

KENDALI GERAK *PROSTHETIC HAND* MENGGUNAKAN *FLEX SENSORS* DAN *ACCELEROMETER*

I Gusti Lanang Ngurah Agung Pramadi Danudiningrat, Handry Khoswanto, Petrus Santoso

Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra

Jl.Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

E-Mail: danu.lanang24@gmail.com ; handry@petra.ac.id ; petrus@petra.ac.id

Abstrak - *Prosthetic hand* adalah mekanisme yang dibuat menyerupai tangan manusia. Pengendalian akan lebih efektif apabila *prosthetic hand* dapat meniru pergerakan tangan manusia. Maka dibuat alat yang memanfaatkan *flex sensors* dan *accelerometer* yang telah melalui proses filter untuk membaca gerakan tangan manusia.

Sistem ini terdiri dari dua bagian yaitu bagian *prosthetic hand* dan bagian kontrol yang memanfaatkan gerakan tangan manusia yang berkomunikasi menggunakan *bluetooth*.

Berdasarkan hasil pengujian, gerakan tangan manusia dapat ditiru oleh *prosthetic hand* dengan cukup baik. Ditambah lagi penggunaan eksponensial filter saat pembacaan *flex sensors* membuat pembacaan pergerakan jari manusia menjadi lebih baik.

Kata Kunci - *Flex Sensors*, *Accelerometer*, Eksponensial Filter, Kontrol *Prosthetic Hand*

I. PENDAHULUAN

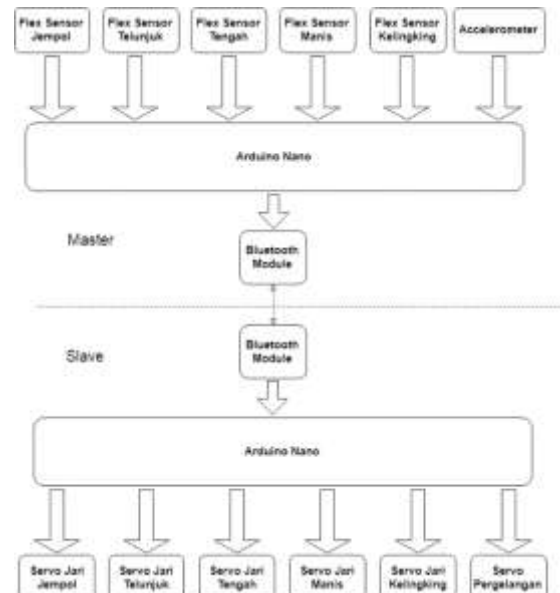
Prosthetic hand adalah mekanisme yang dibuat menyerupai tangan manusia. Menurut Allin S, Eckel E, Markham H, Brewer BR (2010), *Prosthetic hand* modern telah dirancang untuk mendekati anggota tubuh alami dalam bentuk dan fungsi [1]. *Prosthetic hand* dapat dikendalikan dengan beberapa metode. Pengendalian secara umum menggunakan *joystick*, *remote control*, sinyal dari kontraksi otot dan sinyal otak. Pengendalian akan lebih efektif apabila *prosthetic hand* dapat meniru pergerakan tangan manusia.

Dalam penelitian ini digunakan *flex sensors* sebagai pendeteksi pergerakan jari-jari manusia dan *accelerometer* untuk mendeteksi orientasi pergelangan tangan. *Flex sensors* sendiri adalah resistor yang nilai resistansinya berubah terhadap kelengkungannya. Semakin melengkung *flex sensors*, semakin besar juga nilai resistansinya. Biasanya sensor menempel

pada suatu permukaan. *Flex sensors* digunakan untuk merasakan gerak jari. Mereka menggunakan 5 *flex sensors* yang ditempatkan pada sarung tangan, yang akan membuat sensor nyaman dipakai [2].

Sedangkan *accelerometer* adalah perangkat yang mengukur akselerasi, yang merupakan laju perubahan kecepatan suatu objek. *Accelerometer* mengukur dalam meter per detik kuadrat (m/s^2) atau di *G-forces* (g). *Accelerometer* berguna untuk merasakan getaran pada sistem atau untuk aplikasi orientasi [3].

Pada penelitian ini, *prosthetic Hand* memanfaatkan *input* dari pembacaan *flex sensors* dan *accelerometer* yang telah melalui proses filter, lalu diproses oleh *arduino nano* dengan cara *mapping* nilai yang diterima dari pembacaan *flex sensors* dan *accelerometer* untuk dijadikan nilai penggerak aktuator.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem

Secara keseluruhan sistem ini dibagi menjadi dua, yaitu *master* dan *slave*. *Master* adalah bagian yang membaca pergerakan tangan manusia. *Master* berisi *flex sensors* untuk membaca pergerakan jari dan *accelerometer* untuk membaca perputaran pergelangan tangan. Data yang dibaca oleh *master* lalu dikirim menggunakan *bluetooth* menuju *slave* untuk menggerakkan aktuator dari *prosthetic hand*, aktuator menggunakan servo.

II. IMPLEMENTASI SISTEM



Gambar 2. *Prosthetic hand*

Gambar 2 adalah *prosthetic hand* yang telah diimplementasikan. Selain *prosthetic hand* terdapat juga *board kontrol slave*. Pada *board* tersebut terdapat *arduino nano*, modul *bluetooth* dan pin output untuk servo, serta terdapat dua pin terminal untuk *supply*. *Supply* yang digunakan sebesar 5 VDC.



Gambar 3. *Board kontrol master*

Gambar 3 adalah *board kontrol* yang telah diimplementasikan. Rangkaian *flex sensors* dan *accelerometer* dijahit pada sarung tangan lalu dihubungkan menggunakan kabel menuju *board kontrol* yang berada dipergelangan tangan.

III. PENGUJIAN SISTEM

Terdapat beberapa pengujian yang dilakukan yaitu, pengujian *flex sensors* dengan filter dan tanpa filter, pembacaan jari

menggunakan *flex sensors*, gerak tangan manusia mengendalikan *prosthetic hand*.

A. Pengujian *Flex Sensors* Dengan Filter Dan Tanpa Filter

Tujuan dari pengujian *flex sensors* adalah untuk mengetahui tingkat kehalusan pembacaan *flex sensors* tanpa menggunakan filter dan saat menggunakan filter. Filter yang diunakan adalah eksponensial filter. Berikut adalah rumus dari eksponensial filter,

$$y(t) = (1 - \alpha) \times y(t - 1) + \alpha \times x(t) \dots (1)$$

Dimana :

- $y(t)$ adalah *output* dari filter pada saat waktu t
- $y(t - 1)$ adalah *output* dari filter saat waktu sebelumnya $t-1$
- $x(t)$ adalah *input* dari filter
- $0 \leq \alpha \leq 1.0$ adalah parameter dari filter

Untuk nilai α menggunakan nilai sebesar 0,05. Pengujian dilakukan dengan cara menggerakkan tangan menggepal dan tangan terbuka. Lalu data diambil dari pembacaan *flex sensors* pada ADC *arduino nano*, berikut adalah hasil dari pengujian *flex sensors* pada masing-masing jari,



Gambar 4. Pembacaan *Flex Sensors* Pada Jari Jempol



Gambar 5. Pembacaan *Flex Sensors* Pada Jari Telunjuk



Gambar 6. Pembacaan *Flex Sensors* Pada Jari Tengah



Gambar 7. Pembacaan *Flex Sensors* Pada Jari Manis



Gambar 8. Pembacaan *Flex Sensors* Pada Jari Kelingking

Dapat dilihat pada grafik, saat nilai turun adalah kondisi saat tangan mengepal dan saat nilai stabil diatas adalah saat tangan terbuka. Dan dapat dilihat pada setiap grafik diatas bahwa filter dapat menekan *ripple* yang terjadi saat pembacaan *flex sensors*. Besarnya *ripple* yang ditekan dapat diketahui dengan cara mengubah nilai nilai bacaan sensor yang berbentuk digital dari ADC menjadi tegangan dengan menggunakan rumus,

$$Voltage = sensor\ value \times \left(\frac{5\ volt}{1023} \right) \dots\dots(2)$$



Gambar 9. Pembacaan Tegangan *Flex Sensors* Pada Jari Jempol

Gambar 9 adalah pembacaan digital ADC flex sensors jari jempol yang telah diubah menjadi tegangan menggunakan persamaan 3. Jika Gambar 9 pada bagian A diperbesar maka dapat dilihat lebih jelas dan dicari tegangan *ripple*-nya .



Gambar 10. Pembacaan Tegangan *Flex Sensors* Pada Jari Jempol Bagian A

Gambar 10 adalah gambar pembacaan tegangan *flex sensors* pada jari jempol bagian A yang telah diperbesar. Pada grafik, garis yang berwarna biru adalah pembacaan sebelum terfilter. Sebelum difilter, pembacaan lebih bergetar dibandingkan setelah difilter. Getaran ini menyebabkan jari *prosthetic hand* ikut bergetar. Untuk mengetahui besarnya tegangan *ripple* dapat dicari dengan cara mengurangi V_{ppmax} dengan V_{ppmin} . Setelah di lakukan perhitungan didapatkan besarnya persentase penurunan V_{ripple} saat menggunakan filter dibanding tanpa menggunakan filter sebesar 86.11%.

B. Pengujian Pembacaan Jari Menggunakan *Flex Sensors*

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk membuktikan bahwa *flex sensors* hanya membaca kelengkungan keseluruhan dan tidak dapat membaca kelengkungan pada persendian tertentu. Pembacaan dilakukan pada *flex sensors* bagian jari telunjuk dengan

menggunakan eksponensial filter dengan nilai α sebesar 0,05. Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan pergerakan jari dari data *flex sensors* yang didapat. Berikut adalah pergerakan jari yang dibandingkan,



Gambar 11. Gerakan Jari Telunjuk

Pergerakan yang dibandingkan adalah gerakan A dengan gerakan B dan gerakan C dengan gerakan D. Berikut adalah hasil dari pembacaan oleh *flex sensors* yang telah dibandingkan,



Gambar 12. Perbandingan Gerakan A Dengan Gerakan B

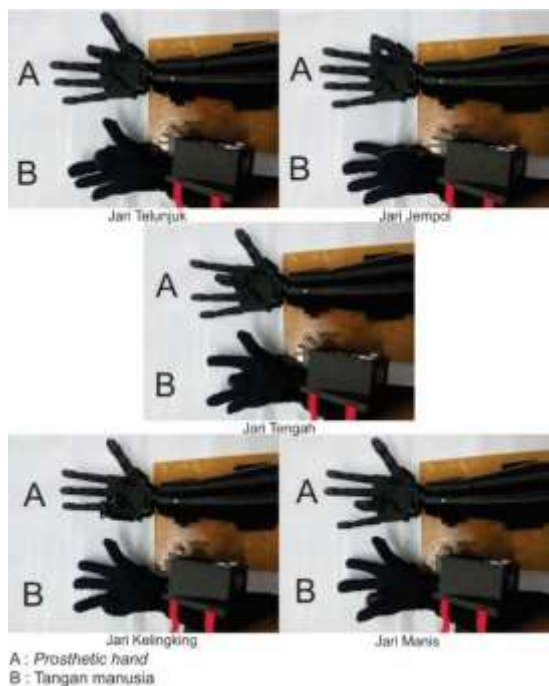


Gambar 13. Perbandingan Gerakan C Dengan Gerakan D

Dapat dilihat pada Gambar 12 dan Gambar 13 gerakan A dan gerakan B memiliki pembacaan yang hampir sama dan gerakan C dan gerakan D memiliki pembacaan yang juga hampir sama. Dan pengujian ini membuktikan bahwa *flex sensors* membaca kelengkungan dari keseluruhan bidang sensor. Bukan membaca kelengkungan pada sendi tertentu.

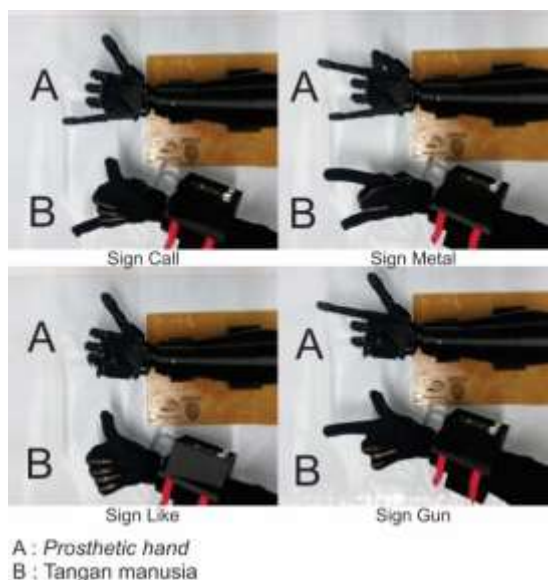
C. Pengujian Gerak Tangan Manusia Mengendalikan *Prosthetic Hand*

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah tangan manusia dapat mengendalikan *prosthetic hand* dan apakah *prosthetic hand* dapat meniru gerakan tangan manusia sebagai input gerakan. Pengujian dilakukan dengan cara menggerakkan tangan manusia seperti gerakan mengepal dan terbuka. Selain itu *prosthetic hand* juga diuji dengan menggenggam benda. Berikut adalah gambar dari pengujian gerak *prosthetic hand*,



Gambar 14. Gerakan Masing-Masing Jari *Prosthetic Hand* Meniru Pergerakan Jari Manusia

Gambar 14 adalah pergerakan masing-masing jari *prosthetic hand* yang sedang meniru gerakan jari manusia. Dapat dilihat bahwa jari *prosthetic hand* dapat mengikuti gerakan jari manusia. Selain gerakan jari secara individu, dapat juga melakukan gerakan kombinasi.



Gambar 15. Gerakan Kombinasi Jari-Jari *Prosthetic Hand* Yang Meniru Gerakan Jari Manusia

Dapat dilihat pada gambar 15 bahwa *prosthetic hand* dapat mengikuti gerakan tangan manusia, tidak hanya masing-masing

jari tapi juga dapat melakukan gerakan jari-jari secara bersamaan.



Gambar 16. *Prosthetic Hand* Menggenggam Benda

Gambar 16 adalah kondisi saat *prosthetic hand* melakukan pengujian menggenggam benda. Ada beberapa benda yang digunakan dalam pengujian yaitu *mouse*, lilin, air kemasan gelas dan telur.



Gambar 17. Pergerakan Pergelangan Tangan

Selain jari *prosthetic hand* dapat mengikuti pergerakan jari manusia, pergelangan tangan *prosthetic hand* juga dapat mengikuti pergerakan pergelangan tangan. Dapat dilihat pada gambar 17, saat pergelangan tangan manusia miring ke kiri *prosthetic hand* juga mengikuti dan saat miring ke kanan *prosthetic hand* juga mengikuti.

KESIMPULAN

Setelah pengerjaan dan pengujian dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

- a) Pengontrolan *prosthetic hand* menggunakan tangan manusia yang dibaca menggunakan *flex sensors* dan *accelerometer* dapat berjalan dengan cukup baik. *Prosthetic hand* dapat meniru pergerakan tangan manusia yang dibaca menggunakan *flex sensors* dan *accelerometer*.
- b) Pembacaan pergerakan jari-jari manusia menggunakan *flex sensors* ditambah menggunakan filter dapat dilakukan dengan baik, meskipun masih ada beberapa kekurangan. Ini dikarenakan *flex sensors* yang membaca kelengkungan dari

keseluruhan bidang sensor, bukan membaca kelengkungan pada sendi tertentu.

Daftar Pustaka

- [1] K. B. C. O. R.G.E. Clement, "Bionic prosthetic hands : A review of present technology and future aspirations," *The surgeon, journal of the royal colleges of surgeons of edinburgh and ireland*, pp. 336-340, 2011.
- [2] D. V. Vyawahare dan D. Pardhi, "Design of a prosthetic arm using flex," *International journal of electronics and communication engineering and technology*, pp. 01-06, 2017.
- [3] sparkfun, "Accelerometer basics," 28 Maret 2013. [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/accelerometer-basics>. [Diakses 17 Oktober 2017].