

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy (ESWL)**

*Extracorporeal Shock Wave Lithotripsy ( ESWL )* banyak digunakan dalam penanganan batu saluran kencing. Prinsip dari ESWL adalah memecah batu saluran kencing dengan menggunakan gelombang kejut yang dihasilkan oleh mesin dari luar tubuh. Gelombang kejut yang dihasilkan oleh mesin di luar tubuh dapat difokuskan ke arah batu dengan berbagai cara. Setelah sampai di target tujuan yaitu di batu, gelombang kejut tadi akan melepas energinya. Diperlukan beberapa ribu kali gelombang kejut untuk memecah batu hingga menjadi pecahan-pecahan kecil, agar bisa keluar bersama air kencing tanpa menimbulkan sakit. (Torricelli MCF et al, 2014)

Berbagai tipe mesin ESWL bisa didapatkan saat ini. Walau prinsip kerjanya semua sama, terdapat perbedaan yang nyata antara mesin generasi lama dan baru, dalam terapi batu ureter. Pada generasi baru titik fokusnya lebih sempit dan sudah dilengkapi dengan flouroskopi, sehingga memudahkan dalam pengaturan target/posisi tembak untuk batu ureter. Hal ini yang tidak terdapat pada mesin generasi lama, sehingga pemanfaatannya untuk terapi batu ureter sangat terbatas. Meskipun demikian mesin generasi baru ini juga memiliki 9 kelemahan yaitu kekuatan tembaknya tidak sekuat yang lama, sehingga untuk batu yang keras perlu beberapa kali tindakan. Komplikasi ESWL untuk terapi batu ureter hampir tidak ada. Tetapi ESWL mempunyai beberapa keterbatasan, antara lain bila batunya keras ( misalnya kalsium oksalat monohidrat ) sulit pecah dan perlu beberapa kali tindakan. Juga pada orang gemuk mungkin akan kesulitan. Penggunaan ESWL untuk terapi batu ureter distal pada wanita dan anak-anak juga harus dipertimbangkan dengan serius. Sebab ada kemungkinan terjadi kerusakan pada ovarium.

Meskipun belum ada data yang valid, untuk wanita di bawah 40 tahun sebaiknya diinformasikan se jelas-jelasnya. (Weizer ZA et al, 2007)

## 2.2. Cara Kerja ESWL

Prinsip kerja alat ESWL adalah menggunakan gelombang kejut. Gelombang kejut adalah gelombang tekanan yang berenergi tinggi yang dapat dialirkan melalui udara maupun air. Ketika berjalan melewati dua medium yang berbeda, energi tersebut dilepaskan, menyebabkan batu terfragmentasi. Gelombang kejut tidak menyebabkan kerusakan bila melewati substansi dengan kepadatan yang sama. Oleh karena air dan jaringan tubuh memiliki kepadatan yang sama, gelombang kejut tidak merusak kulit dan jaringan dalam tubuh. Batu saluran kemih memiliki kepadatan akustik yang berbeda, dan bila dikenai gelombang kejut, batu tersebut akan pecah. Setelah batu terfragmentasi, batu akan keluar dari saluran kemih (Pahira dan Pevzner, 2007).

ESWL menggunakan energi tinggi dengan getaran akustik (gelombang kejut) yang bekerja di luar tubuh untuk memecah batu di dalam ginjal dan ureter. Karena ESWL adalah satu-satunya metode non-invasif yang tersedia untuk memecahkan batu, maka dia awal-awal tahun pengenalan alat ini, dia dianggap sebagai pilihan untuk pengobatan hampir untuk semua jenis batu dengan semua lokasi anatomi. Kemudian para urologis belajar segera, akan tetapi saluran kemih mempunyai keterbatasan kemampuan untuk membersihkan fragmen batu dan obstruksi ureter dapat terjadi jika massa dari puing batu tersebut terlalu besar. (McAteer AJ, 2008).

Meskipun di awal laporan-laporan penggunaan dari ESWL ditemukan hasil yang cukup baik, tetapi penemuan yang terkini dari hasil penggunaan ESWL menyebutkan bahwa hampir separuh dari pasien yang diobati dengan modalitas ini, pasien tersebut tidak sepenuhnya bersih dari *stone burden* (Semins JM et al, 2008).

ESWL juga sekarang digunakan untuk mengobati batu-batu di tempat yang sempit yang tidak rumit, atau kombinasi dari *stone burden*-nya kurang dari 2cm, yang berlokasi di saluran ginjal atas ( pelvis ginjal atau proksimal ureter). Tidak semua jenis mineral dapat berespon terhadap penggunaan ESWL ini. Beberapa jenis batu dari kalsium oxalate monohydrate, batu *brushite*, dan subtype dari sistin dapat bertahan dengan kuat terhadap ESWL (McAteer AJ, et al, 2008).

Terdapat beberapa mekanisme dalam pemecahan batu melalui ESWL yang bergantung pada energi yang digunakan, yaitu :

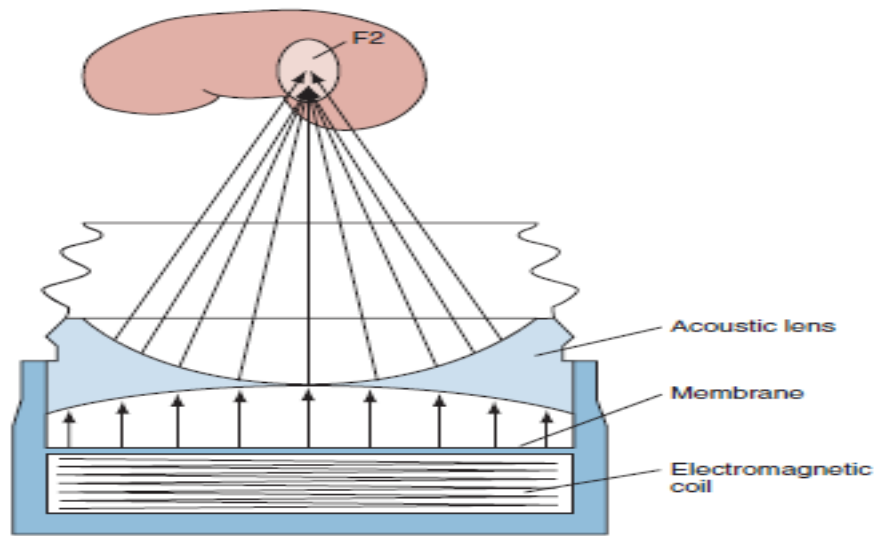
1. Generator elektrohidrolik

Pada generator elektrohidrolik, gelombang kejut yang berbentuk bulat dihasilkan oleh percikan air. Voltase yang tinggi diberikan pada dua elektroda yang berhadapan dengan jarak 1 mm. Voltase yang tinggi tersebut menyebabkan air menguap pada ujung elektroda. Selanjutnya gelombang kejut yang terbentuk difokuskan pada batu, dengan meletakkan elektroda pada suatu fokus dan elektroda lain pada target fokus. Dengan ini, mayoritas gelombang kejut yang dihasilkan oleh elektroda akan mengenai batu pada F1. Kekurangan generator elektrohidrolik ini adalah tekanannya yang berfluktuasi dan daya hidup elektroda yang singkat.

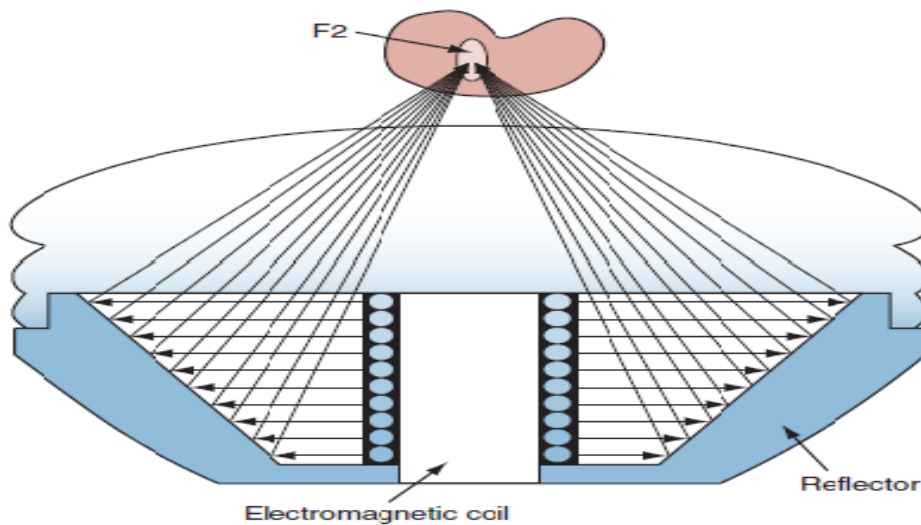
2. Generator elektromagnetik.

Generator elektromagnetik menggunakan gelombang kejut yang berbentuk silinder atau datar. Gelombang yang datar akan difokuskan oleh sebuah lensa akustik sementara gelombang silinder akan direfleksikan oleh sebuah reflector parabolik. Prinsip kerja generator ini cukup sederhana, yaitu sebuah *shock tube* yang diisi air mengandung 2 plat silinder yang dipisahkan oleh lembaran pelindung. Ketika arus listrik dikirimkan satu atau kedua konduktor, gerakan plat terhadap air dan sekitarnya menghasilkan suatu gelombang tekanan. Tenaga elektromagnetik

terbentuk yang disebut dengan tekanan magnetik menyebabkan gelombang kejut di air. Energi dari gelombang kejut yang dihasilkan dikonsentrasikan pada target melalui lensa akustik. Selanjutnya, tenaga akan difokuskan pada satu titik fokal dan diposisikan terhadap target (F2) (Pearle et al, 2012).



Gambar 1 : Skema cara kerja generator elektromagnetik menggunakan lensa akustik

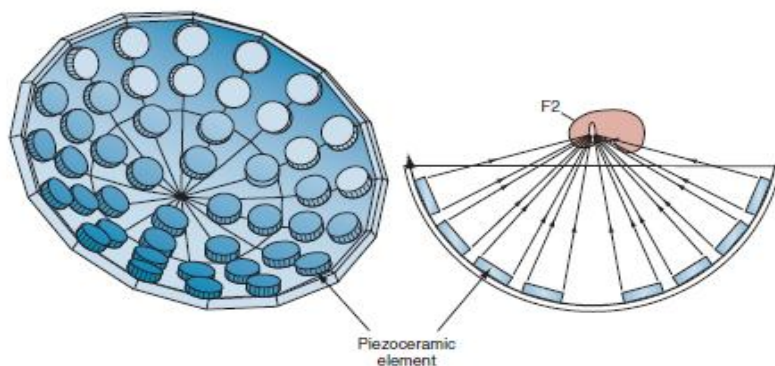


Gambar 2 : Skema cara kerja generator elektromagnetik menggunakan reflektor parabolic

Generator elektromagnetik lebih mudah dikontrol dan mudah diproduksi. Keuntungan lainnya adalah pajanan terhadap tubuh pada daerah yang luas menyebabkan nyeri yang kurang. Titik fokal yang kecil dengan energi yang besar meningkatkan efektifitas dari pemecahan batu. (Pearle et al, 2012). Akan tetapi, hal ini juga meningkatkan resiko hematoma subkapsular sekitar 3,1-3,7% menurut Dhar (2004) dalam Pearle (2012). Hematoma perinefrik juga terjadi pada 12% pasien menurut Piper (2001) dalam Pearle (2012).

### 3. Generator piezoelektrik

Litotripter piezoelektrik menghasilkan gelombang kejut yang datar dan konvergen. Generator ini dibuat dari elemen barium titanate yang kecil dan terpolarisasi yang dapat dengan cepat menghantarkan arus gelombang. Oleh karena ukurannya yang kecil, diperlukan 300-3000 kristal piezoelektrik untuk menghasilkan gelombang kejut yang besar. Elemen piezoelektri diletakkan pada suatu tempat berbentuk seperti mangkok untuk menghasilkan konvergensi gelombang. Fokusnya adalah pusat geometric dari bentuk mangkok tersebut.



Gambar 3 : Skema cara kerja generator piezoelektrik

Keuntungan dari generator ini adalah fokus yang akurat, dan kemungkinannya untuk dilakukan tindakan tanpa anastesi karena kekuatan energi yang tendah pada kulit saat gelombang

kejut memasuki tubuh. Oleh karena itu, litotripter piezoelektrik menjadi pilihan karena merupakan pilihan yang paling nyaman dibandingkan sumber energi lain. Kekurangannya adalah tenaga yang dihasilkan kurang sufisien, sehingga memperlambat proses pemecahan batu secara efektif. Piezoelektrik menghasilkan tekanan puncak yang paling besar dibandingkan dengan litotripter lain, akan tetapi dikarenakan volume dari piezoelektrik yang kecil maka energi yang dihantarkan menjadi berkurang (Pearle et al, 2012).

Alat ESWL telah beberapa kali mengalami regenerasi. Generasi pertama lithotriptor yang diperkenalkan Chaussy untuk digunakan pada manusia yaitu *Human Machine* (HM-1), kemudian digantikan dengan Dornier *Human Model 3* (HM 3) yang memiliki aperture yang lebih kecil serta zona fokus yang besar dan masih menggunakan anestesi spinal atau anestesi umum sebagai analgetik. Generasi kedua mulai menggunakan sumber energi elektromagnetik dan piezoelektrik, serta menggunakan gelombang ultrasonik untuk mengetahui lokasi batu sehingga memungkinkan untuk mendeteksi batu radiolusen, sedangkan analgetik yang digunakan adalah analgetik intravena (Auge BK et al, 2002)

Generasi ketiga telah mengalami modifikasi lanjut, yaitu pada lithotriptornya digunakan aperture yang lebih besar serta zona fokus yang lebih sempit sehingga didapatkan fokus alat yang lebih baik, dan berkurangnya energi gelombang kejut yang dihantarkan dari generator ESWL. Generasi ketiga juga menggunakan gabungan *Ultrasound* dan *Fluoroscopy* sebagai alat bantu pencitraan sehingga memungkinkan untuk mendeteksi lokasi batu secara akurat dan didapatkan suatu prosedur ESWL dengan anestesi yang minimal berupa analgetik intravena, sehingga memungkinkan terapi “*out-patient ESWL*” (Basar H et al, 2003).

Walaupun dengan keuntungan tersebut, generasi kedua dan ketiga ESWL juga memiliki kelemahan yaitu *stone free rate* yang lebih rendah dibandingkan generasi pertama karena zona fokus alat yang lebih kecil (Madaan et al, 2007)

Sistem fokus yang dimiliki suatu alat ESWL sangat menentukan hasil akhir terapi yaitu angka bebas batu pasca ESWL dan juga terjadinya persepsi nyeri saat prosedur berlangsung. Sumber energi piezoelektrik mempunyai aperture alat yang lebih besar, yaitu 30-50 cm dibandingkan dengan sumber energi lain, sehingga alat ini dapat memberikan terapi dengan nyeri yang minimal dibandingkan alat lainnya (Rassweiler JJ et al, 2005)

Apertura suatu alat berfungsi untuk memfokuskan gelombang kejut yang dihasilkan ke daerah sasaran. Lithotriptor dengan aperture yang lebar, seperti piezoelektrik akan menghasilkan kepadatan energi yang rendah pada area masuk di kulit. Hal itu disebabkan karena tekanan gelombang kejut yang mengenai kulit akan didistribusikan secara merata ke daerah yang lebih luas, sehingga persepsi nyeri yang dirasakan lebih rendah. Semakin besar zona fokus yang dimiliki suatu alat maka semakin efektif fragmentasi batu, namun zona fokus yang lebih besar akan mengakibatkan lebih banyak energi gelombang kejut yang disebarkan ke jaringan tubuh sekitar (Bagus BY dkk, 2012).

Pada penelitian ini yang dipakai adalah mesin *Piezolith 3000*. Mesin ini bekerja dengan menggunakan 2 lapisan teknologi yang sangat unik. Dengan keuntungan pada teknologi yang dimilikinya, tidak hanya memberikan 2 lapisan teknologi, tetapi juga memiliki daya hidup kekuatan sampai lima kali bila dibandingkan dengan transduser gelombang kejut elektromagnetik dan bahkan sampai 200 kali bila dibandingkan dengan sistem *electrohydraulic* tradisional. Mesin ini memiliki 3 fokus gelombang kejut yang sangat ideal buat ukuran batu dan tingkat kekerasan batu. Fokus 1 dan 2 untuk batu urin yang kecil dan keras, sementara fokus 2 dan 3, untuk batu

urin yang besar dan lembut. Mesin ini memiliki lokasi X-ray :  $\pm 30^\circ$  (AP/CC) *isocentric lateral* meja putar, lokasi ultrasound yang sejajar 180 derajat dengan meja putar serta memiliki kualitas gambar yang bagus yang dikombinasikan dengan pengeluaran radiasi yang minimal (Wolf R, 2001). Adapun standar operasional prosedur ESWL untuk penembakan batu ginjal meliputi :

- Posisikan x-ray *C-arm* pada posisi  $0^\circ$  dan posisikan meja pasien pada posisi ditengah-tengah area penembakan. Turunkan tekanan pasien membrane. Setting *therapy source* pada posisi yang tepat sesuai dengan indikasi target penembakan.
- Pastikan kondisi pasien dalam kondisi nyaman dan stabil serta badannya menempel pada *therapy source*. Geser *therapy head* ke posisi *fluoroscopy* supaya tindakan *fluoroscopy* bisa dilakukan dengan baik.
- Lakukan *fluoroscopy* pada posisi AP. Letakkan pasien pada posisi meja horizontal. Sambil melakukan *fluoroscopy* AP geser target penembakan ke posisi tanda silang pada gambar x-ray. Putar x-ray *C-arm* pada posisi  $30^\circ$ . Pastikan tidak ada benda yang terbentur, kemudian lakukan *fluoroscopy* pada posisi  $30^\circ$ .
- Gerakkan meja pasien ke arah vertikal untuk menempatkan target penembakan pada posisi tanda silang pada gambar x-ray. Gerakkan x-ray *C-arm* pada posisi AP dan  $30^\circ$  sambil dilakukan *fluoroscopy* dan pastikan target penembakan tepat ditengah tanda silang pada gambar x-ray.
- Berikan jeli *ultrasound* pada *therapy source* dan pastikan tidak ada gelembung udara pada permukaan *therapy source* agar pasien membran menempel sempurna kepada badan pasien. Geser *therapy source* pada posisi penembakan.
- Kembangkan pasien membrane sampai menempel sempurna pada badan pasien.



- Hindari penggunaan x-ray secara berlebihan dan gunakan pengamatan dengan USG selama penembakan berlangsung.
- Selama penembakan, mundurkan posisi probeUSG sejauh mungkin supaya mengurangi penyerapan energy gelombang kejut pada dudukan probe USG. Apabila gambar USG kurang baik, tambahkan jeli ultrasound dan kembangkan pasien membran sampai menempel sempurna dengan pasien (Wolf R, 2001).

### **2.3. Indikasi dan Kontraindikasi Tindakan ESWL**

Tindakan ESWL hanya dapat dilakukan pada batu dengan lokasi ginjal dan ureter. Lebih dari 90% batu pada orang dewasa dapat ditatalaksana dengan ESWL. ESWL merupakan pilihan utama terapi pada batu proksimal ureter dengan ukuran dibawah 10 mm dan 10-20 mm, baik pada ureter proksimal maupun distal. Tingkat kesuksesan tindakan ESWL untuk batu dengan ukuran kurang dari 20 mm adalah 80-90%. Batu yang terletak di *lower calyx* dan ureter memiliki tingkat fragmentasi 60-70%. Akan tetapi, tingkat kesuksesan juga ditentukan oleh komposisi batu dan pelaksanaan ESWL (Stoller ML, 2008).

Lebih dari 90% batu pada orang dewasa cocok dengan tindakan ESWL ini, akan tetapi kesuksesan tergantung dari kemampuan lithotripter dan beberapa faktor berikut :

1. Ukuran, lokasi (ureter, pelvis dan kaliks), dan komposisi (tingkat kekerasan) dari batu.
2. Kebiasaan pasien.
3. Pelaksanaan ESWL sendiri ( latihan, dll).

Masing-masing dari faktor tersebut memiliki pengaruh yang penting dalam hasil akhir dari pengobatan ESWL sendiri. (Turk C et al, 2014).

Kontraindikasi pelaksanaan ESWL terbagi 2, yaitu kontraindikasi absolut dan kontraindikasi relatif. (Pahira, J dan Pevzner, 2008).

<b>Kontraindikasi absolut</b>	<b>Kontraindikasi Relatif</b>
Perdarahan	Kalsifikasi arteri
Kehamilan	Aneurisma
Infeksi saluran kemih yang tidak terkontrol	Alat pacu jantung
Obstruksi di bawah lokasi batu	Obesitas
	Malformasi skeletal

Tabel 1 : Kontraindikasi ESWL

#### **2.4. Komplikasi Tindakan ESWL**

Sebagaimana tindakan lainnya, ESWL juga memiliki beberapa komplikasi. Turk et al, 2014 menyebutkan komplikasi yang dapat terjadi antara lain :

1. Berhubungan dengan fragmen batu yaitu steinstrasse, pertumbuhan fragmen residu dan kolik ginjal
2. Infeksi yang melibatkan : Bakteriuria pada pasien batu non-infeksi dan sepsis.
3. Kerusakan jaringan antara lain :
  - pada ginjal seperti hematoma
  - pada pembuluh darah seperti disritmia, gangguan jantung lainnya.
  - pada gastrointestinal seperti perforasi usus, hematoma pada hati dan limpa.

Sebagai pilihan pengobatan yang stabil, non-invasif, dan biaya efektif bagi urolitiasis, Extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL) berkembang sebagai generasi ketiga yaitu elektromagnetik Lithotripters sejak Chaussy et al. memperkenalkan Lithotripters generasi

pertama pada tahun 1984. Meskipun menggunakan modus sinkron gelombang R untuk menghindari pengaruh gelombang kejut pada denyut jantung (HR) selama pengobatan, sebanyak 80% kejadian disritmia telah diamati pada awal era ESWL. Setelah itu, pengembangan dari lithotriptor generasi baru mengalami penurunan terjadinya disritmia menjadi 8,8%, dan tidak ada penanganan yang diperlukan. Dalam studi Kufer et al., tidak ditemukan makroskopik atau mikroskopik perubahan mekanis yang diamati pada kardioverter implan defibrillator (ICD) yang diberikan terapi gelombang kejut. Dengan demikian, ESWL tampaknya menyebabkan efek minimal pada fungsi jantung. Meskipun deaktivasi ICD tidak wajib, Kufer et al. menyarankan penerapan sinkron gelombang R Modus selama ESWL untuk menghindari kegagalan yang dapat terjadi. Namun, beberapa dampak yang tidak diketahui dari ESWL pada denyut jantung masih harus dijelaskan. (Lin WC et al, 2011).

Variabilitas denyut jantung ( Heart Rate Variability/HRV ) diukur dengan variasi dalam interval RR pada elektrokardiogram ( EKG ) di periode tertentu. Sistem saraf otonom mengatur denyut jantung melalui saraf simpatis dan parasimpatis. HRV merupakan variabilitas detak selama kondisi khusus, termasuk fisiologis dan maupun patologis. Selanjutnya, HRV dapat dipengaruhi oleh berbagai pengaruh, yaitu, valsava manuver, atau kondisi fisiologis seperti penuaan, yang dalam bernapas, waktu perubahan postural, dan siang hari / malam. Evaluasi sistemik dari perubahan dalam HRV telah dilakukan dalam pengaturan klinis . Pengurangan HRV mungkin menyiratkan prognosis buruk pada pasien dengan miokard infark, penyakit kronis ginjal, kongestif gagal jantung, penyakit arteri koroner, dan neuropati diabetes. (Lin WC et al, 2011)

Banyak kondisi klinis yang berhubungan dengan peningkatan atau penurunan HRV, termasuk penanganan dan kondisi yang berbeda, seperti hemodialisis, gejala saluran kemih

bagian bawah, dan transluminal perkutan angioplasti koroner. Namun, tidak ada informasi yang tersedia tentang interferensi antara generasi baru Lithotriptors dan HRV; ESWL dilaporkan memberikan efek kecil disrhythmia, tapi informasi meragukan tentang efeknya pada HRV. Sebagai tambahan, respon fisiologis untuk berbagai tingkat ESWL tetap harus diklarifikasi. HRV menggambarkan fungsi saraf otonom jantung; pemeriksaan efek ESWL pada HRV dapat membantu untuk menjelaskan pengaruh ESWL pada keseimbangan otonom jantung. Lin WC dengan tujuan penelitiannya yaitu untuk mengevaluasi saraf otonom jantung noninvasif sistem kontrol SDM dengan memeriksa HRV selama ESWL dan korelasi perubahan HRV dengan pengukuran fisiologis. Penelitian tersebut juga menguji hipotesis bahwa ESWL dapat mempengaruhi HRV pasien dengan ukuran dan variabel fisiologis dapat memodulasi perubahan dalam HRV. Untuk tambahan pengetahuan kita, survei pertama penelitiannya menunjukkan adanya pengaruh ESWL pada sistem saraf otonom jantung. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ESWL bisa mengubah fungsi sistem saraf otonom jantung, sehingga menghasilkan peningkatan aktivitas simpatis dan penurunan jantung keseimbangan otonom. Hipertensi dapat timbul dengan terjadinya peningkatan HR oleh karena perubahan sistem saraf otonom jantung yang ditimbulkan oleh ESWL. (Lin WC et al, 2011).

Pada tahun 1984 HM- 3 lithotriptor diperkenalkan ke negara Amerika Serikat. Modalitas pengobatan ini diterima secara luas berdasarkan keamanan dan non invasif nya. Banyaknya studi tentang komplikasi pasca operasi sejak HM – 3 telah diperkenalkan . Sekarang diakui bahwa gelombang kejut dapat menyebabkan kerusakan akut ginjal . Bukti kuat telah dikembangkan yang berimplikasi ESWL sebagai penyebab kerusakan ginjal akut dan kerusakan sekitarnya jaringan sekitarnya . Hipertensi oleh karena tindakan ESWL masih kontroversi dan berlangsung diterbitkan pada pertengahan hingga akhir 1980-an. Namun, selanjutnya dengan

follow up sedang ( kurang dari 5 tahun ) tidak menunjukkan efek pada tekanan darah. Kerusakan ginjal atau organ sekitar oleh karena ESWL jarang terjadi. Untuk pengetahuan kita, efek jangka panjang terkait dengan ESWL tidak diketahui sampai saat ini. Dalam penelitian tersebut juga menemukan bahwa hipertensi dan Diabetes Mellitus (DM) yang terkait dengan ESWL bila di follow up selama 19 tahun. Hipertensi juga secara signifikan lebih tinggi pada pasien yang mendapat tindakan ESWL. Selain itu, risiko hipertensi lebih tinggi pada pasien yang menjalani tindakan ESWL bilateral (Krambeck EA et al, 2006).

Penelitian yang dilakukan Amy et al. didasarkan pada HM - 3 lithotriptor (generasi ketiga), yang masih dianggap sebagai standar emas untuk ESWL. HM- 3 langsung memfokuskan pada zona yang terkena dan dapat menyebabkan kerusakan ginjal. Penelitian lebih lanjut dengan lithotriptors lainnya harus dilakukan untuk menentukan efek medis jangka panjang yang merugikan karena, meskipun model baru memiliki zona fokus yang lebih kecil, mereka menghasilkan tekanan lebih besar pada F2, yang dapat menyebabkan trauma jaringan. (Krambeck EA et al, 2006).

Kerusakan ekstrarenal dan ginjal akut pernah dilaporkan pada percobaan hewan dan pada manusia. Struktural dan fungsional berubah pada fungsional ginjal akut juga pernah dilaporkan. Faktor-faktor risiko seperti usia, kegemukan, hipertensi dan diabetes dapat menjadi faktor predisposisi pada pasien-pasien ESWL dalam peningkatan cedera ginjal akut. Kerusakan akut ekstrarenal, pancreas, erosi lambung dan duodenum, pankreatitis dan kerusakan mukosa pada kolon juga dilaporkan. Akan tetapi, tidak ada kesimpulan yang pasti tentang hubungan antara seperti kerusakan struktural dan fungsional yang akut, dan kondisi kesehatan yang tidak cocok secara kronis seperti hipertensi, gagal ginjal, dan diabetes. Isu tentang hipertensi setelah ESWL masih menjadi kontroversial. Jewet et al, menghubungkan hanya satu penelitian

prospektif secara acak pada hipertensi. Penelitian tersebut tidak memberikan hasil temuan yang akurat tentang perkembangan hipertensi (Sato Y et al, 2008).

Kerusakan jaringan pada ESWL paling sering terjadi melibatkan trauma lokal yang khususnya pada terjadi pada daerah dimana zona fokal yang ditargetkan (yaitu sistim kalises ginjal), tetapi dapat juga melibatkan cedera disekitar organ yang sehat. Yang dapat dimengerti , yaitu cedera ke ginjal yang diterima secara pasti lebih menarik perhatian daripada efek diluar ginjal. Akan tetapi kerusakan-kerusakan yang terjadi diluar ginjal juga tak kalah penting untuk diperhatikan. Sebuah contoh yang ditemukan termasuk di dalamnya perforasi pada kolon, ruptur arteri hepatica, hematoma pada hepar, pneumothorax, urinothorax, ruptur limpa, akut nekrotik pankreatitis, terbentuknya abses pada dinding abdomen , ruptur aorta abdominal, thrombosis vena iliaca dan lain sebagainya (McAteer AJ, 2008).

## **2.5. Mekanisme Timbulnya Hipertensi Setelah Tindakan ESWL**

Hipertensi didefinisikan sebagai tekanan darah diastolik lebih besar dari atau sama dengan 90 mm Hg, seperti yang direkomendasikan oleh Komite Nasional Bersama Deteksi, Evaluasi, dan Pengobatan Pasien Hipertensi. Pasien yang diketahui sebelumnya minum obat untuk hipertensi untuk pengobatan batu ginjal bukan termasuk hipertensi onset baru, Pasien yang tidak mengkonsumsi obat hipertensi sebelumnya dalam pengobatan batu ginjal, diklasifikasikan sebagai hipertensi onset baru bila kondisi berikut ini terpenuhi: (Lingeman EJ et al, 1990)

1. Pasien memiliki riwayat pengobatan tekanan darah diastolik (rata-rata tiga kali pengukuran) lebih besar dari atau sama dengan 90 mmHg pada dua kesempatan pengukuran dan dengan jarak pemeriksaan 1 minggu terpisah.

2. Pasien telah menerima obat dari dokter keluarganya khusus untuk pengobatan hipertensi. Pasien yang memakai obat antihipertensi untuk alasan selain hipertensi misalnya, pasien mengambil diuretik untuk pencegahan urolitiasis, serta pasien yang sebelumnya mendapat tindakan ESWL untuk penanganan batu ginjal ataupun saluran kemih.

Semua definisi hipertensi adalah angka kesepakatan berdasarkan bukti klinis (*evidence based*) atau berdasarkan konsensus atau berdasarkan epidemiologi studi meta analisis. Berdasarkan JNC-7 (the seventh Report of the Joint National Committee), hipertensi didefinisikan jika tekanan darah sistolik  $\geq 140$  mmHg, dan tekanan darah diastolik  $\geq 90$  mmHg (Yogiantoro M, 2015).

Davor E et al, memberikan hipotesis bahwa alasan yang sama adalah valid untuk pengaruh dari ESWL terhadap tekanan darah arteri. Efek hemodinamik dari obstruksi ginjal kronis pada manusia tidak pernah diselidiki. Meskipun demikian, tetap beralasan untuk memberikan hipotesis bahwa substansial obstruksi ginjal dapat memberikan peningkatan pada tekanan darah sehingga dapat dibalikkan oleh penghilangan dari obstruksi tersebut. Kami melaporkan bahwa pengukuran-pengukuran dari tekanan darah arteri dan tahanan pembuluh darah ginjal sebelum dan sesudah pyelolithotomy dan ESWL. Data dari fungsi ginjal telah disajikan pada penelitian kami sebelumnya (Eterovic D et al, 2004)

Potensial terjadinya efek tambahan jangka panjang dari ESWL antara lain hipertensi, diabetes mellitus, penyakit ginjal kronis, dan gangguan fertilitas. Saat penanganan batu ginjal dengan ESWL, ginjal langsung terkena gelombang kejut (*shockwave*). Gelombang kejut menyebabkan hancurnya batu, tetapi sebagai efek samping potensial, gelombang kejut mungkin juga merusak jaringan ginjal sehingga dapat menyebabkan hipertensi. (Weizer ZA et al, 2007).

Ada beberapa hipotesis tentang mekanisme dari terjadinya hipertensi setelah ESWL. Beberapa pengarang menafsirkan ESWL sebagai jenis khusus dari trauma ginjal dengan insidensi tinggi dari perdarahan intrarenal dan subkapsular dan iskemia dari intrarenal. Ini semua akan menghasilkan fibrosis sehingga mengurangi perfusi ke ginjal dan meningkatkan pelepasan dari rennin dan angiotensin II, yang akan menghasilkan hipertensi (Huang WS, et al 2009).

Studi tinjauan sistematis dengan metaanalisis mengenai insiden hipertensi setelah ESWL diperkenalkan baru-baru ini oleh Yu et al. Meskipun adanya niat untuk mengikuti guideline PRISMA, tidak ada protokol penelitian yang membuktikan serta pencarian yang dilakukan hanya dengan sedikit kata kunci. Studi Christian D et al. termasuk 19 tambahan studi dievaluasi oleh Yu et al karena adanya perpanjangan dari protokol penelitian. Dibandingkan dengan pendekatan yang dilakukan oleh Yu et al, studi metaanalisis oleh Christian D et al. mendeteksi 2 perangkat umum mempengaruhi sebagian besar studi yang termasuk. Pertama, variasi definisi nilai *cut off* hipertensi dapat mengubah tingkat kejadian tahunan dari hipertensi dari 6% menjadi 14%. Dicatat bahwa dalam studi termasuk total 10 perbedaan tingkat *cut off* tekanan darah yang digunakan untuk menentukan adanya hipertensi. Kedua, sumber data dan metode yang digunakan untuk memperoleh pembacaan tekanan darah atau kode diagnostik yang sangat heterogen. Menurut pendapat mereka, dijelaskan sebelumnya bahwa heterogenitas dari hipertensi dan metode untuk memperoleh status hipertensi tidak sebaiknya dibuat dalam metaanalisis. (Fankhauser DC et al, 2015).

Nyeri adalah suatu pengalaman sensorik dan emosional yang tidak menyenangkan dan berhubungan dengan adanya suatu kerusakan jaringan. Dari definisi di atas dapat disimpulkan bahwa nyeri adalah suatu persepsi yang diterima seseorang (Baskoro BY dkk, 2012). Persepsi



nyeri pada suatu sesi ESWL sangat bersifat multidimensi dan dipengaruhi oleh berbagai macam kondisi medis seperti faktor psikososial dan biologis pasien (Berwin JT et al, 2009).

Nyeri pada prosedur ESWL bukan disebabkan karena kerusakan pada parenkim ginjal, karena parenkim ginjal tidak memiliki reseptor nyeri. Reseptor nyeri terdapat pada kapsul ginjal, sel tubulus ginjal, dinding pembuluh darah, ureter, pelvis dan kaliks ginjal ( Salinas et al, 1999).

Nyeri yang terjadi pada suatu sesi ESWL diduga terjadi pada saat gelombang kejut yang dihantarkan dari alat mencapai struktur superfisial tubuh dan menyebabkan suatu efek langsung gelombang kejut tersebut yang merangsang reseptor nyeri superfisial di daerah kulit dan otot. Rasa nyeri dapat pula terjadi ketika gelombang kejut mengenai struktur yang lebih dalam seperti periosteal/ tulang iga, saraf subkostal, saraf sciatika dan kapsul ginjal sehingga merangsang reseptor nyeri viseral. Kapsul ginjal akan mengalami peregangan pada daerah yang terkena focus gelombang kejut kemudian menyebabkan suatu peningkatan tekanan intrapielum, yang keduanya akan menimbulkan suatu persepsi nyeri. Bergeraknya pecahan fragmen batu selama ESWL dan adanya suatu efek gelombang kejut yang langsung mengenai iga ke-12 atau akibat efek resonansi gelombang kejut yang menyebabkan penyebaran ke jaringan sekitar juga diperkirakan berperan pada terjadinya suatu persepsi nyeri selama prosedur ESWL (Weber et al, 1998).

## **2.6. Pemberian Analgetik selama tindakan ESWL.**

ESWL dapat menyebabkan rasa nyeri pada pasien, sehingga diperlukan analgetik pada prosedur ini (Bilir A et al, 2008). Analgetik yang umum digunakan adalah opioid, hipnotik sedatif, *nonsteroidal anti-inflammatory drugs* (NSAIDS) dan obat anastesi topikal misalnya EMLA. Penggunaan analgetik ini perlu dipertimbangkan dengan baik karena mempunyai

beragam efek samping seperti reaksi hipersensitifitas, depresi pernafasan, gangguan saluran cerna, dan perdarahan (Eryilirim B et al, 2009).

Pasien yang kooperatif juga sangat penting dalam menargetkan batu untuk fragmentasi optimal selama extracorporeal shock wave lithotripsy (ESWL). Oleh karena itu, penting untuk memilih analgesik yang sesuai dengan efek samping yang minimal. Pedoman untuk manajemen nyeri selama ESWL belum pernah ditetapkan. Rasa sakit yang dialami selama ESWL dianggap multifaktorial termasuk yang mempengaruhinya adalah jenis lithotriptor yang digunakan, frekuensi, tegangan, usia, dan jenis kelamin pasien (Gupta PN, et al, 2008). Rasa nyeri yang hebat dapat tidak berespon terhadap pemberian obat melalui jalur *vena* dan oral sehingga akan memberikan kewaspadaan terhadap tim medis untuk kemungkinan perirenal hematoma (0,66%) (Stoller ML, 2008).

Banyak studi telah membandingkan berbagai analgetik dan teknik pemberiannya selama ESWL, namun hingga saat ini belum ada protokol baku yang telah ditetapkan untuk tatalaksana nyeri selama ESWL. Pemberian terapi untuk mengatasi nyeri biasanya ditentukan oleh seorang ahli urologi berdasarkan pengalaman pribadi masing-masing dan sering kali terjadi uji coba pemberian analgetik pada pasien (Parkin J et al, 2002).

Pemberian NSAID selama terapi ESWL dinilai sangat tepat baik bagi ahli bedahnya maupun pasien. NSAID mudah didapat, tidak membutuhkan monitoring selama tindakan ESWL dan pasien dapat segera kembali beraktifitas setelah tindakan ESWL ini. NSAID dinilai sangat baik untuk tindakan ESWL karena memiliki efek yang baik, yaitu dengan cara menghambat kerja enzim *cyclooxygenase (COX)*, NSAID mengurangi sintesa dari prostaglandin yang berperan dalam penghantar proses inflamasi. Kemudian NSAID juga mengurangi aliran darah ke ginjal, pelepasan rennin dan *glomerular filtration rate* (Bach et al, 2011).

Salah satu NSAIDS yang dapat digunakan adalah ketoprofen. Ketoprofen merupakan derivat asam propionat yang dapat menghambat siklooksigenase (nonselektif) dan lipooksigenase yang berperan dalam sintesa mediator radang yang dapat menimbulkan nyeri. Ketoprofen merupakan salah satu NSAIDS yang mempunyai sediaan supositoria. Keuntungan dari bentuk ini adalah onset kerjanya yang cepat dan memiliki konsentrasi sistemik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sediaan oral (Wagner W et al, 2001).

Pilihan obat analgetik yang sering digunakan pada Poliklinik Urologi RSCM Jakarta dan Poliklinik Urologi RSUP. H.ADAM MALIK, Medan adalah NSAID yaitu ketoprofen suppositoria. Analgetik jenis ini dipilih karena efektif, efek samping minimal dan harganya murah. Keuntungan lain dari bentuk ini adalah onset kerjanya yang cepat dan memiliki konsentrasi sistemik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sediaan oral. Namun, seringkali tidak nyaman bagi pasien karena rute pemberiannya (Wagner W et al, 2001).