



Rancang Bangun Sistem Kontrol Otomatis Robot Physio Therapy Untuk Penderita Kelumpuhan pada Lengan *Design and Build an Automatic Physio Therapy Robot Control System For Sufferers of Paralysis of the Arms*

Ahmad Izzuddin¹, Tamam Asrori²

¹ Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga, Fakultas, Institusi

² Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Panca Marga

¹ izzuddin@gmail.com

Abstract

Physio therapy robot is an auxiliary apparatus in medical matter that the function is to help in healing the body organ function of disablement by accident or stroke that causes motoric dysfunction in the brain so that body organ like arm and leg cannot be moved anymore. Physiotherapy on patient is usually conducted manually by massaging or moving ligaments. Therefore, there is needed expert that is always guide patients on therapy. By this way, there is must be more staffs, times, and costs for treatments. The number of accidental patients or stroke is raised, so that there are needed super extra nurses to handle patients. To solve that problem, we need to design an auxiliary apparatus of physiotherapy to help paramedic in handling therapy on patient. The auxiliary apparatus of physiotherapy is a microcontroller-based tool.

Keywords: *physio therapy, arms, microcontroller ATMega8535*

Abstrak

Robot physio therapy adalah merupakan alat bantu dalam kedokteran yang difungsikan untuk membantu memulihkan kembali fungsi organ tubuh penderita kelumpuhan yang diakibatkan kecelakaan atau penyakit strook yang mengakibatkan terjadinya disfungsi motorik pada otak sehingga anggota badan seperti tangan dan kaki tidak dapat digerakan lagi. Terapi fisik (physio therapy) pada pasien biasanya dilakukan secara manual, dengan cara memijit atau menggerak-gerakkan sendi, oleh karena itu dibutuhkan tenaga ahli yang selalu mendampingi pasien pada saat therapy. Sehingga membutuhkan banyak tenaga, waktu, dan biaya untuk perawatan. Jumlah pasien yang kecelakaan atau terkena penyakit strook sangat banyak sehingga dibutuhkan tenaga perawat yang super extra untuk menangani pasien, untuk mengatasi kendala tersebut maka kita merancang alat bantu physio therapy untuk membantu paramedis dalam menangani therapy pada pasien. Alat bantu gerak physio therapy lengan ini merupakan alat therapy yang berbasis mikrokontroler.

Kata kunci: Physio therapy, Lengan tangan, Mikrokontroler ATMega8535.

1. Pendahuluan

Therapy fisik (physio therapy) pada pasien biasanya dilakukan secara manual, dengan cara memijit atau menggerak-gerakkan sendi, oleh karena itu dibutuhkan tenaga ahli yang selalu mendampingi pasien pada saat therapy. Sehingga membutuhkan banyak tenaga, waktu, dan biaya untuk perawatan. Adapun beberapa jenis alat physiotherapy yang digunakan dalam dunia medis untuk proses penyembuhan kelumpuhan maupun cedera yang dialami oleh lengan bawah dan lengan atas telah banyak diciptakan, Tetapi kebanyakan desain masih rumit, mahal dan dimensi besar sehingga sulit dipindah-pindahkan.

Hal yang mendorong penelitian ini dilakukan adalah minimnya peralatan therapy fisik yang ada di rumah sakit Indonesia dan Minimnya jumlah perawat dibandingkan jumlah pasien yang harus ditangani, sehingga menyebabkan antrian pasien yang panjang dan lama. Dengan adanya kasus seperti ini perlu dirancang Robot physio therapy yang bisa dioperasikan sendiri (atas petunjuk Dokter), portable (mudah dipindahkan), bisa digunakan berbagai umur (adjustable programmable). Rancangan alat memiliki beberapa aspek yang mendukung fungsi utamanya, antara lain: mudah dioperasikan, aman bagi pasien, ergonomis (human-machine interface), mudah perawatan, harga relatif murah, tidak mudah rusak, dekoratif.

Perancangan dan pembuatan sistem kontrol otomatis ini sebagai tindak lanjut dari pembuatan mekanik yang sudah dirancang dan dibuat prototypenya, sistem kontrol otomatis ini dikendalikan oleh sistem logika pemrograman sebagai sebagai pengatur dan pengendali dari gerakan robot sesuai dengan yang diinginkan.

Pengertian Robotika

Robotika merupakan sebuah teknologi yang merupakan gabungan dari berbagai macam disiplin ilmu. Untuk bisa mengetahui kompleksitas aplikasi dari teknologi ini diperlukan ilmu pengetahuan yang didapat dari berbagai disiplin ilmu. Hingga saat ini telah berkembang tiga generasi robot, dimana generasi pertama adalah robot yang melakukan gerakan secara berulang-ulang dengan perintah yang diprogramkan sebelum mulai dioperasikan. Generasi kedua adalah robot yang dilengkapi sensor dengan program computer sehingga dapat bereaksi terhadap lingkungan. Generasi terakhir adalah robot yang dilengkapi dengan sensor-sensor yang beragam untuk identifikasi informasi secara lebih tepat yang kemudian diolah kedalam supercomputer yang mampu mengambil keputusan sendiri dalam menentukan langkah geraknya sehingga sanggup menghadapi permasalahan yang lebih variatif [1].

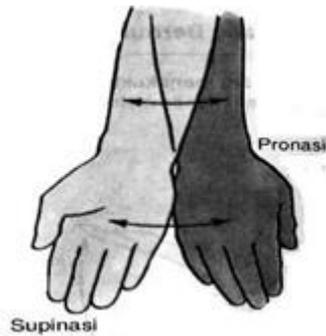
Jenis gerakan sendi pada lengan tangan:

1. Meluncur: gerakan satu permukaan pada permukaan lain seperti pada sendi datar.
2. Fleksi: gerakan pengecilan sudut sendi, misalnya melipat siku.
3. Ekstensi : gerakan pembesaran sudut sendi, misalnya meluruskan siku.
4. Pronasi: gerakan rotasi medial lengan bawah dan tangan sehingga telapak tangan menghadap ke belakang
5. Supinasi: gerakan rotasi lateral lengan bawah dan tangan sehingga telapak tangan menghadap ke depan.
6. *Abduksi*: gerakan bagian tubuh menjauhi garis tengah, misalnya mengangkat lengan ke sisi tubuh.
7. *Adduksi*: gerakan bagian tubuh mendekati garis tengah, misalnya mendekatkan lengan ke sisi tubuh.
8. *Rotasi*: gerakan bagian tubuh berputar pada sumbu longitudinalnya, misalnya gerakan telapak tangan ke depan dan ke belakang dengan lengan diekstensikan penuh dicapai dengan rotasi pada sendi bahu.
9. *Sirkumduksi*: kombinasi fleksi, abduksi, ekstensi, dan adduksi pada satu gerakan, misalnya mengayun lengan yang terekstensi berputar dalam satu lingkaran.

Jenis gerakan sendi pada lengan tangan seperti ditunjukkan pada gambar 1 sampai gambar 3. [2].

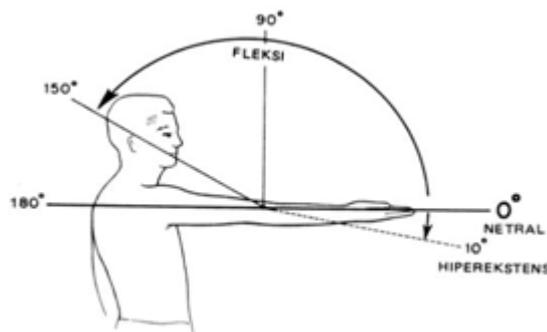


Gambar 1. Gerakan pada lengan tangan Fleksi – Ekstensi



Gambar 2: Gerakan pada lengan tangan Pronasi – Supinasi

Untuk sudut maksimum gerakan pada bagian-bagian tubuh terutama tangan untuk gerak rotasi lengan bawah maksimum 180° sedang untuk gerak vertikalnya maksimum 150°



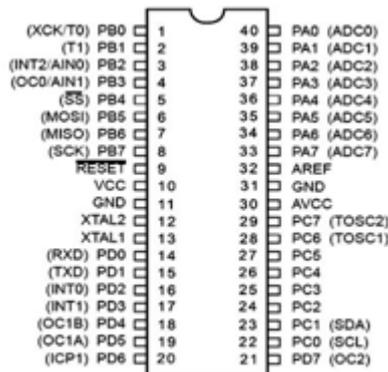
Gambar 3: Gerakan siku pada lengan tangan sudut 90° - 180°

Mikrokontroler Atmega 8535

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur RISC 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi clock.

Mikrokontroler ATmega8535 menyediakan 21 macam sumber interupsi yang masing-masing memiliki alamat program vektor interupsi. Setiap interupsi yang aktif akan dilayani segera setelah terjadi permintaan interupsi, tetapi jika dalam waktu bersamaan terjadi lebih dari satu interupsi maka prioritas yang akan diselesaikan lebih dulu adalah interupsi yang memiliki nomor urut yang lebih kecil. Sebagai contoh jika interupsi timer 0 overflow dan timer 1 overflow terjadi bersamaan maka prioritasnya interupsi timer 1 lebih dulu yang akan diselesaikan karena interupsi timer 1 memiliki nomor urut di atas 0. [3]

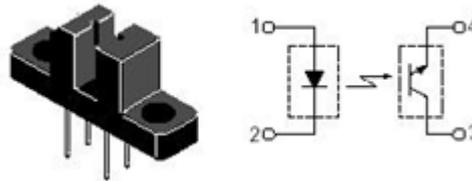
Konfigurasi Pin Mikrokontroler ATmega8535 dengan kemasan 40 pin DIP (dual in-line package) dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Konfigurasi Pin ATmega8535

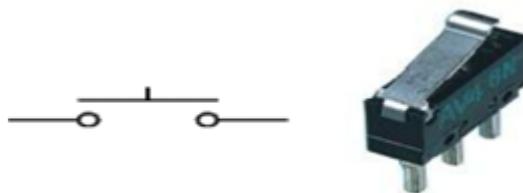
Opto Coupler (IC 4N25)

Opto Coupler merupakan kopling elektronik untuk rangkaian, pada opto coupler jenis U ini apabila di jalur U terdapat halangan maka arus listrik tidak akan sampai mengalir ke kaki 3, sedangkan pada 4N25 arus yang mengalir di kaki 4 dapat dihentikan dengan menghentikan arus data di kaki 1. Opto Coupler seperti ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Opto Coupler Jenis U (IC 4N25) Limit Switch

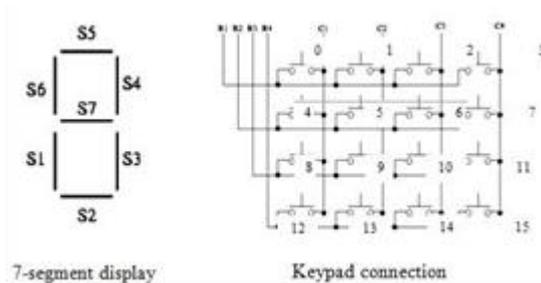
Limit switch merupakan saklar terbuka (normaly open) yang akan bekerja jika mendapatkan tekanan atau gerakan yang sangat kecil sekalipun. Limit switch atau yang biasa disebut juga pada umumnya digunakan sebagai pembatas atau limit dari sebuah gerakan atau posisi. Limit switch seperti ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 6. Limit switch

Keypad Device

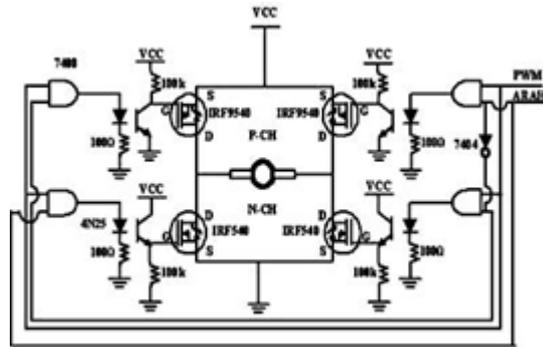
Keypad digunakan sebagai inputan untuk menentukan koordinat tujuan. Sedangkan untuk menampilkan tombol yang ditekan ditampilkan menggunakan 7 segment display. Sebuah schematic yang digunakan diatas untuk memperlihatkan koneksi yang dibutuhkan. Keypad lebih sering digunakan sebagai perangkat inputan utama untuk embedded microcontroller. Keypad sejatinya terdiri dari sejumlah switch, yang dihubungkan pada baris/kolom yang sudah di rencanakan seperti ditunjukkan pada gambar 7



Gambar 7. Rangkaian Keypad

Rangkaian H-Bridge

Rangkaian H-Bridge berfungsi untuk mengatur gerakan dan arah putaran motor. Rangkaian H-Bridge seperti ditunjukkan pada gambar 6.



Gambar 8. Rangkaian H-Bridge

Input dan Output Mikrokontroler

Input merupakan sinyal yang diberikan ke mikrokontroler untuk diolah sehingga mikrokontroler dapat mengambil keputusan. Bentuk sinyal input ada 2 macam yaitu sinyal digital dan sinyal analog. Sinyal digital merupakan sinyal yang berada pada kondisi logika 1 atau logika 0. sedangkan sinyal analog merupakan sinyal yang kontinyu. Sinyal input dapat berasal dari switch, sensor, dan peralatan lainnya.

Output merupakan sinyal yang dikeluarkan oleh mikrokontroler untuk melakukan aksinya atau memberikan informasi ke pengguna. Bentuk sinyal output ada 2 macam yaitu sinyal digital dan sinyal analog.

2. Metodologi

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fisika dan mekatronika Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Malang dan waktu penelitian mulai bulan Januari sampai Mei 2009.

Variabel Penelitian

1. Variabel terikat: ATmega8535, H-bridge dan optocoupler.
2. Variabel kontrol: untuk sudut gerak pronasi, supinasi, aduksi dan abduksi dikondisikan maksimum konstan pada posisi 90°. Sedangkan untuk gerak Fleksi dan Ekstensi dikondisikan maksimum konstan pada posisi 150°.

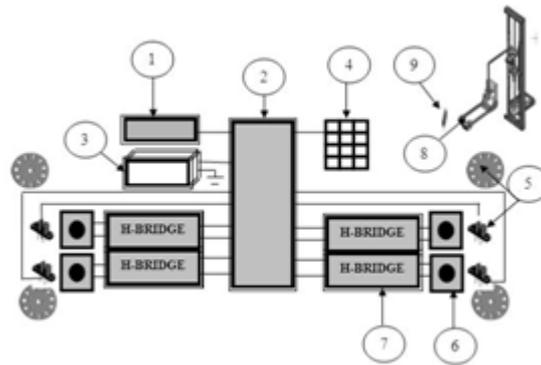
Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian:

- a. Motor DC 12 Volt, 0.15 Ampere sebagai penggerak pergelasan berputar kekanan dan kekiri secara bolak-balik.
- b. Motor DC 12 Volt, 2 – 2.5 Ampere sebagai penggerak sendi siku ke atas ke bawah secara bolak-balik.
- c. Motor DC 12 Volt, 2 – 2.5 Ampere sebagai penggerak sendi bahu ke atas ke bawah secara bolak-balik.
- d. Motor DC 12 Volt, 2 – 2.5 Ampere sebagai penggerak sendi bahu berputar ke kanan dan kekiri secara bolak-balik.
- e. Battery 12 Volt, 7.2 Ampere sebagai sumber energi penggerak dari keseluruhan perangkat keras.
- f. Optocoupler (Photo transistor H21A1) sebagai sensor sudut untuk menentukan posisi berhenti lengan alat yang diinginkan.
- g. Limit Switch sebagai pembatas maksimum gerakan atau limit dari sebuah gerakan atau posisi untuk mengantisipasi kesalahan agar tidak terjadi patah tulang pada lengan tangan pasien.
- h. Rangkaian H-Bridge (jembatan H) sebagai pegatur gerakan motor.
- i. Rangkaian ATmega8535 sebagai mikrokontroler dan pemrograman yang digunakan adalah bahasa C dengan bantuan program AVR.
- j. Keypad berfungsi untuk memasukan data LCD berfungsi untuk menampilkan data yang dimasukan melalui keypad

- k. Kabel listrik sebagai penyambung rangkaian atau komponen.

Skematik Instalasi Alat Penelitian



Gambar 9. Skematik Instalasi Alat Penelitian

Keterangan Gambar Skematik Instalasi Alat Penelitian

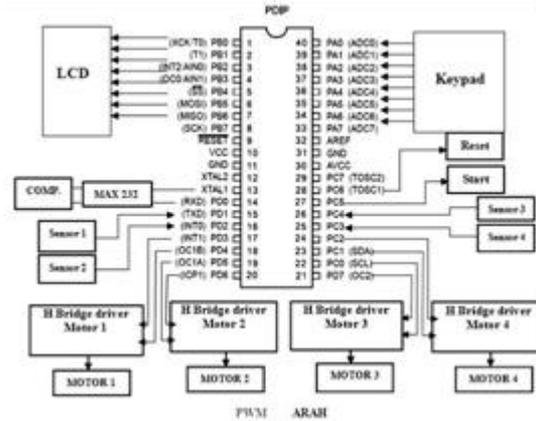
1. LCD
2. Rangkaian Atmega 8535
3. Power Supply
4. Keypad
5. Sensor sudut (Optocoupler)
6. Motor Penggerak Mekanik
7. Rangkaian H-Bridge
8. Mekanik Robot Physiol therapy
9. Limit swith

Prosedur Penelitian

1. Menyiapkan dan memasang semua instalasi penelitian
2. Memasang komponen yang dibutuhkan.
3. Mengecek kondisi komponen dan alat pendukung lainnya yang digunakan dalam penelitian.
4. Memasukan jumlah gerakan melalui keypad untuk diproses oleh ATmega 8535L.
5. Memasukan posisi sudut gerakan motor melalui keypad untuk diproses oleh ATmega 8535L.
6. Memasukan kecepatan motor sesuai dengan kondisi pasien (petunjuk dokter) melalui keypad untuk diproses oleh ATmega 8535L
7. Memencet tombol start untuk memulai terapi sesuai pergerakan lengan yang ingin diterapi.
8. Mengulang langkah keempat sampai dengan langkah ketujuh sesuai penderita kelumpuhan lengan tangan.
9. Menarik kesimpulan dari hasil penelitian yang dilakukan

3. Hasil dan Pembahasan

Konfigurasi sistem kontrol otomatis robot physical terapi ini merupakan susunan dari alat yang digunakan pada perancangan robot` physio therapy untuk lengan. Adapun gambar model konfigurasi sistem kontrol otomatis dapat dilihat pada gambar 10



Gambar 10. Hasil Rancangan Hardware (Elektrik Robot)

Pin OC1A dan OC2 pada ATmega 8535 sebagai outputan PWM (Pulse Width Modulation) yang digunakan untuk mengatur kecepatan putaran pada motor, sedangkan Pin ICP1 dan SCL digunakan sebagai arah putaran motor. Pembagian penggunaan Pin penggerak pada motor untuk lengan bawah adalah sebagai berikut:

- Motor penggerak lengan vertikal
INT1 = PWM
OC1B = arah putaran
- Motor penggerak lengan berputar OC1A = PWM
ICP1 = arah putaran Pembagian penggunaan Pin penggerak pada motor untuk lengan atas adalah sebagai berikut :
- Motor penggerak lengan berputar
OC2 = PWM
SCL = arah putaran
- Motor penggerak lengan vertikal
SDA = PWM
PC2 = arah putaran

Untuk inputan memasukkan jumlah gerakan menggunakan keypad sebagai pengolah masukan. Sedangkan untuk menampilkan angka masukan (jumlah gerakan) menggunakan LCD.

- Untuk memasukkan jumlah gerakan dan tampilan
PB = LCD
PA = Keypad
- Sensor untuk gerakan lengan bawah
(TXD) = Optocoupler 1

(INT0)= Optocoupler 2

- Sensor untuk gerakan lengan atas

(PC4) = Optocoupler 3

(PC3) = Optocoupler 4

Rangkaian H-Bridge

Dari gambar 8 (skematik rangkaian H-bridge), perhatikan jalur arah gerak dan PWM. Untuk memutar motor maka PWM output selalu dalam keadaan aktif dengan besar pulsa tertentu seperti yang diinginkan, diasumsikan arah gerakan=1 dan PWM=1 mengakibatkan gerakan motor berputar ke kanan, dikarenakan hasil dari gerbang AND grup 1 dan grup 4 sama dengan 1, yang mengakibatkan opto coupler grup 1 dan 4 aktif sehingga akan meneruskan arus 12V ke gate dari transistor IRF9540 grup 1, selanjutnya arus yang lebih besar akan mengalir melalui nya dan di teruskan ke transistor IRF540 grup 4 melalui motor penggerak yang mengakibatkan motor berputar ke kanan.

Dengan mematikan arus dari arah gerakan (gerakan = 0) maka kerja H-bridge menjadi berbalik dikarenakan hasil converter dari 7404 yang mengubah grup 1 dan 4 off dan grup 2 dan 3 menjadi on sehingga motor akan berputar ke kiri dengan proses kerja yang sama.

Apabila data PWM = 0 atau off maka motor tidak akan berputar apapun kondisi dari port arah dikarenakan semua gerbang logika AND hasilnya = 0 sehingga semua transistor IRF9540 dan IRF540 tidak mendapatkan arus data dari opto coupler akibatnya arus terhenti



Gambar 11. Hasil akhir dari pembuatan hardware (Elektrik Robot)

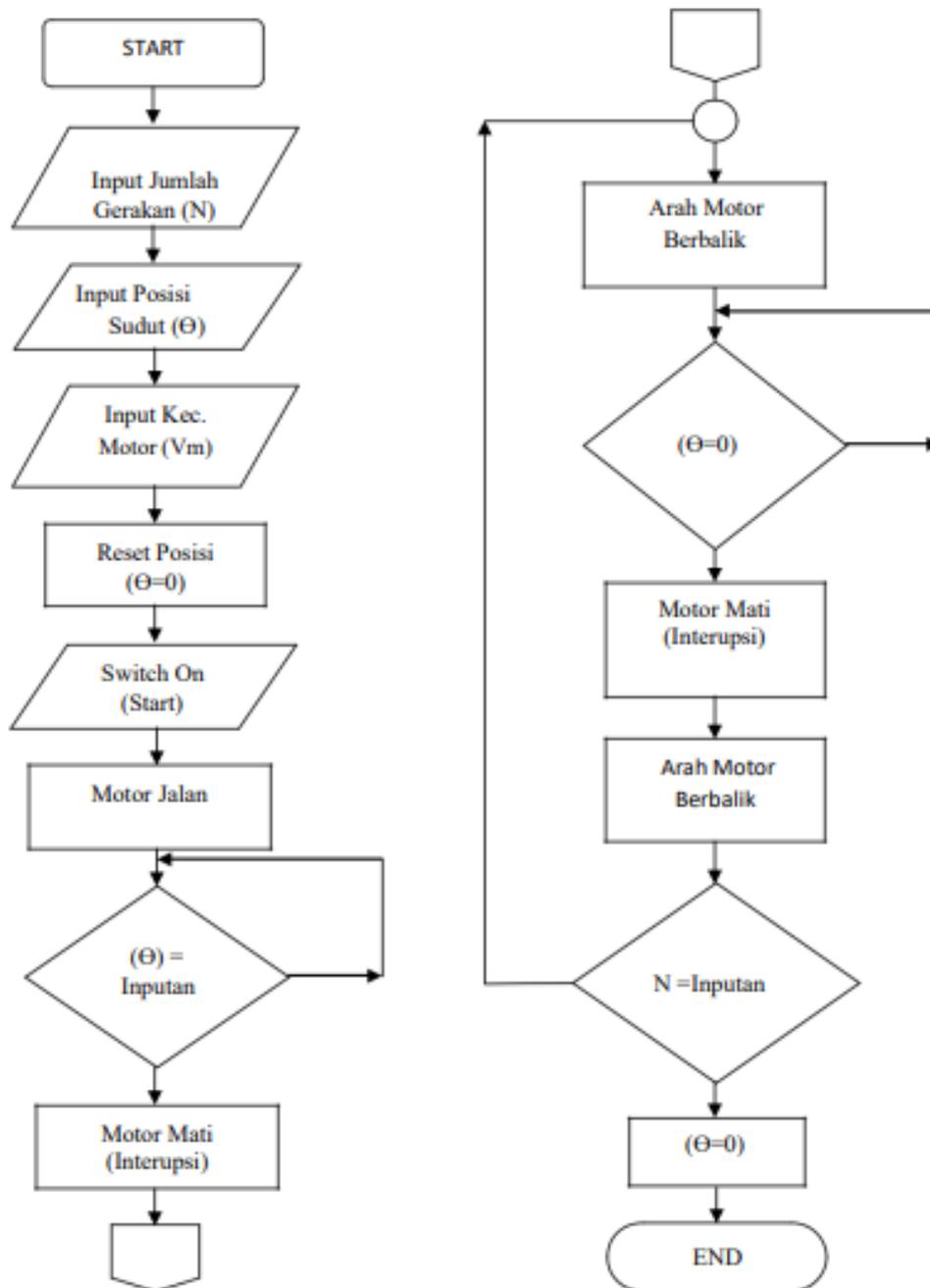
Prinsip kerja sistem kontrol otomatis robot physio therapy

Untuk menggerakkan lengan digunakan empat buah motor yang dihubungkan dengan rangkaian H-Bridge yang akan mengatur arah gerakan dan kecepatan putaran motor. kemudian lakukan setting dengan memasukan besarnya sudut gerakan, kecepatan gerakan dan jumlah gerakan melalui keypad. Setelah tekan start sehingga robot akan melakukan gerakan sesuai dengan jumlah yang dimasukkan pada saat setting. Kecepatan gerakan motor akan dikontrol dengan menggunakan metode PWM (pulse width modulation). Sedangkan untuk mengatur besarnya sudut gerakan dan jumlah gerakan digunakan sensor piringan berlubang dengan rangkaian fototransistor. Semua gerakan akan dilakukan sesuai dengan besaran yang dimasukkan pada melakukan setting, hal ini dapat dilakukan karena dikendalikan oleh mikrokontroler Atmega 8535.

Motor akan berputar secara bolak-balik untuk menggerakkan sendi pergelangan, sendi siku dan sendi bahu atau meliputi gerakan bahu membuka, bahu berputar, siku, putaran lengan bawah dan pergelangan. Sedangkan untuk mengatur gerakan robot baik sudut gerakan maupun kecepatan digunakan mikrokontroler Atmega8535 sebagai otaknya dan pemograman yang digunakan adalah bahasa C dengan bantuan program AVR. Pada keempat buah motor juga dipasang empat buah sensor sudut (optocoupler) yang berfungsi untuk menentukan posisi pemberhentian gerakan lengan.

Optocoupler akan membaca posisi gelap atau posisi terang sebagai pemberhentian gerakan. Hal ini akan dibaca, diproses dan dapat diatur dalam mikrokontroler Atmega8535. untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak diinginkan seperti gerakan melebihi sudut yang ditentukan maka dipasang limit switch sebagai pembatas maksimal gerakan robot (lengan pasien therapy).

Diagram Alir



Gambar 12. Diagram Alir Program Proses Kerja Sistem Kontrol Otomatis Robot Physio Therapy

4. Kesimpulan

Pada Robot Physio therapy ini menggunakan Mikrokontroler ATmega8535 sebagai pengontrol utama untuk semua pergerakan lengan. Dengan memasukkan jumlah gerakan, kecepatan motor, dan besar posisi sudut gerakan melalui keypad, maka mikrokontrol akan mengolah data inputan kemudian akan melakukan keputusan dan robot Physio therapy akan bergerak sesuai dengan yang diinginkan..

Referensi

- [1] Budiono, 2007. Robotika. Universitas Muhammadiyah Malang.
- [2] Keith I. Moore, Anne M. R. Agus, 2008. Anatomi Klinis Dasar. Gramedia Jakarta
- [3] Bobek, J. 2003. The Motor Controller H-Bridge.