

BAB II

TUJUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Tahun 2014 pernah dilakukan penelitian oleh Wei-Wen Wang yang membahas tentang Robot Rehabilitasi *Eksoskeleton* berbasis panduan untuk Tungkai Atas, Aplikasi untuk Lingkaran Menggambar untuk Fisioterapi dan Pelatihan Sebagian besar penderita stroke menderita disfungsi motor dan sekitar setengah dari semua penderita stroke terus menderita defisit *neurologis* dan *hemiparesis* parah. Banyak komplikasi sekunder akibat imobilisasi juga dapat terjadi, termasuk kontraktur sendi, atrofi otot, dan sindrom bahu. Untuk mencegah komplikasi tersebut dan mendapatkan kembali kemampuan motorik fungsional, beberapa penelitian berfokus pada pengembangan teknik rehabilitasi yang lebih efektif untuk pasien stroke [6].

Sebelumnya juga pernah dilakukan penelitian terkait alat *Foot wheel* oleh Chun-Ming Chang pada tahun 2012 dengan judul sistem roda bahu berbasis game alternatif untuk rehabilitasi. Hasil dari penelitian ini dengan melakukan survei dari sebanyak 531 peserta berpartisipasi tak satu pun dari peserta yang pernah menggunakan roda bahu. Agar para penderita nyeri bahu dapat melakukan terapi dengan mandiri, Rehabilitasi bahu berfokus pada dua aspek penting gerakan bahu: fleksibilitas dan kekuatan.

Penyakit serius atau cedera sering menyebabkan cedera panjang dan lambat untuk sehat. Terlepas dari kondisinya, salah satu kunci utama pemulihan adalah partisipasi. Prosedur perawatan biasanya membosankan, dan pasien sering

Tidak fokus selama dan selama proses pelatihan berlangsung, Alat ini berfokus pada pemulihan fungsi tertentu dari bagian tubuh yang rusak atau memanfaatkan pendidikan untuk melatih individu untuk mengkompensasi kerusakan yang tidak dapat diperbaiki [7].

Penelitian ini berfokus kepada pasien stroke yang memiliki permasalahan di tangannya yang mengalami gejala sakit sendi dan sindrome bahu. Masih belum ada yang penelitian yang memfokuskan pada bagian kaki untuk itu penulis Pada penelitian kali ini akan merancang alat *Foot wheel* terapi kaki untuk pasien *pasca* stroke.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Saraf

Sistem saraf merupakan salah satu sistem koordinasi yang bertugas menyampaikan rangsangan dari *reseptor* untuk dideteksi dan direspon oleh tubuh. Sistem saraf memungkinkan makhluk hidup tanggap dengan cepat terhadap perubahan-perubahan yang terjadi di lingkungan luar maupun dalam.

Untuk menanggapi rangsangan, ada tiga komponen yang harus dimiliki oleh sistem saraf, yaitu:

- a. *Reseptor*, adalah alat penerima rangsangan atau *impuls*. Pada tubuh kita yang bertindak sebagai reseptor adalah organ indera.
- b. Penghantar *impuls*, dilakukan oleh saraf itu sendiri. Saraf tersusun dari berkas serabut penghubung (*akson*). Pada serabut penghubung terdapat sel-sel khusus yang memanjang dan meluas. Sel saraf disebut neuron

- c. *Efektor*, adalah bagian yang menanggapi rangsangan yang telah diantarkan oleh penghantar *impuls*. *Efektor* yang paling penting pada manusia adalah otot dan kelenjar.

Berikut ini adalah jenis-jenis dari sistem saraf

1. Sel Saraf (*Neuron*)

Sistem saraf terdiri atas sel-sel saraf yang disebut *neuron*. *Neuron* bergabung membentuk suatu jaringan untuk mengantarkan impuls (rangsangan). Satu sel saraf tersusun dari badan sel, *dendrit*, dan *akson*.

a. Badan sel

Badan sel saraf merupakan bagian yang paling besar dari sel saraf. Badan sel berfungsi untuk menerima rangsangan dari *dendrit* dan meneruskannya ke akson. Pada badan sel saraf terdapat inti sel, *sitoplasma*, *mitokondria*, *sentrosom*, badan *golgi*, *lisosom*, dan badan *nisel*. Badan *nisel* merupakan kumpulan *retikulum endoplasma* tempat transportasi *sintesis* protein.

b. *Dendrit*

Dendrit adalah serabut sel saraf pendek dan bercabang-cabang. *Dendrit* merupakan perluasan dari badan sel. *Dendrit* berfungsi untuk menerima dan mengantarkan rangsangan ke badan sel.

c. *Akson*

Akson disebut *neurit*. *Neurit* adalah serabut sel saraf panjang yang merupakan perwujudan *sitoplasma* badan sel. Di dalam *neurit* terdapat benang-benang halus yang disebut *neurofibril*. *Neurofibril* dibungkus oleh

beberapa lapis selaput mielin yang banyak mengandung zat lemak dan berfungsi untuk mempercepat jalannya rangsangan. Selaput *mielin* tersebut dibungkus oleh sel-sel *sachwann* yang akan membentuk suatu jaringan yang dapat menyediakan makanan untuk *neurit* dan membantu pembentukan *neurit*. Lapisan *mielin* sebelah luar disebut *neurilemma* yang melindungi *akson* dari kerusakan. Bagian *neurit* ada yang tidak dibungkus oleh lapisan *mielin*. Bagian ini disebut dengan *nodus ranvier* dan berfungsi mempercepat jalannya rangsangan.

2. Impuls

Impuls adalah rangsangan atau pesan yang diterima oleh *reseptor* dari lingkungan luar, kemudian dibawa oleh *neuron*. *Impuls* dapat juga dikatakan sebagai serangkaian pulsa elektrik yang menjalar di serabut saraf.

3. Otak

Otak merupakan alat tubuh yang sangat penting dan sebagai pusat pengatur dari segala kegiatan manusia. Otak terletak di dalam rongga tengkorak, beratnya lebih kurang 1/50 dari berat badan. Bagian utama otak adalah otak besar (*Cerebrum*), otak kecil (*Cerebellum*), dan batang otak.

Otak besar adalah pusat pengendali kegiatan tubuh yang disadari. Berpikir, berbicara, melihat, bergerak, mengingat, dan mendengar termasuk kegiatan tubuh yang disadari. Otak kecil terletak di bagian belakang otak besar, tepatnya di bawah otak besar. Otak kecil berfungsi sebagai pengatur keseimbangan tubuh dan mengkoordinasikan kerja otot ketika seseorang

akan melakukan kegiatan. Batang otak tersusun dari medula *oblongata*, *pons*, dan otak tengah [8].

2.2.2 Otot

Otot adalah sekumpulan sel otot yang membentuk jaringan. Otot adalah alat gerak yang berfungsi menggerakkan tulang. Sel-sel otot mempunyai kemampuan berkontraksi dan melakukan relaksasi (kembali ke ukuran semula). Oleh karena itu jaringan otot disebut sebagai alat gerak aktif.

Fungsi lain dari otot-otot dalam tubuh manusia adalah dukungan. Otot rangka terus bekerja untuk mendukung tubuh dan membantu untuk mempertahankan postur, apakah seseorang duduk atau berdiri. Otot-otot ini juga mendukung, menstabilkan dan memperkuat sendi dengan memegang tulang dalam posisi yang tepat, terutama didaerah dimana bagian-bagian dari sendi tidak cocok bersama erat seperti bahu dan pinggul. otot rangka juga sangat penting didalam menentukan kekuatan tubuh secara keseluruhan dan kemampuan untuk melakukan berbagai tugas fisik. Mempertahankan otot yang kuat sangat membantu untuk kesehatan umum dan kesejahteraan [9].

2.2.3 Tulang

Tulang memiliki fungsi utama sebagai alat gerak pasif. artinya tulang hanya bisa bekerja/bergerak apabila ada bantuan dari otot. Tulang atau rangka pada manusia tergolong ke dalam alat gerak pasif dikarenakan tulang hanya akan bisa bergerak apabila ada aktifitas yang terjadi pada otot. tulang sendiri terbentuk oleh kandungan kalsium yang berbentuk garam yang merekat erat dengan bantuan

kalogen. di dalam masa perkembangannya, bentuk tulang dapat berubah atau mengalami kelainan apabila ada gangguan yang dibawa sejak lahir seperti adanya infeksi penyakit, faktor nutrisi dan gizi, ataupun posisi tubuh yang salah. tulang yang satu dengan yang lain biasanya terhubung oleh sendi-sendi [10].

Gambar 2.1 merupakan bagian tulang bagian kaki :



Gambar 2. 1 Tulang kaki [10]

2.2.4 Stroke

Stroke adalah gangguan fungsional otak fokal maupun global akut, berasal dari gangguan aliran darah otak dan bukan disebabkan oleh gangguan peredaran darah otak sepiintas, tumor otak, stroke sekunder karena trauma ataupun infeksi (WHO MONICA, 1986). Stroke dengan *defisit neurologik* telah terjadi tiba-tiba penyebabnya oleh perdarahan otak. *Stroke iskemik* disebabkan oleh oklusi fokal pembuluh darah otak yang menyebabkan turunnya suplai oksigen dan glukosa ke

bagian otak yang mengalami oklusi (Hacke, 2003). Munculnya tanda dan gejala fokal atau global pada stroke disebabkan oleh penurunan aliran darah otak. *Oklusi*

dapat berupa *trombus*, *embolus*, atau *tromboembolus*, menyebabkan hipoksia sampai anoksia pada salah satu daerah percabangan pembuluh darah di otak tersebut. Stroke *hemoragik* dapat berupa perdarahan *intraserebral* atau perdarahan *subaraknoid* [3].

Ada beberapa hal yang dapat memicu terjadinya stroke diantaranya:

1. Faktor biologik yang tidak dapat dimodifikasi yaitu : umur, jenis kelamin, dan ras.
2. Faktor fisiologik yang dapat di modifikasi : hipertensi, diabetes, lipid(kelompok molekul alami yang meliputi lemak)dan penyakit jantung.
3. Faktor gaya hidup dan pola perilaku seperti : merokok, obesitas, aktifitas fisik, diet, dan alkohol [11].

penderita *pasca* stroke diharapkan bisa melakukan kegiatan normal seperti semula, tetapi banyak penderita *pasca* stroke yang tetap dalam kondisi lumpuh atau melemahnya anggota gerak karena semakin menyempitnya syaraf. Resiko yang sering di timbulkan oleh penyakit stroke adalah penderita mengalami kelumpuhan wajah dan anggota gerak. Maka dilakukan rehabilitasi medik pada penderita stroke untuk mengevaluasi potensi perkembangan pasien.

2.2.5 Rehabilitasi *Pasca* Stroke

Sebagai upaya mengembalikan kemampuan motorik dan meningkatkan kualitas hidup, para penderita stroke dapat menjalani program rehabilitasi neurologis dengan dipandu oleh terapis dan dokter. Rehabilitasi *pasca* stroke yang dini dan teratur dapat mengembalikan kemampuan motorik para penderitanya secara bertahap hingga kesehatan dapat pulih kembali secara total.

Latihan terapi fisik secara rutin oleh penderita stroke telah berhasil menunjukkan hasil positif berupa peningkatan kemampuan anggota gerak bawah (*lower limb*), mobilitas fungsional (keseimbangan dan berjalan) dan kualitas hidup. Belum banyak studi yang meneliti efektivitas terapi rehabilitasi anggota gerak atas (*upper limb rehabilitation*) untuk penderita stroke. Rehabilitasi anggota gerak atas sangat penting untuk penderita stroke, mengingat disfungsi bagian tubuh atas sangat berpengaruh terhadap kapasitas mereka untuk melakukan kegiatan sehari-hari (*activities of daily living/ADL*) seperti makan/minum (*self-feeding*), mandi, berpakaian, mengkonsumsi obat dan lain sebagainya.

Pemulihan stroke sendiri tergantung pada banyak hal seperti bagian otak mana yang terkena serangan stroke, keadaan kesehatan penderita stroke, personality dari penderita stroke, dukungan keluarga, perawatan yang didapatkan oleh penderita stroke. Rehabilitasi yang dilakukan pada pasien stroke semakin lama akan semakin aktif disesuaikan dengan keadaan kesehatan pasien. Peranan keluarga sangat penting dalam program rehabilitasi stroke di rumah. Ketika penderita stroke sudah kembali ke rumah penderita stroke akan lebih banyak berinteraksi dengan keluarganya dibandingkan dengan terapis yang hanya datang beberapa jam ke rumah.

Rehabilitasi stroke merupakan sebuah program yang terkoordinasi yang memberikan perawatan *restoratif* untuk memaksimalkan pemulihan dan meminimalisasi *impairment*, *disability*, dan *hadicap* yang disebabkan oleh stroke. *Disability* atau ketidakmampuan didefinisikan sebagai keterbatasan atau hilangnya

kemampuan untuk melakukan aktivitas yang umum dilakukan orang normal akibat *impairment* yang dideritanya.

Rehabilitasi medik *pasca* stroke dapat terbagi menjadi dua fase berdasarkan tujuan yang ingin dicapai dari program rehabilitasi. Fase awal bertujuan untuk mencegah komplikasi sekunder dan melindungi fungsi yang tersisa. Fase ini dimulai sedini mungkin ketika keadaan umum telah memungkinkan. Fase lanjutan bertujuan untuk mencapai kemandirian fungsional dalam *mobilisasi* dan ADL. Fase lanjutan dimulai ketika IPS sudah stabil secara medik. Fase ini melibatkan berbagai jenis terapi antara lain fisioterapi, *okupasi* terapi, terapi wicara, *ortotik prostetik*, dan psikologi. Pemilihan jenis terapi yang dilakukan pada suatu program rehabilitasi medis tergantung pada dampak sisa yang dialami oleh penderita stroke [12].

2.2.6 *Microcontroller*

Microcontroller adalah sebuah *system* komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*, *microcontroller* merupakan *system computer* yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik. Elemen *microcontroller* tersebut diantaranya adalah: Pemroses (*processor*), *memori*, *Input* dan *output*. Kadang kala pada *microcontroller* ini beberapa chip digabungkan dalam satu papan rangkaian. Perangkat ini sangat ideal untuk mengerjakan sesuatu yang bersifat khusus, sehingga aplikasi yang diisikan ke dalam komputer ini adalah aplikasi yang bersifat *dedicated*. Jika dilihat dari harga, *microcontroller* ini harga umumnya lebih murah

dibandingkan dengan komputer lainnya, karena perangkatnya relatif sederhana. *Microcontroller* telah banyak digunakan di industri, walaupun penggunaannya masih kurang dibandingkan dengan penggunaan *Programmable Logic Control* (PLC), tetapi *microcontroller* memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan PLC. Ukuran *microcontroller* lebih kecil dibandingkan dengan suatu modul PLC sehingga peletakannya dapat lebih *flexible*. *Microcontroller* telah banyak digunakan pada berbagai macam peralatan rumah tangga seperti mesin cuci. Sebagai pengendali sederhana, *microcontroller* telah banyak digunakan dalam dunia medik, pengaturan lalu lintas, dan masih banyak lagi. Secara teknis hanya ada 2 *mikrokontroler* yaitu RISC dan CISC, dan masing-masing mempunyai keturunan/keluarga sendiri-sendiri. RISC kependekan dari *Reduced Instruction Set Computer* : instruksi terbatas tapi memiliki fasilitas yang lebih banyak CISC kependekan dari *Complex Instruction Set Computer* : instruksi bisa dikatakan lebih lengkap tapi dengan fasilitas secukupnya [13].

2.2.7 Mikrokontroler ATmega328

ATmega328 adalah *microcontroller* keluaran Atmel yang merupakan anggota dari keluarga AVR 8-bit. Mikrokontroler ini memiliki kapasitas *flash* (program memory) sebesar 32 Kb (32.768 *bytes*), memori (*static* RAM) 2 Kb (2.048 *bytes*), dan EEPROM (*non-volatile memory*) sebesar 1024 *bytes*. Kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 20 MHz. Rancangan khusus dari keluarga

prosesor ini memungkinkan tercapainya kecepatan eksekusi hingga 1 *cycle* per instruksi untuk sebagian besar instruksinya, sehingga dapat dicapai kecepatan mendekati 20 juta instruksi per detik.

ATmega328 adalah *prosesor* yang kaya fitur seperti gambar 2.2 dibawah, dalam *chip* yang dipaketkan dalam bentuk DIP-28 ini terdapat 20 pin *Input/Output* (21 pin bila pin reset tidak digunakan, 23 pin bila tidak menggunakan *oskilator* eksternal), dengan 6 di antaranya dapat berfungsi sebagai pin ADC (*analog-to-digital converter*), dan 6 lainnya memiliki fungsi PWM (*pulse width modulation*) [1].



Gambar 2.2 Mikrokontroler Atmega328 [1]

Mikrokontroler ATmega328P beroperasi pada *frekuensi clock* sampai 16 Mhz. ATmega328P memiliki dua *Power Saving Mode* yang dapat dikontrol melalui software, yaitu *Idle Mode* dan *Power Down Mode*. Pada *Idle Mode*, CPU tidak aktif sedangkan isi RAM tetap dipertahankan dengan *timer/counter*, *serial port* dan *interrupt system* tetap berfungsi. Pada *Power Down Mode*, isi RAM akan disimpan

2. GND

Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *Grounding*.

3. Port B (PB7...PB0)

Didalam *Port B* terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah *Port B* adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat digunakan sebagai *input* maupun *output*. *Port B* merupakan sebuah 8-bit *bi-directional I/O* dengan *internal pull-up* resistor. Sebagai *input*, pin-pin yang terdapat pada *port B* yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Khusus PB6 dapat digunakan sebagai *input* kristal (*inverting oscillator amplifier*) dan *input* ke rangkaian *clock internal*, bergantung pada pengaturan *fuse* bit yang digunakan untuk memilih sumber *clock*, sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai *output* Kristal (*output oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan *Fuse* bit yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Jika sumber *clock* yang dipilih dari *oscillator internal*, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan *Asynchronous Timer/Counter* maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran *input timer*.

4. Port C (PC5...PC0)

Port C merupakan sebuah 7-bit *bi-directional I/O port* yang di dalam masing-masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pin nya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/*output port C*

memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

5. Port D (PD7...PD0)

Port D merupakan 8-bit *bi-directional* I/O dengan *internal pull-up* resistor.

Fungsi dari *port* ini sama dengan *port-port* yang lain. Hanya saja pada *port* ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada *port* ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

6. Avcc

Pin ini berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui *lowpass* filter [1].

2.2.9 Driver motor

Rangkaian *driver* motor adalah rangkaian dari beberapa transistor yang disusun sedemikian rupa sehingga dapat digunakan untuk menggerakkan motor DC dengan 2 arah yaitu maju dan mundur, Rangkaian *H-bridge* transistor adalah rangkaian dari beberapa transistor yang disusun sedemikian rupa sehingga bisa digunakan untuk menggerakkan motor dengan dua arah, dengan *H-bridge transistor* putaran motor bisa diatur searah jarum jam atau berlawanan jarum jam (maju atau mundur) [14].

2.2.10 LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan *elektroda* transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan *elektroda* pada kaca belakang seperti gambar 2.4 dibawah. Ketika *elektroda* diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki *polarizer* cahaya vertikal depan dan *polarizer* cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan [2].



Gambar 2.4 Bentuk LCD (*Liquid Cristal Display*) [2]

Pengendali / Kontroler LCD (*Liquid Cristal Display*)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat *microcontroller* yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*).

Microntroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan *microcontroler* internal LCD adalah :

1. **DDRAM** (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada. **CGRAM** (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
2. **CGROM** (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

- a. **Register perintah** yaitu *register* yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- b. **Register data** yaitu *register* untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada *register* akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.

2.2.11 Motor *Power window*

Motor *Power window* berada didalam setiap pintu mobil. Komponen ini berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan kaca jendela. Cara kerjanya, yaitu: dimana akan berputar bila menerima arus listrik (ketika tombol *Power window* ditekan). Lalu, arus listrik tersebut diubah menjadi tenaga mekanis melalui gerigi atau kabel khusus yang kemudian menggerakkan kaca jendela. Motor penggerak *regulator* berputar searah jarum jam atau arah sebaliknya menggerakkan *regulator* jendela untuk dirubah menjadi gerak naik turun. Jenis motor yang digunakan pada sistem motor *Power window* yang ditunjukkan pada gambar 2.5 adalah motor DC. Motor listrik menggunakan energi listrik dan energi magnet. Merubah momen puntir yang akan diteruskan ke *spindel* mesin [15].



Gambar 2.5 Motor *Power window* [15]

2.2.12 Rata-Rata Analisis

Rata – rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran,

Dengan rumus :

Rata-rata = Jumlah seluruh data

Banyak data