

Rancang Bangun Prototipe Alat Pemetaan Topografi Tanah Menggunakan Sensor IMU 10 DOF

Al Barra Harahap^{1,a)}, Myo Myint Shein^{1,b)}, Nina Siti Aminah^{1,c)}, Abdul Rajak^{2,d)}, Mitra Djamal^{1,2,e)}

¹Laboratorium Fisika Instrumentasi,
Kelompok Keilmuan Fisika Teoretik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Program Studi Fisika Institut Teknologi Sumatera
Jl. Terusan Ryacudu, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan, Indonesia, 35365

^{a)} harahap.albarra@gmail.com (corresponding author)

^{b)} myomyintshein95@gmail.com

^{c)} nina@fi.itb.ac.id

^{d)} rajakphysic89@gmail.com

^{e)} mitra@fi.itb.ac.id

Abstrak

Prototipe alat pemetaan topografi tanah ini menggunakan sensor IMU 10 DOF (accelerometer, gyro, magnetometers, pressure sensor) dengan tambahan modul GPS dan sensor suhu. Dengan berbasis ATmega328P dilakukan perekaman data pergerakan alat secara linear dan angular, arah mata angin, tekanan udara, posisi bujur dan lintang, ketinggian dari permukaan laut, suhu serta kelembaban udara dari wilayah yang diukur. Data yang dikumpulkan oleh mikrokontroler disimpan pada berkas data di media penyimpanan micro-SD sehingga, pengukuran dilapangan tidak bergantung dengan PC. Berdasarkan pengujian, prototipe ini berpotensi untuk dikembangkan sebagai topografi.

Kata-kata kunci: Arduino, sensor 10 DOF, topografi

PENDAHULUAN

Pada bidang arsitektur lanskap dibutuhkan pemetaan topologi tanah dengan tujuan mendapatkan bentuk permukaan tanah. Data parameter lingkungan juga dibutuhkan untuk penentuan vegetasi serta penyesuaian pembangunan.

DEM (*Digital Elevation Model*) merupakan model permukaan bumi yang terbentuk dari titik – titik yang memiliki nilai koordinat 3D (X, Y, Z). Titik – titik tersebut dapat berupa titik sample permukaan bumi atau titik hasil interpolasi atau ekstrapolasi titik – titik sample [1]. Pemetaan topologi metode teresterial dilakukan dengan mengukur langsung ke lapangan dengan menggunakan alat ukur sudut dan jarak (teodolit, EDM, atau ETS) [2].

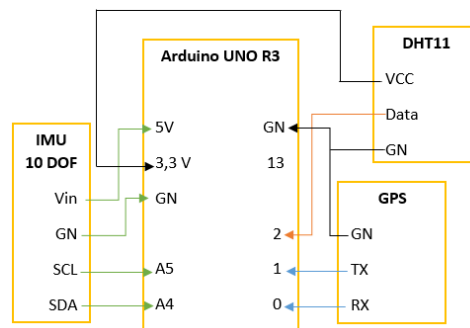
Ada beberapa algoritma yang dapat digunakan membedakan benda bergerak dan benda statis dalam gambar atau gerakan dari alat diukur menggunakan sensor eksternal, seperti integrasi *Global Positioning System* (GPS) dan *Inertial Measurement Unit* (IMU) (juga dikenal sebagai GPS / IMU [3]. Jika suatu benda dilacak dan pose objek diperkirakan, dengan estimator seperti Kalman filter, dapat digunakan untuk memprediksi gerakan objek. Tingkat keberhasilan pelacakan tergantung pada keakuratan estimasi pose dan

efisiensi estimator [4]. Dengan memanfaatkan data *raw* dari sensor IMU maka berpeluang untuk dapat dibentuk pemetaan topologi tanah yang efisien dan efektif untuk wilayah pemetaan yang relatif luas.

Data parameter lingkungan dapat dikumpulkan dengan memanfaatkan sensor lingkungan seperti DHT11 (suhu dan kelembaban). Sehingga dapat dibentuk kesatuan data yang lengkap untuk dijadikan referensi di bidang arsitektur lanskap.

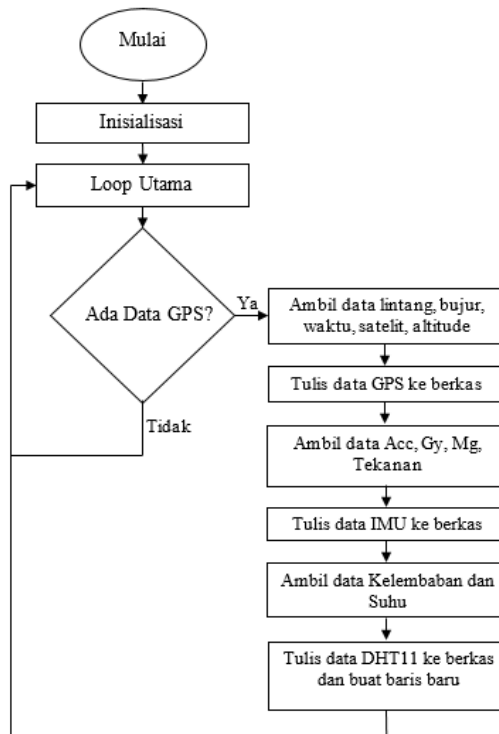
EKSPERIMEN

Perancangan protipe pemetaan topologi tanah ini menggunakan DFROBOT- 10 DOF Mems IMU, Itead Arduino GPS shield v1.0, DHT11 sebagai sensor dengan mikrokontroler Arduino UNO R3. Pergerakan alat akan dicatat sebagai data *raw* dari percepatan linear x,y,z dan angular x,y,z oleh akselerometer dan gyro. Data ini kemudian dapat digunakan untuk menentukan perubahan posisi benda. Diawal, modul GPS digunakan untuk mengunci koordinat sebagai penentu posisi pengukuran sehingga diperoleh ketinggian dari permukaan laut. Perubahan posisi benda dan data ketinggian ini dapat digunakan untuk memetakan permukaan tanah. Selanjutnya dikumpulkan data dari parameter lain seperti arah mata angin, tekanan udara, suhu serta kelembaban udara. Data ini kemudian disusun berurutan dengan dipisah tanda koma “,” agar memudahkan ketika dikonversi dalam bentuk berkas *cell*. Barisan data yang telah lengkap ditulis dalam satu berkas DATAOUTPUT.text kemudian disimpan dalam mikro-SD.



Gambar 1. Blok mikrokontroler dan sensor

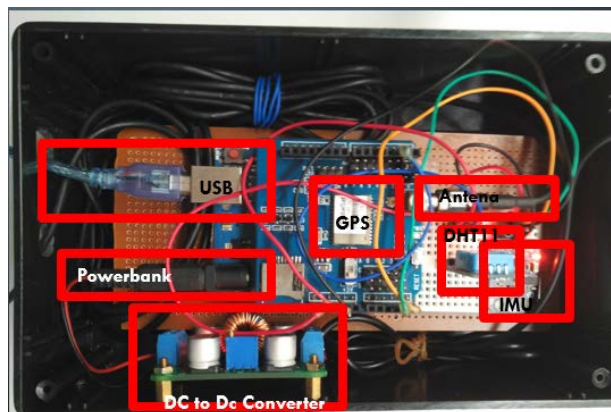
Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa sensor IMU 10 DOF menggunakan komunikasi A5 dan A4, DHT11 menggunakan pin digital 2 dan modul GPS berkomunikasi dengan pin 1 dan 0 pada mikrokontroler. Berdasarkan konfigurasi ini disusun diagram alir *sketch* sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram alir *sketch*

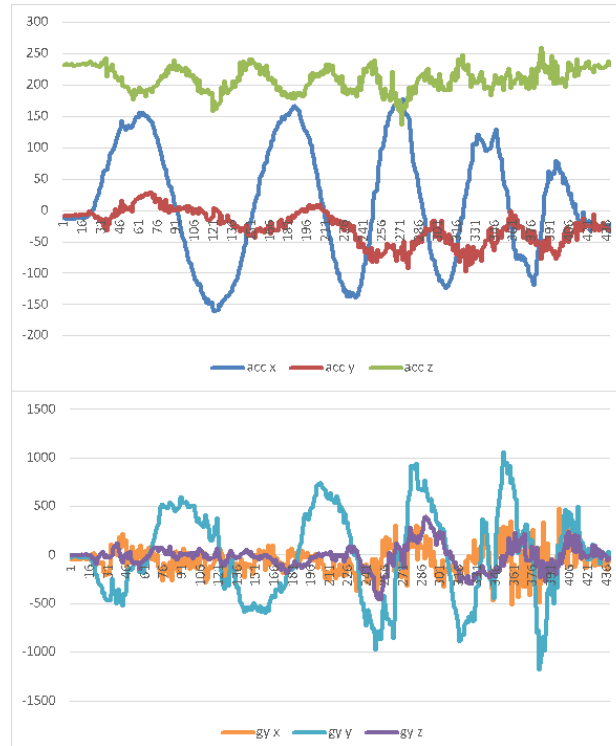
HASIL DAN DISKUSI

Setiap perangkat keras disusun dengan konfigurasi pin yang bersesuaian. Alat dikemudian dilengkapi dengan baterai 20800mAh. Dari baterai ini kemudian dihubungkan ke konverter sehingga menghasilkan keluaran 9V,2A.



Gambar 3. Perangkat prototipe pemetaan topologi tanah

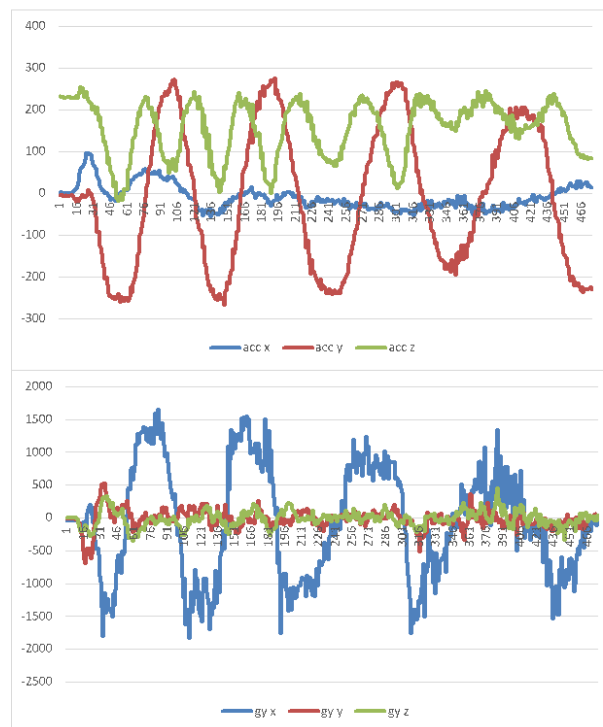
Untuk melihat pengaruh perubahan posisi pada sensor IMU dilakukan 2 jenis perlakuan. Pada perlakuan pertama alat bergerak naik dan turun. Dengan memberikan perubahan naik-turun yang besar, pengaruh kemiringan dapat diabaikan.



Gambar 4. Perubahan raw data pada akselerometer (acc) dan gyro (gy) ketika permukaan bergerak naik-turun

Dari hasil plot grafik dapat dilihat pada akselerometer komponen x dan z merespon perubahan permukaan sedangkan pada gyro hanya pada komponen y.

Pada perlakuan kedua, alat dikondisikan untuk bergerak miring kekanan dan ke kekiri dengan pengaruh perubahan naik-turun diusahakan sangat kecil.



Gambar 5. Perubahan raw data pada akselerometer (acc) dan gyro (gy) ketika permukaan bergerak Miring ke sisi kanan dan kiri

Dari perubahan ini dapat dilakukan pemetaan permukaan tanah dengan mengkaji lebih lanjut data keluarannya dengan memanfaatkan algoritma seperti Kalman filter yang sederhana, yang digunakan untuk memperkirakan orientasi objek.

Keluaran alat protipe ini selengkapnya dapat dilihat seperti gambar berikut :

Lat	Long	Date	Time	Sattelite	Alti(meters)	Ax	Ay	Az	Gx	Gy	Gz	Mx	My	Mz	Heading	Pressure (Pa)	Humidity (%)	Temperature (C) :
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:23.0	6	793.80	-6	-22	221	-40	-25	-7	-882	-536	165	211.29	83600.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:25.0	6	793.80	-4	-24	221	-40	-20	-3	-884	-537	166	211.28	83600.00	40.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:27.0	6	793.80	-4	-24	219	-41	-22	-3	-882	-536	166	211.29	83596.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:29.0	6	793.80	-4	-22	220	-40	-26	-4	-883	-536	167	211.26	83600.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:31.0	6	793.80	-6	-23	220	-39	-22	-4	-882	-535	166	211.24	83603.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:33.0	6	793.80	-5	-22	221	-40	-21	-4	-882	-535	166	211.24	83600.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:35.0	6	793.80	-5	-24	222	-42	-21	-2	-883	-536	166	211.26	83598.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:37.0	6	793.80	-5	-23	223	-38	-18	-3	-883	-536	167	211.26	83598.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:39.0	6	793.80	-6	-25	222	-41	-24	-4	-883	-536	167	211.26	83596.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:41.0	6	793.80	-7	-23	220	-44	-19	-3	-883	-536	166	211.26	83601.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:43.0	6	793.80	-6	-23	220	-42	-21	-1	-882	-536	165	211.29	83598.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:45.0	6	793.80	-5	-24	217	-39	-21	-1	-883	-536	166	211.26	83598.00	40.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:47.0	6	793.80	-5	-24	219	-40	-25	-2	-883	-536	166	211.26	83599.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:49.0	6	793.80	-5	-24	222	-39	-25	-4	-883	-535	167	211.21	83596.00	40.0	32.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:51.0	6	793.80	-5	-24	221	-40	-22	-3	-882	-535	166	211.24	83599.00	39.0	31.0
-689.613	10.760.736	11/19/2015	8:15:53.0	6	793.80	-5	-22	221	-38	-22	-2	-883	-536	165	211.26	83599.00	39.0	31.0

Gambar 4. Data keluaran alat yang telah di konversi dalam bentuk cell

KESIMPULAN

Perancangan awal prototipe alat pemetaan topologi tanah ini telah mampu merekam parameter yang dibutuhkan untuk pengembangan lebih lanjut. Data latitude, longitude, altitude, tekanan udara, suhu dan kelembaban telah diperoleh sehingga dapat digunakan untuk penentuan vegetasi untuk kebutuhan bidang arsitektur lanskap. Saran untuk masa mendatang data percepatan akan diolah untuk menentukan sistem koordinat x, y, dan z. Pengujian akan dilakukan untuk mendapatkan faktor kalibrasi masing-masing sumbu

REFERENSI

1. Janrico, Berlin, *Evaluasi Ketelitian Profil Sungai Hasil Ekstraksi Data Lidar*, Skripsi Sarjana, Teknik Geodesi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta (2014)
2. Meiza, A'an, *Teknologi Lidar Dalam Pekerjaan Eksplorasi Tambang Batubara*, Skripsi Sarjana, Teknik Geodesi dan Geomatika, Institut Teknologi Bandung, Bandung (2009)
3. Groves, Paul D., *Principles of GNSS, Inertial, and Multisensor Integrated Navigation Systems*, Artech House, London (2008)
4. Hosseinyalamdary, Siavash, *Tracking 3D Moving Objects Based on GPS/IMU Navigation Solution*, Laser Scanner Point Cloud and GIS Data, IJNS, 4, hal. 1301-1316 (2015)
5. A. Arya, *Fundamentals of Nuclear Physics*. Allen & Bacon (1966)