

SENSOR GERAK GY-80 UNTUK VISUALISASI GERAK LENGAN MENGGUNAKAN METODE NIRKABEL (BLUETOOTH)

Zainul Mukhtarom

Progam Studi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : zainulmukhtarom@mhs.unesa.ac.id

Bambang Suprianto

Dosen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Ketintang 60231, Indonesia
e-mail : bambangsuprianto@unesa.ac.id

Abstrak

Gerak merupakan hal yang sangat penting bagi manusia, tidak hanya untuk melakukan kegiatan sehari-hari saja, namun juga dalam hal untuk menunjang prestasi termasuk dalam bidang olahraga, serta juga tidak kalah penting yaitu gerakan terapi untuk penyembuhan dalam bidang medis. Skripsi ini bertujuan untuk pengembangan awal dan menciptakan alat yang dapat membantu dalam menganalisis gerakan untuk mendapatkan gerakan yang efisien, efektif dan aman. Skripsi ini menggunakan sensor GY-80 untuk mendeteksi sudut koordinat posisi objek yang berupa sudut pada sumbu *yaw*, *pitch* dan *roll*. Kemudian data tersebut akan diolah pada Arduino Promini dan selanjutnya akan dikirimkan menggunakan Bluetooth HC-05 pada PC / laptop. Setelah data diterima oleh PC / laptop, data akan diolah kembali pada software Labview yang nantinya akan ditampilkan dalam bentuk objek 3D. Dari pengujian alat didapatkan hasil bahwa jarak jangkauan komunikasi nirkabel terjauh alat yaitu pada jarak 18 meter, serta ketepatan gerak yang dihasilkan oleh alat dengan gerakan aslinya pada posisi lengan 90° ke depan yakni pada sumbu *yaw* dengan nilai rata-rata -24,8, sumbu *pitch* dengan nilai rata-rata 84, dan pada sumbu *roll* dengan nilai rata-rata 156,8 dan *error* rata-rata sebesar 1,1%.

Kata Kunci : Analisis Gerak, Sensor GY-80, Bluetooth HC-05, Arduino Promini, Labview

Abstract

Motion is a very important thing for humans, not only to carry out daily activities, but also in terms of supporting achievement, including in the field of sports, and also no less important, namely the therapeutic movement for healing in the medical field. This thesis aims at the initial development and creating a tool that can help in analyzing movements to get efficient, effective and safe movements. This thesis uses the GY-80 sensor to detect the coordinate angle of the object's position in the form of an angle on the yaw axis, pitch and roll. Then the data will be processed on Arduino Promini and will then be sent using Bluetooth HC-05 on a PC / laptop. After the data is received by the PC / laptop, the data will be reprocessed in the Labview software which will be displayed in the form of a 3D object. From the testing tool, it was found that the farthest wireless communication range of the device is at 18 meters distance, and the accuracy of the motion produced by the instrument with its original movement at the position of the arm 90° forward, namely on the yaw axis with an average value of -24.8, the axis of the pitch with an average value of 84, and on the roll axis with an average value of 156.8, and an average error of 1.1%.

Keywords: Motion Analysis, Sensor GY-80, Bluetooth HC-05, Arduino Promini, Labview

PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, gerak merupakan hal yang sangat penting bagi manusia. Tidak hanya untuk melakukan kegiatan sehari-hari saja, namun juga dalam hal menunjang prestasi dalam bidang olahraga yang mengandalkan gerakan sebagai peran utamanya dan juga tidak kalah pentingnya yakni gerakan terapi untuk penyembuhan dalam bidang medis. Untuk itu gerakan yang dilakukan harus efisien, efektif, serta aman. Dan

untuk mengetahuinya yakni dengan cara dilakukannya analisis gerak.

Di era modern saat ini perkembangan teknologi sudah sangat maju, sehingga membawa banyak dampak positif dalam berbagai bidang termasuk pada bidang analisis gerak. Salah satunya yakni teknologi *motion capture* / penangkap gerakan. *Motion capture* merupakan terminologi yang digunakan untuk mendeskripsikan proses dari perekaman gerakan dan pengartian gerakan

tersebut menjadi model digital (Susianti dkk, 2009).

Metode *input* yang digunakan pada teknik *motion capture* bervariasi, ada lima metode *input* yaitu elektromekanik, akustik, elektromagnetik, inersia, dan optik (Susianti dkk, 2009). Dari kelima metode tersebut dapat diciptakan alat yang dapat menganalisis gerakan sehingga dapat membawa manfaat / dampak yang positif dalam bidang kinesiologi, yakni merupakan suatu ilmu yang mempelajari gerakan manusia yang efisien, efektif, dan aman (Maulana, 2013).

Namun saat ini metode yang paling populer atau sering digunakan adalah *optical motion capture*. Metode ini dapat digunakan pada area kerja yang lebih besar, lebih tahan terhadap gangguan, dan gerakan subjek lebih mudah dibandingkan metode lain. Tetapi metode optik ini harus menggunakan kamera yang beresolusi tinggi, selain itu penggunaan kamera pun harus ada di beberapa titik agar semua sisi dari gerakan dapat ditangkap, seperti penelitian yang dilakukan oleh Ega Hegarini dkk (Hegarini dkk, 2014).

Dengan menggunakan metode *input inersia motion capture*, yakni menggunakan sensor GY-80 untuk mendapatkan data yang berupa titik koordinat posisi objek. Kemudian data akan diolah pada Arduino dan dikirim via *wireless* menggunakan *bluetooth*, dan hasil akhirnya yakni berupa visual 3D yang akan ditampilkan pada komputer atau laptop menggunakan *software LABVIEW*. Diharapkan alat tersebut dapat membantu dalam menganalisis untuk mendapatkan gerakan yang efisien, efektif, dan aman, serta dapat meminimalisir biaya pengalangan sehingga lebih terjangkau.

KAJIAN PUSTAKA

Inersia

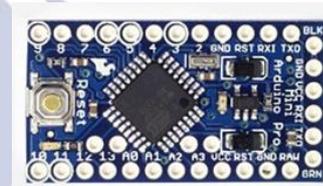
Motion capture menggunakan metode inersia bergantung pada percepatan dan pengukuran kecepatan rotasi dari 3 sumbu *accelerometer* dan *gyroscope*. Setiap sensor inersia diposisikan pada titik-titik strategis ukuran tubuh. Hal ini dicapai dengan menggabungkan tingkat sudut dengan kemiringan (vektor gravitasi), beberapa sensor magnetometer digunakan untuk mendapatkan data yang lebih akurat. Keuntungan sistem ini adalah lebih dari metode optik yakni fleksibilitas dari rekaman di berbagai lingkungan.

Inersia *motion capture* sistem yang digunakan di luar ruangan mayoritas untuk merekam gerakan olahraga. Kekurangan utama dari sensor ini adalah memperkirakan posisi dengan mengintegrasikan percepatan atau kecepatan sudut, dengan begitu sebuah kumulatif *error* muncul yang disebut sebagai *drift*. Inersia *motion capture* modern bergantung pada dasar kontak kekuatan deteksi, ditunjukkan oleh percepatan yang berubah dengan cepat,

untuk memperbarui posisi referensi sebelumnya (Field dkk, 2011).

Arduino Pro Mini

Arduino Pro Mini adalah sebuah papan mikrokontroler berbasis ATmega168 pada mulanya, namun kemudian ditingkatkan lagi menggunakan ATmega328. Pro Mini memiliki 14 pin digital *input/output* (yang mana 6 pin digunakan sebagai *output* PWM), 8 pin *input* analog, sebuah resonator, sebuah tombol *reset*, dan lubang-lubang untuk memasang kepala pin. Terdapat 6 kepala pin yang dapat dihubungkan ke kabel FTDI atau ke kabel USB Adaptor lainnya untuk memberikan tegangan dari USB dan berkomunikasi antara komputer dengan Arduino Pro Mini.



Gambar 1. Arduino Pro Mini
(Sumber: <https://www.arduino.cc/usa/arduino-pro-mini>, 2017)

MPU GY-80 Module

MPU GY-80 Module adalah sebuah modul berinti 4 buah sensor, yaitu sensor *accelerometer* ADXL345, sensor *gyroscope* L3G4200D, sensor kompas / magnetometer HMC5883L, dan juga sensor tekanan dan temperatur BMP085. Dengan penambahan regulator tegangan dan beberapa komponen pelengkap lainnya yang membuat modul ini siap dipakai dengan tegangan *supply* sebesar 3-5VDC. Modul ini memiliki *interface* I2C yang dapat disambungkan langsung ke MCU yang memiliki fasilitas I2C.



Gambar 2. MPU GY-80 Module
(Sumber : <https://www.amazon.in/Magnetic-Acceleration-Gyroscope-Arduino-EDC262581/dp/B00RFGHL9U>, 2015)

Keunggulan MPU GY-80 Module dibanding dengan modul yang lain yakni memiliki 4 sensor sekaligus didalam 1 modul yakni *accelerometer*, *gyroscope*, *magnetometer*, dan *barometer + thermometer* yang dapat bekerja secara bersamaan. Penggunaan dari modul ini

juga sangat mudah karena sudah dilengkapi dengan fasilitas ADC *internal* sebesar 16 bit serta *interface* I2C sebagai komunikasinya.

Accelerometer

Accelerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi (inklinasi). Percepatan merupakan suatu keadaan berubahnya kecepatan terhadap waktu. Bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut percepatan (*acceleration*). Namun jika kecepatan semakin berkurang daripada kecepatan sebelumnya, disebut perlambatan (*deceleration*). Percepatan juga bergantung pada arah/orientasi karena merupakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah pergerakan suatu benda akan menimbulkan percepatan pula. Untuk memperoleh data jarak dari sensor *accelerometer*, diperlukan proses integral ganda terhadap keluaran sensor.

$$S = \int (\int (\ddot{a}) dt) dt \quad (1)$$

Keterangan :

S = Jarak (m)

\ddot{a} = Keluaran sensor (m/s^2)

dt = Jeda waktu cuplik data (s)

Proses penghitungan ini dipengaruhi oleh waktu cuplik data, sehingga jeda waktu cuplik data (dt) harus selalu konstan dan dibuat sekecil mungkin secara sederhana, integral merupakan luas daerah di bawah suatu sinyal selama rentang waktu tertentu.

Percepatan yang diperoleh dari hasil pengukuran *accelerometer* pada kenyataannya bukanlah data percepatan benda murni, melainkan juga terdapat derau.

$$U = a + r + d \quad (2)$$

Keterangan :

U = Percepatan (m/s^2)

a = Percepatan murni (m/s^2)

r = *Random noise* (dB)

d = *Drift noise* (dB)

Gyroscope

Gyroscope adalah alat berupa cakram yang sumbuanya berputar antara dua penopang dan tetap dalam posisinya apabila tidak ada pengaruh kekuatan luar. *Gyroscope* digunakan untuk mengukur orientasi berdasarkan prinsip momentum sudut. Karakteristik *gyroscope* adalah presesi. Presesi adalah gerakan memiringkan atau berputar

terhadap sumbu *gyroscope* sebagai akibat gaya yang diterapkan. Perilaku *gyroscope* ditunjukkan dalam Persamaan berikut:

$$\tau \frac{dL}{dt} = \frac{d(I\omega)}{dt} = I\alpha \quad (3)$$

Keterangan :

τ = Torsi (Nm)

I = Momen inersia ($kg \cdot m^2$)

α = Percepatan sudut (m/s^2)

L = Momentum sudut ($kg \cdot m^2/s$)

ω = Kecepatan sudut ($^\circ/s$)

Prinsip inilah yang digunakan dalam sensor *gyroscope*. *Gyroscope* mengukur kecepatan sudut kerangka acuan inersia. Sudut orientasi berupa gerak gerak guling, angguk, dan geleng didapatkan dengan mengintegrasikan kecepatan sudut. Orientasi dapat diperoleh dengan persamaan berikut:

$$\theta = \theta_0 + \omega t \quad (4)$$

Keterangan :

θ = Sudut yang terbentuk ($^\circ$)

θ_0 = Sudut awal yang terbentuk ($^\circ$)

ω = Kecepatan sudut ($^\circ/s$)

t = Waktu tempuh (s)

Bluetooth HC-05

Bluetooth adalah protokol komunikasi *wireless* yang bekerja pada frekuensi radio 2.4 GHz untuk pertukaran data pada perangkat bergerak seperti PDA, laptop, HP, dan lain-lain. Salah satu hasil contoh modul *Bluetooth* yang paling banyak digunakan adalah tipe HC-05. *Bluetooth* jenis ini berstandar 802.15 *IEEE* yang didasarkan pada sistem radio nirkabel yang dirancang untuk jarak pendek .



Gambar 3. MPU GY-80 Module
(Sumber : <http://www.electronicastudio.com/docs/istd016A.pdf>, 2015)

Modul *Bluetooth* HC-05 merupakan modul *Bluetooth* yang bisa menjadi *slave* ataupun *master* hal ini

dibuktikan dengan bisa memberikan notifikasi untuk melakukan *pairing* ke perangkat lain, maupun perangkat lain tersebut yang melakukan *pairing* ke modul *Bluetooth* HC-05. Untuk mengeset perangkat *Bluetooth* dibutuhkan perintah-perintah *AT Command* yang mana perintah *AT Command* tersebut akan di respon oleh perangkat *Bluetooth* jika modul *Bluetooth* tidak dalam keadaan terkoneksi dengan perangkat lain.

Labview

Labview adalah sebuah *software* pemrograman yang diproduksi oleh *National Instruments* dengan konsep yang berbeda. Seperti bahasa pemrograman lainnya yaitu C++, matlab atau Visual basic, Labview juga mempunyai fungsi dan peranan yang sama, perbedaannya bahwa Labview menggunakan bahasa pemrograman berbasis grafis atau blok diagram sementara bahasa pemrograman lainnya menggunakan basis *text*. Program Labview dikenal dengan sebutan *Vi* atau *Virtual instruments* karena penampilan dan operasinya dapat meniru sebuah *instrument*.

Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software* yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE Arduino terdiri dari:

1. Program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program bahasa *processing* menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah *microcontroller* tidak akan bisa memahami bahasa *processing*. Yang bisa dipahami oleh *microcontroller* adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam *memory* dalam papan arduino.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian dimulai dengan mengkaji teori-teori yang ada, berdasarkan fenomena nyata sehingga muncul sebab permasalahan. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Penelitian ini dituntut menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, penafsiran terhadap data tersebut, serta penampilan hasilnya.

Penelitian ini akan membahas tentang sistem yang dapat memvisualisasikan pergerakan lengan secara *realtime* menggunakan sensor inersia yakni sensor GY-80 yang dapat dianalisis dari segi jarak jangkauan alat dan ketepatan gerak hasil visualisai yang berupa objek

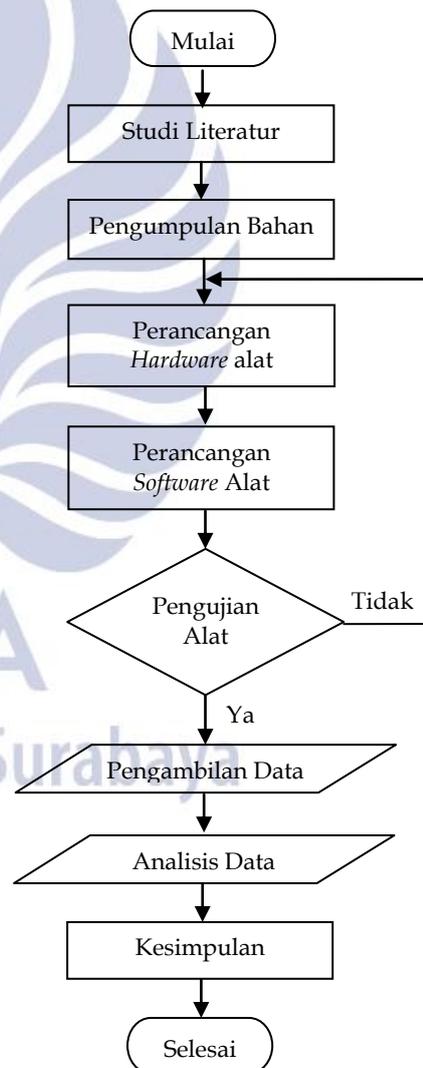
3D dengan gerakan asli. Penelitian ini menggunakan *software* Arduino IDE dan Labview untuk menganalisis data keluaran sensor. Pengumpulan data kuantitatif diperoleh dari monitoring visualisasi pergerakan lengan pada Labview yang berupa visual gambar 3D.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikroprosesor dan Mikrokontroler Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya dan waktu pelaksanaannya pada semester ganjil tahun ajaran 2018/2019.

Rancangan Penelitian

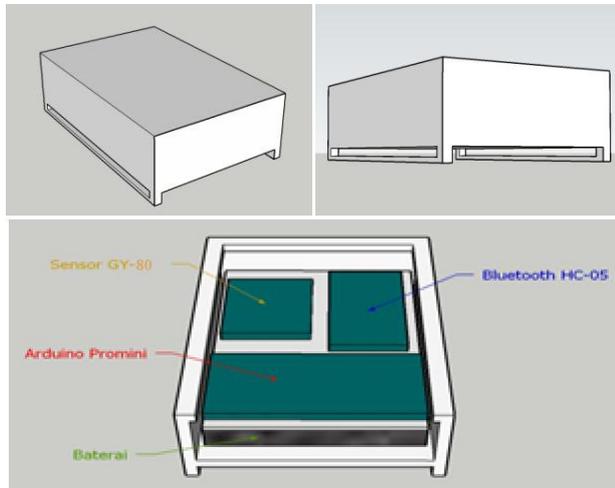
Tahapan rancangan pada penelitian ini akan peneliti gambarkan dalam sebuah diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 4. Diagram Alir Rancangan Penelitian (Sumber : Data Penelitian, 2018)

Rancang Bangun Hardware

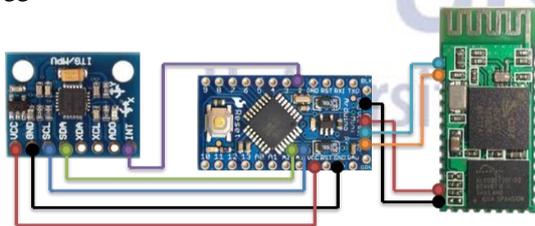
Rancang bangun hardware dibuat menggunakan bahan akrilik dengan ketebalan 2mm. Skema perancangan rangkaian *hardware* sistem sensor gerak nirkabel menggunakan GY-80 untuk visualisasi gerak lengan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Desain Hardware
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

Rancang Bangun Sistem

Rancang bangun sistem ini dibuat seminimalis mungkin agar tidak mengganggu pada saat melakukan gerakan, sehingga lengan dapat bergerak lebih leluasa. Dengan itu menggunakan Arduino Promini karena memiliki ukuran yang sangat minimalis. Sensor GY-80 sendiri sudah berukuran kecil. Sedangkan untuk *Bluetooth* yang digunakan hanya chipnya saja tidak dengan modulnya. Untuk catu daya yg digunakan sebesar 3,3V agar semua komponen dapat langsung terhubung dalam 1 catu daya sehingga lebih efisien, yakni menggunakan baterai.



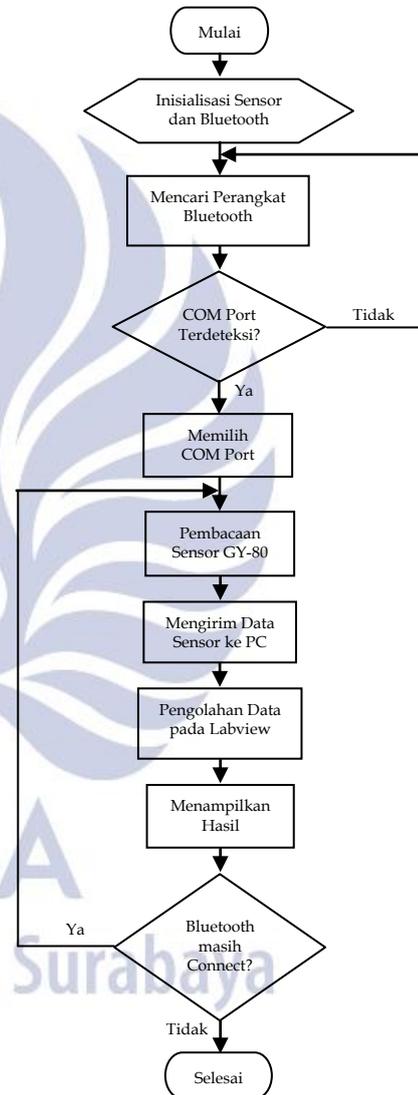
Gambar 6. Rangkaian Sistem
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

Rancang Bangun Software

Rancang bangun *software* yang dimaksud adalah program yang dimasukkan ke dalam mikrokontroler Arduino serta program yang ada pada Labview. Pemrograman pada Arduino dibuat menggunakan bahasa pemrograman khusus oleh Arduino pada Arduino IDE (*Integrated Development Environment*), sedangkan

pemrograman pada Labview menggunakan *Vi* atau *Virtual Instrument*.

Gambaran umum jalannya program yang pertama adalah PC atau laptop akan mencari perangkat *Bluetooth* yang tersambung pada alat. Ketika sudah menemukan perangkat tersebut lalu perangkat *Bluetooth* akan disambungkan melalui PC atau laptop. Setelah itu sensor GY-80 akan mulai mendeteksi titik koordinat x,y, dan z. sensor akan mendeteksi titik koordinat secara *realtime*. Kemudian data dari sensor dikirim melalui *Bluetooth* pada PC atau laptop.



Gambar 7. Flowchart Program
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil kegiatan pembuatan Skripsi yang berjudul “Sensor Gerak GY-80 untuk Visualisasi Gerak Lengan Menggunakan Metode Nirkabel (*Bluetooth*)” berhasil menghasilkan sebuah alat yang berfungsi untuk

memvisualisasikan gerak lengan secara *realtime* dalam bentuk objek 3D.

Pengujian Jarak Jangkauan Alat

Pengujian ini diukur berdasarkan jarak maksimum yang dapat dicapai oleh *Bluetooth* HC-05 dengan PC / laptop. Hal ini dilakukan untuk mengetahui jarak kemampuan maksimum koneksi *Bluetooth* untuk dapat melakukan pengiriman data. Pada pengujian ini dilakukan tanpa adanya penghalang dan dilakukan di area yang terbuka. Berikut hasil pengujian jarak jangkauan alat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian jarak jangkauan alat
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

Jarak	Pengiriman Data	Koneksi
1 meter	Data terkirim	Berhasil
2 meter	Data terkirim	Berhasil
3 meter	Data terkirim	Berhasil
4 meter	Data terkirim	Berhasil
5 meter	Data terkirim	Berhasil
6 meter	Data terkirim	Berhasil
7 meter	Data terkirim	Berhasil
8 meter	Data terkirim	Berhasil
9 meter	Data terkirim	Berhasil
10 meter	Data terkirim	Berhasil
11 meter	Data terkirim	Berhasil
12 meter	Data terkirim	Berhasil
13 meter	Data terkirim	Berhasil
14 meter	Data terkirim	Berhasil
15 meter	Data terkirim	Berhasil
16 meter	Data terkirim	Berhasil
17 meter	Data terkirim	Berhasil
18 meter	Data terkirim	Berhasil
19 meter	Data tidak terkirim	Gagal

Dapat dilihat dari data di atas pada jarak 1 sampai 18 meter pengiriman data dari alat masih dapat diterima oleh PC / laptop dan akhirnya terputus saat jarak mencapai 19 meter dan PC / laptop tidak bisa menampilkan data. Jadi jarak jangkauan maksimal *Bluetooth* pada sistem ini mencapai 18 meter dan koneksi akan terputus setelah mencapai jarak 19 meter..

Pengujian Ketepatan Gerak

Pengukuran Pengujian ketepatan gerak dilakukan dengan cara membandingkan antara ketepatan gerak yang dihasilkan oleh alat yang ditampilkan pada aplikasi Labview dengan gerakan asli peraga. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui hasil dari visualiasasi alat apakah sudah sama gerakan yang dihasilkan oleh alat dengan gerakan aslinya, yakni dengan cara

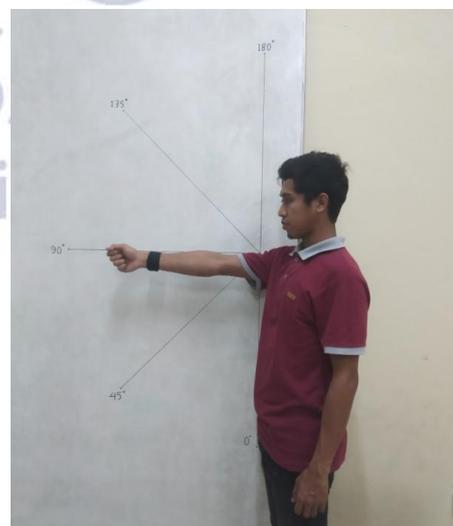
membandingkan sudut antara kedua gerakan / posisi lengan dan berapa rentang nilai data dari sensor untuk dapat menghasilkan sudut yang sudah ditentukan.

Gerakan untuk pengujian yakni posisi badan menghadap kesamping dengan posisi tangan 90° menghadap ke depan. Dari pengujian tersebut akan diketahui perbandingan antara hasil dari visualisasi alat dengan gerakan asli. Berikut hasil pembuatan alat visualisasi gerak menggunakan sensor GY-80.

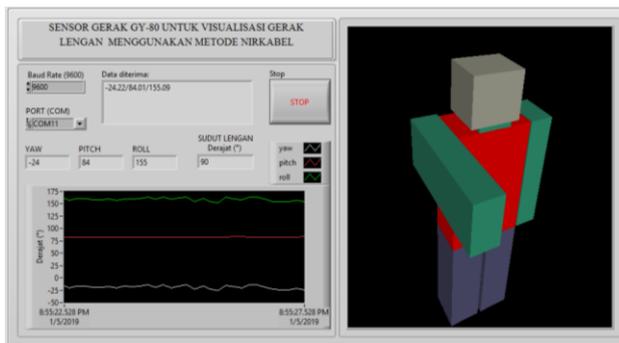


Gambar 8. Hasil Pembuatan Alat
(Sumber : Data Penelitian, 2018)

Pada Gambar 8 menunjukkan hasil pembuatan alat yang didesain seminimalis mungkin agar peraga dapat leluasa saat menggerakkan lengan. *Box* alat menggunakan akrilik yang dipasangkan kaleb untuk merekatkan alat pada pergelangan tangan peraga. Untuk pemasangan alat pada pergelangan tangan, tombol *on/off* dan pin menghadap ke atas pada saat lengan posisi tegap. Berikut hasil pengujian ketepatan gerak hasil visualisasi dengan gerakan asli.



Gambar 9. Gerakan asli peraga saat pengujian ketepatan gerak 90° menghadap ke depan
(Sumber : Data Penelitian, 2018)



Gambar 10. Gerakan asli peraga dan hasil yang ditampilkan pada Labview (3D) (Sumber : Data Penelitian, 2018)

Pada Gambar 10 menunjukkan hasil pengujian yang ditampilkan oleh alat pada *software* Labview dengan gerakan asli peraga. Pada gerakan asli peraga menggerakkan tangan pada posisi 90° ke depan dan hasil yang ditampilkan pada *software* Labview menunjukkan posisi tangan pada objek 3D sama dengan posisi gerakan tangan asli peraga yakni 90° ke depan. Dan dari hasil yang ditampilkan juga menunjukkan nilai dari sumbu *yaw*, *pitch* dan *roll* pada saat posisi tangan 90° ke depan. Berikut adalah data hasil pengujian ketepatan gerak pada posisi tangan 90° ke depan.

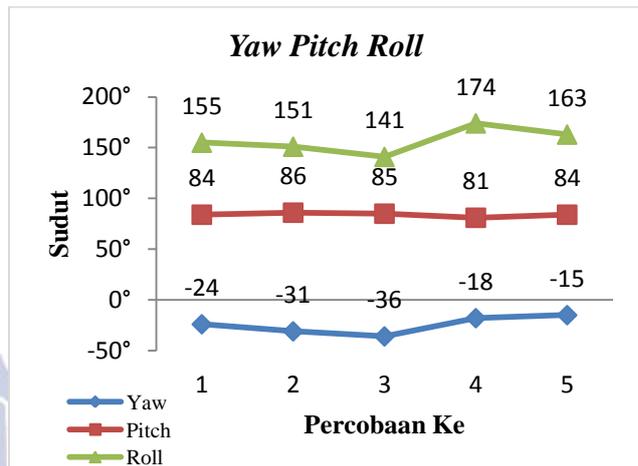
Tabel 2. Hasil pengujian ketepatan gerak (Sumber : Data Penelitian, 2018)

SUDUT (Derajat)					Error (%)
Lengan (Peraga) Ke Depan	Lengan (3D) Ke Depan	<i>Yaw</i>	<i>Pitch</i>	<i>Roll</i>	
90°	90°	-24	84	155	0
90°	90°	-31	86	151	0
90°	90°	-36	85	141	0
90°	85°	-18	81	174	5,5
90°	90°	-15	84	163	0
Rata - Rata		-24,8	84	156,8	1,1

Yaw merupakan gerakan memutar kekanan dan kekiri yang terjadi pada sumbu vertikal / Z. Gerakan *pitch* adalah gerakan memutar kedepan dan belakang pada sumbu lateral / Y. Dan gerakan *roll* adalah gerakan memutar kesamping kanan dan kiri pada sumbu longitudinal / X.

Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil seperti pada Tabel 2. Pada saat peraga menggerakkan tangan pada posisi tangan 90° ke depan, nilai pada sudut *yaw* bernilai rentang dari -36 sampai -15, sedangkan nilai pada sudut *pitch* bernilai rentang

dari 81 sampai 86 dan nilai pada sudut *roll* bernilai rentang dari 141 sampai 174.



Gambar 11. Grafik *yaw*, *pitch* dan *roll* saat posisi tangan 90° ke depan (Sumber : Data Penelitian, 2018)

Pada Gambar 11 menunjukkan bahwa untuk posisi tangan 90° ke depan, nilai pada sudut *yaw* memiliki rata-rata nilai sebesar -24,8. Sudut *pitch* memiliki rata-rata nilai sebesar 84. Dan pada sudut *roll* memiliki rata-rata nilai sebesar 156,8. Jadi untuk posisi tangan dengan sudut 90° nilai yang dibutuhkan yakni rentang dari beberapa sudut, pada sumbu *yaw* yang rentang -36 sampai -15 dengan nilai rata-rata -24,8, sumbu *pitch* 81 sampai 86 dengan nilai rata-rata 84, dan pada sumbu *roll* 141 sampai 174 dengan nilai rata-rata 156,8. Error rata-rata pada posisi tangan 90° ke depan yakni 1,1%.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan pada tabel 1, Jarak jangkauan komunikasi nirkabel terjauh alat yakni pada jarak 18 meter. Pada tabel 2, sudut *yaw* menghasilkan rentang -36 sampai -15 dengan rata-rata -24,8, sudut *pitch* menghasilkan 81 sampai 86 dengan rata-rata 84 dan sudut *roll* menghasilkan 141 sampai 174 dengan rata-rata 156,8. Dari data tersebut diperoleh rata-rata error sudut sebesar 1,1 %. Ketepatan gerak yang dihasilkan oleh alat sudah cukup baik.

Saran

Berdasarkan simpulan diatas ada beberapa saran yang dapat dilakukan untuk pengembangan sistem sistem sensor gerak nirkabel menggunakan GY-80 yaitu menggunakan Merancang sistem berbasis *wireless* yang lebih baik seperti komunikasi *WiFi* atau *GSM* sehingga dapat dimonitoring dan dikontrol dari jarak yang lebih

jauh lagi dan dapat meningkatkan nilai keefektifan pengguna. Melakukan riset lebih dalam lagi untuk memperkecil rentang pada sumbu *yaw*, *pitch* dan *roll* serta *error*, untuk mendapatkan sudut yang diinginkan supaya hasil yang diperoleh bisa lebih akurat dan konstan, serta dapat mengikuti pergerakan ke segala arah, mengingat didalam penelitian ini objek hanya dapat menggerakkan tangan ke depan, belakang dan samping.

DAFTAR PUSTAKA

Field, Matthew dkk. 2011. *Human Motion Capture Sensors and Analysis in Robotics*. Australia: ISSN: 0143-991X

Hegarini, Ega., Satria, Haris., dan Agus, Bheta. 2014. *Membangun Penangkap Gerakan Manusia dengan Menggunakan 8 Kamera untuk Menghasilkan Model Animasi 3 Dimensi*. Depok: ISSN : 2302-3740

Maulana, Fadli. 2013. *Analisis Gerak Tubuh Manusia*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta

Susianti, Elva., Arifin, Achmad., dan Purwanto, Djoko. 2009. *Pengembangan Motion Capture System Menggunakan Kamera Low Cost*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Web.<https://www.amazon.in/Magnetic-AccelerationGyro-scope-Arduino-EDC262581/dp/B00RFGHL9U>.
Diakses : 23 Desember 2017

Web.<https://www.arduino.cc/usa/arduino-pro-mini>.
Diakses : 15 Agustus 2017

Web.<http://www.electronicaestudio.com/docs/istd016A.pdf>.
Diakses 02 September 2017

