DESIGN OF THE ALL-SQUEEZING MODE INTERMITTENT PNEUMATIC COMPRESSION PUMP THERAPY LYPHEDEMA EQUIPPED WITH AN OVER PRESSURE ALARM

by Nandya Dwi Oktaliwi

Submission date: 23-Oct-2022 09:11AM (UTC+0700)
Submission ID: 1932574439
File name: 354-Research_Results-1251-1-2-20220920.doc (1.38M)
Word count: 2582
Character count: 15127

SANITAS: JURNAL TEKNOLOGI DAN SENI KESEHATAN
ISSN : 1978-8843 (*PRINT*) / 2615-8647 (*ONLINE*) **Vol. XX No. X : xx - xx**

DESIGN OF THE ALL-SQUEEZING MODE INTERMITTENT PNEUMATIC COMPRESSION PUMP THERAPY LYPHEDEMA EQUIPPED WITH AN OVER PRESSURE ALARM

Nandya Dwi Oktaliwi [1)], Suharyati[1)], dan Indah Nursyamsi Handayani[1)]

[1]Jurusan Teknik Elektromedik, Poltekkes Kemenkes Jakarta II, Jalan Hang Jebat III/F3 Kebayoran Baru, Jakarta, 12120

E-mail: nandyadwioktaliwi@gmail.com

ABSTRACT

Lymphedema is a swelling of one or several areas of the body resulting from impaired transport of lymph flow that causes the accumulation of lymphatic fluid in the interstitial space. Intermittent Pneumatic Compression is one of the treatments to reduce swelling in people with lymphedema. This tool made by using a DC pump motor as a source of air to enter the cuff whose air pressure will be read by the MPX5050GP sensor. The made cuff has 3 cuffs that are used only for the calf part. This therapy mode uses an all squeezing mode, where the cuff will expand and deflate at the same time. The pressure range in this tool is 20-60 mmHg with a therapy time of 60 minutes, an inflation time of 15 seconds, a deflationary time of 45 seconds. The over pressure safety system is made by the author to indicate if there is an overpressure in the pressure setting that has been selected. The test is taken by measuring the sensor output pressure, therapy time, inflation time, deflation time, and testing the buzzer as an indicator of over pressure. After testing, the output pressure data of the MPX5050GP sensor was obtained, which has the largest error percentage of 5% and the smallest 2,5%. The therapy time data obtained the largest percentage of error 1,42% and the smallest 1,18%. The inflation time data has the largest percentage error of 1% and the smallest 0,2%. The deflationary time data has the largest percentage of error of 0,13% and the smallest of 0,04%.
(10 pt)

Keywords: *Intermittent Pneumatic Compression, Lymphedema, MPX5050GP*

SANITAS: JURNAL TEKNOLOGI DAN SENI KESEHATAN
ISSN : 1978-8843 (*PRINT*) / 2615-8647 (*ONLINE*) **Vol. XX No. X : xx - xx**

RANCANG BANGUN POMPA KOMPRESI TERAPI LIMFEDEMA DENGAN MODE *ALL SQUEEZING* DILENGKAPI SISTEM PENGAMAN *OVER PRESSURE*

ABSTRAK

Limfedema adalah pembengkakan pada satu atau beberapa area tubuh yang diakibatkan oleh gangguan transportasi aliran limfa yang menyebabkan akumulasi cairan limfatik di ruang interstitial. Intermittent Pneumatic Compression (IPC) menjadi salah satu penanganan untuk mengurangi pembengkakan pada penderita limfedema. Alat ini dibuat dengan menggunakan motor pompa DC sebagai sumber udara untuk masuk ke dalam manset yang tekanan udaranya akan dibaca oleh sensor MPX5050GP. Manset yang dibuat memiliki 3 cuff yang digunakan hanya untuk bagian betis. Mode terapi ini menggunakan mode all squeezing yaitu manset akan mengembang dan mengempis bersamaan. Rentan tekanan pada alat ini yaitu 20-60 mmHg dengan waktu terapi selama 60 menit dan waktu inflasi selama 15 detik serta waktu deflasi selama 45 detik. Sistem pengaman over pressure dibuat penulis untuk menandakan jika terjadi tekanan berlebih pada pengaturan tekanan yang telah dipilih. Pengujian yang diambil dengan mengukur tekanan keluaran sensor, waktu terapi, waktu inflasi dan deflasi serta menguji buzzer sebagai indikator terjadinya over pressure. Setelah dilakukan pengujian, didapat data tekanan keluaran sensor MPX5050GP memiliki persentase error terbesar 5% dan terkecil 2,5%. Selanjutnya data waktu terapi diperoleh presentase error terbesar 1,42% dan terkecil 1,18%. Kemudian data waktu inflasi memiliki persentase error terbesar 1% dan terkecil 0,2%. Data waktu deflasi memiliki persentase error terbesar 0,13% dan terkecil 0,04%.

Kata Kunci: *Intermittent Pneumatic Compression, Limfedema, MPX5050GP*

PENDAHULUAN

Sistem saluran limfe sangat berhubungan dengan sistem sirkulasi darah. Sebagian cairan yang meninggalkan sirkulasi dikembalikan melalui saluran limfe, yang meresap dalam ruang-ruang jaringan. Kontraksi otot dalam saluran disekitarnya yang menyebabkan limfe bergerak dan dalam beberapa saluran limfe yang gerakannya besar dibantu oleh katup. Fungsi diatas yaitu untuk mengangkut limfosit dari kelenjar limfe ke sirkulasi darah, kelenjar limfe menyaring dan menghancurkan mikroorganisme untuk menghindarkan penyebaran organisme dari tempat masuknya dalam jaringan ke bagian tubuh lainnya, apabila ada infeksi kelenjar limfe menghasilkan zat anti untuk melindungi tubuh terhadap kelanjutan infeksi sebagai sistem pertahanan. Sewaktu ada infeksi pembuluh limfe, kelenjar dapat meradang. Pembengkakan kelenjar yang sakit di ketiak atau lipat paha terjadi karena infeksi (1). Infeksi ini menjadi salah satu penyebab limfedema.

Menurut jurnal 'Worldwide assessment of healthcare personnel dealing with lymphoedema' sekitar 250 juta orang di dunia menderita Limfedema (2). Limfedema

adalah pembengkakan pada satu atau beberapa area tubuh yang diakibatkan oleh gangguan transportasi aliran limfa yang menyebabkan akumulasi cairan limfatik di ruang interstitial (3). Penyebab limfedema sangat beragam antara lain terjadi dikarenakan adanya kelainan sistem limfatik yang sering terjadi karena mutasi genetik saat lahir, pubertas ataupun setelah usia 35 tahun, penyakit infeksi (Streptococcus Filariasis atau penyebab kaki gajah), cedera, pengobatan keganasaan (pembedahan atau pengangkatan pada nodus limfa dan terapi radiasi).

Meskipun tidak ada obat yang pasti untuk penderita limfedema tetapi dengan diagnosis dan manajemen yang tepat perkembangan serta potensi komplikasinya dapat dikelola dengan baik. Salah satu cara untuk mengurangi pembengkakan pada penderita limfedema yaitu menggunakan alat Intermittent Pneumatic Compression (IPC). Pompa Limfedema ini bekerja dengan memberi tekanan dengan menggunakan manset pada area tubuh yang mengalami pembengkakan. Pemberian tekanan berfungsi untuk mengalirkan cairan yang menumpuk untuk mengurangi pembengkakan. Tekanan yang digunakan dengan range 20–60 mmHg (4). Tekanan ini diperoleh dari tekanan vena yang memiliki 10–20 mmHg (5) dan tekanan 60–70 mmHg dianggap sebagai batas maksimum pemberian tekanan (6). Pemberian tekanan dilakukan menggunakan 3 ruang yang mengembang dari distal ke proksimal sampai semua mengembang dan kemudian semua mengempis secara bersama-sama (7). Pemberian waktu terapi satu jam dengan pengulangan selama dua kali sehari (6).

Sebelumnya, pada tahun 2013 Nita Zelfia mahasiswa Universitas Airlangga dalam skripsinya yang berjudul "Rancang Bangun Pompa Limfedema Sebagai Alat Terapi Penderita Limfedema Berbasis Mikrokontroler" telah membuat pompa limfedema menggunakan range tekanan 20–80 mmHg dengan menggunakan 3 ruang manset. Manset yang digunakan dibagian lengan. Alat ini menggunakan sensor MPX5050DP (8).

Pada tahun 2016, Dewa Ayu Githa mahasiswa Universitas Airlangga mengembangkan kekurangan dari skripsi sebelumnya. Judul skripsi yang ia buat "Rancang Bangun Sistem Kendali Pompa Limfedema Sebagai Kandidat Alat Terapi Penderita Limfedema Paska Operasi Kanker Payudara Berbasis Mikrokontroler". Alat yang dibuat memiliki tekanan

20–60 mmHg dengan menggunakan 3 ruang manset yang mengembang dan mengempisnya seperti memijat dari arah distal ke proksimal. Manset yang digunakan juga pada bagian lengan. Alat ini menggunakan sensor MPX5050GP (9).

Pada tahun 2018, dikembangkan oleh Dhika Bagus mahasiswa Univeritas Airlangga dengan judul "Rancang Bangun Alat Terapi Penderita Limfedema Paska Operasi Kanker Payudara Dengan Optimalisasi Sistem Kendali Pompa". Alat yang dibuat juga memiliki tekanan 20–60 mmHg menggunakan 3 ruang manset yang mengembang dan mengempisnya seperti memijat dari arah distal ke proksimal. Manset yang digunakan pada bagian lengan. Alat ini mengguakan sensor MPX5700DP (10).

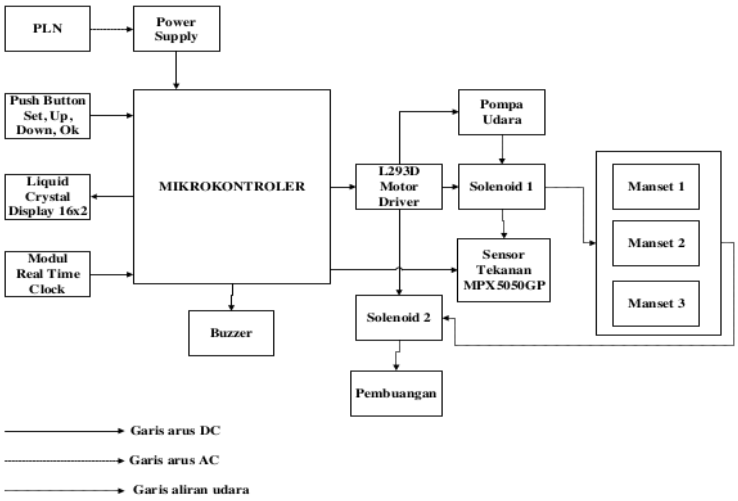
Tujuan penelitian ini adalah merancang pompa kompresi terapi limfedema menggunakan tekanan 20–60 mmHg dengan 3 ruang manset serta menambahkan sistem pengaman berupa buzzer yang berbunyi ketika terjadi over pressure sebagai bentuk safety pada alat serta pemberian waktu selama satu jam atau 60 menit pada terapi dan waktu inflasi 15 detik serta waktu deflasi 45 detik.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dibuat dengan merancang motor pompa DC sebagai pemberi udara ke dalam manset yang perubahan tekanan udaranya akan dibaca oleh sensor MPX5050GP. Penggunaan Arduino Uno sebagai mikrokontroler yang akan mengatur sistem kerja pada alat yang dibuat penulis. Selain itu, *push button* digunakan untuk memilih tekanan dan waktu terapi yang diinginkan serta akan tampil pada layar LCD 16x2.

Blok Diagram

Blok Diagram dibawah ini berfungsi untuk mengetahui sistem cara kerja alat yang telah penulis buat. Blok diagram dapat diliat pada gambar 1.

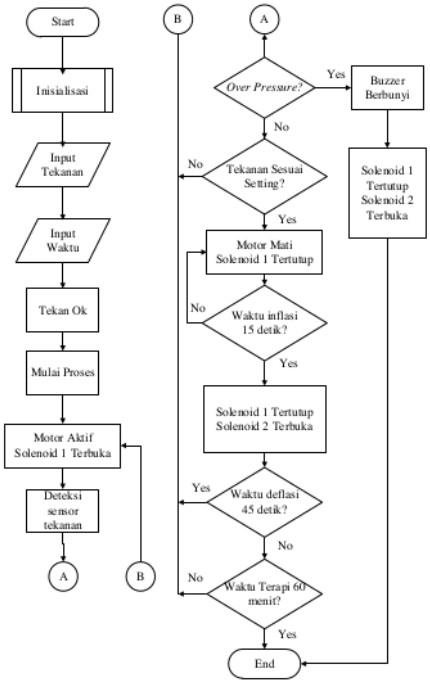


Gambar 1 Blok Diagram

Supplai yang digunakan yaitu tegangan AC 220VC yang diubah tegangannya menjadi DC oleh *power supply* sebagai masukan tegangan ke seluruh blok rangkaian. Modul *Real Time Clock* berfungsi sebagai pewaktu digital untuk menunjukan waktu terapi. Solenoid berfungsi sebagai *swtich* agar udara dapat masuk saat proses pengisian manset, atau tertahan (inflasi) dan pengempisan atau pengeluaran (deflasi).

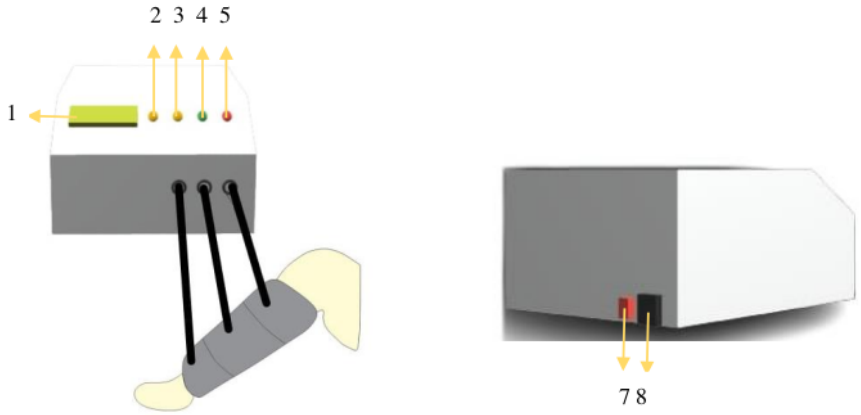
Flowchart Alat

Program Arduino dibuat berdasarkan gambar 2. Setelah tekanan dan waktu terapi sudah dipilih, maka motor pompa DC akan mengeluarkan udara, solenoid 1 akan terbuka dan udara akan masuk ke dalam manset. Jika sudah sesuai setting maka, solenoid 1 dan solenoid 2 tertutup, serta motor pompa dc akan mati yang berfungsi untuk inflasi selama 15 detik. Setelah itu solenoid 1 dan solenoid 2 akan terbuka ini sebagai deflasi untuk vena mengisi kembali darah selama 45 detik. Proses ini akan berulang sampai waktu terapi selesai. Jika terjadi *over pressure* saat pembacaan tekanan oleh sensor, maka *buzzer* akan berbunyi selama 5 detik dan terjadi pengempisan.



Gambar 2 Flowchart Alat

Desain Alat



Gambar 3 Desain Alat

Keterangan : 1. LCD 16x2, 2. Tombol *SET*, 3. Tombol *UP*, 4. Tombol *DOWN*, 5. Tombol *OK*, 7. *Switch*, 8. Power Soket.

Pengujian Data

Pengujian ini dilakukan setelah melakukan pengambilan data pada alat pompa kompresi terapi limfedema ini. Data yang diperoleh akan diolah untuk mendapatkan nilai persentase penyimpagan serta keakurasian dari pembuatan alat ini. Penyajian data yang diolah penulis berupa tabel. Nilai persentase penyimpangan atau *error* dan nilai keakurasian dapat dihitung berdasarkan persamaan dibawah ini

$$\text{Persentase } Error = \frac{|error|}{\text{nilai setting}} \times 100\%$$

Keakurasian = 100% - Persentase *Error*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Alat

Pembuatan casing ini menggunakan akrilik dengan tebal 3 mm dan memiliki ukuran 20×25×12 cm. Manset yang digunakan memiliki ukuran panjang 36 cm. Manset ini terdiri dari 3 manset tensimeter yang dijadikan satu dengan cara dijahit, selanjutnya selang disatukan menggunakan sambungan T dan digabungkan dengan selang kembali sebagai jalur penghubung masuknya udara ke manset. Gambar alat yang telah penulis buat dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Hasil Pembuatan Alat

Pengujian dan Penyajian Data

A. Penyajian Data Tekanan Keluaran Sensor MPX5050GP

Dalam melakukan pengambilan data ini, penulis menggunakan Digital Pressure Meter 4 yang ada di kampus Poltekkes Jakarta 2 jurusan Teknik Elektromedik. Penulis melakukan pengukuran dengan menyambungkan alat DPM 4 dengan sambungan T yang terhubung dengan keluaran angin serta pembacaan sensor MPX5050GP dan terhubung dengan udara yang akan masuk ke manset. Pengambilan data tekanan keluaran sensor ini berfungsi untuk melihat apakah keluaran tekanan sensor yang sudah diprogram sesuai dengan tekanan pada alat kalibrator. Dibawah ini penulis sajikan tabel 1 sebagai pengukuran tekanan keluaran sensor yang dilakukan dengan lima kali percobaan.

Tabel 1 Penyajian Data Tekanan Keluaran Sensor MPX5050GP

Nilai Tekanan Setting (mmHg)	Nilai tekanan terukur pada DPM					Rata-rata	*Error*	Persentase *Error*	Keakurasian
	1	2	3	4	5				
20	20	18,5	19	20	19	19,5	0,5	2,5%	97,5%
30	28,5	29	28.5	28	28	28,4	1,6	5,3%	94,7%
40	38	38,5	38,5	38	38	38,2	1,8	4,6%	95,4%
50	47,5	48	48	47,5	46,5	47,5	2,5	5%	95,2%
60	57,5	57	58	57,5	58,5	57,7	2,3	3,83%	96,2%

B. Penyajian Data Over Pressure

Pengambilan data *over pressure* ini berfungsi untuk mengetahui apakah *buzzer* akan berbunyi saat nilai tekanan lebih 30% dari setting. Pengambilan data ini juga menggunakan *Digital Pressure Meter* 4 untuk mengetahui nilai *over pressure*. Dibawah ini penulis sajikan tabel 2 pengukuran *over pressure* pada setiap titik setting.

Tabel 2 Penyajian Data *Over Pressure*

Nilai *Over Pressure* (mmHg)	Hasil ukur DPM	*Buzzer* Bunyi	*Buzzer* Tidak Bunyi
20 + 30 %	27 mmHg	✓	–
30 + 30 %	43 mmHg	✓	–
40 + 30 %	57 mmHg	✓	–

50 + 30 %	69 mmHg	✓	–
60 + 30 %	80 mmHg	✓	–

Keterangan :
✓ : *buzzer* bekerja (berbunyi)
– : *buzzer* tidak bekerja (tidak berbunyi)

Setelah pengukuran ini, didapat jika *buzzer* berfungsi dengan baik saat terjadi *over pressure* pada semua titik setting tekanan. Tekanan yang terukur juga sudah tepat dengan hasil 30% dari setting.

C. Penyajian Data Waktu Terapi

Pengambilan data ini berfungsi untuk mengetahui apakah timer pada alat yang telah penulis buat hasil waktunya tepat dengan mengguakan *stopwatch handphone* penulis. Tabel 3 penulis sajikan pengukuran waktu terapi selama 60 menit dengan lima kali percobaan di tiga titik nilai setting tekanan.

Tabel 3 Penyajian Data Waktu Terapi

Nilai Setting Tekanan	Nilai waktu terukur pada *stopwatch* (60 menit)					Rata-rata	*Error*	Persentase *Error*	Keakurasian
	1	2	3	4	5				
20 mmHg	59,54	59,40	59,06	59,20	59,09	59,26	0,74	1,23%	98,74%
40 mmHg	59,33	59,16	59,08	59,55	59,33	59,29	0,71	1,18%	98,82%
60 mmHg	59,19	59,10	58,37	59,52	59,55	59,15	0,85	1,42%	98,55%

D. Penyajian Data Waktu Inflasi

Pengambilan data ini berfungsi untuk mengetahui apakah timer pada alat yang telah penulis buat hasil waktu inflasi tepat dengan pengukuran pada *stopwatch handphone*

penulis. Tabel 4 penulis sajikan pengukuran waktu inflasi selama 15 detik dengan lima kali percobaan di tiga titik niali setting tekanan.

Tabel 4 Penyajian Data Waktu Inflasi

Nilai Setting Tekanan	Nilai waktu terukur pada *stopwatch* (15 Detik)					Rata-rata	*Error*	Persentase *Error*	Keakurasian
	1	2	3	4	5				
20 mmHg	14,80	14,87	14,83	15,02	14,61	14,83	0,17	1,13%	98,87%
40 mmHg	14,78	14,85	14,88	15,01	14,71	14,85	0,15	1%	99%
60 mmHg	15,07	14,93	14,92	14.90	14,97	14,96	0,04	0,27%	99,73%

E. Penyajian Data Waktu Deflasi

Pengambilan data ini berfungsi untuk mengetahui apakah timer pada alat yang telah penulis buat hasil waktu deflasi tepat dengan pengukuran pada *stopwatch handphone* penulis. Tabel 5 penulis sajikan pengukuran waktu inflasi selama 45 detik dengan lima kali percobaan di tiga titik niali setting tekanan.

Tabel 5 Penyajian Data Waktu

Nilai Setting Tekanan	Nilai waktu terukur pada *stopwatch* (45 Detik)					Rata-rata	*Error*	Persentase *Error*	Keakurasian
	1	2	3	4	5				
20 mmHg	45,1	44,4	45	45,1	45.1	44,94	0,06	0,13%	99,87%
40 mmHg	44,1	45	45,4	45,3	45,1	44,98	0,02	0,04%	99,95%
60 mmHg	45	45	45	45	45,2	45,04	0,04	0,09%	99,91%

SIMPULAN

Rancang Bangun Pompa Kompresi Terapi Limfedema dengan Mode All Squeezing Dilengkapi Sistem Pengaman Over Pressure telah dirancang dan dibuat sesuai dengan perencanaan spesifikasi.

1. Pengujian keluaran tekanan sensor dengan menggunakan alat Digital Pressure Meter 4 didapat presentase keakurasian terbesar 97,5 % dan terkecil 94,7% pada tekanan dengan rentang 20-60 mmHg.

2. Pengujian over pressure ditandai dengan bunyinya buzzer saat terjadi tekanan berlebih, untuk pengujian ini dilakukan di semua tekanan dengan sekali pengambilan data dan buzzer berbunyi saat terjadi over pressure.
3. Pegujian waktu terapi selama 60 menit diambil ditiga titik pengukuran yang memiliki keakurasian terbesar 98,82% dan terkecil 98,55%. Dalam pengujian ini terdapat human error dalam pengambilan data.
4. Pengujian waktu inflasi selama 15 detik juga diambil ditiga titik pengukuran yang memiliki keakurasian terbesar 99%, dan terkecil 99,73%. Dalam pengujian ini terdapat human error dalam pengambilan data.
5. Pengujian waktu deflasi selama 45 detik diambil pada tiga titik pengukuran yang memiliki keakurasian terbesar 99,95% dan terkecil 99,87%. Dalam pengujian ini terdapat human error dalam pengambilan data.

DAFTAR PUSTAKA

1. NUGRAHAENI A. (1)PENGANTAR ANATOMI FISIOLOGI MANUSIA. Yogyakarta: Healthy; 2020. 104–105 p.
2. Schulze H, Nacke M, Gutenbrunner C, Hadamitzky C. (2) Worldwide assessment of healthcare personnel dealing with lymphoedema. Health Econ Rev [Internet]. 2018 Dec 1 [cited 2021 Jul 24];8(1). Available from: /pmc/articles/PMC5901432/
3. Primasari M. (3) Lymphedema: Diagnosis dan Terapi. Medicinus [Internet]. 2020 Aug [cited 2021 Aug 1];33(2):43–9. Available from: http://cme.medicinus.co/cme/pluginfile.php/1967/course/summary/Medical Rev_Lymphedema.pdf
4. Manual G. (5) ====User Manual User Manual. 2012;3304(January):1–148.
5. Lee, B. B. (6) Lymphedema: A Concise Compendium of Theory and Practice. New York: Springer;
6. Feldman JL, Stout NL, Wanchai A, Stewart BR, Cormier JN, Armer JM. (7) Intermittent pneumatic compression therapy: A systematic review. Lymphology. 2012;45(1):13–25.
7. Phillips JJ, Gordon SJ. (4) Intermittent Pneumatic Compression Dosage for Adults and Children with Lymphedema: A Systematic Review. Lymphat Res Biol [Internet]. 2019 Feb 1 [cited 2021 Jun 28];17(1):2–18. Available from: https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/lrb.2018.0034
8. MULYAWATI NZDL. (8) RANCANG BANGUN POMPA LIMFEDEMA SEBAGAI ALAT TERAPI PENDERITA LIMFEDEMA BERBASIS MIKROKONTROLER. 2013 [cited 2021 Jun 28]; Available from: http://lib.unair.ac.id
9. Supartha DAGM. (9) Rancang Bangun Sistem Kendali Pompa Limfedema Sebagai Kandidat Alat Terapi Penderita Limfedema Paska Operasi Kanker Payudara Berbasis Mikrokontroler. 2016 [cited 2021 Jun 28]; Available from: http://lib.unair.ac.id
10. SETIAWAN DB. (10) RANCANG BANGUN ALAT TERAPI PENDERITA LIMFEDEMA PASKA OPERASI KANKER PAYUDARA DENGAN OPTIMALISASI SISTEM KENDALI POMPA. 2018 [cited 2021 Jun 28]; Available from: http://lib.unair.ac.id

DESIGN OF THE ALL-SQUEEZING MODE INTERMITTENT PNEUMATIC COMPRESSION PUMP THERAPY LYPHEDEMA EQUIPPED WITH AN OVER PRESSURE ALARM

ORIGINALITY REPORT

14%	12%	1%	9%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Badan PPSDM Kesehatan Kementerian Kesehatan Student Paper	7%
2	you-gonever.icu Internet Source	1%
3	perpus.poltekkesjkt2.ac.id Internet Source	1%
4	www.scribd.com Internet Source	1%
5	sanitas.e-journal.id Internet Source	1%
6	adeputrasuma.blogspot.com Internet Source	<1%
7	medshisof.tumblr.com Internet Source	<1%
8	He Zhang, Weimin Kong, Chao Han, Tingting Liu, Jing Li, Dan Song. "Current Status and	<1%

Progress in the Treatment of Lower Limb Lymphedema After Treatment of Gynecological Oncology", Lymphatic Research and Biology, 2022
Publication

9	repository.ipb.ac.id Internet Source	<1 %
10	budi31.blogspot.com Internet Source	<1 %
11	fr.scribd.com Internet Source	<1 %
12	id.scribd.com Internet Source	<1 %
13	www.ncbi.nlm.nih.gov Internet Source	<1 %

Exclude quotes	On	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	On		

DESIGN OF THE ALL-SQUEEZING MODE INTERMITTENT PNEUMATIC COMPRESSION PUMP THERAPY LYPHEDEMA EQUIPPED WITH AN OVER PRESSURE ALARM

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8

PAGE 9

PAGE 10

PAGE 11