

MEJA OPERASI ELEKTRIK DENGAN KONTROL MIKROKONTROLER

Bagas Raya Sulistyono¹, Erika Loniza², Susilo Ari Wibowo³

Prodi D3 Teknologi Elektro-medis Program Vokasi
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jln. Brawijaya Tamantirto, Kasihan, Bantul-DIY, Indonesia 55185
Telp. (0274) 387656, Fax (0274) 387646
bagas.raya.2016@vokasi.umy.ac.id ,

Abstrak-Meja operasi merupakan alat yang berada di dalam ruangan operasi, yang berfungsi sebagai tempat tidur pasien yang akan menjalani tindakan operasi. Perkembangan teknologi mekanik meja operasi dapat dibedakan dalam *system* mekanik, salah satunya menggunakan sistem hidrolik secara manual yang memompa minyak hidrolik menggunakan kaki secara manual dengan memutar tuas untuk merubah posisi meja. Berdasarkan masalah yang ada maka tugas akhir berinovasi meja operasi elektrik menggunakan *Pneumatic*, dan *Actuator Linear*. Tujuan dari *prototype* ini memudahkan dalam mengoperasikan dan perawatan meja operasi, dengan *Remote Control* yang memudahkan user lebih aplikatif dalam mengoperasikan meja *prototype*. Metode *interface* dengan mikrokontroler AT-mega328p dengan *Minimum System Arduino*. Hasil pengujian meja operasi elektrik memiliki kemampuan angkat pada *Pneumatic* bermassa 0-95kg untuk *Actuator Linear* sudut yang dapat dicapai 180°-270°, 0°-270°.

Kata kunci: Meja Operasi, Perubahan Posisi, *Pneumatic*, *Actuator Linear*, *Remote Control*.

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia kesehatan semakin banyak alat-alat kesehatan yang membantu dalam menentukan hasil diagnosa, pengobatan, pendukung, dan efisien dari penyembuhan pasien yang sedang memulihkan tubuh atau fisik agar kembali sehat seperti sedia kala. Pada suatu kasus seorang harus menjalani proses tahap penyembuhan yang di haruskan melakukan pembedahan atau operasi yang harus dijalani sebagai tahapan prosedur untuk mencapai kondisi yang baik.

Operasi adalah tindakan yang menggunakan cara pembukaan atau penyayatan pada bagian tubuh yang bertujuan untuk melakukan tindakan medis demi kesejahteraan seseorang. Dalam dunia medis khususnya di kalangan dokter bedah atau perawat bedah, yang tidak lepas dari peran alat-alat kesehatan sebagai bagian komponen pendukung yang di butuhkan dalam pelaksanaan tindakan operasi untuk mencapai keberhasilan operasi yang optimal [1].

Dalam alat kesehatan pembedahan banyak dijumpai alat-alat yang sudah canggih, seperti ECG, ESU, *Suction Pump*, *Pasien Monitor*, dan lain-lain, namun terkadang ada beberapa alat yang luput dari pandangan karena di anggap hanya alat pendukung yang tidak terlalu penting, akan tetapi bila alat ini tidak ada maka prosedur operasi tidak dapat di lakukan yaitu meja operasi. Berdasarkan pedoman teknis bangunan rumah sakit yang dikeluarkan Direktorat Bina Pelayanan Penunjang Medik dan Sarana Kesehatan Kementerian Kesehatan RI yang mengacu pada Undang-Undang No. 44 Tahun 2009 tentang Rumah Sakit pasal 10, yang di dalam nya mengacu pada ruang operasi yang mana wajib terdapat meja operasi dalam kamar bedah atau kamar operasi. Dalam penggunaan masih banyak meja operasi yang menggunakan sistem kerja pengoperasian secara manual dengan mengatur posisi penempatan secara manual dan ada meja operasi otomatis [2].

Meja operasi sistem otomatis sistem elektrik yang digabungkan dengan sistem mekanik hidrolik sebagai penggerak naik turun hingga pengubahan posisi meja operasi yang mana sistem tersebut masih menggunakan fluida atau cairan oli sebagai sumber tekanan agar hidrolik bekerja sesuai dengan *setting*. *System* kerja perubahan posisi meja operasi yang ada di pasaran menggunakan *system* kerja menggunakan pedal tuas yang di putar secara manual guna untuk menggerakkan atau merubah sudut kaki badan dan tempat kepala agar merubah sudut atau posisi tekukan dengan kemiringan mulai dari 30° - 60° dari posisi normal pasien berada di atas meja operasi, semakin banyak perubahan sudut atau posisi menyebabkan seal atau karet pembatas dari oli hidrolik yang membatasi agar oli tidak tumpah atau keluar dari tabung hidrolik. Hal ini menyebabkan jika terjadi kerusakan pada meja akan menyebabkan cairan oli rembes atau menetes yang mana dapat terjadi konsleting terhadap alat bila pengecekan tidak di lakukan dengan teliti dan sesuai operasional prosedur (SOP)

Perkembangan jaman yang semakin maju di semua bidang begitu juga dengan penggerak mekanik, dan penggerak mekanik elektrik. Memaksimalkan ke efisiensian penggunaan penggerak, *pneumatic* dan *actuator linear* karna memiliki ke efisiensian yang baik, ketahanan penggerak ramah lingkungan serta mudah dalam pengamplikasian penggunaan diberbagai bidang termasuk dalam penggerak mekanik meja operasi.

Pneumatic adalah teknologi kompresi udara, atau sering disebut dengan kontrol otomasi. *Pneumatic* banyak digunakan untuk kebutuhan otomasi pada industri saat ini, termasuk didalam dunia kesehatan contoh di pabrik farmasi pembuatan obat ataupun lainnya, dikarenakan *pneumatic* yang menggunakan sumber tenaga yang mudah dan dapat dibuat yaitu udara, fleksibel pada temperatur dan lebih bersih dibandingkan menggunakan sistem pompa hidrolik. Berdasarkan sifat dari udara mudah kompresibel, dan sistem *pneumatic* cenderung menyerap kejutan yang berlebihan, fitur yang berguna dalam beberapa aplikasi [3].

Perbedaan dari penggunaan sistem hidrolik dengan *pneumatic* adalah terdapat fluida yang digunakan berupa oli yang mahal, serta *system* pengeolahannya tidak mudah perlu takaran dan campuran yang baik agar kinerja baik atau aman bagi alat itu sendiri, apabila terjadi kebocoran akan mengakibatkan ruang instalasi operasi kotor serta mengakibatkan sumber bakteri yang tidak boleh ada dalam ruangan operasi yang steril selain itu penggunaan oli dapat memperbesar biaya perawatan serta biaya perbaikan [4]. *Pneumatic* memiliki ketersediaan yang tak terbatas, mudah disalurkan, fleksibilitas terhadap *temperature*, aman, bersih, pemindahan daya dan kecepatan sangat mudah diatur [5].

Actuator linear merupakan sebuah peralatan mekanis untuk menggerakkan atau mengontrol sebuah mekanisme atau sistem. *Actuator* dikendalikan oleh media pengontrol otomatis dengan cara program yang biasa di gunakan salah satunya yaitu mikrokontroler. *Actuator linear* juga merupakan perangkat elektromagnetik yang menghasilkan gaya gerak. Fungsi *actuator linear* itu sendiri yaitu dapat digunakan untuk mengontrol proses dalam skala menengah sampai besar. Proses yang dikontrol dapat berupa proses yang bekerja atau berjalan terus menerus atau proses yang berjalan secara teratur. *Port input* atau *output* dapat di kontrol dengan mikroprosesor sebagai pengendali nya [6].

Pengembangan inovasi dengan pembuatan rancang bangun meja operasi yang mudah pengoperasian, mobailitas, perawatan, dan pembiayaan pengadaan yang lebih murah, namun

dengan sitem kerja yang sama dengan meja operasi lain. Digunakan dengan menggunakan kontrol elektrik tanpa menggunakan suatu cairan hidrolik oleh karena itu menggunakan sistem "*Actuator Linear*" dan "*Pneumatic*" sebagai komponen utama penggerak. Penggunaan sekaligus perawatan lebih mudah.

II. METODELOGI PENELITIAN

Metodelogi yang dilakukan dalam penelitian menggunakan beberapa tahap, yaitu : perancangan hardware, perancangan software, pengujian alat, dan pengambilan data.

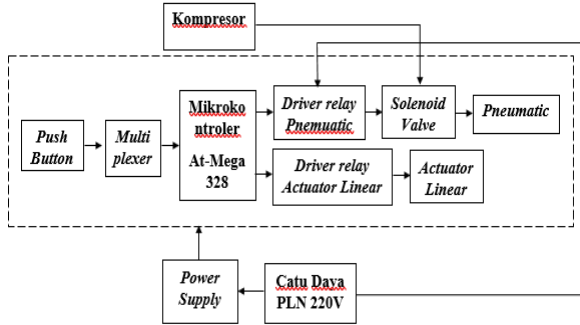
2.4.4 Alat dan Bahan

Tabel 2.1 Spesifikasi Alat dan Bahan

No	Nama Alat	Spesifikasi	Jumlah
1.	Kompresor	-	1 Buah
2.	<i>Tool Set</i>	-	1 Set
3.	Solder	-	1 Buah
4.	Bor PCB	-	1 Buah
5.	Mesin Las	-	1 Buah
	Nama Bahan	Spesifikasi	Jumlah
6.	PCB	30 x 30cm	1 Buah
7.	<i>Cristal</i>	18 MHz	1 Buah
8.	IC AT-Mega 328	-	1 Buah
9.	Resistor ¼ Watt	330 Ω	1 Buah
10.	Resistor ¼ Watt	10K Ω	1 Buah
11.	Resistor ¼ Watt	2K2 Ω	1 Buah
12.	Kapasitor <i>Nonpolar</i>	22 pF	2 Buah
13.	Kapasitor <i>Polar</i>	100 Uf	2 Buah
14.	Kapasitor <i>Polar</i>	10 Uf	1 Buah
15.	<i>Diode Zener</i>	2,7v	2 Buah
16.	Terminal Blok	4 port	3 Buah
17.	<i>Diode</i>	1N4001	10 Buah
18.	Transistor	TIP120	10 Buah
19.	<i>Relay</i>	5V	5 Buah
20.	<i>Switch</i>	2 kaki	1 Buah
21.	<i>Push Button</i>	2 kaki	5 Buah
22.	<i>Photodiode</i>	PC817	10 Buah
23.	Kompresor	300 psi	1 Buah
24.	<i>Pneumatic</i>	500 mm	1 Buah
25.	<i>Aktuator Linear</i>	150 mm	4 Buah
26.	<i>Solenoid Valve</i> 220V	2/3	1 Buah
27.	Selang Udara	4 x 6 mm	Seperlunya
28.	Besi Koptak	30 x 50 x 2 mm	Seperlunya
29.	Kabel Power	3 x 1,5 mm	1 Buah
30.	<i>Jumper Male/Female</i>	1 mm	Seperlunya
31.	Matras Kasur	50 x 200 cm	1 Buah
32.	<i>Push Button</i>	2 kaki	5 Buah
33.	Kompresor Senyap	300 psi	1 Buah
34.	<i>Pneumatic</i>	500 mm	1 Buah

2.4.5 Diagram Blok

Untuk mengetahui bagaimana jalannya sistem pada modul yang telah dibuat, maka penulis akan menjelaskannya dalam bentuk diagram blok sistem yang ditunjukkan pada gambar 3.1

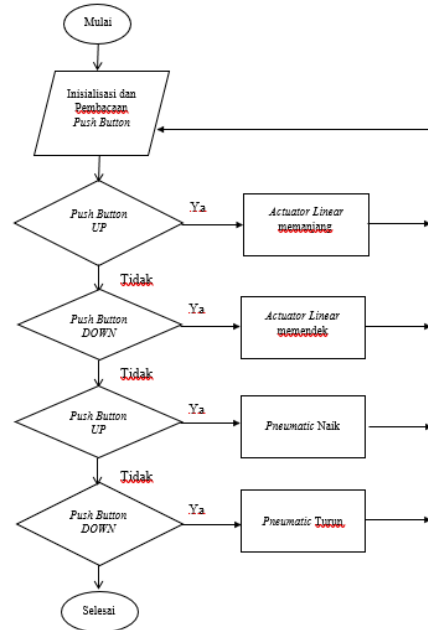


Gambar 1 Blok Diagram Keseluruhan

Catu daya masuk ke *push button* dan ke seluruh rangkaian yang ada. *Push button* yang berfungsi sebagai kendali gerak dari *pneumatic* dan *actuator linear*. Ketika *push button* di tekan naik turun maka perintah akan di olah mikrokontroller akan bekerja dan mengaktifkan *driver relay pneumatic* yang akan membuat *pneumatic* akan bekerja naik turun dengan sistem jika *push button* di lepas akan berhenti sesuai dengan lama *push button* di tekan yang di batasi oleh *solenoid valve* sebagai *valve* udara yang sebagai sumber *pneumatic* yang langsung mengalirkan udara oleh kompresor senyap yang membuat udara tekan pada *pneumatic*.

Sebagai sumber energi gaya tekan di dalam *pneumatic*, ketika tombol kanan atau kiri di tekan makan udara akan otomatis mengisi dan membuang udara dalam tabung *pneumatic*. Ketika *push button* di tekan kiri atau kanan maka perintah akan diolah mikrokontroller akan bekerja dan mengaktifkan *driver relay actuator linear* yang akan bekerja naik turunnya *actuator linear* yang membuat sudut kemiringan sesuai dengan lama *push button* di tekan ketika *push button* di lepas maka *actuator linear* berhenti bekerja.

2.4.6 Diagram Alir



Gambar 2 Diagram Alir Meja Operasi Elektrik

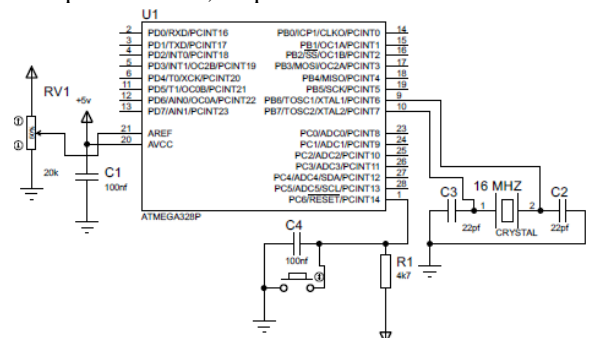
2.4.7 Perancangan Hardware

Pada tahap perancangan *hardware*, dilakukan dengan pembuatan blok rangkaian, yang terdiri rangkaian system *minimum microcontroller* ATMega328P, *driver relay*, meja operasi dan *push button* beserta *multiplexer*.

2.4.1 Rangkaian Minimum System

Spesifikasi komponen yang digunakan pada rangkaian *minimum system* ATMega 328p adalah:

1. Menggunakan ATMega 328p.
2. Menggunakan *Crystal*.
3. Membutuhkan tegangan kerja sebesar +5V, dan GND.
4. Menggunakan *push button*, resistor 10k, 4k7, dan kapasitor 100nf, 22 pf.



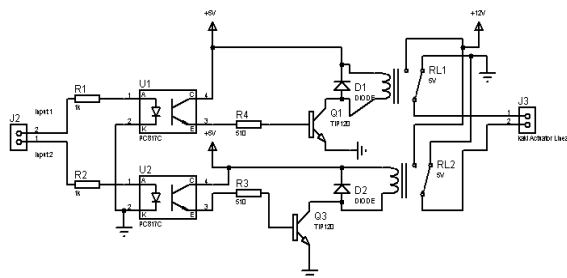
Gambar 3 Rangkaian Minimum System

Rangkaian *minimum system* ini digunakan sebagai pengontrol dari *system* modul yang saya buat, sebagai penampil data serta pengolah data, sebagai pengiriman data dari modul ke aplikasi android. Rangkaian *minimum* terdiri dari AT Mega 328p, *Crystal*, dan *button reset*.

2.4.2 Rangkaian Driver Relay

Spesifikasi komponen yang digunakan pada rangkaian *driver relay* adalah:

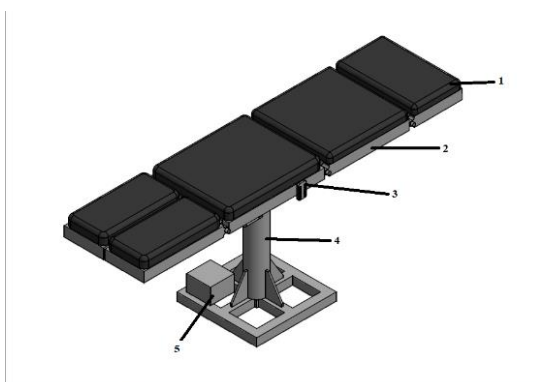
1. Menggunakan *Photodiode* PC 817C sebagai *trigger* mengalirkan tegangan ke *transistor*
2. Menggunakan *Transistor* PNP sebagai saklar otomatis *ground relay*
3. Menggunakan *Relay* +5V saklar *on-off* otomatis yang bertegangan +12V



Gambar 4 Rangkaian *Driver Relay*

Rangkaian ini merupakan rangkaian *driver relay motor* dua arah polaritas tegangan DC bolak balik *relay* berfungsi mengubah tegangan pada *actuator linear* memanjang atau memendek, dengan pengendalian kontrol menggunakan rangkaian mikrokontroler.

2.4.3 Desain meja operasi



Gambar 5 Desain Meja Operasi

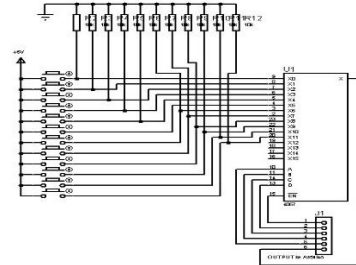
Spesifikasi desain meja operasi:

1. adalah matras meja operasi
2. adalah kerangka meja operasi
3. adalah penempatan *remote control*

4. adalah kerangka dan tempat *pneumatic*
5. adalah *box* elektronika pengendali

2.4.4 Rangkaian Multiplexer dan Push Button

Modul *Multiplexer* ini berfungsi sebagai pengendali pergerakan *actuator linear* dan *pneumatic* dengan membaca perintah tegangan +5V atau *high* ketika *push button* di tekan Lihat gambar 6.

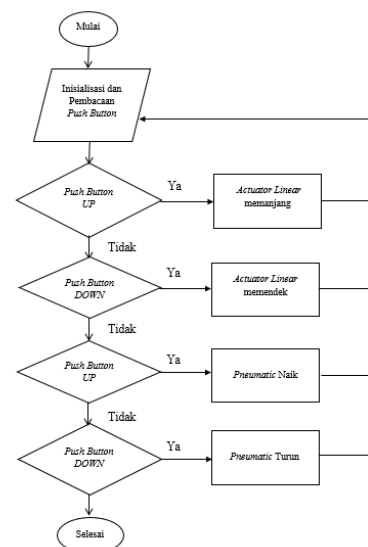


Gambar 6 Modul *Multiplexer* beserta *Push Button*

Multiplexer merupakan komponen *switching* atau gerbang logika yang dapat menjadikan 4-16 *input* menjadi hanya 6 *output* yang akan masuk ke mikrokontroler.

2.4.5 Diagram Alir Software

Software dirancang untuk mengendalikan cara meja operasi bekerja, dengan membaca perintah *push button* ke *minimum system* mikrokontroler AT Mega 328 lalu di mikrokontroler akan dimasukkan kode program yang di *inject* melalui *software* arduino.



Gambar 7 Diagram Alir *Software* Arduino

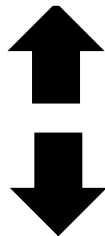
Pada diagram alir gambar 7 menunjukan ketika inisiasi pembacaan *push button* menunggu perintah

dari *push button* ketika *push button* di tekan *up* pada bagian kepala, badan atau kaki yang dipasang *actuator linear* akan memanjang dan merubah posisi dari meja operasi tersebut. Ketika *push button down* maka akan mempendek *actuator linear*. Ketika *push button up* pada meja maka *pneumatic* akan naik, jika *push button down* ditekan maka *pneumatic* akan turun. Pengaturan posisi akan dikontrol sesuai keinginan dan kebutuhan *user* yaitu dokter bedah atau perawat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pergerakan *actuator linear* dan *pneumatic* digunakan untuk mengetahui pergerakan perubahan posisi dari meja operasi elektrik pada kondisi naik dan turun. Pengujian dilakukan dengan *actuator linear* dan *pneumatic*. Gambar 4.2 pergerakan *actuator linear* dan *pneumatic* pada Meja Operasi Elektrik.

Tombol Naik = Naik



Tombol Turun = Turun

Gambar 8 *Actuator linear* dan *Pneumatic*

Actuator linear dan *pneumatic* yang di gunakan sebagai penggerak perubahan posisi meja operasi bekerja apabila *push button* masing-masing di tekan sesuai bagiannya maka meja operasi akan merubah posisi naik atau turunnya meja operasi pada bagian bagian yang diinginkan. Pada tabel 1 merupakan logika gerakan *output relay* pada masing-masing *actuator linear* dan *pneumatic* yang terpasang pada bagian-bagian meja operasi.

Tabel 1 Data Pengukuran *Output* Perintah

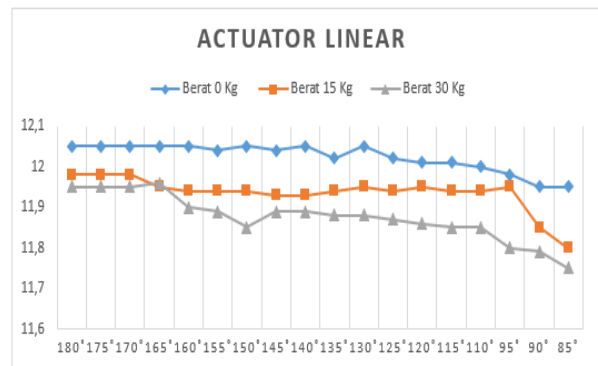
Gerakan	Berhasil/Tidak Berhasil	Akurasi
Naik	Berhasil	100%
Turun	Berhasil	

Pada Tabel 1 menunjukan perubahan posisi meja operasi secara keseluruhan dari masing-masing bagian meja operasi tersebut dengan keberhasilan perubahan posisi naik dan turunnya 100%.

Tabel 2 Pengujian Perubahan Posisi

Perintah Gerak	Logika Gerak				Gerakan		
	Actuator Kepala	Actuator Badan	Actuator Kaki Kanan	Actuator Kaki Kiri	Pneumatic	Naik	Turun
Naik	1	1	1	1	1	Naik	
Turun	1	1	1	1	1		Turun

Pada gambar 9 menunjukan hasil pengambilan data pada *actuator linear* sebanyak 18 kali pengambilan data dengan sudut yang berbeda-beda dan berat beban yang di gunakan untuk pengambilan dengan menggunakan tiga beban yang muai 0Kg, 15Kg, dan 30Kg. Mendapatkan hasil nilai tegangan akan semakin rendah atau drop di setiap sudut makin kecil, hal ini dikarenakan motor dc pada *actuator linear* akan bekerja lebih berat ketika bergerak ke sudut lebih rendah karan menopang berat beban yang ada serta melawan gaya gravitasi bumi. Dikarenakan hal ini maka tegangan akan semakin drop ketika beban yang di digunakan semakin besar serta sudut yang di lewatin semakin kecil.



Gambar 9 Grafik Data *Actuator Linear*

Pada tabel 3 pengujian kemampuan dari *pneumatic* di bagian dasar pada meja operasi. Yang dilakukan sebanyak 26 kali dengan menggunakan pengujian dengan berat badan yang berbeda.

Tabel 3 Kemampuan *Pneumatic* Bagian Bawah Meja Operasi

Pengujian	Berat Badan	Tekanan		Respon Pergerakan
		Naik	Turun	
1.	0 Kg	5,8 Kg/m ²	5,7Kg/m ²	Bergerak
2.	1 Kg	5,9Kg/m ²	5,9Kg/m ²	Bergerak
3.	2 Kg	5,8 Kg/m ²	5,9Kg/m ²	Bergerak
4.	3 Kg	5,9 Kg/m ²	6 Kg/m ²	Bergerak
5.	4 Kg	6,1 Kg/m ²	5,9Kg/m ²	Bergerak
6.	5 Kg	6,1 Kg/m ²	6 Kg/m ²	Bergerak
7.	6 Kg	6,1 Kg/m ²	6 Kg/m ²	Bergerak
8.	7 Kg	6 Kg/m ²	6,1 Kg/m ²	Bergerak
9.	8 Kg	6,2 Kg/m ²	5,9 Kg/m ²	Bergerak
10.	9 Kg	6,2 Kg/m ²	6 Kg/m ²	Bergerak
11.	10 Kg	6,4 Kg/m ²	6,4 Kg/m ²	Bergerak
12.	11 Kg	6,5 Kg/m ²	6,6 Kg/m ²	Bergerak
13.	12 Kg	6,5 Kg/m ²	6,5 Kg/m ²	Bergerak
14.	13 Kg	6,7 Kg/m ²	6,6Kg/m ²	Bergerak
15.	14 Kg	6,6 Kg/m ²	6,7 Kg/m ²	Bergerak
16.	15 Kg	6,8 Kg/m ²	6,9 Kg/m ²	Bergerak
17.	16 Kg	6,9 Kg/m ²	7 Kg/m ²	Bergerak
18.	17 Kg	6,8 Kg/m ²	6,9 Kg/m ²	Bergerak
19.	18 Kg	7 Kg/m ²	7,1Kg/m ²	Bergerak
20.	19 Kg	7 Kg/m ²	7 Kg/m ²	Bergerak
21.	20 Kg	7,2 Kg/m ²	7,3 Kg/m ²	Bergerak
22.	30 Kg	7,9 Kg/m ²	7,8 Kg/m ²	Bergerak
23.	50 Kg	8 Kg/m ²	8,2 Kg/m ²	Bergerak
24.	60 Kg	8 Kg/m ²	8,5 Kg/m ²	Bergerak
25.	85 Kg	8 Kg/m ²	8,7 Kg/m ²	Bergerak
26.	115 Kg	8 Kg/m ²	8,9 Kg/m ²	Bergerak

Dari data diatas menunjukkan *pneumatic* dapat bekerja dengan baik dengan tekanan yang semakin besar mengikuti berat yang di angkat semakin berat namun ketika beban lebih dari 30 Kg menggunakan kompresor yang semakin besar di karenakan kopresor yang digunakan dalam pengambilan data 0 Kg sampai 30 Kg kapasitas tidak mampu mengangkat beban lebih dari 30 Kg maka penggantian kompresor dilakukan menggunakan kompresor yang daya simpan dan *volume* lebih besar dari kompresor yang digunakan pada bertat 0 Kg sampai 30 Kg.

IV. KESIMPULAN

Secara menyeluruh dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Meja Operasi Elektrik Dengan Kontrol Mikrokontroler telah berfungsi dengan baik setelah dilakukan pengujian di Laboratorium Teknologi Elektro-medis
2. Keberhasilan gerak meja operasi elektrik bergerak secara baik naik maupun turun.
3. Pengujian pada *remote control* yaitu *push button* memerintahkan mikrokontroler lalu di eksekusi *driver relay motor* baik dan sempurna 100%.

4. Pengujian respon *actuator linear* pada meja operasi elektrik naik dan turun 100%.

5. Daya yang diperlukan *actuator linear* akan berpengaruh pada berat beban pasien di atasnya semakin berat makan tegangan arus yang di butuhkan semakin besar.

6. Penggunaan *pneumatic* dapat di aplikasikan pada meja operasi elektrik dengan catatan mendapatkan tekanan dan arus udara yang stabil.

7. Penggunaan *actuator linear* dan *pneumatic* dapat diaplikasikan pada alat-alat kesehatan dengan sistem dasar mekanik yang bekerja pada beban kerja yang besar.

UCAPAN TRIMAKSIH

Terimakasih saya ucapkan kepada Ibu dan Ayah kandung saya serta ibu Erika Loniza, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing Satu, dan Susilo Ari Wibowo, S.T. selaku dosen pembimbing Kedua, yang telah dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan ilmu dan bimbingan terbaik kepada penulis. Tak lupa juga para sahabat yang sudah seperti di anggap keluarga sendiri Gerombolan Bucin kelas TEM A angkatan 2016 yang telah membantu dalam proses riset, pengerjaan dan penyusunan Tugas Akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. de J. Sjamsuhidajat, *Buku Ajar Ilmu Bedah, Edisi II. Jakarta. JAKARTA*, 2005.
- [2] Kementerian Kesehatan RI, "Pedoman Teknis Bangunan Rumah Sakit Ruang Operasi," 2012.
- [3] A. Andi, *Sistem Pneumatik. JAKARTA: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan*, 2018.
- [4] A. FUKUHARA, T. AKAGI, and S. DOHTA, "0709 Development and Application of Flexible Pneumatic Cylinder with Linear Encoder," *Proc. Bioeng. Conf. Annu. Meet. BED/JSME*, vol. 2009.22, no. 0, p. 112, 2017.
- [5] kelebihan kekerungan P. dan Hidrolik, "hidrolik pneumatik," *10 mei*, 2010. .
- [6] E. R. Ario Wisnu Wicaksono, Sekar Ayu Darmastuti, Nurul Hidayati, "Pengenalan Aktuator Beserta Proses Kerja Introduction Actuator With Working Process," 2014.