



Pembaca Aktivitas Manusia Dengan Sensor Gyro

Graseo Granteo Putra¹, Djoko Untoro Suwarno²

¹ Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia

² Teknik Elektro, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta, Indonesia

¹e-mail : ggputra13@gmail.com

² email : joko_unt@usd.ac.id

Abstrak – Aktivitas manusia dapat ditunjukkan dengan gerakan manusia. Gerakan manusia bisa bergerak dengan arah X,Y,Z maupun melakukan gerakan berputar. Dengan semakin berkembangnya teknologi sensor dan semakin terjangkau sensor gyro mudah diperoleh dengan harga yang sangat terjangkau. Sensor gyro dapat mengubah gerakan dengan arah X,Y,Z (accelerometer) serta sudut pada sumbu X,Y,Z (gyroscope). Dengan melakukan pengambilan data accelerometer dan gyro serta melakukan pengolahan data pada sensor gyro terhadap gerakan manusia diperoleh data aktifitas manusia. Pada penelitian ini dilakukan pengolahan data yang berasal dari aktifitas manusia melalui sensor gyro yang dipasang pada tubuh manusia. Sistem terdiri dari bagian sensor gyro MPU6050, modul RTC, modul SDcard dan mikrokontroler Arduino sebagai data akuisisi. Gerakan aktifitas manusia dapat dikenali dengan menggunakan fungsi euclidian dan correlasi. Pengolahan dilakukan secara offline menggunakan GUI Matlab. Data dari sensor gyro disimpan di SDcard dengan maksimal 50 sample / detik. Dari penelitian ini dapat dibedakan dua aktifitas manusia berjalan dan berlari.

Kata Kunci—Gyroscope, Accelerometer, Euclidian, Correlasi, GUI, Matlab, MPU-6050

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sensor menghasilkan banyak sensor yang murah dan mudah digunakan salah satunya sensor gyro. Sensor gyro dapat mengubah data percepatan (accelerometer) dan gerakan memutar menjadi data digital. Sensor *gyroscope* yang dijual bebas dipasaran dapat digunakan pada *biomedis* untuk merekam sinyal fisiologis dan gerakan selama kegiatan sehari-hari[1].

Perkembangan mikroprosesor khususnya di bidang kesehatan dapat digunakan untuk sistem *monitoring*. Berdasarkan penelitian *Kailas*[2], teknologi ini dapat diterapkan untuk melacak dan memantau pergerakan orang tua ketika mereka bangun, mendeteksi jatuh, atau untuk memantau gerakan kursi roda listrik sehingga membantu orang tua menjadi lebih nyaman hidup mandiri di rumah mereka sendiri. Namun dalam penerapannya perkembangan teknologi ini masih belum banyak digunakan.

Berdasarkan permasalahan tersebut penyusun berupaya mengembangkan sebuah alat agar dapat diterapkan untuk melakukan monitoring pergerakan aktivitas manusia dengan sensor *gyro*. Perkembangan sensor *gyro* sejauh ini banyak diterapkan dalam teknologi *animation*, *handphone*, *smartwatch* dan *remote control*.

Menurut penelitian *Shi et al.*,[3] dalam produksi animasi tiga dimensi menggunakan sistem animasi penangkapan gerak melibatkan teknologi penginderaan *inersia*, *bluetooth*, jaringan sensor dan pengembangan perangkat lunak dari model penangkapan gerakan tubuh manusia. Jaringan sensor digunakan untuk mengumpulkan data gerak dari setiap sendi pada tubuh manusia, dan hasil data dikirim ke tempat penyimpanan melalui *bluetooth*, kemudian perangkat

lunak pada tempat penyimpanan akan mengolah data menggunakan *algoritma kinematik inversi analitis* untuk menganalisis data gerak. Sistem untuk perekaman gerak tubuh manusia melibatkan desain model tubuh manusia dan sensor *inersia* secara *real-time*. Pengambilan data berfokus pada pergerakan tubuh manusia yang dipasang sensor *inersia* di 17 sendi kunci yang mempengaruhi pergerakan manusia, dan penempatan sensor inersia diletakkan pada setiap titik sendinya bertujuan untuk mengukur data gerakan.

Perkembangan teknologi sensor *gyro* di *handphone* yang diteliti oleh Incel[4], membandingkan efisiensi sensor *accelerometer* dan sensor *gyro* yang *dieksplorasi* melalui perubahan posisi telepon yang dapat dideteksi dengan akurasi tinggi dengan menganalisis perubahan gerakan, orientasi dan rotasi. Dampak dari perubahan ini pada kinerja dianalisis secara individual dan dalam kombinasi untuk mengeksplorasi fitur mana yang lebih efisien. Penelitian ini menggunakan tiga *dataset* yang berbeda, dikumpulkan dari 35 orang dari delapan posisi yang berbeda dan *dieksplorasi* kinerja algoritmanya dengan klasifikasi yang berbeda.

Penelitian Siradj[5] yang meneliti teknologi sensor berukuran kecil berpeluang besar menambah jajaran produk *wireless* inovatif yang bisa menyokong kesehatan manusia. Dalam penelitiannya *Smartwatch Group* membagi 4 kategori dari peluang penerapan *smartwatch* untuk kesehatan manusia yaitu monitoring berkelanjutan untuk mencegah suatu gangguan kesehatan, terapi, alat untuk digunakan pasien dengan penyakit tertentu dan rekam medik pasien. Beberapa perusahaan teknologi kesehatan sudah mendesain dan membuat *prototype smartwatch* yang diperuntukkan khusus untuk pasien dengan penyakit tertentu. *Healthcare Originals* sedang mendesain dan memproduksi *Intelligent Asthma Management* untuk *mentransfer* data *real-time* mengenai waktu untuk memonitoring asma. Alat dan aplikasi yang dibangun akan memberi peringatan ketika pengguna mengalami asma, langkah – langkah pengobatan, *tracking* dan informasi mengenai penanganan gejala asma. Sebuah *smartwatch* yang inovatif bernama *Smart Stop* dikeluarkan oleh *Chrono theurapeutics* yang bisa membantu perokok aktif untuk berhenti merokok. Aplikasi pendamping *Smart Stop* akan memberi penggunanya informasi tentang cara berhenti merokok dan memberikan tuntunan cara melakukannya. Sensor pada *Smart Stop* akan mengindra perubahan di tubuh dan pergerakan pengguna saat ingin mengonsumsi rokok. *Smart Stop* kemudian akan menginjeksi obat sehingga keinginannya merokok dapat ditahan. Produk lainnya yang juga sudah sedang dikembangkan antara lain *Smart Monitor* Epilepsi *Watch* untuk mendampingi pengidap epilepsi dan *Smartwatch* untuk penderita penyakit *demensia*.

Pada penelitian ini penulis akan mengembangkan sebuah alat monitoring pergerakan manusia yang dipasang pada 1 titik bagian tubuh. Perekaman pergerakan aktivitas manusia dilakukan menggunakan sensor *gyro* secara tidak *real-time* namun hasil data perekaman akan disimpan di media penyimpanan kemudian selanjutnya akan dikelola dalam bentuk grafik dan dimonitoring dalam *GUI* secara keseluruhan pada waktu tertentu. Penelitian ini menggunakan sensor *gyro* karena sensor *gyroscope* memiliki kelebihan dibandingkan dengan sensor yang lainnya yaitu sensor ini tidak bersentuhan langsung secara fisik dengan lingkungan sekitar sehingga sangat cocok digunakan pada benda atau objek yang bergerak[6].

II. LANDASAN TEORI

A. Motion Capture

Motion capture adalah proses perekaman gerakan secara langsung dan menerjemahkannya ke dalam istilah matematika yang dapat digunakan dengan melacak sejumlah titik kunci dalam ruang dari waktu ke waktu dan menggabungkannya untuk mendapatkan representasi tiga dimensi (3D). Singkatnya, *motion capture* adalah teknologi yang memungkinkan proses *interpretasi* gerakan langsung ke dalam *digital*. Subjek yang ditangkap dapat berupa semua benda yang digerakan dan makhluk hidup, titik kuncinya adalah area-area yang paling mewakili gerakan subjek. Untuk manusia, misalnya beberapa titik kunci adalah sendi yang bertindak

sebagai titik pivot dan koneksi untuk tulang. Lokasi masing-masing titik ini diidentifikasi oleh satu atau lebih sensor, penanda, atau potensiometer yang ditempatkan pada subjek dan memiliki fungsi yang berbeda satu dengan lain[7].

B. MPU-6050

Sensor MPU-6050 sendiri adalah chip dengan 3-axis Accelerometer (sensor percepatan) dan 3-axis Gyroscope (sensor kecepatan putaran), atau dengan kata lain 6 degrees of freedom (DOF) IMU. Inertial Measurement Unit (IMU) merupakan alat yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti gyroscope dan accelerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor. IMU mempertahankan 6 degree of freedom (DOF) yang memperkirakan gerakan yaitu posisi (X Y Z) dan orientasi (roll, pitch, yaw). Selain itu, MPU-6050 sendiri sudah memiliki Digital Motion Processors (DMP), yang akan mengolah data mentah dari masing-masing sensor. DMP pada MPU-6050 juga berfungsi meminimalisasi error yang dihasilkan. chip IC inverse yang didalamnya terdapat sensor Accelerometer dan Gyroscope yang sudah terintegrasi. Accelerometer digunakan untuk mengukur percepatan, Accelerometer sering digunakan untuk menghitung sudut kemiringan, dan hanya dapat melakukan dengan nyata ketika statis dan tidak bergerak. Untuk mendapatkan sudut akurat kemiringan, sering dikombinasikan dengan satu atau lebih gyro dan kombinasi data yang digunakan untuk menghitung sudut. Gyroscope adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, yang berlandaskan pada prinsip-prinsip momentum sudut[8].



Gambar 1. Sensor MPU-6050

Data yang berasal dari sensor gyro berupa data AccX, AccY, AccZ dan gyroX, gyroY, gyroZ. Nilai percepatan dan gyro total diperoleh dari persamaan (1) dan (2)

$$Accel = \sqrt{AccX^2 + AccY^2 + AccZ^2} \quad (1)$$

$$gyro = \sqrt{gyroX^2 + gyroY^2 + gyroZ^2} \quad (2)$$

C. Klasifikasi (pengolongan) data

Untuk melakukan pengolahan data dan melakukan penggolongan data dilakukan dengan menggunakan MATLAB. Berikut metode-metode yang sering digunakan yaitu mean, standar deviasi, varian, co varian, dan corelasi [9].

D. Jarak Eclidian

Jarak Eclidian digunakan untuk membandingkan dua buah vektor. Perbandingan suatu nilai dikatakan sama atau tidak berdasarkan dari tingkat kemiripan yang tinggi dan nilai dua vektornya. Dengan menggunakan metode jarak *Euclidean* dapat digunakan untuk mengukur tingkat kemiripan dua buah vektor tersebut. Jarak *Euclidean* adalah perhitungan jarak antara satu data terhadap sekelompok data (basis data). Pada jarak *Euclidean* metrika yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan 2 vektor. Jarak *Euclidean* menghitung akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor [10] seperti ditunjukkan pada persamaan (3).

Rumus dari jarak Euclidean :

$$j(V_1, V_2) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (V_1(k) - V_2(k))^2} \quad (3)$$

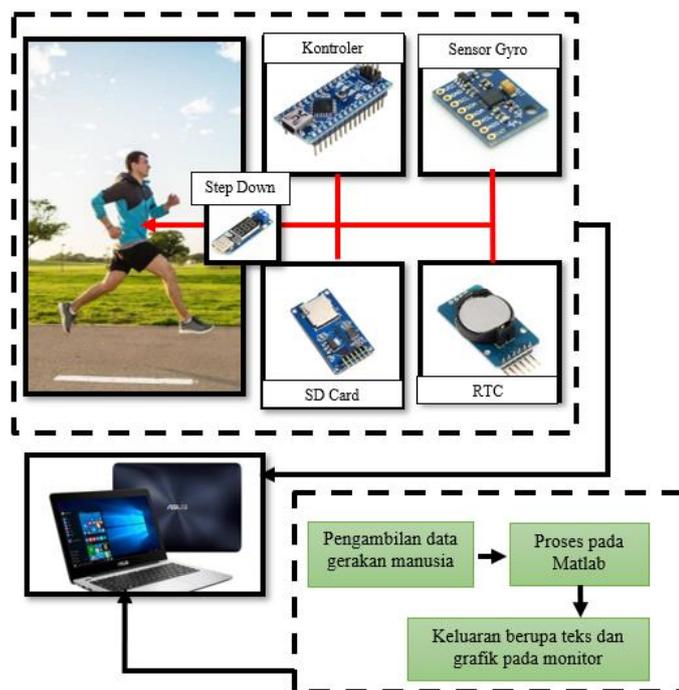
Keterangan : $V_1(k)$ = vektor basis data.

$V_2(k)$ = vektor masukan.

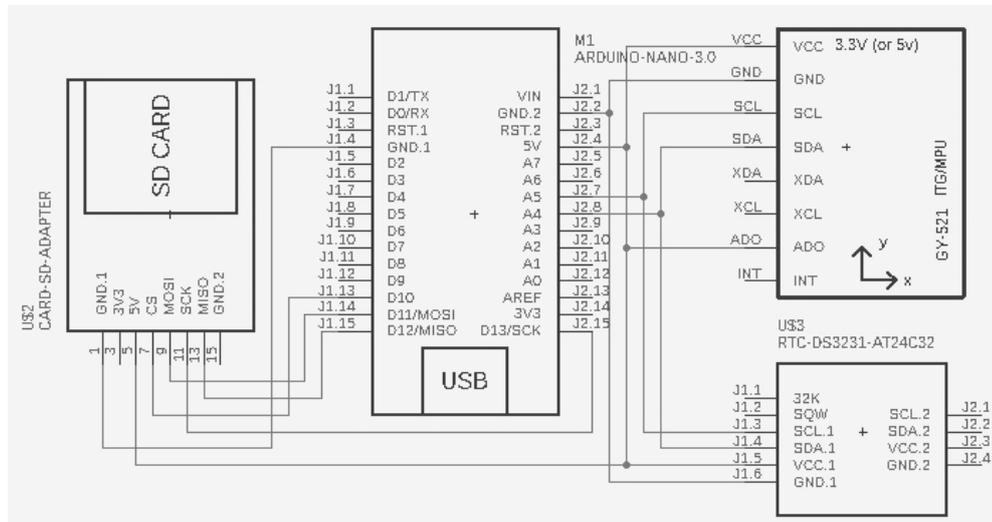
III. MODEL YANG DIUSULKAN

A. Arsitektur Model Secara Umum

Model yang diusulkan ini digunakan sebagai simulasi untuk mengenal gerakan manusia dengan metode *Template Matching* dan fungsi jarak *Euclidean*. Model dibangun menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak sebagai sistemnya. Sistem yang dirancang adalah suatu perangkat lunak yang dapat menampilkan data hasil pergerakan manusia dengan keluaran berupa grafik dan teks nama gerakan, ditampilkan secara tidak *real-time* namun menggunakan media penyimpanan datanya menggunakan *module SD Card* kemudian data yang ada disimulasi pada *MATLAB* dengan membandingkan *Basis Data* dengan *Data Uji*. Gambaran umum model dapat digambarkan pada arsitektur secara umum sebagaimana dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Blog Diagram Proses Pengambilan data gerak manusia



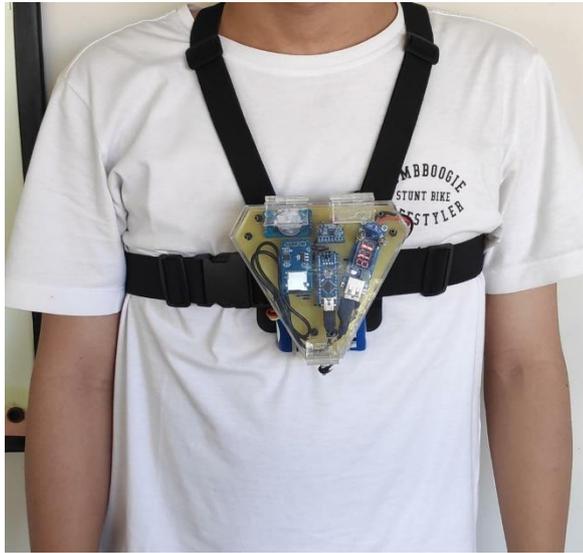
Gambar 3. Skema rangkaian Sistem Pengukuran aktivitas gerakan manusia

Apabila Proses pengambilan data gerak manusia adalah proses pengambilan data gerak dengan menggunakan arduino, sensor gyro, dan rtc yang nanti akan disimpan di sd card. Sensor gyro dan rtc akan dihubungkan ke arduino nano beserta modul sd card. Data gerak yang telah diambil dan yang sudah disimpan di sd card akan diolah kembali ke laptop. Sehingga data hasil gerak selanjutnya akan diproses di Matlab. Dapat dilihat diagram alir subrutin pengambilan data gerak manusia pada gambar 4



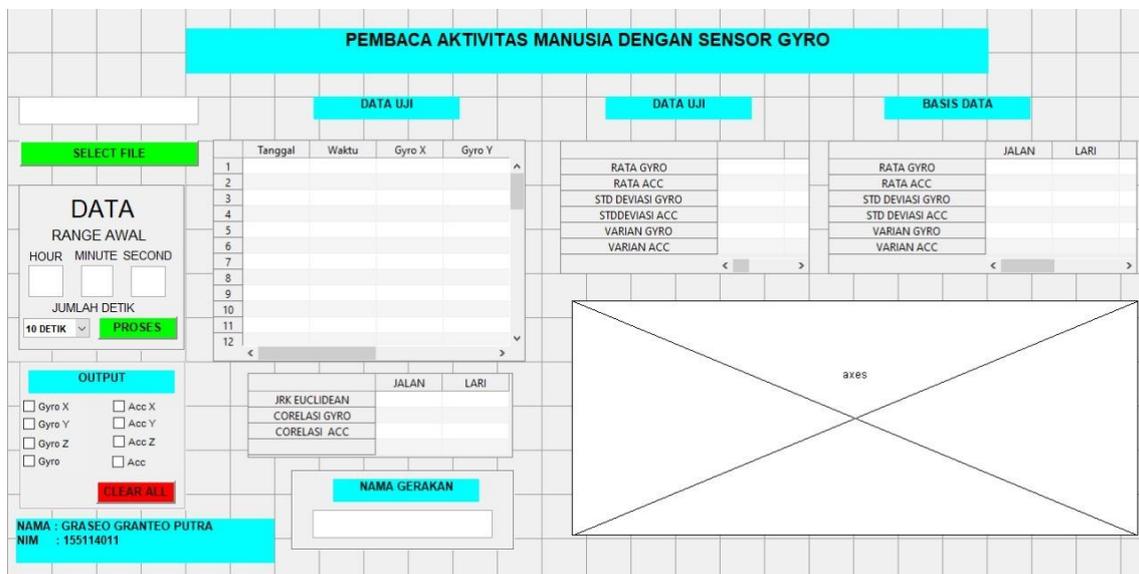
Gambar 4. Flowchart Keseluruhan Sistem Pengambilan Data Gerak Manusia

IV. IMPLEMENTASI MODEL DAN PEMBAHASAN



Gambar 5. Implementasi Perancangan Alat

Implementasi alat ditunjukkan pada gambar 5. Alat dipasang pada bagian dada. Alat dilengkapi dengan baterai agar menjadi portable yang bisa dibawa dengan mudah. Gambar 6 menunjukkan GUI pada matlab. Data diambil dari SDcard dan dilakukan pengolahan data. Pengolahan data berupa perhitungan jarak ecludian, correlasi antara data gyro dan data accelerometer gerakan jalan (atau lari) sebagai ajuan dan data aktifitas.



Gambar 6. GUI pada matlab

Pada pengujian karakteristik gerakan dilakukan dengan pembuatan basis data gerakan dan data uji. Pengujian gerakan dilakukan dengan cara membandingkan data uji dengan data basis data yang ada pada matlab. Dari grafik dibawah dapat dilihat bahwa hasil keluaran gerakan dapat dikenali dengan benar setelah data Basis Data dibandingkan dengan Data Uji seperti terlihat pada tabel 1

TABEL I
HASIL PERHITUNGAN AKTIFITAS DENGAN GERAKAN JALAN DAN GERAKAN LARI

	Aktifitas 1	Aktifitas 2	Aktifitas 3	Aktifitas 4	Aktifitas 5
Correl gyro jalan, aktifitas	0.98	0.52	0.67	0,46	0,32
Correl gyro lari, aktifitas	0.55	0.48	1	0,71	-0,0004
Correl accel jalan, aktifitas	0.81	0.44	0.61	0,76	0,50
Correl accel lari, aktifitas	0.47	0.32	0.34	0,65	0,44
Jarak eclidian jalan, aktifitas	220	144	509	159	187
Jarak eclidian lari, aktifitas	787	45	493	62	90
Kategori corr gyro	Jalan	Jalan	Lari	Lari	Jalan
Kategori corr accel	jalan	Jalan	Jalan	Jalan	Jalan
Kategori jarak eclidian	Jalan	Lari	Lari	Lari	Lari
Error keseluruhan	0%	66%	33%	33%	66%

Penggunaan data gyro lebih dominan dari data accelerometer karena gerakan berjalan. Perhitungan correlasi antara gerakan ref dengan aktifitas dicari nilai yang paling besar. Penentuan aktifitas menggunakan jarak eclidian dicari nilai yang paling minimal. Kelemahan sistem, sistem harus memilih dua jenis aktifitas berdasarkan jarak euclidian, walaupun nilai korelasi berkisar antara 0.5 untuk jalan dan korelasi bernilai 0.48 untuk aktifitas berlari. Sistem memutuskan sebagai aktifitas berjalan. Error yang terjadi sebesar 40% bila dihitung berdasarkan korelasi, namun bila data aktifitas dihitung berdasarkan jarak *Euclidian* bisa menghasilkan 100% Menurut Casale [11], metode untuk pengenalan Aktifitas manusia berdasarkan metode *Random Forest classifier* dengan perhitungan Mean Ax, Ay, Az, minmax, RMS velocity untuk gerakan naik tangga, berjalan, berbicara, berdiri, bekerja. Alat ukur dipakai sebagai tas selempang.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode *Template Matching* dan fungsi jarak *Euclidean*, maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Penggunaan fungsi jarak *Euclidean* dapat digunakan untuk membedakan gerakan jalan dan gerakan lari.
2. Lokasi pengambilan data uji tidak mempengaruhi hasil pengenalan gerakan jalan dan lari.
3. Pengujian gerakan diluar gerakan jalan dan lari akan tetap terbaca dengan hasil jalan atau lari jika data uji gerakan random memiliki ciri-ciri mendekati gerakan jalan maupun lari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liu, J., Jeehoon S., Sukwon K., 2017, Classification of Daily Activities for the Elderly Using Wearable Sensors, Hindawi Journal of Healthcare Engineering, Volume 2017, hal 1-7.
- [2] Kailas, Aravind., 2012, Basic Human Motion Tracking Using a Pair of Gyro + Accelerometer MEMS Devices.
- [3] Shi, Guangtian., Yongsheng, W., Shuai, L., 2014, Development of Human Motion Capture System Based on Inertial Sensors 2125, Sensors & Transducers, IFSA Publishing, S. L. Volume 173, Issue 6, hal 90-97.
- [4] Incel, O.D., 2015, Analysis of Movement, Orientation and Rotation-Based Sensing for Phone Placement Recognition.
- [5] Siradj, Y., 2016, Potensi Smartwatch untuk Kesehatan Smartwatch Potentials for Healthcare, Telekontran, Volume 4, No 1, hal 35-41.
- [6] Gani, Ruslan, Wahyudi, Iwan, S., 2011, Perancangan Sensor Gyroscope dan Accelerometer Untuk Menentukan Sudut dan Jarak, Makalah, Dalam: Seminar Tugas Akhir, Universitas Diponegoro.
- [7] Menache, A., 2011, Understanding Motion Capture for Computer Animation, Elsevier, USA.
- [8] Firman, B., 2016, Implementasi Sensor IMU MPU6050 Berbasis Serial I2C Pada Self-Balancing Robot, Yogyakarta.
- [9] ----, 2002, Introduction to Principal components analysis with MATLAB.
- [10] Andjioe, F.E., 2018, Pengembangan Pengenalan Perangkat Elektronika Secara Real Time Berbasis Ekstraksi Ciri Deskriptor Fourier, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Elektro, FST, Universitas Sanata Dharma, Yogyakarta.
- [11] Pierluigi Casale, Oriol Pujol, and Petia Radeva, 2011, Human Activity Recognition from Accelerometer Data Using a Wearable Device , Published in IbPRIA 2011DOI:10.1007/978-3-642-21257-4_36



Graseo Granteo Putra. Mahasiswa S1 Prodi Elektro Angkatan 2015 Universitas Sanata Dharma



Djoko Untoro Suwarno, S.Si, M.T, Dosen pada Program Studi Teknik Elektro, bidang yang ditekuni antara lain : Teknik Kendali, Instrumentasi, PLC, HMI android, Peraga Pendidikan