

KENDALI ROBOT HUMANOID DENGAN GELOMBANG OTAK MANUSIA

Muh. Abri Yansyah / D41116022

Abstrak— Perkembangan pesat teknologi merupakan motor penggerak majunya industri teknologi robotika. Saat ini robot mampu melakukan proses meniru pergerakan makhluk hidup terutama manusia. Manusia mampu menggerakkan tangannya dengan menggurakkan otak mereka untuk menggerakkan tangannya. Saat otak bekerja terdapat tegangan listrik yang kecil beresilasi yang disebut sebagai gelombang otak. Gelombang otak manusia dapat diketahui dengan perangkat Electroencephalograph (EEG) yang mana diletakkan di kepala. Penelitian ini akan mengimplementasikan teknologi BCI dan EEG dalam teknologi NeuroSky MindWave untuk mengendalikan gerak robot, dalam hal ini robot humanoid. Saat manusia berpikir, sensor merekam nilai EEG pengguna. Lalu data tersebut kemudian dikirim ke mikrokontroler untuk diolah menjadi perintah gerak yang pengguna inginkan untuk gerakkan motor servo Dynamixel yang ada pada Robot. Hasil gerakan dari motor membentuk gerakan pada robot humanoid. Hasil dari penelitian ini adalah sistem mampu menangkap gelombang otak manusia sebagai medium pengenalan robot. Gelombang otak yang ditangkap oleh sistem akan dipecah 10 parameter yang mana terdiri Delta, Theta, Low Alpha, High Alpha, Low Beta, High Beta, Low Gamma, Mid Gamma, Attention, dan Meditation. Dari parameter yang ada diklasifikasikan menjadi empat bagian yaitu ke depan, ke belakang, kanan, dan kiri. Dengan menguji performa pada sistem robot humanoid dengan pengendalian gelombang otak manusia yang dimana terdiri dari pengujian satu gerakan, kombinasi dua gerakan, dan kombinasi gerakan empat gerakan.

Kata Kunci—Robot Humanoid, NeuroSky MindWave, EEG

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi merupakan motor penggerak majunya industri teknologi robotika. Perubahan ini berimbas pada mekanisme kendali yang digunakan pada Robot. Mekanisme kendali gerak pada robot sebagian besar merupakan proses meniru atau imitasi dari pergerakan makhluk hidup terutama pergerakan manusia. Proses meniru dapat dilakukan dengan kendali internal dan kendali eksternal. Proses meniru secara internal sering disebut juga sebagai imitasi diri yang dimana dilakukan untuk diri sendiri atau dilakukan oleh orang lain untuk seseorang [1]. Pada proses meniru terhadap diri sendiri, seperti hewan atau robot yang dimana motoric penggerak searah memiliki sensor yang memungkinkan untuk mendapatkan kondisi setimbang saat bergerak [2]. Proses imitasi kendali secara eksternal merupakan proses meniru gerakan yang mana dipengaruhi dari kondisi sekitarnya. Pada kendali ini dipengaruhi berupa memberikan sentuhan, bersuara, dan gerak. Salah satu imitasi kendali secara eksternal adalah melihat dan mengikuti pergerakan objek yang ada di depannya dengan bantuan kamera yang dimana mampu meningkatkan interaksi robot dan manusia menjadi lebih mudah digunakan dari pengendalian lainnya [3]. Karena metode meniru ini berdasarkan lingkungan sekitarnya, salah satu faktor yang membuat kinerja menurun saat bekerja yaitu tingkat pencahayaan ruangan. Karena hal tersebut menjadikan

interaksi robot dan manusia menjadi tidak terkordinasi [4]. Hal tersebut dapat mengurangi pengalaman dalam berinteraksi dengan robot. Saat ini manusia dapat berinteraksi dengan robot tanpa melakukan gerakan tapi dengan media berpikir. Dengan media berpikir, mampu meningkatkan pengalaman interaksi manusia dan robot menjadi lebih bersahabat.

Otak adalah organ yang sangat rumit. Itu karena dapat mengendalikan kecerdasan, indera tubuh, gerakan tubuh, dan perilaku. Otak merupakan sebuah kumpulan dari beberapa bagian yang bekerja saling berkordinasi yang berfungsi secara khusus dan tertentu. Semua aktivitas di otak menimbulkan kejutan listrik yang sangat kecil. Kejutan listrik yang kecil disebut sebagai gelombang otak. Gelombang otak adalah tegangan listrik yang beresilasi di otak yang hanya berukuran seperjuta volt [5]. Gelombang otak manusia terdiri dari berbagai macam gelombang yang terdiri dari gelombang Alpha, Beta, Gamma, Delta, dan Theta. Gelombang tersebut dapat diketahui dengan perangkat Electroencephalograph (EEG) [6]. Perangkat EEG diletakkan di kepala manusia untuk menangkap aktivitas otak, dengan antar muka menggunakan sistem Brain Computer Interface (BCI) [7].

Teknologi BCI dengan EEG mampu menjadi mekanisme pengendali pada gerak robot. Penelitian ini akan mengimplementasikan teknologi BCI dan EEG dalam teknologi NeuroSky MindWave untuk mengendalikan gerak robot, dalam hal ini robot humanoid.

A. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana menangkap gelombang otak manusia sebagai medium untuk robot belajar?
2. Bagaimana mendeskripsikan gelombang otak manusia sebagai sinyal gerak dari robot?
3. Bagaimana performa robot belajar dalam mempresentasikan kendali gerak yang gelombang otak manusia?

B. Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini yaitu:

1. Membuat sistem yang mampu menangkap gelombang otak manusia.
2. Mendeskripsikan gelombang otak manusia yang ditangkap kemudian mentransformasikan menjadi sinyal gerak pada robot.
3. Menganalisa performa robot belajar dalam mempresentasikan kendali gerak yang ditangkap melalui gelombang otak manusia.

II. PENELITIAN TERKAIT

- A. "Smart Depth of Anesthesia Monitoring with EEG Sensors and Agent-based Technology", *Chrystinne O. Fernandes, Carlos J. P. de Lucena, Daniel de S. e Silva (2017)*

Penelitian ini membahas tentang penggunaan perangkat EEG dalam memantau pasien secara online. Tujuan dari penelitian ini yaitu menciptakan sistem Smart Depth of Anesthesia Monitoring yang dimana mampu meningkatkan pemantauan secara masif dengan konsep Internet of Thing (IoT). Selain itu mampu mengukur tingkat aktifitas pasien secara personal. EEG dari per individu pasien akan dikirim ke database untuk ditampilkan ke aplikasi guna memantau pasien secara real time. Adapun 10 parameter yang digunakan yaitu Attention, Meditation, Delta, Theta, Low Alpha, High Alpha, Low Beta, High Beta, Low Gamma, dan Mid Gamma [8].

Perbedaan dari artikel ini dengan penelitian yang akan saya lakukan adalah pada artikel ini membangun sebuah sistem pemantauan pengguna perangkat EEG berbasis Iot. Sedangkan pada penelitian yang saya lakukan adalah pengendalian dengan menggunakan perangkat EEG yang dimana robot akan bergerak berdasarkan parameter dari perangkat EEG.

- B. *Controlled wheelchair based on brain computer interface using Neurosky Mindwave Mobile 2*, *K. Permana, S. K. Wijaya, P. Prajitno (2019)*

Penelitian ini membahas penggunaan EEG dengan antarmuka berbasis BCI untuk mengendalikan kursi roda. Tujuan dari penelitian ini yaitu pengguna dapat mengendalikan kursi roda secara otomatis dengan menggunakan otak pengguna. Sinyal yang terekam dari perangkat EEG akan diklasifikasikan menjadi 3 parameter dengan bantuan antarmuka BCI menggunakan MATLAB. Dari parameter tersebut digunakan untuk membandingkan sebagai isyarat untuk aktuasi yang diinginkan pengguna terhadap kursiroda [9].

Perbedaan artikel ini dengan penelitian yang saya akan lakukan adalah pada artikel ini pengguna perangkat EEG menggunakan 3 parameter untuk mengendalikan kursi roda. Sedangkan pada penelitian yang akan saya lakukan yaitu perangkat EEG digunakan untuk mengendalikan robot Humanoid dengan menggunakan 10 parameter dengan klasifikasi gerakannya menggunakan Arduino IDE.

III. METODOLOGI PENELITIAN

- A. *Rancangan Umum*

Awalnya, Manusia memikirkan gerakan apa yang diinginkan. Dari pikiran manusia tersebut memicu terjadi gelombang otak yang mana sensor EEG MindWave akan mendeteksi melalui sensor TGAM. Dari sensor tersebut, gelombang otak ditransformasikan menjadi isyarat yang dibagi menjadi beberapa parameter, lalu akan dibawa ke pengirim untuk dikirimkan ke penerima. Dari isyarat yang diterima penerima akan diolah oleh mikrokontroller untuk menginterpretasikan perintah yang ada ke motor servo. Hasil dari perintah tersebut membentuk gerakan pada robot

humanoid. Hal ini dapat dilihat pada Gambar Figure 1 menunjukkan Block diagram sistem secara umum

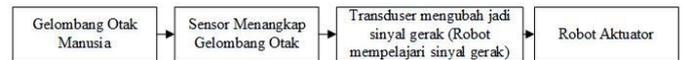


Figure 1 Block Diagram Sistem Secara Umum

- B. *Rancangan Perangkat Keras (Hardware)*

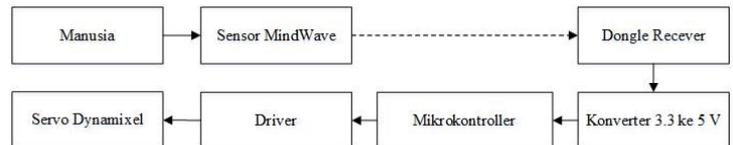


Figure 2 Diagram Perangkat Keras (Hardware)

Pada gambar Figure 2, penelitian ini menggunakan Perangkat keras atau hardware terdiri dari sensor EEG MindWave, dongle receiver MindWave, Arduino Mega 2560, IC 74LS241, IC TXB0108, dan Robot Humanoid. Sensor EEG Mindwave berfungsi untuk mengukur gelombang otak pada kepala manusia. Data tersebut dikirimkan menuju ke dongle receiver yang telah dimodifikasi sebagai penerima secara nirkabel. Setelah data diterima, data tersebut melalui IC TXB0108 guna diubah tegangan dari 3.3 V menuju 5 V yang akan dibawa ke pin serial Arduino Mega2560. Setelah data masuk ke Arduino Mega 2560, selanjutnya data tersebut diolah menjadi perintah gerak berupa posisi pada motor servo yang ada pada robot humanoid. Untuk mengirim perintah dari Arduino ke Motor yang ada pada robot humanoid digunakan IC 74LS241 sebagai antarmuka komunikasi dengan robot humanoid. IC tersebut berfungsi sebagai pemilah data apakah data tersebut dialamatkan sebagai data dari Transmitter atau data dari Receiver. Setelah melalui IC 74LS241, Robot humanoid yang terdiri dari beberapa motor Dynamixel akan bergerak berdasarkan posisi yang diterima dari Arduino Mega 2560. Posisi dari kumpulan motor tersebut membentuk sebuah gerakan manusia pada robot humanoid.

- C. *Rancangan Perangkat Lunak (Software)*

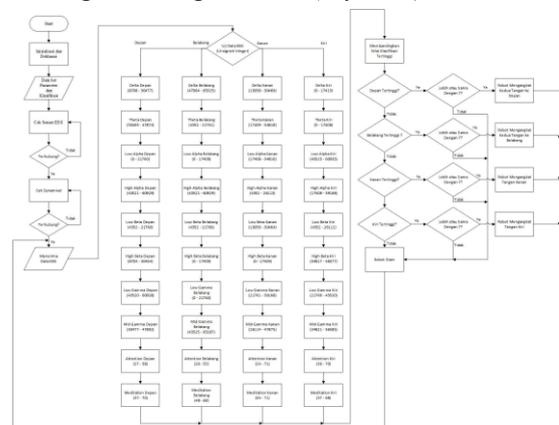


Figure 3 Diagram Alir Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada gambar Figure 3, perancangan Software, variable yang menyangkut pada sistem robot diinisiasikan dan seluruh parameter yang menyangkut EEG disatukan dalam sebuah matriks. Saat sistem aktif, sensor Mindwave diperiksa untuk mengetahui sensor telah terhubung guna mengendalikan

robot. Pada bagian dynamixel dilakukan pemeriksaan saat dijalankan guna mengetahui apakah motor mengalami gagal fungsi atau tidak. Setelah sensor dan motorik diperiksa dan berhasil, maka Mindwave dapat digunakan pengguna dalam mengendalikan robot humanoid. Saat terhubung sensor mengirimkan data ke mikroporsesor yang dimana terbagi jadi 10 parameter. Parameter tersebut adalah Delta, Theta, Low Alpha, High Alpha, Low Beta, High Beta, Low Gamma, Mid Gamma, Attention, dan Meditaion. Dari sepuluh parameter tersebut akan menjadi perintah berdasarkan klasifikasi parameter yang telah dibuat. Saat data masuk dari Mindwave nilai tersebut akan diklasifikasikan menjadi perintah gerak. Nilai - nilai parameter akan dibandingkan tiap parameter setiap klasifikasi apakah nilai tersebut masuk dalam rentang klasifikasi tersebut atau tidak. Bila nilai masuk dalam rentang parameter klasifikasi maka diberi poin 1, namun jika tidak maka diberi poin 0. Setelah dibandingkan, Nilai dari tiap klasifikasinya akan dibandingkan manakah total poin tertinggi dan memenuhi batas nilai 7 untuk menggerakkan robot. Namun, jika klasifikasi yang tertinggi tidak sama dengan atau kurang dari 7 maka robot akan tetap diam. Pada Gambar menunjukkan alur kerja Software kendali robot dengan gelombang otak manusia.

D. Rancangan Pengujian

1. Pengujian Satu Gerakan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pengguna dapat menggerakkan robot secara beruntun dengan batas waktu yang telah ditentukan. Pengujian ini dilakukan dengan dua tipe pengguna yang terdiri dari tiga pengguna dengan data rekam data yang telah terlatih dan tiga pengguna acak tanpa ada rekam data terlatih. Pengujian ini memiliki batas tiap gerakan yang dilakukan secara berulang dengan rentang tiga menit setiap perulangannya. Banyaknya gerakan sama yang dilakukan berulang adalah sebanyak lima kali

2. Pengujian Kombinasi Dua Gerakan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pengguna dapat menggerakkan robot dengan kombinasi dua gerakan berbeda. Pengujian ini dilakukan dengan dua tipe pengguna yang terdiri dari tiga pengguna dengan data rekam data yang telah terlatih dan tiga pengguna acak tanpa ada rekam data terlatih. Pengujian ini dilakukan berdasarkan perintah pengguna apakah gerakan yang robot lakukan telah sama apa yang diinginkan oleh pengguna. Total gerakan yang dapat dilakukan adalah sebanyak sepuluh gerakan.

3. Pengujian Kombinasi Empat Gerakan

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah pengguna dapat menggerakkan robot dengan kombinasi empat gerakan berbeda. Pengujian ini

dilakukan dengan dua tipe pengguna yang terdiri dari tiga pengguna dengan data rekam data yang telah terlatih dan tiga pengguna acak tanpa ada rekam data terlatih. Pengujian ini dilakukan berdasarkan perintah pengguna apakah gerakan yang robot lakukan telah sama apa yang diinginkan oleh pengguna. Total gerakan yang dapat dilakukan adalah sebanyak duapuluh gerakan.

IV. HASIL

Hasil dari penelitian ini adalah sistem mampu menangkap gelombang otak manusia sebagai medium pengenlian robot. Gelombang otak yang ditangkap oleh sistem akan dipecah 10 parameter yang mana terdiri Delta, Theta, Low Alpha, High Alpha, Low Beta, High Beta, Low Gamma, Mid Gamma, Attention, dan Meditation. Dari parameter yang ada diklasifikasikan menjadi empat bagian yaitu ke depan, ke belakang, kanan, dan kiri. Dengan menguji performa pada sistem robot humanoid dengan pengendalian gelombang otak manusia yang dimana terdiri dari pengujian satu gerakan, kombinasi dua gerakan, dan kombinasi gerakan empat gerakan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. L. N. K. D. a. A. A. Joe Saunders, "Self-imitation and Enviromental Scaffolding for Robot Teaching," *Advanced Robotic Systems International*, vol. 4, no. 1, p. 109, 2007.
- [2] C. L. N. a. K. D. Joe Saunders, "What is an Appropriate Theory of Imitation for a Robot Learner?," *ECSIS Symposium on Learning and Adaptive Behaviors for Robotic Systems*, vol. 23, p. 9, 2008.
- [3] D. H. C. Y. Muh. Anshar, "Utilising the See-and-Follow Method for Enhancing Robot Learning Ability," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 676, no. 1, p. 12002, 2019.
- [4] M.-A. W. Muh Anshar, "Simplified Pain Matrix Method for Artificial Pain Activation Embedded into Robot Framework," *International Journal of Social Robotics*, vol. 13, no. 1, p. 187, 2020.
- [5] B. W. G. S. C. M. Priyanka A. Abhang, *Introduction to EEG and Speech-Based Emotion Recognition*, London, United Kingdom: Academic Press, 2016.
- [6] Machel Thimoty Tombeng, Rickho Michael Elia Rumayar, "Light Controlling System by Using Brain Waves Sensor," *Cogito Smart Journal*, p. 240, 2017.
- [7] Neurosky, "Mindwave User Guide," 12 July 2011. [Online]. Available: http://developer.neurosky.com/docs/lib/exe/fetch.php?media=mindwave_user_guide.pdf [Accessed 23 December 2021].
- [8] C. L. D. d. S. e. S. Chrystinne Fernandes, "Smart depth of anesthesia monitoring with EEG sensors and agent-based technology," in *2017 IEEE SmartWorld, Ubiquitous Intelligence & Computing, Advanced & Trusted Computed, Scalable Computing & Communications, Cloud & Big Data Computing, Internet of People and Smart City Innovation (SmartWorld/SCALCOM/UIC/ATC/CBDCOM/IOP/SCI)*, San Fransisco, USA, 2017.
- [9] S. K. W. P. P. K. Permana, "Controlled wheelchair based on braincomputer interface using NeuroskyMindwave Mobile 2," in *AIP Conference Proceedings 2168*, 2019.