistem sensor, sensor harus dikalibrasi terlebih dahulu secara individu karena memiliki karakteristik tersendiri. Sensor gypsum yang telah dibuat kemudian dikalibrasi dengan cara memasukkan sensor gypsum ke dalam air. Sebelum dimasukkan ke dalam air terlebih dahulu tahanan gypsum diukur tanpa menggunakan air dan dihasilkan tahanan gypsum yang sangat besar sekali yaitu sebesar 280 kΩ.

Adapun alasan penggunaan air adalah untuk melihat sejauh mana kecepatan penetralisir air ke dalam bahan gypsum sebagai fungsi dari waktu, sehingga demikian dapat diketahui bahwa tahanan sensor gypsum dalam air tidak dapat langsung diketahui karena membutuhkan waktu yang lama untuk menyerap air.

Pengukuran dilakukan sampai menghasilkan tahanan konstan pada interval waktu yang ditentukan dan tahanan (R_{SG}) diukur menggunakan multimeter. sensor yang diuji memiliki diameter (d) 18 mm dan tinggi (ℓ) 20 mm. Data hasil kalibrasi sensor gypsum kemudian ditampilkan dengan menggunakan program Sigma Plot seperti gambar 5. di bawah ini :



Gambar 5. Kurva Kalibrasi Sensor Gypsum

Berdasarkan Gambar 4.2 kurva sensor gypsum menjelaskan tentang perbandingan antara hambatan (kΩ) sensor gypsum terhadap waktu dengan kelembaban sebagai parameter. Pada awal gypsum dimasukkan ke dalam air terlihat bahwa sensor memiliki

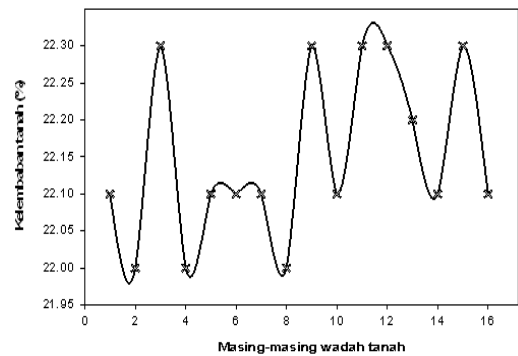
tahanan (R_{SG}) tertinggi maksimum sebesar 178 kΩ pada waktu (t) 1.40 menit, hal ini disebabkan pada awal pengukuran molekul air belum banyak masuk ke dalam gypsum. Sementara setelah 10.40 menit terlihat bahwa tahanan (R_{SG}) turun menjadi 30 kΩ dan cenderung konstan menjadi jenuh.

Lamanya waktu yang diperlukan oleh molekul air masuk ke dalam gypsum ditentukan oleh faktor porositas, permukaan, dan proses pembuatan. Sehingga dihasilkan hubungan antara perubahan tahanan sensor sebagai fungsi dari waktu diberikan persamaan empiris berikut ini.

$$R_{SG} = 9,8294 + 229,6175 e^{-0,2409 t} \quad (4.1)$$

Data Kalibrasi Menggunakan Soil Tester Lutron

Dari hasil pengukuran kelembaban tanah dengan menggunakan kalibrator Soil Tester Lutron dihasilkan tingkat kelembaban yang hampir sama dari setiap jenis sampel tanah yang jumlah kelembaban tanahnya pada masing-masing wadah adalah sama yaitu 20% dan kurva pengukuran dapat dilihat pada gambar 4.8 berikut ini.



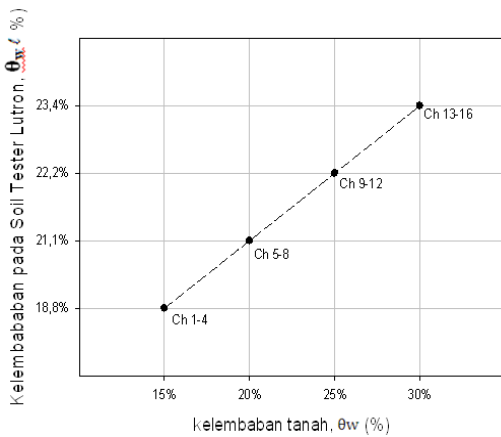
Gambar 6. Hubungan antara tegangan elektroda U_o sebagai fungsi dari kelembaban (%) yang sama menggunakan Soil Tester Lutron

Dari hasil pengukuran diperoleh data hasil kalibrasi menggunakan Soil Tester Lutron dan kurva yang dihasilkan menunjukkan kurva yang signifikan karena kelembaban yang diberikan pada setiap wadah tanah

adalah sama sebesar 20% dari berat kering tanah 400 gram, sehingga rata-rata kelembaban yang dihasilkan adalah 22,1%.

Tabel 4.1 Pengukuran kelembaban tanah yang variasi menggunakan Soil Tester Lutron

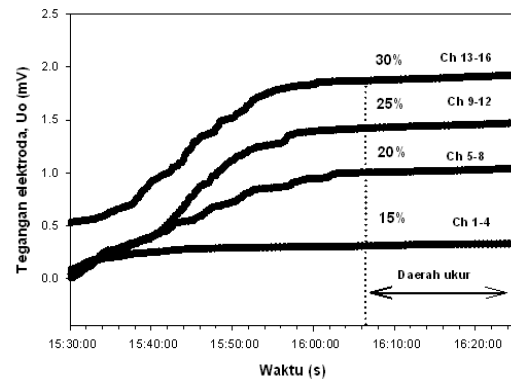
Chanel	massa Aquades (gram)	massa tanah (gram)	θ_w tanah (%)	θ_w Lutron (%)
Ch 1 - 4	60	400	15	18,8
Ch 5 - 8	80	400	20	21,1
Ch 9 - 12	100	400	25	22,2
Ch 13 - 16	120	400	30	23,4



Gambar 7. Hubungan antara tegangan elektroda, U_o (%) sebagai fungsi dari kelembaban, θ_w (%) yang bervariasi menggunakan Soil Tester Lutron

Hasil Pengujian Alat Sistem Akuisisi Data 16 Kanal

Setelah melakukan pengukuran terhadap tingkat kelembaban tanah menggunakan alat sistem akuisisi data 16 kanal maka diperoleh hubungan antara tegangan (mV) terhadap waktu (s). Data diolah dan ditampilkan dengan menggunakan program Sigma Plot untuk memperoleh model yang bersesuaian seperti pada Gambar 8. Berikut ini.

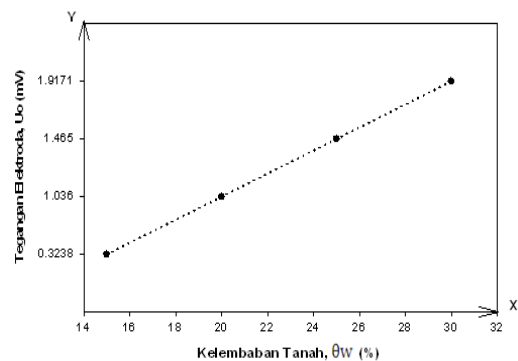


Gambar 8. Kurva hubungan antara tegangan (U_o) sebagai fungsi dari kelembaban, θ_w (%) yang bervariasi yaitu 15%, 20%, 25%, dan 30% dengan berat massa tanah 400 gram

Tabel 4.2 : Nilai rata-rata tegangan, U_o (mV) terhadap kelembaban, θ_w (%) pada masing-masing channel.

No.	Chanel	Kelembaban tanah, θ_w (%)	U_o pada elektroda (mV)
1	1 - 4	15	0,3238
2	5 - 8	20	1,0360
3	9 - 12	25	1,4650
4	13- 16	30	1,9171

Sehingga dari data hasil penelitian ini diperoleh kurva transformasi yang menghubungkan antara U_o (mV) dengan kelembaban, θ_w (%) seperti pada gambar 9. dibawah ini.



Gambar 9. Kurva transformasi hasil dari pengukuran menggunakan akuisisi data 16 kanal

Setelah diperoleh grafik seperti gambar 9. diatas maka dihasilkan persamaan empiris untuk masing-masing tegangan terhadap kelembaban tanah yang dapat dinyatakan dalam persamaan linier seperti berikut.

$$U_o \text{ (mV)} = 0,1042 \theta_w - 1,1585 \quad (4.2)$$

$$\theta_w(\%) = \frac{U_o + 1,1585}{0,1042} \quad (4.3)$$

KESIMPULAN

1. Telah berhasil dibuat unit interface untuk mendapatkan data akuisisi suatu pengukuran kelembaban tanah menggunakan sensor gypsum dengan alat sederhana yaitu sistem akuisisi data 16 kanal.
2. Sensor yang digunakan terbuat dari bahan gypsum dengan diameter (d) 18 mm dan panjang (l) 20 mm. Gypsum dikalibrasi menggunakan air dan menghasilkan tahanan tertinggi sampai tahanan terendah konstan dan menjadi jenuh.
3. Dari hasil pengukuran kelembaban tanah menggunakan alat sistem akuisisi data 16 kanal didapatkan tingkat kelembaban yang berbeda. Dari kelembaban yang diperoleh maka dihasilkan persamaan empiris untuk masing-masing tegangan terhadap kelembaban tanah yang dapat dinyatakan dalam persamaan linier seperti berikut:

$$\theta_w(\%) = \frac{U_o + 1,1585}{0,1042}$$

DAFTAR PUSTAKA

- Setianto, Y.C. 2008. *Pengukuran Kadar Air dengan menggunakan Gypsum Block*, Tesis. Jurusan Teknik Sipil Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada: Yogya.