

Rancang bangun sistem balon tampon dengan sensor tekanan

Design of tampon balloon system with a pressure sensor

Eko Arianto

Politeknik Mekatronika Sanata Dharma Yogyakarta Indonesia

Email: eko.arianto@pmsd.ac.id

* corresponding author

Tanggal Submisi: 31 Januari 2018, Tanggal Penerimaan: 28 Juni 2018

Abstrak

Postpartum Hemorrhage (PPH) menyumbang tingginya Angka Kematian Ibu (AKI) di Indonesia. Penyebab PPH bervariasi tetapi kasus yang paling sering terjadi adalah atonia uteri. Ada beberapa tindakan medis untuk mencegah PPH, salah satunya adalah menggunakan balon tampon. Balon tampon adalah balon yang digunakan untuk membantu menghentikan PPH. Penelitian ini dilakukan dengan membuat desain baru sistem balon tampon. Hasil pengujian menunjukkan bahwa rancang bangun yang dikembangkan dapat digunakan sebagai sistem balon tampon yang lebih baik. Ketiga kondom yang digunakan mampu diisi hingga volume 1500 ml.

Kata kunci: balon tampon; kondom tampon

Abstract

Postpartum Hemorrhage (PPH) contributes to high number of maternal mortality rate (AKI) in Indonesia. The cause of PPH is varied, but the most common case is atonia uteri. There are some medical procedures to prevent PPH, one of which is using a balloon tamponade. Balloon tamponade is a balloon that is used to help stop PPH. This research was carried out by making new balloon tamponade system. The test results shows that the models which have been developed can be used as a better balloon tamponade system. Condoms can be filled up to 1500 ml volume.

Keywords: balloon tamponade; condom tamponade



PENDAHULUAN

Jumlah AKI maternal di Indonesia masih tinggi, data tahun 2015 menunjukkan 305/100.000 dengan jumlah persalinan kelahiran hidup sampai 4.867.813 artinya sekitar 14.800 orang. Penyebabnya 28% adalah karena pendarahan pasca melahirkan. Pendarahan pasca melahirkan atau sering juga disebut dengan *Postpartum Hemorrhage* (PPH) adalah pendarahan >500 ml setelah bayi lahir dan mempengaruhi hemodinamik ibu (Frederic H. Martini, Judi L. Nath, dan Edwin F., 2012).

Penelitian ini fokus pada pendarahan antonia karena paling sering terjadi. Adabeberapa tindakan untuk mengatasi PPH salah satunya adalah menggunakan balon tampon. Balon tampon adalah tindakan yang paling banyak dikembangkan untuk kasus PPH. Jika dengan menggunakan balon tampon pasien PPH sudah bisa ditolong, maka tidak perlu dilakukan tindakan operatif seperti histerektomi yang mengakibatkan pasien PPH tidak dapat mempunyai anak lagi. Balon tampon yang umum digunakan di Indonesia adalah kondom karena banyak dan murah. Sebuah penelitian menuliskan tingkat kesuksesan balon tampon dengan menggunakan kondom mencapai 94%. (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/22540529/>, 2014).

Terdapat beberapa kendala pada balon tampon yang perlu dijawab, diantaranya adalah tidak diketahui secara kuantitatif tekanan pada balon tampon. Pada balon tampon tidak ada ukuran pasti berapa tekanan yang dihasilkan. Ukuran yang digunakan adalah volume cairan yang dimasukkan ke dalam balon. Dari beberapa sumber yang berbeda volume yang digunakan tidak sama, sehingga secara kuantitatif tekanan balon belum diketahui.

Penelitian ini akan melakukan pengembangan sistem balon tampon konvensional dengan menambahkan sensor tekanan. Dengan penambahan sensor tekanan maka tekanan balon tampon bisadiukur dan dicari korelasi dengan volume cairan yang digunakan.

A. Pendarahan Pasca Melahirkan (*Postpartum Hemorrhage*)

Postpartum Hemorrhage (PPH) adalah pendarahan yang melebihi 500 ml setelah bayi lahir dan mempengaruhi hemodinamik ibu. Terjadinya pendarahan bisa tidak menentu, bisa hebat yang menakutkan atau bisa perlahan secara terus menerus yang sama berbahayanya.

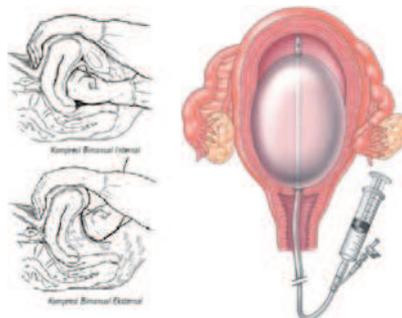
Atonia uteri adalah penyebab paling umum dari PPH yang terjadi setelah persalinan normal. Atonia uteri adalah uterus tidak berkontraksi sehingga terjadi pendarahan dari tempat plasenta menempel. Kontraksi uterus adalah mekanisme utama untuk mengontrol pendarahan setelah melahirkan. Penyebab atonia uteri diantaranya adalah

Overdistensi (pembesaran uterus yang berlebihan) biasanya penyebabnya adalah seperti makrosomia, kehamilan kembar, hidramnion, atau bekuandarah. (Kemenkes Republik Indonesia, 2013).

1. Induksi persalinan (persalinan yang dipercepat dengan oksitosin)
2. Penggunaan agen anestetik (agen halogen atau anastesia dengan hipotensi)
3. Persalinan lama
4. Koroamnionitis
5. Persalinan terlalu cepat atau karena riwayat atonia uteri sebelumnya

Tatalaksana khusus yang harus dilakukan pada kasus PPH karena atonia uteri diantaranya adalah:

1. Lakukan pemijatan uterus
2. Pastikan plasenta lahir lengkap
3. Pemberian infus unitoksitosin dilanjutkan infus oksitosin
4. Pemberian traneksamat IV jika pendarahan berlanjut
5. Melakukan bimanual kompresi atau pasang kondom kateter. Penggunaan kondom kateter untuk menahan pendarahan mempunyai tingkat kesuksesan yang tinggi. Sebuah penelitian bahkan mengatakan tingkat kesuksesan balon tampon dengan menggunakan kondom kateter mencapai 94% (Frederic H. Martini, Judi L. Nath, dan Edwin F. 2012). Jika penggunaan kondom kateter berhasil pasien bisa terhindar dari tindakan operatif.



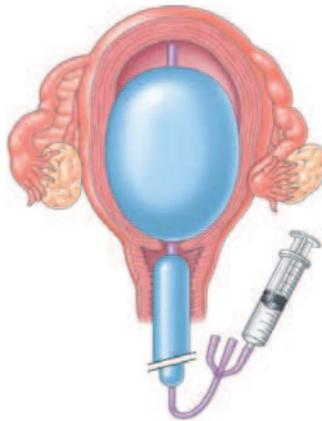
Gambar 1. Kompresi bimanual dan pemasangan balon tampon (Society of Obstetricians and Gynecologists of Canada (SOGC), 2006)

6. Jika pendarahan tidak berhenti maka langkah selanjutnya adalah melakukan tindakan operatif. Beberapa pilihan tindakan operatif antara lain prosedur jahitan *B-Lynch*, embolisasi arteri uterina, ligasi arteri uterine dan arteri ovarika, atau prosedur histerektomi subtotal.

B. Kebutuhan Kondom Tampon atau Kondom Kateter

Ada beberapa karakteristik pasien PPH, ada yang bisa dikelola secara medis, ada yang menggunakan jahitan *B-Lynch* pada kelahiran sesar (*caesar*), dan ada yang menggunakan balon tampon. Pasien dengan PPH yang tidak bisa dikontrol dengan pengobatan atau pendekatan tindakan operatif, maka akan

digunakan balon tampon. Setelah kegagalan dengan terapi obat dan sebelum menuju ke tindakan bedah yang kemungkinan adalah histerektomi, tindakan yang tepat adalah mencoba melakukan kompresi pada uterus atau menggunakan balon tampon. Hasil sukses menggunakan balon tampon telah ditunjukkan oleh banyak peneliti dengan menggunakan *Sengstaken-blakemore tube* (Sayeba Akhter, dkk. 2003).



Gambar 2. Tampon *Sengstaken-blakemore tube* (Society of Obstetricians and Gynecologists of Canada (SOGC), 2006)

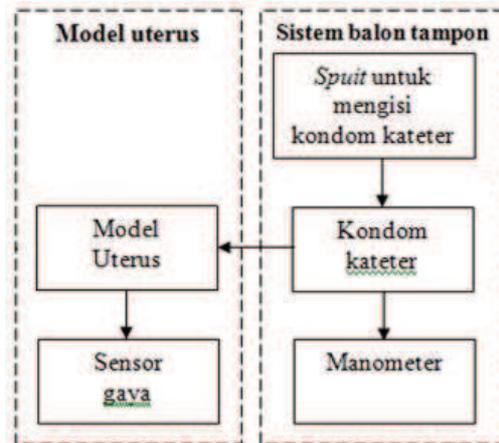
Sebuah penelitian dari *Obstetrics and Gynecology Department of Dhaka Medical College and Hospital* di Bangladesh, berhasil menggunakan kondom sebagai balon tampon. Kondom murah dan tersedia di seluruh dunia, sehingga tersedia balon tampon yang murah dan efektif untuk menangani kasus PPH (Sayeba Akhter, dkk. 2003).



Gambar 3. Kondom tampon (Sayeba Akhter, dkk. 2003)

METODE PENELITIAN

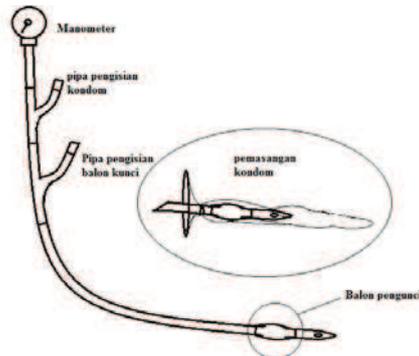
Metode penelitiannya adalah dengan membuat sistem balon tampon baru yang dikembangkan dari metode yang sudah ada yaitu kondom tampon. Sistem balon tampon akan diuji pada sebuah model uterus.



Gambar 4. Metode penelitian

Dari metode menggunakan kondom tampon ukuran yang digunakan adalah volume cairan yang dimasukkan ke dalam balon tanpa kita tahu berapa tekanan yang sebenarnya dihasilkan balon terhadap dinding uterus.

Maka kemudian pada penelitian ini dibuat sistem balon tampon yang dikembangkan dari kondom tampon dengan menambahkan sensor tekanan. Sehingga ukuran yang digunakan bukan lagi volume tetapi tekanan. Sehingga dokter bisa mengatur secara tepat berapa tekanan yang akan digunakan untuk menahan pendarahan.



Gambar 5. Rancangan sistem balon tampon yang ditambahi sensor tekanan

Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan tiga jenis kondom yang berbeda sebagai balon. Kemudian akan diamati kekuatan kondom-kondom tersebut jika diisi dengan cairan infus sampai pada tekanan 200 mmHg.



Gambar 6. Urutan proses pengujian

Pengisian cairan ke dalam balon tampon dilakukan perlahan dan dicatat tekanan yang di terima model uterus. Pengambilan data tekanan dilakukan pada setiap penambahan 100 ml volume cairan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem balon tampon menggunakan tiga jenis kondom yang berbeda dari spesifikasi ketebalannya. Karena balon/kondom akan diisi dengan cairan infus agar bisa membesar dan menekan pendarahan di dinding uterus, maka pengujian ini diukur dengan parameter tekanan. Ketiga kondom yang digunakan sebagai balon akan diuji dengan diisi cairan di dalam sebuah botol sampai tekanan 200 mmHg. Manometer yang digunakan sebagai sensor tekanan pada balon tampon akan mendeteksi tekanan cairan yang diisikan ke dalam balon.

Tabel 1. Spesifikasi kondom

Parameter	Kondom A	Kondom B	Kondom C
Panjang	200 mm	200 mm	200 mm
Diameter	52 mm	52 mm	52 mm
Tebal	0,075 mm	0,100 mm	0,125 mm

Sistem balon tampon dibuat dengan bahan selang kateter. Terdapat dua saluran pengisian yaitu saluran untuk balon pengunci dan pengisian untuk balon tamponnya. Pada bagian pengisian ini terdapat katup satu arah yang fungsinya cairan hanya bisa masuk dan tidak bisa keluar. Cara kerjanya sama seperti katup pada ban kendaraan.

Sensor tekanan manometer terhubung langsung dengan balon tampon, sehingga tekanan cairan pada balon sama dengan tekanan pada sensor. Lebih jelasnya bisa dilihat pada Gambar



Gambar 7. Rancang bangun sistem balon tampon dengan sensor tekanan

Sebelum melakukan pengujian tekanan balon tampon, dilakukan terlebih dahulu pengujian kapasitas volume kondom yang akan digunakan sebagai balon.

Tabel 2. Pengujian kondom diruang bebas

Volume	Tekanan (mmHg)		
	Kondom A	Kondom B	Kondom C
100	0	0	0
200	5	6	6
300	10	10	12
400	10	12	14
500	10	12	14
600	10	12	14
700	10	12	14
800	10	12	14
900	10	12	14
1000	10	12	14
1100	10	12	14
1200	10	12	14
1300	10	12	14
1400	10	12	14
500	10	12	14

Dari hasil pengujian pada Tabel 2 terlihat bahwa saat kondom diisi cairan sampai volume 1500 ml sensor mendeteksi bahwa tekanan tidak berubah. Tekanan balon tidak berubah karena elastisitas dari balon tersebut, saat diisi cairan balon terus melar dan mengembang sehingga tekanan tetap. Hasilnya adalah ketiga kondom sanggup menahan cairan sampai volume 1500 ml dan tidak pecah.

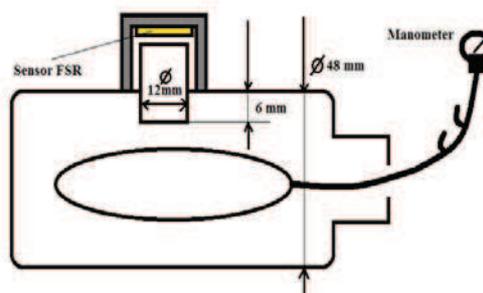
Kemudian dilakukan pengujian balon tampon pada sebuah botol sebagai pengganti uterus. Kondom dipasang pada selang kateter dan diisi cairan infus perlahan dengan kenaikan tekanan setiap 10 mmHg.



Gambar 8. Pengujian balon tampon

Pengujian dilakukan dengan menggunakan ketiga kondom yang spesifikasinya seperti tertulis pada Tabel 1. Hasilnya ketiga kondom dalam digunakan sampai dengan tekanan 200 mmHg.

Kemudian dilakukan juga pengujian dengan botol yang di dindingnya diberi sensor tekanan. Sensor tekanan yang digunakan ini bertujuan sebagai pembandingan antara tekanan dalam balon tampon yang terukur oleh manometer pada balon tampon dengan tekanan yang dihasilkan balon tampon pada dinding botol.



Gambar 9. Pengukuran tekanan yang dihasilkan balon tampon pada dinding botol (sebagai ganti uterus)

Pada pengujian seperti pada Gambar 9, hasil dari ketiga kondom sedikit berbeda.

Tabel 3. Pengujian balon tampon

Tekanan Balon (mmHg)	Tekanan pada dinding botol (mmHg)		
	Kondom A	Kondom B	Kondom C
	20	0	0
30	0	0	0
40	21,38	0	0
50	29,80	19,50	0
60	35,75	29,33	0
70	41,92	36,00	19,52
80	55,46	41,43	29,26
90	62,79	58,14	36,73
100	71,32	64,96	41,68
110	80,36	73,92	59,51

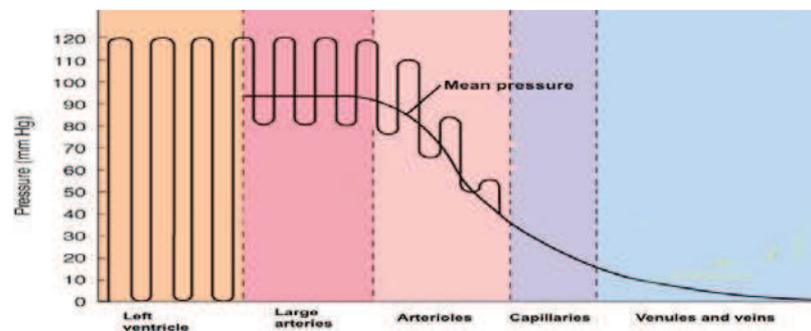
Tabel 4. Pengujian balon tampon

Tekanan Balon (mmHg)	Tekanan pada dinding botol (mmHg)		
	Kondom A	Kondom B	Kondom C
	120	88,87	81,46
130	97,34	86,05	78,15
140	104,60	91,43	83,66
150	113,35	97,55	90,82
160	123,44	111,45	98,13
170	131,80	118,82	105,10
180	142,73	129,61	112,52
190	154,45	139,48	121,56
200	172,37	151,43	129,24

Pengujian dilakukan berulang dengan masing-masing kondom tiga kali pengujian. Hasil yang tertampil pada Tabel 3 adalah hasil rata-ratanya.

Hasil tekanan yang dihasilkan pada dinding botol pada setiap kondom berbeda. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan kondom, semakin tebal kondom maka kemampuan menggembungnya semakin berat sehingga hasil tekanan yang dihasilkan akan semakin kecil.

Pada tekanan darah normal 120/90 mmHg tekanan darah MAP (*mean arterial pressure*) adalah sebesar 100 mmHg. Pada MAP sebesar 100 mmHg, tekanan darah pada awal pembuluh kapiler manusia adalah sekitar 35 mmHg dan tekanan darah pada awal pembuluh arteri kecil (*arteriole*) adalah sekitar 70 mmHg (SayebaAkhter, dkk. 2003). Artinya tekanan yang dihasilkan balon tampon pada dinding uterus harus lebih besar dari 70 mmHg untuk pasien dengan tekanan darah normal. Sehingga kalau melihat dari hasil pengujian pada tabel 3, maka setting tekanan balon tampon pada setiap kondom berbeda. Lihat pada tabel 3 pada hasil pengujian kondom yang diberi warna kuning. Untuk mencapai gaya tekan pada dinding 70 mmHg pada kondom A dibutuhkan tekanan 100 mmHg pada balon tampon, pada kondom B dibutuhkan tekanan 110 mmHg pada balon tampon, dan pada kondom C dibutuhkan tekanan 120 pada balon tampon.



Gambar 10. Tekanan darah pada setiap pembuluh darah (Lauralee Sherwood. 2008)

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal terkait kondom yang digunakan sebagai balon dan tekanan yang dihasilkan balon jika diuji pada sebuah model uterus.

Rancang bangun sistem balon tampon bisa digunakan dengan baik pada skala pengujian laboratorium menggunakan model uterus. Pengujian kemampuan kondom yang difungsikan dilakukan sampai tekanan 200 mmHg dan volume sampai 1500 ml, hasilnya balon tidak pecah dan bisa digunakan dengan baik.

Kondom yang digunakan sebagai balon mempunyai banyak varian dengan spesifikasi yang berbeda. Ketebalan balon ini mempengaruhi tekanan yang dihasilkan pada dinding model uterus. Setiap ketebalan akan mempengaruhi distribusi tekanan ke dinding model uterus. Hasil penelitian menunjukkan semakin tebal balon dibutuhkan tekanan yang lebih tinggi untuk mendapatkan distribusi tekanan dinding model uterus yang sama.

Pada penelitian ini digunakan tiga jenis kondom yang digunakan sebagai balon. Ketiga kondom tersebut mempunyai ketebalan yang berbeda. Hasil pengujian menunjukkan kondom yang digunakan sebagai balon memberikan reaksi tekanan atau tekanan didalam balon sebesar 10-14 mmHg.

SARAN

Penelitian ini masih sangat awal terkait sistem balon tampon. Untuk mendapatkan data yang lebih baik perlu dilakukan penelitian-penelitian lanjutan.

Penggunaan model uterus berupa botol kurang merepresentasikan uterus sesungguhnya. Botol adalah benda yang dindingnya solid (elastisitasnya nol). Uterus manusia dindingnya bisa mengembang (elastis). Perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan model uterus dengan dinding yang mempunyai elastisitas. Sehingga data yang didapatkan akan semakin mendekati dengan kasus yang terjadi pada uterus manusia.

Perlu diadakan penelitian yang melibatkan multidisiplin ilmu termasuk kesehatan untuk evaluasi dan pengujian yang lebih baik.

REFERENCE

- Frederic H. Martini, Judi L. Nath, dan Edwin F. (2012). *Fundamentals of Anatomy and Physiology*. Edisi-9. San Fransisco, USA: BenjaminCummings.
- <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/22540529/>, diakses 21 April 2014.
- Kemenkes Republik Indonesia.(2013). Buku saku pelayanan kesehatan ibu di fasilitas kesehatan dasar dan rujukan. edisi pertama.
- Lauralee Sherwood. (2008). *Human Physiology: from cells to systems*. Edisi-7. Boston, Brook cole.
- Sayeba Akhter, dkk. (2003). *Use of a condom to control massive postpartum hemorrhage*. Medscape General Medicine.
- Society of Obstetricians and Gynecologists of Canada (SOGC). (2006). *A text book of postpartum hemorrhage*. Sapiens publishing. UK.