

Rancang Bangun Alat Pengukur Tinggi Pohon Tegak Berbasis Mikrokontroler At-Mega 16

Design Of Tree Altimeter Based On At-Mega 16 Microcontroller

Sigit Setiawan^{1*}, Gunomo Djoyowasito², Sandra Malin Sutan³

¹Program Magister Keteknikan Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145
Penulis Korespondensi Email : sindutimut@gmail.com

ABSTRAK

Kayu adalah bagian batang atau cabang serta ranting tumbuhan yang mengeras karena mengalami lignifikasi. Salah satu kegiatan dalam inventarisasi hutan adalah pengukuran untuk penaksiran massa tegakan yang berupa tabel isi dimana jika dilakukan pengukuran pohon secara langsung memerlukan waktu serta biaya yang besar. Hal inilah yang mendasari pembuatan alat pengukur tinggi pohon tegak berbasis mikrokontroler. Pembuatan alat menggunakan sensor sudut dari potensiometer serta presisi pengukuran menggunakan Laser, sedangkan mikrokontrol yang digunakan yaitu AT-MEGA 16. Program yang digunakan yaitu BASCOM AVR. Validasi dilakukan pada jarak 5 meter. Berdasarkan hasil pengujian tinggi diketahui bahwa alat mampu bekerja sesuai fungsinya. Dari hasil pengujian dihasilkan data yang linier baik pengukuran sudut maupun tinggi, dengan R^2 sebesar 0.9. Hal ini menunjukkan bahwa alat dapat bekerja dengan baik dan stabil.

Kata Kunci : *Alat Ukur, Tinggi, Pohon, Mikrokontroler*

ABSTRACT

Wood is part of the trunk or branches and twigs of plants that hardens because lignified. One of the activities in the forest inventory is the measurement for mass assessment stands in the form of a table of contents which if done directly measure the trees require a lot of time and expense. This is what underlies the manufacture tree altimeter and volume microcontroller based of vertical trees. Making tools using the angle sensor of the potentiometer while microcontroller used are AT-MEGA 16. The program used is BASCOM AVR. Validation is done at 5 meter distances. Based on the results of testing known that the tools are able to work according to its function. From the test results generated data is linear, with R^2 of 0.9 between the angle and height. This shows that the tools can work well and stable.

Keywords: *Measure, Altimeter, Tree, Microcontroller*

I. PENDAHULUAN

Kayu terbentuk akibat akumulasi selulosa dan lignin pada dinding sel berbagai jaringan di batang (Eom *et al.*, 2012). Ada kaitan yang erat antara sifat-sifat kayu dengan sifat jenis pohon yang menghasilkannya (Khelfa *et al.*, 2012).

Kerapatan (densitas) kayu bervariasi menurut spesiesnya dan menentukan kekuatan kayu tersebut (Gao *et al.*, 2003). Ketinggian pohon menjadi salah satu parameter struktur hutan yang penting dan vital dalam memperkirakan volume biomasa, volume hutan dan ketersediaan

karbon pada daerah yang luas (Nelson *et al.*, 2009).

Pengukuran tinggi pohon berdiri dapat dilakukan secara langsung atau secara tidak langsung. Pengukuran tinggi pohon secara langsung dapat dilakukan dengan menggunakan tongkat berukuran (Yorulmaz *et al.*, 2009). Pengukuran tinggi secara tidak langsung pada dasarnya dengan menggunakan prinsip-prinsip ilmu ukur sudut. Alat pengukur tinggi dengan prinsip ini antara lain *christens hypsometer* dan *hagameter*. Menghitung diameter pohon dapat dilakukan secara mudah, cepat dan akurat serta murah. Sedangkan untuk mengukur ketinggian lebih sulit dilakukan serta membutuhkan biaya dan waktu yang lama (Tian J., Le Wang dan Xiaojuan Li, 2015).

Trigonometri adalah Konsep kesebangunan segitiga siku-siku. Sisi-sisi yang bersesuaian pada dua bangun datar yang sebangun memiliki perbandingan yang sama (Anonim^a, 2016). Kerucut merupakan salah satu bagian dari kelompok bangun ruang sisi lengkung. Kerucut merupakan bangun ruang sisi lengkung yang mempunyai dua sisi yaitu sisi alas dan selimut. Kerucut terpancung merupakan kerucut tegak yang ujung atasnya dipotong, jika kita amati maka bentuknya akan mirip seperti ember terbalik (anonim^b, 2016). Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) merupakan mekanisme suatu alat yang memancarkan radiasi elektromagnetik, biasanya dalam bentuk cahaya yang tidak dapat dilihat dengan mata normal (Sugioka, 2010). Laser memancarkan foton dalam pancaran tunggal. Dalam kehidupan sehari-hari laser digunakan pada berbagai bidang. Dalam penggunaannya energi laser yang terpancar tiap satuan waktu dinyatakan dalam mW (Sugioka, 2010). AT-MEGA 16 merupakan mikrokontroler CMOS 8-bit yang berdaya rendah berdasar pada AVR dan arsitektur RISC. Adapun spesifikasi dari mikrokontroler ini yaitu menggunakan *single-clock cycle execution*, MIPS sebesar 16 MHz, 512 bytes EEPROM, 1 Kbyte

internal SRAM, 32 *Programable I/O Lines* (ATMEL, 2016).

II. METODOLOGI PENELITIAN

II.1 Alat

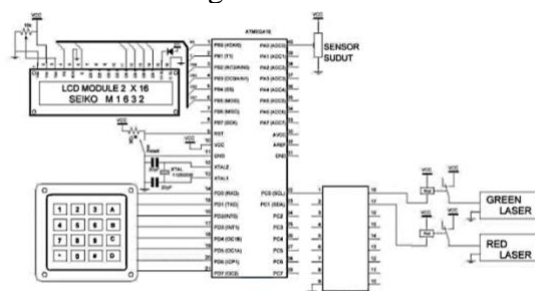
Alat yang digunakan yaitu solder, obeng, multimeter, tang potong, tang jepit, bor listrik, bor tangan, gerinda duduk, penggaris, busur derajat, korek api, dan PC.

II.2 Bahan

Bahan yang digunakan yaitu minsis, baterai AA, baterai Panasonic CR123, green laser, red laser, saklar on/off, LCD 2 x 16 , keypad, lem tembak, spacer, skun, mur, baut, skrup, AT-Mega 16, resistor, kapasitor, transistor, relay, papan PCB, memori, USB Asp, VR, lampu LED, bok akrilik, besi silinder, sensor sudut, lem kac.

II.3 Rangkaian Elektronik

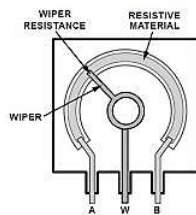
Proses pembuatan PCB dilakukan dengan membuat PCB sendiri, dimana papan PCB yang sudah digambar jalur elektroniknya kemudian direndam menggunakan Ferrit clorida untuk menampilkan jalurnya, sedangkan untuk rangkai elektroniknya dapat dilihat pada Gambar 1. Sebagai berikut :



Gambar 1. Rangkaian Elektronik

2.3 Penentuan Sudut

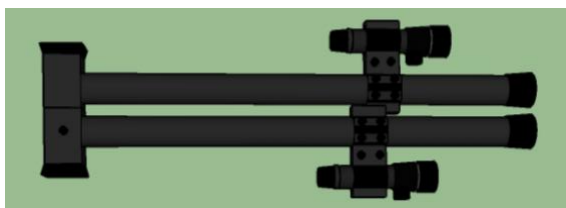
Sensor sudut digunakan untuk mengukur sudut hasil pengukuran, kemudian sensor ini disambungkan dengan mikrokontrol untuk dikonversi dan disimpan dalam memori dari mikrokontrol



Gambar 2. Sensor sudut

II.4 Rangkaian Pembidik

Rangkaian ini terbuat dari besi yang didalamnya diletakkan sensor sudut untuk mengukur tinggi pohon seperti pada Gambar 3. Sebagai berikut :



Gambar 3. Rangkaian pembidik

II.5 Pemrograman

Untuk mengkonversi data baik dari sinyal potensiometer maupun penggunaan rumus, dilakukan dengan program BASCOM AVR versi 2.0.7.x.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

III.1 Rangkaian Pembidik

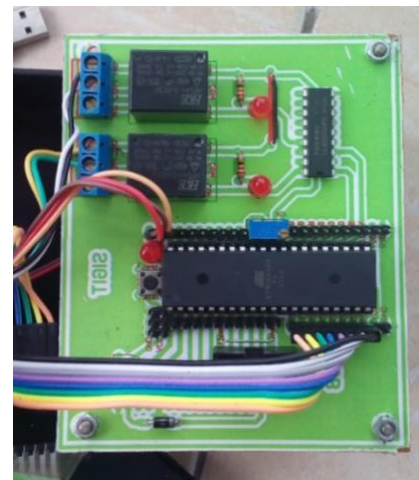
Rangkaian pembidik merupakan salah satu rangkaian alat yang berfungsi untuk menembak objek yang akan kita ukur jaraknya. Rangkaian ini terbuat dari besi silinder dengan diameter 3 cm yang berpasangan. Masing-masing pembidik ditempatkan laser yang berfungsi untuk menandai jarak pembidikan. Pada rangkaian ini ditempatkan laser sebagai acuan pada saat pembidikan.



Gambar 4. Bentuk rangkaian pembidik.

III.2 Rangkaian Elektronik

Rangkaian elektronik merupakan rangkaian dimana komponen elektronik dihubungkan satu dengan yang lain melalui papan sirkuit. Setiap komponen memiliki fungsi dan cara kerja tertentu, sehingga dapat kita hubungkan fungsi dari masing-masing komponen untuk tujuan tertentu. Adapun rangkaian elektronik dari alat ini dapat dilihat pada di bawah ini



Gambar 5. Bentuk rangkaian elektronik

Untuk melindungi rangkaian elektronik, maka digunakan kotak akrilik sebagai penutupnya.



Gambar 6. Kotak penutup berbahan akrilik

Sebagai sumber listrik digunakan baterai AA 1,5 V. Sedangkan sumber listrik untuk laser menggunakan baterai Panasonic CR123.

III.3 Pemrograman

Untuk mengukur sudut kita membutuhkan jarak, dimana jarak ini kita inputkan manual menggunakan keypad. Adapun perintah untuk menginputkan jarak sebagai berikut :

```
Gosub Ambilangka
Jarak = Nilaikeypasasli
Lowerline
Lcd Jarak
Gosub Ambilangka
Jarak = Jarak * 10
Jarak = Jarak + Nilaikeypasasli
Lowerline
Lcd Jarak
Gosub Ambilangka
Jarak = Jarak * 10
Jarak = Jarak + Nilaikeypasasli
Lowerline
Lcd Jarak
Gosub Ambilangka
Jarak = Jarak * 10
Jarak = Jarak + Nilaikeypasasli
Lowerline
Lcd Jarak
Gosub Ambilangka
Jarak = Jarak * 10
Jarak = Jarak + Nilaikeypasasli
```

Dari input jarak ini kemudian kita konversi menjadi nilai tinggi menggunakan persamaan trigonometri sebagai berikut :

$$a = b \tan A \dots \dots \dots (1)$$

Dari persamaan ini kemudian kita buat programnya dengan perintah sebagai berikut :

```
Do
Nilaiadc = Getadc(0)
Sudut = M * Nilaiadc
Sudut = Sudut + C
Tinggi = Deg2rad(sudut)
Tinggi = Tan(tinggi)
Tinggi = Jarakkoma * Tinggi
```

III.4 Validasi Pengukuran Sudut

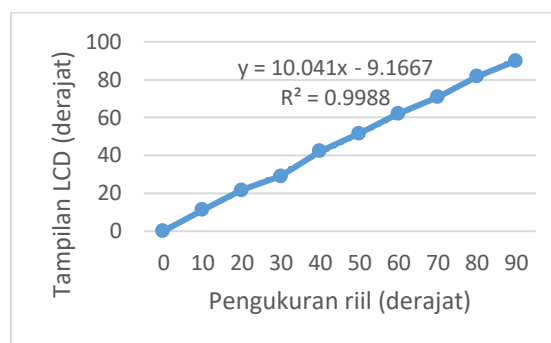
Validasi dilakukan dengan meletakkan busur derajat sejajar dengan busur pembidik dimana pengukuran dilakukan mulai sudut 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 dan 90 derajat. Adapun hasil

pengukuran dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut :

Tabel 1. Validasi Sudut

No	Pengukuran riil (derajat)	Tampilan LCD (derajat)
1	0	0
2	10	11.3
3	20	21.7
4	30	29.1
5	40	42.3
6	50	51.5
7	60	62.2
8	70	70.8
9	80	81.7
10	90	90

Dari hasil pengujian diketahui bahwa persamaan yang dihasilkan yaitu $y = 10.041x - 9.1667$, dimana nilai R^2 diperoleh sebesar 0.9988. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran sudut pada alat bisa dilakukan secara akurat.



Gambar 7. Validasi Pengukuran Sudut.

III.5 Validasi Pengukuran Tinggi

Validasi pengukuran dilakukan setelah alat ini selesai diprogram. Validasi bertujuan untuk mengetahui seberapa akurat hasil pengukuran oleh alat ukur tinggi dan volume ini, dibandingkan dengan tinggi asli menggunakan alat ukur roll meter. Proses validasi alat dilakukan pada jarak 5 meter.

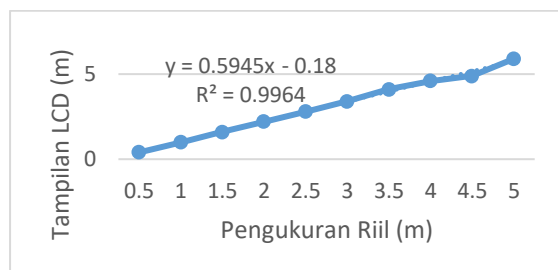
Proses pengujian akurasi tinggi dilakukan dengan membidik sasaran yang sebelumnya sudah diukur tinggi sebenarnya dan ditandai dengan kapur, serta Validasi pada jarak 5 meter dilakukan dengan

membidik sasaran dengan ketinggian 0.5 m, 1 m, 1.5 m, 2 m, 2.5 m, 3 m, 3.5 m, 4 m, 4.5 m dan 5 m. Hasil dari validasi tinggi dapat dilihat pada Tabel 2. sebagai berikut :

Tabel 2. Validasi Tinggi Pada Jarak 5 Meter

No .	Pengukuran Riil (m)	Sudut (derajat)	Tampilan LCD (m)
1	0.5	5.7	0.4
2	1	12.1	1
3	1.5	18.5	1.6
4	2	24.5	2.2
5	2.5	30.7	2.8
6	3	34.7	3.4
7	3.5	39.4	4.1
8	4	43.1	4.6
9	4.5	46.5	4.9
10	5	50	5.9

Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa persamaan yang dihasilkan yaitu $y = 0.5945x - 0.18$, dengan R^2 sebesar 0.9964. Pada jarak 5 meter alat mampu berfungsi dengan baik, hal ini ditunjukkan dengan nilai R yang mendekati nilai 1. Pada jarak ini pengujian tidak mengalami kendala, karena pergerakan nyala laser dapat dilihat dengan jelas, namun setelah ketinggian lebih dari 2 meter pengujian dibantu menggunakan binokuler untuk menghasilkan data yang lebih presisi



Gambar 8. Grafik Validasi Pada Jarak 5 Meter.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan dapat diketahui bahwa alat tukur tinggi dan volume pohon berbasis

mikrokontroler AT-MEGA 16 dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan rancangan dan dapat bekerja sesuai program yang dimasukkan. Alat ukur tinggi dan volume pohon berbasis mikrokontroler AT-MEGA 16 dapat digunakan untuk mengukur tinggi suatu pohon dengan jarak yang bervariasi, sesuai dengan fungsinya. Pengukuran pada berbagai jarak mampu menghasilkan data yang linier, hal ini ditunjukkan dengan nilai R^2 yang keseluruhan bernilai 0.9.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Dosen pembimbing yang telah memberikan masukan ide kreatif dalam proses pembuatan alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim^a. 2016. *Materi Lengkap Fungsi Trigonometri*. Diakses dari <http://www.rumus-matematika.com> pada tanggal 1 Agustus 2016.
- Anonim^b. 2016. *Rumus Luas Selimut dan Volume Kerucut Terpancung*. Diakses dari <http://www.matematika.com> pada tanggal 1 Agustus 2016.
- ATMEL. 2016. *ATMega16 Datasheet*. Diakses dari <http://www.atmel.com>. Pada tanggal 1 Agustus 2016.
- Eom I-Y, Kim J-Y, Kim T-S, Lee S-M, Choi D, Choi I-G, et al. *Effect Of Essential Inorganic Metals On Primary Thermal Degradation Of Lignocellulosic Biomass*. *Bioresour Technol* 2012;104:687–94.
- Gao M, Pan DX, Sun CY. *Study On The Thermal Degradation Of Wood Treated With Amino Resin and Amino Resin Modified With Phosphoric Acid*. *J Fire Sci* 2003;21:189–201.
- Khelfa A, Bensakhria A, Weber JV. *Investigations Into The Pyrolytic Behaviour of Birch Wood and Its*

- Main Components: Primary Degradation Mechanisms, Additivity and Metallic Salt Effects.*
J Anal Appl Pyrol 2013;101:111–21.
- Nelson, R., Boudreau, J., Gregoire, T.G., Margolis, H., Næsset, E., Gobakken, T., et al., 2009. *Estimating Quebec provincial forest resources using ICESat/GLAS.* International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 39, 862–881.
- Sugioka, Koji., Michael Meunier, Alberto Pique. 2010. *Laser Precision Microfabrication.* E-book by Springer Heidelberg Dordrecht London, New York, USA.
- Tian J., Le Wang dan Xiaojuan Li. 2015. *Sub-footprint Analysis to Uncover Tree Height Variation Using ICESat/GLAS.* International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation 35 (2015) 284-293.
- Yorulmaz SY, Atimtay AT. *Investigation Of Combustion Kinetics Of Treated And Untreated Waste Wood Samples With Thermogravimetric Analysis.* Fuel Process Technol 2009;90:939–46.