BAB II

DASAR TEORI

Bab ini berisi tentang teori mengenai permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini secara garis besar dimulai dari definisi Anatomi Lengan Manusia, Gelombang otak, Sensor EEG, Mikrokontroler, Motor Servo, *Pulse Width Modulation* (PWM), *Driver* Motor L293D, Motor DC, *Step Up*, Program Aplikasi LabVIEW.

2.1 Anatomi Otot Pada Lengan Manusia

Anatomi adalah salah satu cabang dari ilmu biologi yang mempelajari secara mendalam bagian dari struktur tubuh makhluk hidup [2]. Kata anatomi ini berasal dari dua kata serapan bahasa Yunani, yaitu "ana" yang berarti ke atas dan "tomos" yang berarti memotong [2]. Salah satu bagian dari ilmu anatomi ini adalah anatomi manusia, salah satunya yang akan dibahas adalah pada bagian tangan dan lengan.

Tangan merupakan salah satu bagian dari tubuh manusia yang strukturnya begitu komplek dan rumit. Tangan tersusun dari banyak otot yang masing-masing melakukan pergerakan yang tidak sama/bermacam-macam. Lebih dari enam puluh jumlah otot di Tangan dan lengan bawah yang saling berkerja untuk membuat gerakan yang bermacam-macam itu.

Otot-otot pada Tangan itu memiliki kelenturan, gerakan yang sangat presisi, dan kekuatan genggaman yang dibutuhkan untuk melakukan aktifitas mulai dari

menulis, menekan sampai menggenggam benda [3]. Pada dasarnya gerakan tangan manusia terdiri atas.

1. *Flexion* : jari berbelok mendekati telapak tangan.
2. *Extention* : jari berbelok menjauhi telapak tangan.
3. *Abduction* : tangan bergerak ke samping.
4. *Adduction* : tangan bergerak ke samping.
5. *Supination* : gerakan menengadahkan tangan.
6. *Pronation* : gerakan menelungkupkan tangan.
7. *Elevasi* : gerakan menaikan tangan.
8. *Depresi* : gerakan menurunkan tangan [4].

2.2 Gelombang Otak Manusia

Aktivitas arus listrik pada manusia memiliki sebuah pergerakan yang teratur dan memiliki frekuensi tertentu yang berbeda-beda. Aktivitas listrik ini sendiri merupakan hasil dari proses interaksi neuron-neuron di dalam otak manusia yang dapat diukur. Proses pengukuran dan pencatatan ini disebut Electroencephalography, sedangkan alat yang dapat digunakan untuk memonitor aktivitas listrik otak manusia tersebut dikenal dengan nama electroencephalogram (EEG).

Melalui EEG, peneliti dapat mencatat dan memonitor getaran dan frekuensi dari sinyal dan gelombang otak subyek. Dari pencatatan ini, dihasilkan ukuran-ukuran frekuensi yang berbeda-beda sesuai dengan perbedaan kondisi mental subyek yang bersangkutan, misalnya kondisi sadar, santai, panik, fokus, tidur lelap, dan lain sebagainya [5].

2.3 *Electroencephalogram* (EEG)

Electroencephalograf atau EEG adalah suatu prosedur pemeriksaan menggunaka alat elektromedik yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik otak melalui tengkorak yang utuh.

Melalui EEG, peneliti dapat mencatat dan memonitor getaran dan frekuensi dari sinyal dan gelombang otak subyek. Dari pencatatan ini, dihasilkan ukuran-ukuran frekuensiyang berbeda-beda sesuai dengan perbedaan kondisi mental subyek yang bersangkutan, misalnya kondisi sadar, santai, panik, fokus, tidur lelap, dan lain sebagainya. Perbedaan hasil itu kemudian diklasifikasikan ke dalam beberapa kriteria. Melalui klasifikasi inilah kemudian dibuat suatu konsensus untuk membagi frekuensi dalam beberapa jenis gelombang otak.

1. Gelombang *Delta*

Gelombang *Delta* merupakan gelombang terendah dan terjadi dalam kisaran 0,5 Hz sampai dengan 4 Hz. Keadaan ini terjadi ketika manusia mengalami tidur dalam yang sangat lelap dan memasuki fase tidur tanpa mimpi, serta ketika manusia berada dalam keadaan tidak sadar.

2. Gelombang *Theta*

Gelombang *Theta* merupakan transformasi dari keadaan tidak sadar penuh menjadi lebih sadar. Ini terjadi ketika seseorang mengalami keadaan berfantasi, berimajinasi, atau berpikir tentang hal-hal yang kreatif. Dari hasil pemindaian dengan *Electroencephalogram*, gelombang Theta muncul dalam rentang frekuensi 4 Hz sampai dengan 7 Hz.

3. Gelombang *Alpha*

Otak manusia menghasilkan gelombang *Alpha* ketika kondisi mental manusia mengalami keadaan relaksasi atau mulai istirahat dan dalam keadaan mulai mengantuk. Gelombang ini juga dihasilkan ketika terjadi perubahan fase dari keadaan sadar menjadi tidak sadar. Gelombang *Alpha* dihasilkan pada rentang frekuensi 8 Hz sampai dengan 12 Hz. Frekuensi ini merupakan kondisi saat manusia mengalami perubahan fase antara sadar dan tidak sadar yang mengantarnya beralih dari frekuensi gelombang *Theta* ke gelombang *Beta*.

4. Gelombang *Beta*

Secara umum, aktivitas mental pada saat menghasilkan gelombang *Beta* terjadi ketika manusia memiliki kesadaran dan konsentrasi penuh atau dalam kondisi normal. Beberapa peneliti membagi lagi kriteria konsentrasi ini ke gelombang-gelombang turunan dari *Beta*, yaitu gelombang *Low Beta*, gelombang *Midrange Beta*, serta gelombang *High Beta*.

Gelombang *Low Beta* merupakan gelombang yang menarik perhatian para ahli. Dulunya gelombang ini dikenal dengan istilah *Sensori Motor Rhytm* atau SMR. Gelombang *Low Beta* dihasilkan dalam rentang frekuensi 12 Hz hingga 15 Hz.

Gelombang *Midrange Beta* terjadi pada rentang frekuensi 16 Hz sampai dengan 20 Hz. Gelombang ini muncul ketika kondisi mental subyek sedang melakukan kegiatan berpikir, fokus, berkonsentrasi penuh, dan sadar secara penuh terhadap dirinya dan keadaan di sekitarnya.

Gelombang *High Beta* dihasilkan ketika manusia mengalami kondisi waspada terhadap sesuatu serta saat kondisi mental manusia mengalami pergolakan

dalam batinnya. Melalui pemindaian dengan perangkat Elektroensefalogram, gelombang *High Beta* ini berada dalam rentang frekuensi 21 Hz hingga 30 Hz.

5. Gelombang *Gamma*

Gelombang *Gamma* merupakan getaran otak yang terjadi pada saat seseorang mengalami aktivitas mental yang sangat tinggi. Gelombang ini terjadi dalam keadaan kesadaran penuh namun dengan kondisi yang sangat tinggi.

2.4 *Headset NeuroSky Mind Wave Mobile* (Sensor EEG)

Headset NeuroSky Mind Wave Mobile digunakan untuk mengukur sinyal EEG penggunanya dan memiliki beberapa jenis data keluaran yang didapat ketika pengguna memikirkan atau berkonsentrasi pada suatu hal tertentu.

Data keluaran headset yang digunakan sebagai parameter adalah *esense attention* dan *poor signal quality*. Keluaran *esense attention* terkait dengan mental states pengguna headset yang berhubungan dengan konsentrasi pikiran. Sedangkan *poor signal quality* merupakan data yang menunjukkan adanya noise yang dideteksi oleh sensor headset.

Headset neurosky mindwave mobile, *headset* ini menggunakan sensor kontak tunggal yang dipasang pada dahi sebelah kiri dan daun telinga. Data keluaran dari headset ini adalah berupa: delapan spektrum sinyal EEG (delta, theta, lowalpha, high-alpha, low-beta, high-beta, dan low-gamma), *esense attention*, dan *meditation*. Data esense attention mengindikasikan tingkat konsentrasi pengguna *headset*, sedangkan *esense meditation* mengindikasikan tingkat relaksasi pikiran dari pengguna headset [7].

Perangkat tersebut meliputi: sensor-kering yang berfungsi menangkap input sinyal dan gelombang yang dihasilkan oleh otak, perangkat lunak dan perangkat keras *builtin* yang mampu mengurangi dan Pembagian frekuensi yang dihasilkan oleh gelombang otak.

Sistem kerja dari teknologi EEG. Dalam penelitiannya, Yasui memasang sebuah headband, yang telah memiliki sensor-sensor, papan sirkuit, transmisi *bluetooth*, serta disuplai dengan tenaga baterai, pada kepala seorang subyek [8]. Lebih rinci dijelaskan, menggunakan sensor EEG buatan *neurosky* berupa elektroda yang ditempatkan di dua titik, dahi dan di cuping telinga, untuk mengukur adanya potensial listrik. Potensial listrik tersebut dialirkan secara langsung ke dalam chip untuk difilter dari kemungkinan adanya *electrical noise*.

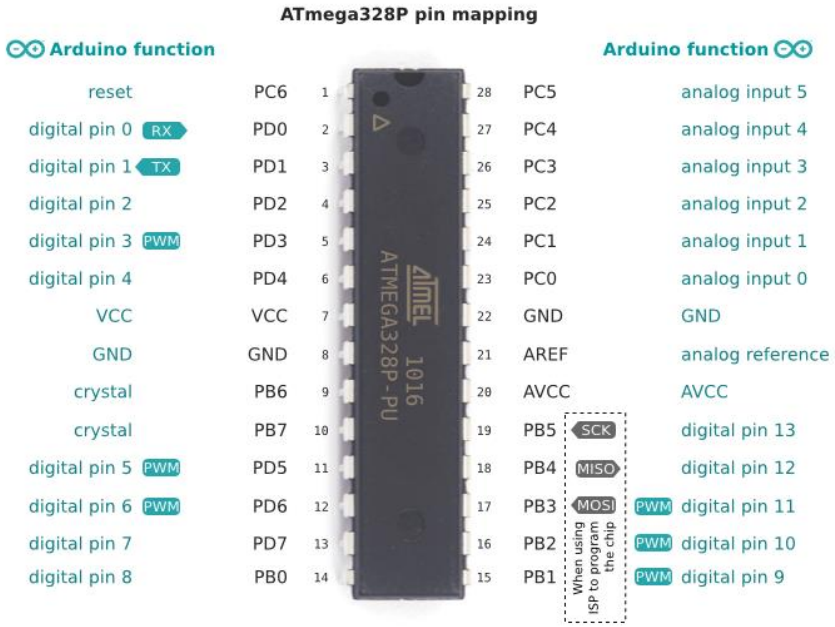
Sistem yang diujikan tersebut memonitor adanya potensial listrik di antara elektroda aktif, yang ditempatkan di dahi, dengan elektroda acuan, yang ditempatkan di cuping telinga, secara berkesinambungan. Pengukuran ini menghasilkan rangkaian sinyal frekuensi yang bervariasi dari waktu ke waktu, menyesuaikan dengan aktivitas yang dilakukan oleh subyek. Pada Gambar 2.1 dapat merupakan bentuk fisik sensor EEG.



Gambar 2. 1 *Headset NeuroSky Mind Wave Mobile* (Sensor EEG). [7]

2.5 Mikrokontroler Arduino Uno

Mikrokontroler merupakan suatu device yang didalamnya sudah terintegrasi dengan I/O Port, RAM, ROM, sehingga dapat digunakan untuk berbagai keperluan kontrol. Arduino Uno merupakan sebuah board mikrokontroler berbasis Atmega328. Arduino Uno Memiliki 14 input/output digital (6 output untuk PWM), 6 analog input, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin header ICSP, dan tombol reset. Memiliki flash memory sebesar 32Kb sangat cukup untuk menampung program. Arduino Uno tidak memerlukan flash program external karena di dalam chip mikrokontroler Arduino telah diisi dengan bootloader yang membuat proses upload program yang kita buat menjadi lebih sederhana dan cepat. Untuk koneksi dengan computer sudah tersedia RS232 to TTL converter atau menggunakan chip USB ke serial converter seperti FTDI FTD232.



Gambar 2. 2 Pin-pin Atmega 328.

2.6 Motor Servo

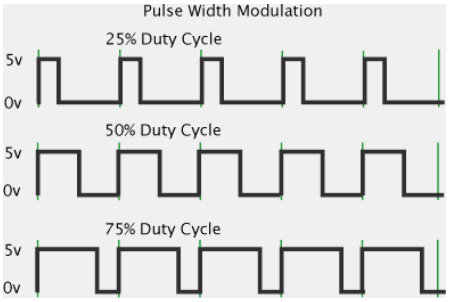
Motor Servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo [9]. Motor ini terdiri dari sebuah motor DC, serangkaian gear, potensiometer dan rangkaian kontrol. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas sudut dari putaran servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor.



Gambar 2. 3 Motor Servo Sg90. [8]

2.7 *Pulse Width Modulation* (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan suatu metoda untuk mengatur kecepatan perputaran motor dengan cara mengatur prosentase lebar pulsa high terhadap perioda dari suatu sinyal persegi dalam bentuk tegangan periodik yang diberikan ke motor sebagai sumber daya. Semakin besar perbandingan lama sinyal high dengan perioda sinyal maka semakin cepat motor berputar [10]. Gambar sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) dapat pada gambar 2.4.



Gambar 2. 4 Sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM). [10]

Duty cycle merupakan perbandingan periode lamanya suatu system bernilai logika high dan low. Variasi *duty cycle* ini memberikan harga tegangan rata–rata

yang berbeda–beda. Sinyal PWM dengan *duty cycle* yang besar memiliki nilai rata-rata tegangan yang lebih besar dibandingkan dengan *duty cycle* kecil. Nilai tegangan yang diberikan sebanding dengan nilai *duty cycle* yang diberikan. Adapun rumus *duty cycle*, yaitu:

$$Duty\ Cycle = \frac{t_{high}}{(t_{high}+t_{low})} \times 100\% \text{.....(2.1)}$$

Sedangkan untuk menghitung nilai tegangan rata-rata output dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$V_{out} = Duty\ Cycle \times V_{total} \text{..... (2.2)}$$

Dimana Vtotal merupakan tegangan yang diberikan untuk mengaktifkan motor.

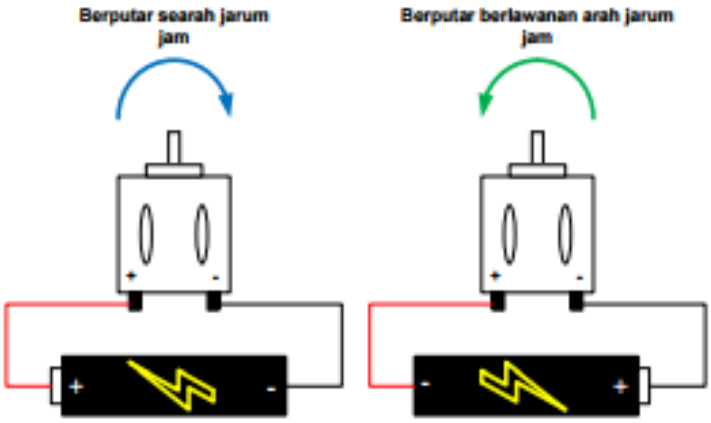
2.8 Motor DC

Motor DC merupakan perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini digunakan dalam berbagai peralatan, misalnya memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan dan lain sebagainya. Motor DC ini memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Bentuk fisik motor DC dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 5 Bentuk Fisik Motor DC

Prinsip dasar kerja dari motor DC adalah jenis motor ini menggunakan tegangan searah sebagai sumber tenaganya, dengan memberikan beda tegangan pada kedua terminal tersebut, motor akan berputar pada satu arah dan bila polaritas dari tegangan tersebut dibalik maka arah putaran motor akan terbalik pula. Polaritas dari tegangan yang diberikan pada kedua terminal ini menentukan kecepatan motor. Dalam aplikasinya seringkali sebuah motor digunakan untuk arah yang searah dengan jarum jam maupun sebaliknya. Untuk mengubah putaran dari sebuah motor dapat dilakukan dengan mengubah arah arus yang mengalir melalui motor tersebut. Secara sederhana seperti yang ada pada Gambar 2.6, hal ini dapat dilakukan hanya dengan mengubah polaritas tegangan motor.



(a) (b)

Gambar 2. 6 Pengaturan Arah Putaran Motor DC

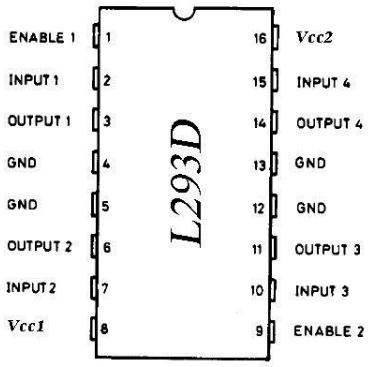
Pengaturan Arah Putaran Motor DC Bila kita lihat pada gambar (a) diatas, bahwa perputaran motor DC dikatakan searah jarum jam jika diberikan tegangan sumber dengan polaritas yang searah maka arah putaran motor akan mengarah ke kanan. Sedangkan pada gambar (b) diatas, bahwa perputaran motor DC dikatakan

berlawanan arah jarum jam jika diberikan tegangan sumber dengan polaritas terbalik, maka arah putaran motor akan mengarah ke kiri.

Kecepatan pada motor DC dapat diatur dengan berbagai cara yaitu dengan mengatur Cepat lambatnya motor DC dapat diatur berdasarkan duty cycle yang diberikan, jika duty cycle pada sinyal PWM besar, maka akan menghasilakan ratarata tegangan yang besar pula sehingga motor DC akan berputar cepat, begitu juga sebaliknya jika duty cycle yang diberikan kecil akan mengahasilkan tegangan rata-rata yang kecil dan motor DC akan berputar lebih lambat. Pengaturan nilai tegangan rata-rata tersebut dapat diatur dengan menggunakan persamaan (2.2).

2.9 *Driver* Motor L293D

IC L293D adalah IC yang didesain khusus sebagai *driver* motor DC dan dapat dikendalikan dengan rangkaian TTL maupun mikrokontroler. IC L293D diproduksi oleh SGS-Thomson merupakan sebuah chip yang di dalamnya terdapat dua rangkaian H-Bridge. Komponen ini bisa men-drive (mengendalikan) dua buah motor DC sampai tegangan 4,5 VDC, arus sebesar 1A untuk tiap kanal dengan arus puncak 1,2A. Dalam 1 unit chip IC L293D terdiri dari 4 buah *driver* motor DC yang berdiri sendiri sendiri dengan kemampuan mengalirkan arus 1 Ampere tiap *driver*nya. Sehingga dapat digunakan untuk membuat *driver* H-bridge untuk 2 buah motor DC [10]. Konstruksi pin *driver* motor DC IC l293D Konstruksi pin *driver* motor DC IC l293D seperti pada Gambar 2.7.

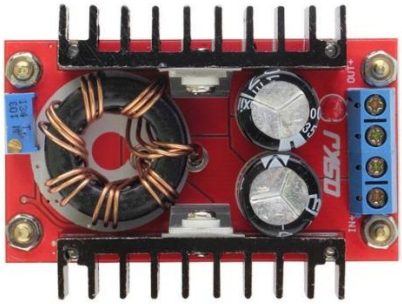


Gambar 2. 7 *Driver* Motor L293D. [10]

Driver motor DC IC L293D ini memiliki fungsi yang lengkap untuk sebuah *driver* motor DC sehingga dapat diaplikasikan dalam beberapa teknik *driver* motor DC dan dapat digunakan untuk mengendalikan beberapa jenis motor DC.

2.10 *Step Up*

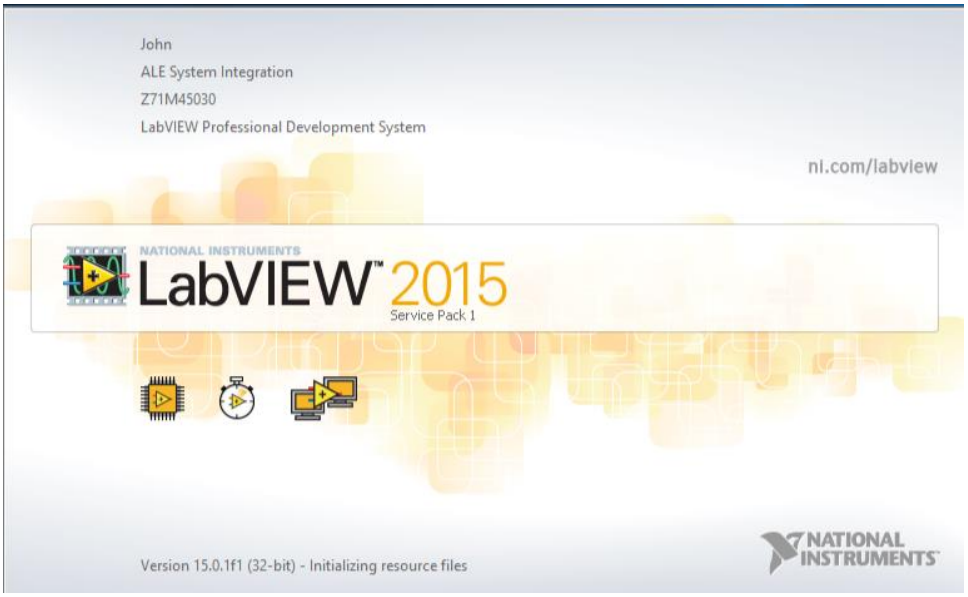
Step up adalah rangkaian elktronik yang berfungsi untuk menaikan tegangan dan arus, dengan niai input yang kecil untuk mendapat outup yang lebih besar, kontruksi dari step up trafo yang mempunyai jumlah lilitan sekunder lebih banyak dibandingkan dengan lilitan primernya. Tranformator step up memiliki fungsi sebagai penaik tegangan.



Gambar 2. 8 OSKJ 150W DC-DC *Boost Converter* 10-32V to 12-35V

2.11 Program Aplikasi LabVIEW

LabVIEW adalah sebuah *software* pemograman yang diproduksi oleh National instruments dengan konsep yang berbeda. Seperti bahasa pemograman 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.*



Gambar 2. 9 Tampilan Awal LabVIEW 2015