

Pengenalan Pola Gerakan Jari dengan Algoritma LDA Secara Waktu Sesungguhnya

Daniel S Pamungkas^{*1)}, Wahyu Pardede²⁾, Sumantri K Risandrya³⁾
1,2,3 Politeknik Negeri Batam, Batam, Indonesia

E-mail: *) daniel@polibatam.ac.id

Abstract: Hands are one of the body parts that have an important role for living things, especially humans. Most of the activities that humans do require the help of hands. But not all humans have perfect hands or function like hands in general because of the impact of genetic disorders or the result of accidents. This is certainly a very disturbing problem for people with disabilities to live their daily lives. In this study, the author uses a fabricated device from Thalmic Labs named Myo Armband. This tool was created for gaming purposes, computer control, and so on. However, this tool is also widely used for the benefit of technology development, especially in the health sector. Myo Armband has eight Electromyograph (EMG) sensors that are able to record and recognize every activity of arm muscle movement. In this study, the EMG signal is recorded and processed which is intended to distinguish each hand movement based on the muscle signal read by the EMG sensor. After the EMG signal is recorded, the EMG signal will be read and continued with the training phase. After obtaining the training weights, the results will be used at the testing phase and classification will be carried out. In the classification process, the writer chose the Linear Discriminant Analysis (LDA) method. This method was chosen as a method for classifying finger movement pattern recognition. The percentage of success in the study up to 76% Furthermore, after getting the conclusions from this study, the authors hope that this research can be a reference for the development of making hand robots, especially for medical needs.

Keywords: Electromyograph, LDA, pattern recognition

Abstrak: Tangan adalah salah satu anggota tubuh yang memiliki peranan penting bagi makhluk hidup, terutama manusia. Sebagian besar kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan bantuan tangan. Tetapi tidak semua manusia memiliki tangan yang sempurna atau berfungsi seperti tangan pada umumnya oleh karena dampak dari kelainan genetik atau akibat dari kecelakaan. Hal ini tentu menjadi masalah yang sangat mengganggu bagi penderita cacat tersebut untuk menjalani kesehariannya. Pada penelitian ini, penulis menggunakan sebuah perangkat fabrikasi dari Thalmic Labs yang bernama Myo Armband. Alat ini diciptakan untuk tujuan gaming, kendali komputer, dan sebagainya. Namun, alat ini juga banyak digunakan untuk kepentingan pengembangan teknologi terutama di bidang kesehatan. Myo Armband memiliki delapan sensor Electromyograph (EMG) yang mampu merekam dan mengenali setiap aktivitas gerakan otot lengan. Pada penelitian ini, sinyal EMG direkam dan diproses yang ditujukan untuk membedakan tiap gerakan tangan berdasarkan sinyal otot yang terbaca oleh sensor EMG. Setelah sinyal EMG direkam, sinyal EMG akan dibaca dan dilanjutkan dengan tahap training. Setelah memperoleh bobot training, maka hasilnya akan digunakan pada tahap pengujian dan akan dilakukan klasifikasi. Pada proses klasifikasi, penulis memilih metode Linear Discriminant Analysis (LDA). Persentase keberhasilan pada penelitian sampai dengan 76% Penulis berharap penelitian ini dapat menjadi referensi untuk pengembangan pembuatan robot tangan khususnya untuk kebutuhan medis.

Kata kunci: Electromyograph, LDA, Pengenalan Pola

1. Pendahuluan

Tangan adalah salah satu anggota tubuh yang memiliki peranan penting bagi makhluk hidup, terutama manusia. Sebagian besar kegiatan yang dilakukan manusia membutuhkan bantuan tangan. Tetapi tidak semua manusia memiliki tangan yang sempurna atau berfungsi seperti tangan pada umumnya oleh karena dampak dari kelainan genetik atau akibat dari kecelakaan. Hal ini tentu menjadi masalah yang sangat mengganggu bagi penderita cacat tersebut untuk menjalani kesehariannya. Prostesis (dari bahasa Yunani Kuno *prósthesis*, "tambahan, tempelan") adalah alat buatan yang menyerupai bentuk bagian tubuh untuk menggantikan bagian tubuh tersebut yang hilang atau rusak akibat kecelakaan, penyakit, atau kondisi prakelahiran. Berkat kemajuan teknologi terutama teknologi dibidang robot, banyak peneliti, akademisi, serta kalangan lain yang berinovasi untuk membantu aktivitas mereka, diantaranya membuat robot manipulator untuk mengerjakan pekerjaan ditempat berbahaya dan berisiko tinggi hingga membuat robot tangan manipulator untuk membantu pasien yang

diamputasi pergelangan tangannya agar dapat menggenggam atau melepas genggaman. Fokus utama dari penelitian ini adalah pengenalan pola pergerakan jari tangan. Pada umumnya, sensor yang digunakan dalam pengukuran aktivitas otot adalah sensor electromyography (EMG). Surface electromyography (sEMG) adalah sebuah teknik non-invasif yang mengukur aktivitas otot melalui elektroda yang mendeteksi sinyal elektromiografi melalui kontak dengan kulit [1].

EMG adalah teknik untuk mengevaluasi dan merekam aktivitas listrik yang dihasilkan oleh otot rangka. EMG dilakukan menggunakan alat yang disebut Electromyograph, untuk menghasilkan rekaman yang disebut Elektromiogram. Pada tubuh manusia, pengetahuan mengenai gaya pada otot dan sendi merupakan nilai besar dalam dunia kedokteran dan terapi fisik, dan juga merupakan studi yang sangat berguna dalam aktifitas atletik. Sebuah EMG mendeteksi potensial listrik yang dihasilkan oleh sel-sel otot ketika sel-sel ini elektrik atau neurologis diaktifkan. Sinyal dapat dianalisis untuk mendeteksi kelainan medis, tingkat aktivasi, perintah rekrutmen atau untuk menganalisis biomekanik kondisi manusia atau hewan [2].

Ekstraksi ciri suatu sinyal adalah suatu algoritma yang sangat penting untuk mengolah sinyal sEMG. Hingga kini ada banyak jenis pengolahan sinyal yang diterapkan pada bagian kulit atau *surface* EMG (sEMG). Ekstraksi ciri berdasarkan domainnya dikelompokkan menjadi dua metode domain, yaitu domain waktu [3] dan domain frekuensi [4]. Pada penelitian ini pengenalan pola pergerakan jari menggunakan sinyal EMG mentah. Data mentah yang berasal dari sEMG merupakan sinyal diskrit satu dimensi dengan domain waktu. Alasan penulis menggunakan metode Linear Discriminant Analysis adalah untuk mengetahui hasil dari perbandingan dengan beberapa metode yang sudah diterapkan pada penelitian sebelumnya seperti *Support Vector Machine* (SVM) [5], K-Nearest Neighbour [6], Naïve Bayes [7], dan metode Artificial Neural Network (ANN) [8] dengan cara membandingkan persentase keberhasilan dari masing-masing gerakan yang diuji. Adapun yang menjadi kelebihan metode ini adalah memiliki daya pembeda yang besar. Metode ini bekerja dengan menemukan subruang linear yang memaksimalkan perpisahan antar kelas sehingga hasil pengenalannya menjadi lebih akurat. Beberapa percobaan sudah dilakukan secara *real time*/waktu yang sesungguhnya dan *off line*.

Linear Discriminant Analysis (LDA) pertama kali diperkenalkan oleh R.A. Fisher pada tahun 1936 [9]. Linear Discriminant Analysis (LDA) adalah teknik statistik multivariat yang terkait dengan pemisahan (separating) atau klasifikasi (classification) sekelompok objek atau observasi ke dalam kelompok yang terlebih dahulu didefinisikan [10]. Dalam tujuan pengenalan objek (observasi), metode ini mencoba menemukan suatu 'discriminant' yang nilainya secara numeris sedemikian sehingga mampu memisahkan objek yang karakteristiknya telah diketahui. Sedangkan dalam tujuan klasifikasi objek, metode ini akan mensortir objek ke dalam dua atau lebih kelas [10]. Linear Discriminant Analysis (LDA) mengasumsikan bahwa data di setiap kelas memiliki distribusi normal yang berbeda, dengan matriks covariance yang sama untuk semua kelas [11]. Tujuan utama dari analisis diskriminan untuk memperoleh kaidah matematis yang dikenal dengan fungsi diskriminan yang dapat digunakan untuk memisahkan kelompok objek yang berbeda [10]. Dalam hal klasifikasi, Linear Discriminant Analysis (LDA) dapat mengklasifikasi data menjadi dua kelas (binaryclass) dan juga lebih dari dua kelas (multiclass) [12]. Percobaan yang pengenalan pola gerakan tangan dilakukan menggunakan metoda LDA secara waktu yang sesungguhnya. Fitur yang digunakan adalah sinyal EMG dalam domain waktu.

2. Metode

Pada penelitian ini digunakan sensor Myo yang berbentuk gelang yang dikenal sebagai Myo Armband (lihat gambar 1). Gelang ini memiliki delapan buah sensor myo. Dimana sensor ini akan mendeteksi gerakan otot dari pengananya. Alat ini dipasangkan pada lengan kanan atas dari pengguna seperti pada gambar 2. Dengan peletakan gelang tersebut maka masing-masing sensor akan mendeteksi gerakan otot seperti terlihat pada tabel 1.



Gambar 1. Myoarm band beserta 8 buah sensor myo



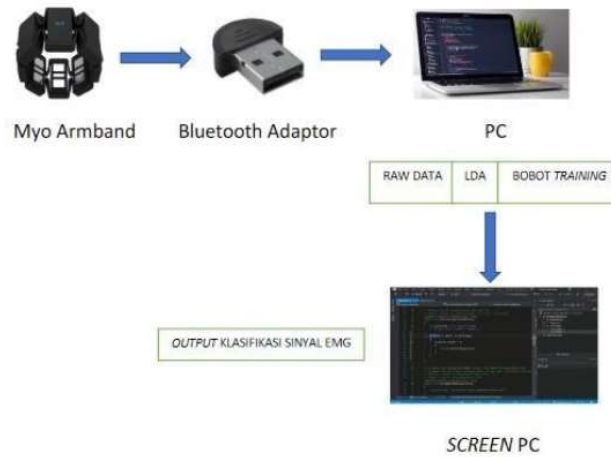
Gambar 2. Penggunaan armband pada subjek

Tabel 1. Pembacaan persensor dari masing-masing sensor

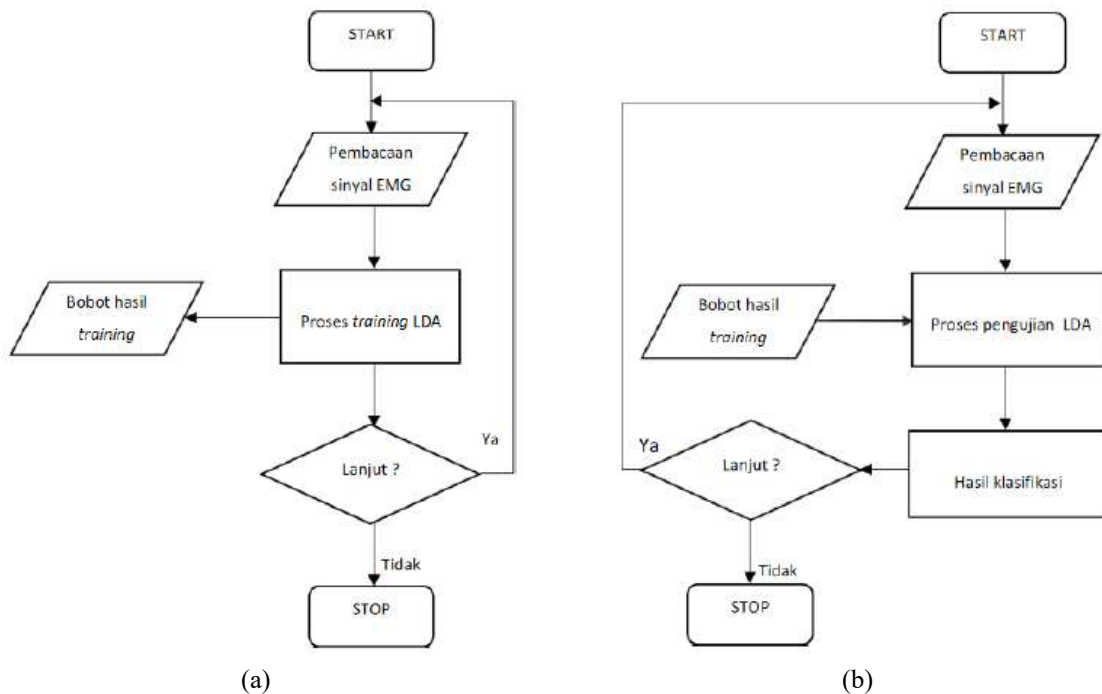
Channel	Otot yang dibaca
CH1	Extensor Digitorum Communis
CH2	Extensor Carpi Radialis
CH3	Brachioralis
CH4	Pronator teres
CH5	Flexor Digitorum Sublimas
CH6	Flexor Carpi Ulnaris
CH7	Flexor Digitorum Profundus
CH8	Extensor Carpi Ulnaris

Myo Armband, dikembangkan oleh startup bernama Thalmic Labs, perangkat inovatif itu memanfaatkan sederet sensor electromyographic (EMG) untuk mendeteksi aktivitas elektrik pada otot-otot di pergelangan tangan. Digabungkan dengan gyroscope, accelerometer dan magnetometer, Myo sanggup menerjemahkan informasi tersebut menjadi gesture tangan yang beragam untuk mengontrol berbagai perangkat; mulai dari komputer, VR headset sampai drone. Myo dilengkapi dengan beberapa sensor yang dapat mengenali gerakan tangan dan gerakan lengan. Hal ini ditandai dengan menggunakan proses yang disebut electromyography (EMG), mengidentifikasi isyarat dengan menggerakkan otot – otot, 8 sensor EMG bertanggung jawab untuk mengenali dan melakukan setiap gerakan. Oleh karena itu, diperlukan untuk setiap pengguna untuk membuat langkah kalibrasi sebelum menggunakan perangkat. Hal ini dilakukan karena setiap pengguna memiliki berbagai jenis kulit, ukuran otot, dll yang akan membantu Myo mengenali setiap gerakan tubuh yang dilakukan.

Pada percobaan ini blok diagram dari sistem yang digunakan dapat dilihat pada gambar 3. Dimana sensor digunakan oleh subjek. Data-data yang didapatkan oleh myo arm band akan dikirim ke komputer secara nirkabel menggunakan *bluetooth*. Data tersebut akan diolah oleh algoritma LDA, kemudian hasilnya ditampilkan pada layar. Algoritma LDA adalah salah satu mesin pembelajaran yang membutuhkan pembelajaran sebelum digunakan untuk memprediksi sesuatu. Oleh karena itu pada percobaan ini dilakukan dua proses yaitu tahap pelatihan serta proses pengetesan dari algoritma. Diagram alir dari pelatihan dapat dilihat pada gambar 4a. Dimana data-data yang didapatkan dari sensor dilatih menggunakan algoritma LDA. Hasil dari pelatihan ini adalah suatu data latih. Dimana data latih tersebut akan digunakan pada saat proses pengetesan. Gambar 4b menunjukkan diagram alir dari proses pelatihan secara waktu sesungguhnya menggunakan algoritma LDA.



Gambar 3. Blok diagram dari sistem



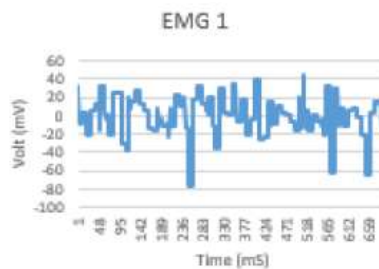
Gambar 4. Diagram alur dari (a) pelatihan (b) test

3. Hasil dan Pembahasan

Untuk membuktikan keefektifan algoritma LDA dalam mengenali gerakan jari secara langsung, maka seorang laki-laki berumur 25 tahun digunakan sebagai seorang subjek penelitian. Subjek adalah pengguna tangan kanan dan tidak memiliki kelainan pada otot/lengan kanan. Gerak pola jari adalah gerak tangan seperti pada gambar 5. Untuk pengambilan data training dilakukan prosedur yang tetap. Subjek yang melakukan pengambilan data duduk di kursi, dengan lengan bersandar diatas meja dan sejajar dengan meja, juga dengan posisi siku ditekuk 90° untuk menghindari varian data yang diperoleh pada saat pengambilan data mentah. Data sinyal EMG diperoleh dengan menggunakan gelang Myo Armband pada lengan, dengan tingkat pengambilan sample sebanyak 200 Hz. Elektroda EMG dipasang di dekat fleksor digitorium superficial. Myo Armband memiliki 8 sensor EMG yang melingkar disetiap sisi gelang. Subjek yang akan melakukan pengambilan data diinstruksikan untuk memperoleh data kontraksi (fleksor) dari pola gerak jari dan menahan posisi tersebut dalam kurun waktu 6 detik, kemudian akan diperoleh sebanyak 700 data per sensor. Gambar 6 adalah data EMG sensor 1 pada gerakan jempol.



Gambar 5. Gerakan dari tangan yang akan dideteksi



Gambar 6. Tampilan sinyal pada sensor 1 pada saat jempol digerakan

Untuk mengetes algoritma maka subjek melakukan masing-masing gerakan sebanyak lima kali secara waktu nyata. Hasil dari gerakan-gerakan tersebut dapat dilihat pada matrik *confusing* dibawah ini. Dari tabel tersebut terlihat bahwa gerakan jari tengah dan jari manis memiliki persentase yang paling rendah. Selain itu juga gerakan jari-jari tersebut dikenali sebagai jari yang lain, meskipun gerakan jari yang dihasilkan lebih banyak sama dengan gerakan jari yang sebenarnya pada kedua jari tersebut. Ini kemungkinan diakibatkan otot yang menggerakan jari-jari tersebut hampir sama. Dari tabel ini jika dirata-ratakan maka algoritma ini mampu mengenali pergerakan jari secara waktu nyata sekitar 76%.

Tabel 1. Matriks Confusing

		Gerakan Hasil					
		Gerakan	Jempol	Telunjuk	Tengah	Manis	Kelingking
Gerakan Sebenarnya	Jempol		5				
	Telunjuk			4	1		
	Tengah				3	2	
	Manis				2	3	
	Kelingking					1	4
	Persentase keberhasilan		100%	80%	60%	60%	80%

4. Kesimpulan

Algoritma LDA dengan sensor EMG dan menggunakan fitur dalam domain waktu yang digunakan mampu mengenali pola gerakan jari secara waktu nyata. Dengan sistem ini mampu mengenali pola gerakan jari sampai dengan 76%. Dengan kesalahan terbesar pada gerakan jari tengah dan jari manis. Dimana gerakan tersebut kadang dikenali secara terbalik. Ini diakibatkan karena pada saat menggerakan salah satu jari, maka jari yang lain ikut bergerak.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Jendral Pendidikan Vokasi.

Rujukan

- [1] Rubana H. Chowdhury, Mamun B. I. Reaz,” Surface Electromyography Signal Processing and Classification Techniques”, Department of Electrical, Electronic and Systems Engineering, Universiti Kebangsaan Malaysia, 2013.
- [2] R.A. Yeni. "Analisa Sinyal Otot Pergelangan Tangan Dalam Kondisi Flexi Dan Dalam Kondisi Extensi.” S1. Thesis, Universitas Airlangga, Indonesia, 2016.
- [3] W. Caesarendra, T. Tjahjowidodo and D. Pamungkas, "EMG based classification of hand gestures using PCA and ANFIS," 2017 International Conference on Robotics, Biomimetics, and Intelligent Computational Systems (Robionetics), Bali, 2017
- [4] D. Andrian, D. Pamungkas, S. Risandriya. “Controlling Robot Hand Using FFT as Input to the NN Algorithm”. Journal of Physics: Conference Series. 2019
- [5] Dela, L., Sutopo, D., Kurniawan, S., Tjahjowidodo, T., Caesarendra, W. (2022). EMG Based Classification of Hand Gesture Using PCA and SVM. In: Triwiyanto, T., Rizal, A., Caesarendra, W. (eds) Proceedings of the 2nd International Conference on Electronics, Biomedical Engineering, and Health Informatics. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 898. Springer, Singapore.
- [6] D. S. Pamungkas and I. Simatupang, "Comparison EMG Pattern Recognition Using Bayes and NN Methods," 2020 3rd International Conference on Mechanical, Electronics, Computer, and Industrial Technology (MECnIT), 2020, pp. 1-4
- [7] I. Simatupang, D. Pamungkas, and S. Risandriya, "Naïve Bayes Classifier for Hand Gestures Recognition", In Proceedings of the 3rd International Conference on Applied Engineering - ICAE, pages 110-114, (2021).
- [8] S. Kurniawan and D. Pamungkas, " MYO Armband sensors and Neural Network Algorithm for Controlling Hand Robot", International Conference on Applied Engineering (ICAE),1-6, (2018).
- [9] M. A. Hendrawan, “Deteksi Kondisi Lelah Berbasis Sinyal Electroencephalograph (EEG) Satu Kanal Menggunakan Linear Discriminant Analysis (LDA),” 2018
- [10] E. Budiman, E. Santoso, and T. Afrianto, “Pendeteksi Jenis Autis pada Anak Usia Dini Menggunakan Metode Linear Discriminant Analysis (LDA),” J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput., vol. 1, no. 7, pp. 583– 592, 2017.
- [11] E. S. Pane, A. D. Wibawa, and M. H. Purnomo, “Peningkatan Akurasi Pengenalan Emosi pada Sinyal Electroencephalography Menggunakan Multiclass Fisher Discriminant Analysis,” J. Nas. Tek. Elektro dan Teknol. I
- [12] S. Adams, “5 Model Linear,” 2015.