

Low Cost Area Measurement Berbasis GPS dan IOT

Muhammad Asrofi^{1*}, Agus Saiko², Ladisa Putri Boyana Berutu³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl. Terusan Ryacudu, Way Huwi, Kec. Jati Agung, Kabupaten Lampung Selatan, Lampung 35365

* Corresponding email: muhammad.asrofi@el.itera.ac.id

Riwayat Artikel

Diterima
19/07/2023
Disetujui
27/07/2023
Diterbitkan
31/07/2023

Abstrak

Pengukuran luas tanah sangat sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari baik untuk menentukan pembangunan suatu gedung maupun hal lainnya. Salah satu cara yang paling umum digunakan adalah dengan menggunakan alat ukur meteran secara manual. Pengukuran secara manual membutuhkan waktu dan tenaga yang besar untuk menentukan luasan yang diharapkan. Berdasarkan hal tersebut dirancangkanlah "Low Cost Area Measurement Berbasis GPS dan IOT". Perancangan bertujuan untuk mendapatkan estimasi luas tanah secara lebih cepat dan efisien serta dapat dimonitor secara online melalui *website* yang disediakan. Alat ini menggunakan modul GPS sebagai penentuan koordinat titik area yang akan diukur dikombinasikan dengan modul wifi sehingga titik ataupun luasan hasil pengukuran dapat ditampilkan dalam *website* yang telah disediakan. Metode yang digunakan dalam pengukuran adalah metode *polygon*, dimana hasil *error* pengukuran yang didapatkan adalah sebesar 1,27m. Dengan *protocol* HTTP data tersebut dapat ditampilkan dalam *website* yang mendapat nilai 68 untuk *usability testing*. Selain itu, alat ini juga berbentuk *portable* dengan baterai sebagai catu daya utama yang mampu bertahan hingga 9 jam dengan waktu *charging* selama 3 jam. Berdasarkan hasil tersebut maka alat ini sudah baik digunakan untuk estimasi pengukuran luas tanah berbasis *low cost system*.

Kata Kunci: Luas tanah, *polygon*, GPS, IOT, *website*

Abstract

Area measurement can we facing on in daily activity to doing building estimation plan and other. One of method that can we do is using tape measurement unit with manual type. Manual method will have a lot of time and also energy for getting the area measurement. Because of that reason, we developed Low Cost Area Measurement Based on GPS and IOT system. Purposes of this design is to measure area quickly and efficient and also can be monitor using *website* that already build. This technology using GPS for coordinate estimation and combined with wi-fi module to ensure data can be transfer into *website* that already build. Method to estimate the area is using *polygon* which we got the error for area measurement is 1,27m. Furthermore, using HTTP protocol, the data can be showing on the *website* that get 68 points in *usability testing*. This device is portable with battery as main power supply that can be power on along 9 hours with 3 hours charging time. Because of that, this device can be use as area measurement unit based on low cost system.

Keywords: Area measurement, *polygon*, GPS, IOT, *website*

1. Pendahuluan

Tanah maupun pemukiman tidak dapat terlepas dari kehidupan kita sehari-hari. Peningkatan jumlah manusia semakin lama semakin pesat. Disisi lain tanah tidaklah berkembang justru akan semakin berkurang dengan segala pemanfaatannya [1]. Pengukuran dan pemetaan suatu bidang tanah dapat dilakukan dengan beberapa cara seperti

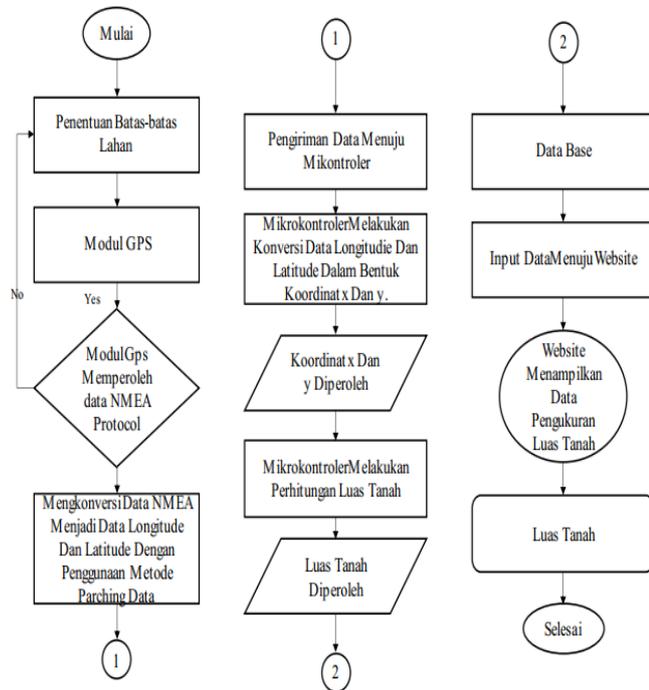
dengan metode *terrestrial*, *fotogrametris*, *penginderaan jauh*, ataupun dengan metode lainnya yang memiliki tujuan yang sama yaitu menentukan batasan suatu area tanah maupun luasan area tersebut [2]. Pada saat ini terdapat banyak jenis-jenis alat ukur modern seperti *Total station*, *Theodolite*, *Geodimeter*, *Echosounder*, Meteran laser, dan masih banyak contoh lainnya. *Total Station* merupakan sebuah alat elektronik yang

digunakan dalam melakukan survei pengukuran yang bertujuan untuk mengukur sudut area, jarak, kontur dan mendapatkan koordinat gps (*latitude & longitude*) [3][4][5].

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yang pertama adalah menghasilkan sebuah alat yang dapat melakukan pengukuran luas tanah dengan hasil yang cukup akurat sebagai pendekatan saat melakukan survey. Kedua adalah perancangan alat ini tidak menghabiskan biaya yang besar (*low cost system*) hal ini mengacu jika pengukuran menggunakan *theodolite* membutuhkan setidaknya 20 – 60 juta rupiah [6]. Ketiga adalah menghasilkan sebuah alat yang berbasis IOT sehingga data hasil pengukuran dapat dilihat pada *website* yang disediakan.

2. Metode

Sistem yang digunakan pada penelitian ini adalah supaya alat mampu untuk melakukan pengukuran luas tanah secara otomatis. Algoritma utama dapat dilihat pada Gambar 1 :

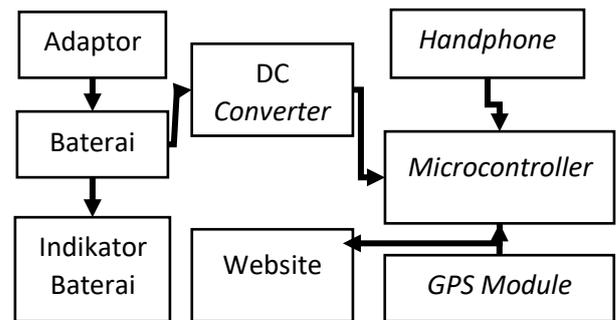


Gambar 1. Algoritma utama sistem Area Measurement

Gambar 1 menunjukkan data yang digunakan pada sistem merupakan koordinat dari titik area yang akan dilakukan pengukuran. Koordinat tersebut diperoleh dari modul GPS yang berupa NMEA Protocol. Data tersebut akan dikonversi dan dipecah untuk mendapatkan data longitude dan latitude. Modul GPS yang digunakan hanya dapat melakukan pengukuran untuk menentukan

koordinat dua dimensi. Data titik longitude dan latitude yang telah didapatkan, selanjutnya melakukan pengiriman data menuju ke mikrokontroler maka pada tahap ini mikrokontroler akan melakukan konversi data, dimana data sebelumnya merupakan berbentuk longitude dan latitude yang akan dikonversi kedalam bentuk koordinat X dan Y. Setelah mendapatkan data dalam koordinat *cartesian*, data tersebut akan digunakan untuk pengukuran luas tanah yang akan dikirim secara otomatis ke *website* dan *database*.

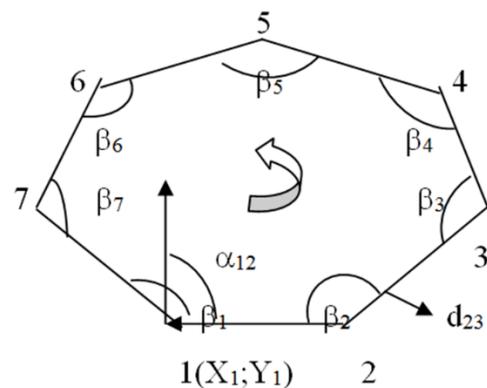
Secara sistem *hardware* dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2. Diagram blok *hardware system*

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada penelitian ini menggunakan baterai sebagai catu daya utama, mikrokontroler didukung oleh Modul GPS sebagai referensi lokasi/ koordinat serta mampu terkoneksi kedalam *handphone* untuk mendapatkan sinyal internet. Hal ini dibutuhkan supaya data hasil pengukuran dapat dikirim dan ditampilkan kedalam *website*.

Metode yang digunakan untuk menghitung luas area adalah dengan cara *polygonal*. Metode ini sering digunakan untuk menentukan posisi horizontal dengan banyak titik, dimana titik yang satu dengan titik lainnya dihubungkan dengan jarak dan sudut tertentu sehingga membentuk suatu pola *polygonal* [7].



Gambar 3. Metode Poligonal

Gambar 3 menjelaskan bahwa metode ini memerlukan sampling titik koordinat yang kemudian dihubungkan dan dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$L = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} X1 + X2 + X3 + \dots Xn \\ Y1 + Y2 + Y3 + \dots Yn \end{bmatrix} \quad (1)$$

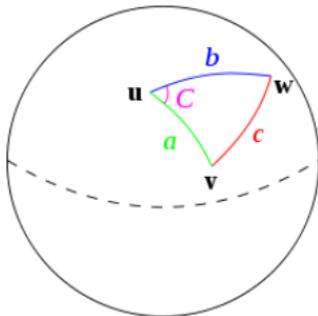
Dimana :

L = Luas area

X1 – Xn = koordinat lokasi cartesian x dari gps

Y1 – Yn = koordinat lokasi cartesian y dari gps

Koordinat X dan Y didapatkan memanfaatkan haversine formula Hukum Haversine adalah sebuah persamaan yang digunakan berdasarkan bentuk bumi yang bulat (*spherical earth*) dengan menghilangkan faktor bahwa bumi itu sedikit elips (*elipsodial factor*) [8].



Gambar 4. Segitiga pada bola dengan metode haversine

Berdasarkan Gambar 4, didapatkan formulasi untuk konversi latitude dan longitude GPS menjadi cartesian adalah sebagai berikut :

$$d = 2R \times \arcsin \sqrt{\sin^2\left(\frac{\theta_2 - \theta_1}{2}\right) + \cos \theta_1 \cos \theta_2 \sin^2\left(\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{2}\right)} \quad (2)$$

Dimana :

θ_1 = latitude dari titik 1 atau posisi awal

θ_2 = latitude dari titik 2 atau lokasi tujuan

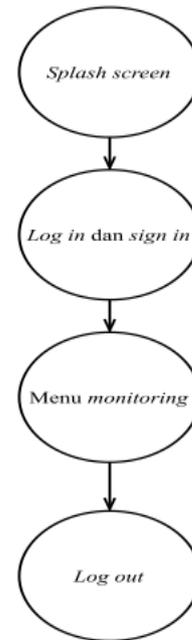
λ_1 = longitude dari titik 1 atau posisi awal

λ_2 = longitude dari titik 2 atau posisi tujuan

d = jarak antara dua titik

R = radius bumi = 6371km

Setelah berhasil mendapatkan hasil luas area, selanjutnya adalah bagian pengiriman data dan menampilkan kedalam *website*. *Website* berfungsi untuk mempermudah pengguna dalam melihat/ melakukan analisis terhadap sesuatu [9]. Pada penelitian ini terdapat beberapa fitur *website* sebagai berikut :



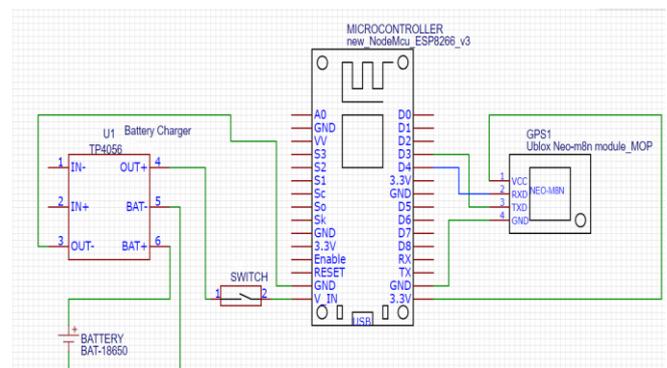
Gambar 5. Fitur *website*

Instrumen yang dibutuhkan pada pembangunan sistem *website* ini adalah PC/ Laptop yang digunakan sebagai media untuk melakukan programming mikrokontroler dan membangun sistem *website*. Penelitian ini memanfaatkan beberapa *software* penting untuk mencapai tujuan perancangan diantaranya yaitu, XAMPP, PHP, Java Script dan yang terakhir adalah CSS. Teknik analisis yang digunakan pada sistem *website* yaitu terdiri dari observasi, studi pustaka dan perhitungan tingkat keberhasilan *website* dengan melihat tingkat keberhasilan *website* dalam menjalankan fungsinya serta membandingkan dengan parameter yang telah ditentukan.

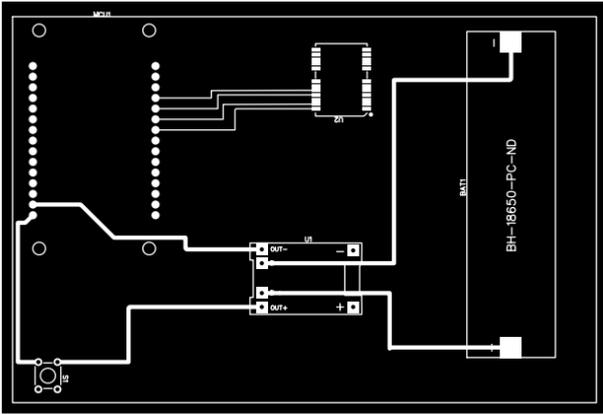
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sistem Hardware

Perancangan sistem *hardware* dimulai dari tahap desain *schematic*, *layout* PCB dan penggabungan mekanik. Hasil perancangan *schematic* dapat dilihat pada Gambar 6 :

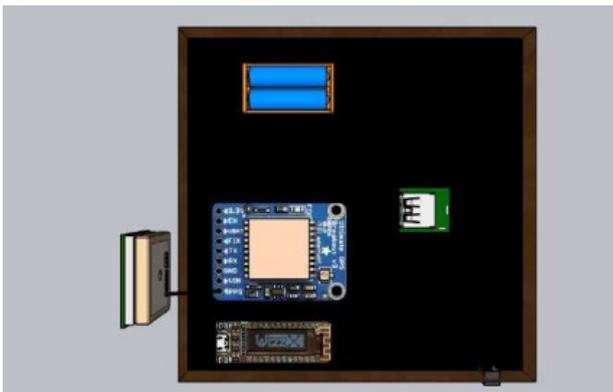


Gambar 6. *Schematic Hardware*

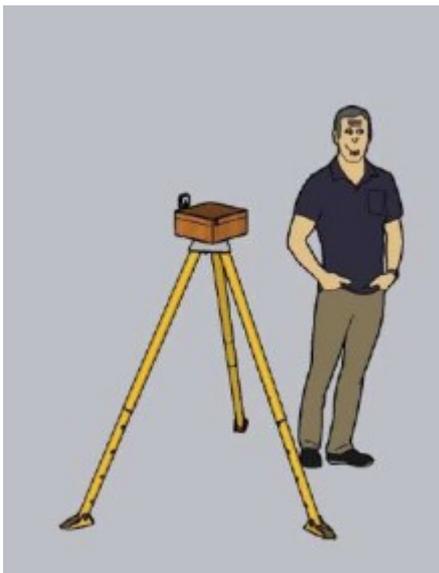


Gambar 7. Tata Letak Schematic

Desain mekanik dapat dilihat pada Gambar 8 – 9 :

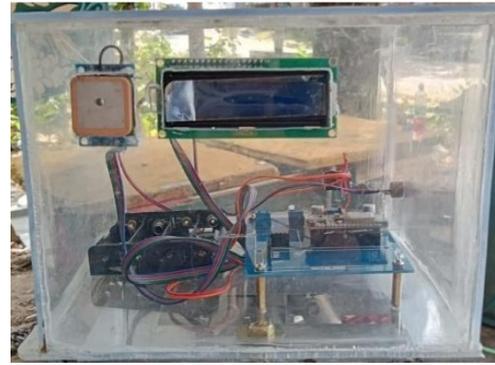


Gambar 8. Tata letak hardware pada box



Gambar 9. Desain tiang mekanik dan box pengukuran area berbasis gps

Hasil implementasi dapat dilihat pada Gambar 10 :

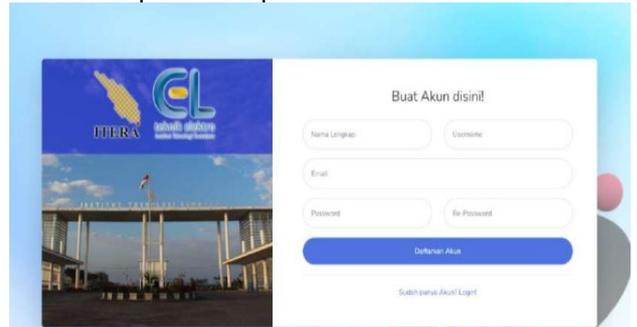


Gambar 10 Implementasi hardware

Implementasi pada alat ini berfokus pada bagian bahan yang mempunyai fungsi untuk melindungi komponen-komponen listrik. Bahan material yang digunakan adalah besi sebagai penyangga dengan tinggi 1,5 meter, akan tetapi penyangga yang digunakan bersifat portable sehingga dapat diperpendek hingga mempunyai tinggi hanya 75 cm. Bahan lainnya yaitu kaca Akrilik yang digunakan sebanyak 6 buah dengan masing-masing mempunyai lebar 20 cm dan panjang 20 cm.

3.2. Website System

Sesuai pada Gambar 5, hasil perancangan website dapat dilihat pada Gambar 11-13 :



Gambar 11. Tampilan log in Website



Gambar 12. Tampilan Dashboard



Gambar 13. Grafik hasil pengukuran

Website akan meminta pengguna untuk *log in* terlebih dahulu dengan akun yang sudah didaftarkan. Selanjutnya pengguna dapat melihat hasil pengukuran pada tampilan *dashboard*. Tampilan ini akan menampilkan koordinat, luasan dan juga grafik hasil pengukuran sehingga mempermudah untuk melakukan estimasi luas area secara cepat. Dilakukan juga *usability testing* untuk mengetahui kepuasan pengguna terhadap penggunaan *website* pengukuran luas area ini. Hasil tersebut dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Presentase hasil tanggapan kuisioner

SKALA	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q 10
Sangat Setuju	35%	10%	30%	20%	45%	5%	35%	5%	25%	30%
Setuju	55%	15%	55%	15%	50%	15%	50%	5%	45%	20%
Netral	5%	15%	15%	40%	5%	35%	15%	10%	30%	30%
Tidak Setuju	0	40%	0	10%	0	20%	0	45%	0	5%
Sangat Tidak Setuju	5%	20%	0	15%	0	25%	0	35%	0	15%

Data pada Tabel 1 merupakan responden yang diambil 20 data dimana berasal dari 40% keilmuan terkait, 40% keilmuan informatika dan 20% adalah masyarakat umum. Dari persentase penilaian yang diberikan oleh responden pada tabel 1 dapat diperoleh hasil pengukuran *usability website* adalah sebagai berikut:

Learnability atau tingkat kemudahan penggunaan pada *website* termasuk mudah untuk digunakan karena 55% dari 20 responden berpikir akan menggunakan *website* kembali dan 40% dari 20 responden beranggapan bahwa *website* tidak rumit untuk digunakan.

Efficiency atau cepatnya waktu yang dibutuhkan pengguna untuk memahami kegunaan *website* mendapatkan hasil yang baik karena 55% dari 20 responden setuju bahwa *website* mudah untuk dimengerti, namun terdapat 40% dari 20 responden yang memberikan tanggapan netral dimana responden merasa membutuhkan bantuan orang lain untuk menggunakan *website* sehingga waktu untuk memahami penggunaan *website* kurang efisien

Error yaitu banyaknya kegagalan yang terjadi saat pengguna menggunakan *website*, pada tabel persentasi tanggapan responden dapat dilihat bahwa 50% dari 20 responden merasa fitur-fitur yang terdapat pada *website* sudah bekerja dengan

semestinya, namun 15% dari 20 responden merasa ada banyak hal yang tidak konsisten pada *website*.

Memorability berdasarkan hasil tanggapan responden pada kuesioner adalah 50% dari 20 responden setuju bahwa *website* akan mudah untuk digunakan oleh pengguna baru maupun pengguna lama, namun terdapat 5% dari 20 responden merasa *website* membingungkan untuk digunakan.

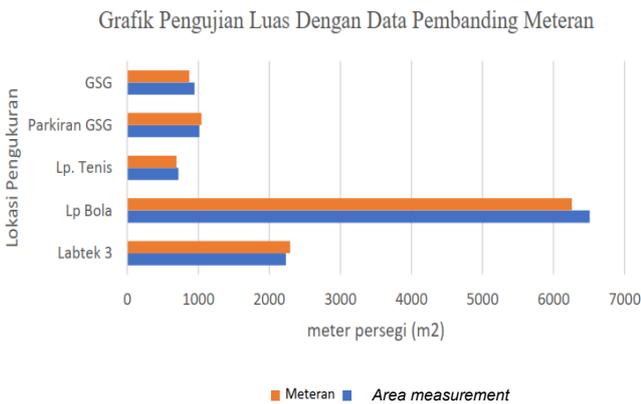
Satisfaction dari tanggapan responden yang melakukan pengisian kuesioner pada *website* diperoleh bahwa 45% dari 20 responden merasa tidak ada hambatan dalam menggunakan *website*,

Berdasarkan hasil dari responden tersebut didapatkanlah hasil *System Scale Usability* sebesar 68.

3.3. Pengukuran luas area

Ketelitian pengukuran luas tanah dihitung dengan mencari selisih luas dari bidang tanah yang diukur dengan menggunakan dua metode, dimana salah satu metode digunakan sebagai acuan, pada pengujian ini acuan luas tanah yang diukur adalah hasil pengukuran menggunakan meteran. Pada percobaan pertama dari pengujian luas tanah yang dilakukan pada Labtek 3 diperoleh luas tanah dengan alat adalah sebesar 2233 m² sedangkan dengan pengukuran manual diperoleh sebesar 2292 m², luas tanah dengan pengukuran menggunakan meteran lebih besar dari luas tanah hasil pengukuran alat akurasi pengukuran diperoleh

sebesar 97,42%. Selanjutnya percobaan kedua dilakukan di Lapangan bola dimana luas diperoleh menggunakan alat adalah sebesar 6510 m² sedangkan pengukuran manual menggunakan meteran adalah sebesar 6259.75 m², nilai akurasi dari hasil pengukuran yang dilakukan adalah sebesar 96.16% dimana pengukuran menggunakan meteran memperoleh hasil yang lebih kecil dari pengukuran menggunakan alat. Selanjutnya yaitu pengukuran yang dilakukan pada Lapangan tenis dimana nilai luas tanah yang diperoleh hasil pengukuran menggunakan alat yaitu sebesar 720 m² sedangkan pengukuran menggunakan meteran diperoleh sebesar 693.77m² akurasi pengukuran didapatkan sebesar 96,36%. Pengukuran pada parkir GSG luas yang diperoleh dari hasil pengukuran alat sebesar 1015 m² sedang hasil pengukuran menggunakan meteran diperoleh luas sebesar 1045,775 m² akurasi pengukuran sebesar 97.06% dan lokasi terakhir yaitu GSG hasil pengukuran luas menggunakan alat adalah 946 m² sedangkan menggunakan meteran adalah sebesar 871.25 m² akurasi dari pengukuran yang diperoleh adalah 92.10%. Perbedaan luas tanah yang diperoleh dari hasil pengukuran luas menggunakan alat ini dan alat ukur manual yang memperoleh *error* yang cukup besar dipengaruhi oleh bentuk medan yang diukur, kesalahan pengukuran, ketidakakuratan alat yang digunakan dan faktor lainnya. Untuk grafik perbandingan pengukuran luas dapat dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14 Perbandingan luas manual dan metode *low cost area measurement*

Perbandingan luas dengan metode manual dilakukan supaya kita dapat mendapatkan nilai *error* perbandingan dengan alat yang dibuat. Hasil nilai *error* semakin kecil maka semakin presisi tingkat pengukuran yang dilakukan. Dari hasil tersebut didapatkan presentasi nilai *error* sebagai berikut :

Tabel 2. Presentase nilai *error* hasil pengukuran luas area

No	Meteran	Alat	Error	Square Of Error
1	75.2	77	-1.8	3.2
2	30.5	29	1.5	2.3
3	91.3	93	-1.7	2.9
4	68.6	70	-1.4	2
5	37.1	36	1.1	1.2
6	18.7	20	-1.3	1.7
7	35.5	35	0.5	0.3
8	29.5	29	0.5	0.3
9	42.5	43	-0.5	0.3
10	20.5	22	-1.5	2.3
Total				16.2
n	10	RMSE	1.27	

3.4. Biaya pembuatan

Biaya yang dihabiskan untuk pembuatan alat hanya dikisaran 2 juta. Hal ini tentu jauh disbanding harga sewa atau bahkan pembelian *theodolite* sebagai sarana pengukuran luas tanah. Biaya ini mencakup sistem kelistrikan, wiring, pembuatan mekanik sesuai pada Gambar 8-9, mikrokontroler dan sensor serta *hosting website*.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian menunjukkan *error* pengukuran menggunakan *low cost measurement area* sebesar 1,27m jika dibandingkan dengan pengukuran manual. Hal ini sudah sangat baik jika digunakan untuk estimasi awal pengukuran sebuah lahan atau area. Alat juga dapat digunakan selama 9 jam operasional secara portable dengan memanfaatkan baterai sebagai catu daya utama dengan waktu *charging* selama 3 jam. Data luasan mampu ditampilkan kedalam *website* dengan baik menggunakan *protocol HTTP request* untuk menjembatani antara mikrokontroler dengan sistem *database website*. Hasil pengujian *website* juga menunjukkan nilai SUS yang cukup baik yaitu di angka 68 dari 20 responden yang diberikan kuisioner. Pada akhirnya dengan *cost* yang dikeluarkan di angka 2jt maka hasil yang didapatkan

sangat baik. Pengembangan yang perlu dilakukan kedepannya adalah dengan meningkatkan tingkat akurasi pengukuran baik dengan menambah *device* sensor maupun menambahkan filter untuk data GPS sehingga *glitch* yang terjadi dapat diminimalisir sehingga tingkat akurasi dari pengukuran dapat lebih besar.

Daftar Pustaka

- [1] M. Niam, A., Suprayogi, A., & Awaluddin, "Jurnal Geodesi Undip," Aplikasi Openstreetmap Untuk Sistem Informasi Geografis Kantor Pelayanan Umum Studi Kasus Kota Salatiga), vol. 2, no. Sistem Informasi Geografis, pp. 240–252, 2013..
- [2] A. Setiawan and E. Sedyono, "Dengan Metode endekatan Lingkaran Berbasis Google Earth / Google Maps," no. November, pp. 916–926, 2016.
- [3] M. A. Budiman, A. Z. Harefa, and D. V. Shaka, "Perancangan sistem pelacak gps dan pengendali kendaraan jarak jauh berbasis arduino," Proceeding SENDIU 202, pp. 978–979, 2020.
- [4] A. Setiawan and E. Sedyono, "Using Google Maps and spherical quadrilateral approach method for land area measurement," Proceedings – 2017 International Conference on Computer, Control Informatics, and its applications: Emerging Trends in Computational Science and Engineering, IC3INA 017, vol. 2018-Janua, pp. 85–88, 2017, doi: 10.1109/IC3INA.2017.8251745.
- [5] Zulhendri and M. R. Kirom, "Rancang Bangun Alat Ukur Jarak Dengan Media Laser Menggunakan Metode Perubahan Sudut Motor Servo Berbasis Mikrokontroler," eProceeding Eng. , vol. 2, no. 3, pp.7353–7360, 2015
- [6] A. Tribhuwana, "Perbandingan Pengukuran Luas Area antara Theodolit dan Global Positioning System (GPS)," Logika, vol. 22, no. 3, pp. 58–64, 2018.
- [7] B. Krisdianto, R. Tistro, and A. Putrawirawan, "Pengukuran dan pemetaan perumahan pegawai Politeknik Negeri Samarinda di Kawasan Bukit Pinang Bahari Samarinda," J. . Inersia, vol. 9, no. 2, pp. 20–29, 2017.
- [8] Yulianto, W., (2015), Menentukan Jarak Terdekat Hotel dengan Motode Haversine Formula, Skripsi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- [9] C. Linhart, A. Klein, R. Heled, and S. Orrin, "HTTP request smuggling," Comput. Secur. J., vol. 22, no. 1, pp. 13–26, 2006.
- [10] C. Linhart, A. Klein, R. Heled, and S. Orrin, "HTTP request smuggling," Comput. Secur. J., vol. 22, no. 1, pp. 13–26, 2006.
- [11] D. Chicco, M. J. Warrens, and G. Jurman, "The coefficient of determination Rsquared is more informative than SMAPE, MAE, MAPE, MSE and RMSE in regression analysis evaluation," PeerJ Comput. Sci., vol. 7, pp. 1–24, 2021.
- [12] Z. Sharfina and H. B. Santoso, "An Indonesian adaptation of the System Usability Scale (SUS)," 2016 Int. Conf. Adv. Comput. Sci. Inf. Syst. ICACSIS 2016, pp. 145–148, 2017, doi: 10.1109/ICACSIS.2016.7872776.
- [13] J. R. Lewis and J. Sauro, "Can I Leave This One Out? The Effect of Dropping an Item From the SUS," J. Usability Stud., vol. 13, no. 1, pp. 38–46, 2017
- [14] H. Ouldzira, A. Mouhsen, H. Lagraini, M. Chhiba, A. Tabyaoui, and S. Amrane, "Remote monitoring of an object using a wireless sensor network based on NODEMCU ESP8266," Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci., vol. 16, no. 3, pp. 1154–1162, 2019, doi: 10.11591/ijeecs.v16.i3.pp1154-1162.
- [15] A. F. Okilas, S. D. Siswanti, and M. D. Rachman, "Location based service for information publication using GPS on android-based mobile phone," Int. Conf. Electr. Eng. Comput. Sci. Informatics, vol. 1, no. August, pp. 190–197, 2014, doi: 10.11591/eecs1.1.373.