

INDIKASI DAN TEKNIK PEMASANGAN ALAT PACU JANTUNG PERMANEN

Dwiana Cahyaningrum¹

¹Teknik Kardiovaskular Fakultas Kedokteran UHAMKA
dwanacahyaningrum99@gmail.com

ABSTRACT

Permanent pacemaker is effective therapy to handle heart rhythm abnormalities (arrhythmia) such as AV Block, Sinus Node Dysfunction, and Fascicular Block. Permanent pacemaker has basic principles which is stimulating and pacing impuls from pulsation generator and delivered by lead to myocardium so the heart can depolarized properly. The technique for installing and selecting the pacemaker mode for each device is different according to the indications that occur. The technique for installing a permanent pacemaker in general is to make a hole in the infraclavicular pulsation generator, then puncture the cephalic vein and insert the pacemaker into the right atrium of the heart. After the runway park is in accordance with the standards, then the runway cable will be connected to the pulsation generator and then the pulsation generator will be implanted in the infraclavicular section and sutured. There are two types of Cordless Pacemakers, namely The Nanostim Leadless Cardiac Pacemaker (LCP, Abbot St. Judge Medical) and The Micra Transcatheter Pacing System (TPS, Medtronic). This tool is without wire complications resulting in lower than Permanent Pacemakers such as pneumothorax, hemothorax, venous stenosis and various kinds of infections in the pulse generator sac. Cordless Pacemakers are considered quite safe compared to Permanent Pacemakers because of the low number of complications that occur.

Keywords: *Permanent pacemaker, indication, implantation technique, leadless pacemaker*

ABSTRAK

Alat pacu jantung permanen adalah terapi yang efektif untuk menangani kelainan irama jantung (aritmia) seperti blok AV, *Sinus Node Dysfunction*, dan blok berkas cabang. Alat Pacu Jantung Permanen memiliki prinsip dasarnya yaitu menstimulasi dan memacu impuls dari generator pulsasi dan dihantarkan oleh kabel pacu ke dalam miokardium sehingga jantung dapat terdepolarisasi dengan baik. Teknik pemasangan dan pemilihan moda *pacing* pada setiap alat berbeda sesuai dengan indikasi yang terjadi. Teknik pemasangan Alat Pacu Jantung Permanen secara umum dengan membuat lubang generator pulsasi pada infraklavikula kemudian melakukan punksi pada vena sefalika dan memasukkan kabel pacu sampai bagian atrium kanan jantung. Setelah ambang pacu sudah sesuai dengan standar kemudian kabel pacu akan disambungkan ke generator pulsasi. Setelah generator pulsasi akan ditanam di bagian infraklavikula dan dijahit. Terdapat dua jenis tipe Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel yaitu *The Nanostim Leadless Cardiac Pacemaker* (LCP, Abbot St. Judge Medical) dan *The Micra Transcatheter Pacing System* (TPS, Medtronic). Alat ini tanpa kabel komplikasi yang dihasilkan lebih rendah dari Alat Pacu Jantung Permanen seperti pneumotoraks, hemotoraks, stenosis vena dan berbagai macam infeksi pada kantung generator pulsasi. Alat Pacu jantung Tanpa Kabel dinilai cukup aman daripada Alat Pacu Jantung Permanen karena rendahnya komplikasi yang terjadi.

Kata Kunci: Pacu Jantung Permanen, Indikasi, Teknik pemasangan, Pacu Jantung Tanpa Kabel.

PENDAHULUAN

Pada era modern seperti sekarang ini, perkembangan teknologi di bidang kesehatan diagnostik dan terapi semakin maju untuk menunjang penyembuhan banyak penyakit. Penyakit jantung masih menduduki peringkat pertama sebagai penyakit pembunuh nomor satu di dunia dengan banyaknya kasus kelainan irama jantung yang menjadi permasalahan besar di Indonesia saat ini dan akan terus membesar di masa yang akan datang (Hanafy, 2014).

Kelainan irama jantung (aritmia) bisa terjadi karena konsekuensi dari lahir (kongenital) seperti sindrom *Long-QT* atau Sindrom *Wolf-Parkinson-White*, atau bisa juga karena disfungsi struktural sistem kelistrikan jantung seperti blok jantung. (Albert, 2016).

Disfungsi sistem kelistrikan jantung akan berpengaruh sekali terhadap penurunan denyut nadi dan curah jantung. Blok jantung merupakan aritmia yang sering terjadi karena terdapat keterlambatan atau hambatan pada sistem kelistrikan jantung dimulai dari nodus sinoatrial, nodus atrioventrikular, dan berakhir pada berkas His-Purkinje. (Abrich, 2020).

Terapi yang dilakukan untuk indikasi dengan pasien disfungsi sistem kelistrikan jantung salah satunya adalah dengan pemasangan Alat Pacu Jantung (APJP). Alat Pacu Jantung merupakan terapi yang efektif yang sudah diimplan lebih dari satu juta di dunia untuk permasalahan bradiaritmia dan blok jantung. (Tjong, 2017)

Mengikuti perkembangan zaman maka Alat Pacu Jantung di desain lebih nyaman dan aman digunakan untuk mengurangi sedikitnya komplikasi. Alat Pacu Jantung Permanen adalah alat yang diimplankan dengan tingkat komplikasi lebih rendah dibandingkan Alat Pacu Jantung lain dan sudah terbukti baik untuk pasien dengan indikasi bradiaritmia dan blok jantung. (Abrich, 2020)

Teknologi terbaru yang telah berkembang saat ini adalah Alat Pacu Jantung tanpa kabel yang di desain dengan *Transcatheter Pacing System* (TPS) dan *Wireless Cardiac Stimulation* dengan memanfaatkan gelombang suara. Alat tersebut merupakan kemajuan medis di bidang alat pacu jantung terbaru dan akan terus berkembang seiring dengan kemajuan zaman. (Sudharsono, 2016)

INDIKASI PEMASANGAN ALAT PACU JANTUNG PERMANEN

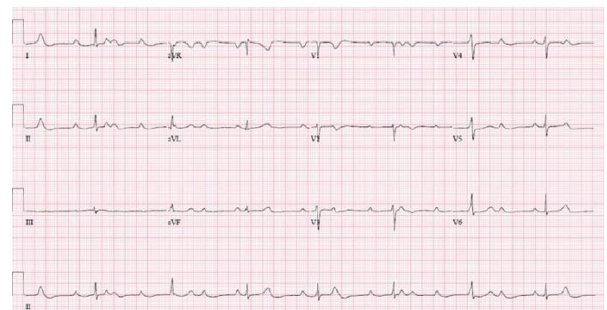
Blok Atrioventrikular Derajat Tiga (Blok AV Total atau *Total AV Block*)

Blok AV derajat tiga atau biasa disebut sebagai *Complete Heart Block* (CHB) dengan ciri-ciri atrioventrikular yang disosiasi penuh dan laju atrial lebih tinggi daripada laju ventrikular. (Yang, 2018).

Impuls yang dihantarkan dari atrium tidak dapat dihantarkan ke ventrikel sehingga atrium dan ventrikel mengalami depolarisasi yang terpisah satu dengan yang lainnya. (Dharma, 2017)

Dengan karakteristik sebagai berikut :

- Laju : Laju Atrial lebih besar dari laju ventrikel
- Irama : Teratur atau irreguler, tidak saling berhubungan antara atrium dan ventrikel
- Gelombang P : Normal (Durasi 0.08 – 0.10 detik dan tinggi <2.5 mm)
- Interval P : Tidak ada
- Durasi QRS :Tergantung lokasi escape pacemaker, durasi QR normal bila irama dari junctional dan melebar bila terdapat *ventricular escape rhythm* (Dharma, 2017)



Gambar 1. Total Blok AV dengan irama junctional (Yang, 2018)

Secara umum pasien dengan total blok AV memiliki gejala bradikardi *symptomatic* (bergejala) yang mendalam sehingga dibutuhkan terapi pemasangan Alat Pacu Jantung Permanen. (Yang, 2018).

Pada pasien total blok AV jika tidak mendapatkan terapi akan menyebabkan gagal jantung akibat dari penurunan curah jantung dan kematian mendadak akibat asistol atau takiaritmia yang terdeteksi oleh bradikardia. Sebuah studi

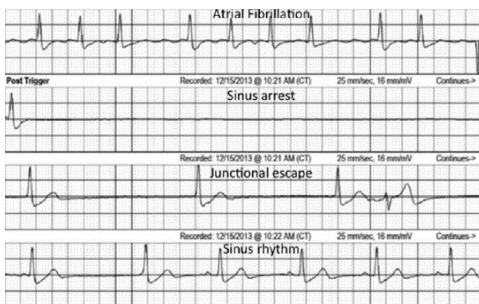
observasional sudah menunjukkan bahwa implantasi pacu jantung pada keadaan total blok AV dapat mencegah sinkop berulang, memperbaiki prognosis, dan meningkatkan ketahanan hidup bagi anak maupun dewasa. (Hanafy, 2014).

Sindrom Sinus Sakit (*Sick Sinus Syndrome* atau *Sinus Node Dysfunction*)

Sinus Node Dysfunction atau SND adalah sindrom klinis yang mencakup disfungsi sinus, *escape pacemaker* yang sering terjadi, dan gangguan konduksi nodus atrioventrikular. Pada gangguan sinoatrial sering ditemukan SND dan mencakup banyak kelainan tambahan lain seperti sinus bradikardi, *sinus pause*, *sinus arrest*, dan blok nodus SA (*SA Block*) serta tidak didefinisikan sebagai bentuk respon fisiologis pada saat istirahat dan latihan. (John, 2016).

SND lebih sering berkaitan dengan fibrosis progresif di jaringan SA node dan sekitar miokard atrium yang bergantung pada usia. Oleh karena itu SND akan menghasilkan berbagai bradikardia atau sindrom *pause-related*. (Kusumoto, 2019).

Pada SND mungkin juga disertai dengan keterlambatan konduksi intra-atrial, gangguan konduksi nodus atrioventrikular, dan paroksismal takikardi sebagai bagian dari sindrom takikardia-bradikardia. (John, 2016).



Gambar 2. monitor EKG ambulatori yaitu sindrom takikardia-bradikardia dengan 6.0 detik *sinus pause* pada terminasi fibrilasi atrium. (John, 2016).

Terdapat dua manifestasi pada keadaan SND yang diperlukan pemasangan APJP, yaitu (Hanafy, 2014)

- 1) Henti sinus dengan gejala yang terdokumentasi atau blok SA asimtomatik, sinus bradikardi permanen dengan laju jantung 40-50 denyut/menit.
- 2) *Sinus pause* yang panjang setelah terjadi terminasi takikardia pada sindrom takikardia-bradikardia.

Blok Hantaran Bifasikulus dan Trifasikulus

Blok hantaran bifasikulus adalah kombinasi dari blok fasikulus anterior kiri maupun posterior kiri dengan blok berkas cabang kanan (*Right Bundle Branch Block/ RBBB*). (Dharma, 2017).

- 1) Karakteristik RBBB dengan blok fasikulus anterior kiri (*Left Anterior Fascicular Block/LAFB*). (Dharma, 2017).

Kriteria RBBB
- Pola rSR' di sadapan V1.
- Gelombang S yang slurred di sadapan I, aVL, V5, dan V6

+

Kriteria LAFB
- Deviasi aksis ke kiri

Tabel 1. Karakteristik RBBB dengan Blok Fasikulus anterior kiri. (Dharma, 2017).

- 2) Karakteristik RBBB dengan blok tasikulus posterior kiri (*Left Posterior Fascicular Block/LPFB*).

Kriteria RBBB
- Pola rSR' di sadapan V1.
- Gelombang S yang slurred di sadapan I, aVL, V5, dan V6

+

Kriteria LPFB
- Deviasi aksis ke kanan

Tabel 2. Karakteristik RBBB dengan Blok Fasikulus posterior kiri. (Dharma, 2017).

Blok hantaran trifasikular adalah kombinasi dari blok berkas cabang kanan(RBBB), blok AV derajat 1, dan blok fasikulus anterior/posterior kiri. (Dharma, 2017).

Blok berkas cabang alternasi (blokberkas cabang bilateral) adalah kondisi dimana adanya blok di ketiga fasikulus pada EKG yang berurutan. Contohnya blok berkas cabang kanan (RBBB) dan blok berkas cabang kiri (LBBB) pada EKG yang berurutan atau RBBB dengan LAFB pada satu EKG dan LPFB pada EKG yang lainnya. Meskipun pasien dengan keadaan ini jarang, namun jika dibiarkan akan berkembang menjadi total blok AV, jadi pemasangan APJP pada pasien dengan blok alternasi sangat direkomendasikan meskipun tidak adanya sinkop. (Hanafy, 2014)

TEKNIK PEMASANGAN ALAT PACU JANTUNG PERMANEN

Perlengkapan

APJP adalah alat elektronik kecil, kira-kira seukuran korek api dan berat 20-50 gram yang merasakan intrinsik denyut jantung dan mengirimkan impuls elektrik. Jika diindikasikan untukmenstimulasi jantung dan menggantikan kerusakan pacemaker alami (nodus SA). (Kotsakao, 2015).

Satu set alat APJP meliputi generator pulsasi yang berisi informasi pemrograman (komputer program) untuk merasakan aksi potensi kelistrikan jantung dan menstimulasi kontraksi jantung, sebuah baterai, lead dengan kabel-pacu dan elektroda ber-tip yang berfungsi untuk mengoneksikan jantung untuk membangkitkan dan mentransfer semua data yang dibutuhkan. (Kotsakao, 2015).

Mesin fluoroskopi, monitor tanda vital, satu set instrumen bedah steril, benang jahit untuk mengfiksasi kabel-pacu, antibiotik, cairan kontras, dan *pacing system analyzer*. (Hanafy, 2014).

Persiapan Pasien

Sebelum memulai tindakan pasien harus mendapatkan persetujuan secara tertulis serta informasi mengenai prosedur tindakan, manfaat, dan risiko kepada pasien dan keluarga pasien. (Hanafy, 2014).

Dilakukan pemeriksaan rutin pra-implantasi seperti perekaman EKG 12 lead, foto toraks, pemeriksaan darah lengkap, dan beberapa pasien memerlukan terapi antikoagulan sebelum tindakan. (Hanafy, 2014).

Saat memasuki ruangan tindakan, pasien dibaringkan dengan dipasang alat-alat monitor fisiologis (EKG, oksimetri, dan alat tensi non-invasif), alat-alat tersebut harus dipasang untuk memantau adanya aritmia atau abnormalitas hemodinamik. (Hanafy, 2014).

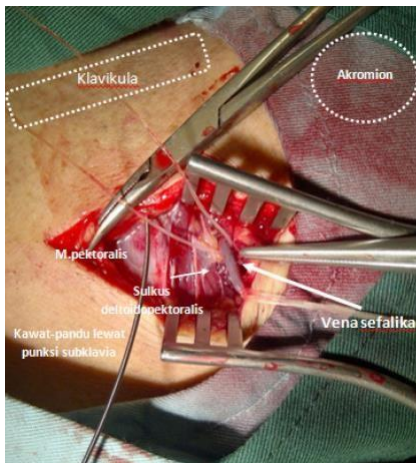
Area implantasi terletak di sudut submandibula hingga garis antara kedua puting harus

dilakukan tindakan antiseptik menyeluruh. Kemudian diberikan antibiotika profilaksis dan analgetik/sedasi intravena, lalu seluruh area implantasi harus ditutupi duk steril. (Hanafy, 2014).

Teknik Implantasi

Vena yang dipilih untuk teknik implantasi adalah vena sefalika dengan menggunakan teknik *cut-down*, alternatif lain selain vena sefalika adalah vena aksilaris atau vena jugularis. Vena biasanya ditusuk agak keras kecuali ada kelainan anatomi tertentu, seperti dinding dada atau deformasi klavikula. (Kotsakao, 2015).

Vena sefalika yang menjadi tempat implantasi terletak pada sulkus antara m. deltoideus dan pectoralis karena daerah tersebut terdiri dari banyaknya jaringan ikat longgar yang mudah untuk dilakukan palpasi. Vena diisolasi sepanjang 1-2 cm didalam ceruk kemudian bagian distal diikat kuat dengan benang. Vena yang sudah dapat akses cangkul vena kemudian dimasukan kabel-pacu kedalam vena sefalika. (Hanafy, 2014).



Gambar 3. Isolasi Vena Sefalika, tampak posisi vena sefalika di dalam sulkus deltoideopektoralis. (Hanafy, 2014).

Punksi vena subklavia dilakukan dengan jarum punksi diarahkan ke fossa suprasternalis dan menyusuri bagian bawah tulang subklavikulas sambil

melakukan aspirasi hingga vena terkanulasi. (Hanafy, 2014).

Pembentukan kantung untuk tempat generator dipasang di daerah aksila dengan sayatan kecil sepanjang 3.8 – 5.1 cm pada daerah infraklavikula prosedur ini dilakukan setelah punksi vena. (Kotsakao, 2015).

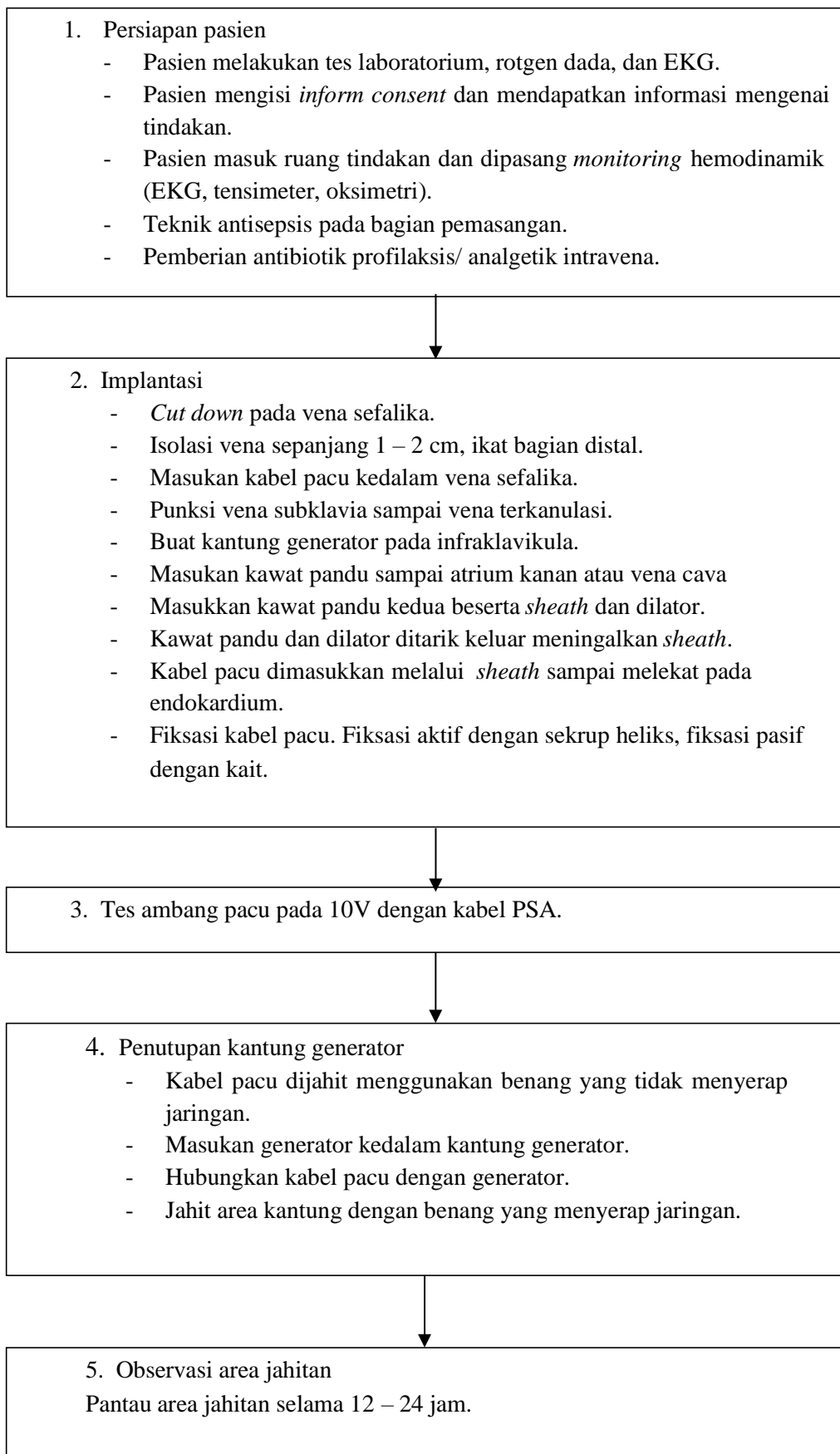
Setelah akses vena selesai, sebuah kawat-pandu dimasukan dan diletakan dibagian atrium kanan atau vena cava dengan bantuan fluoroskopi.

Kemudian kawat-pandu yang kedua dimasukan melalui akses rute yang sama dimana kawat-pandu dimasukan dengan *sheath* pertama. (Kotsakao, 2015).

Sheath dan dilator dimajukan, dan ketika *sheath* dipasang di tempat yang tepat kawat-pandu dan dilator ditarik kembali meninggalkan *sheath* saja. Kemudian kabel-pacu dimasukan kedalam *sheath* dipandu oleh fluoroskopi kabel-pacu maju sampai melekat pada endokardium secara pasif dan difiksasi menggunakan kait atau difiksasi aktif menggunakan sekrup heliks (*Screw-in*). (Kotsakao, 2015).

Saat implantasi ruang ganda kabel-pacu dimasukan dan diposisikan pada area ventrikel dahulu sebelum kabel-pacu pada atrium untuk mencegah terjadinya pergeseran. Setelah kabel-pacu aman dilakukan pemacuan dengan nilai ambang pacu dan penilikan impedansi diukur dengan kabel PSA kemudian pemacuan dilakukan pada 10V untuk memastikan tidak terjadinya stimulasi diafragma. (Hanafy, 2014).

Setelah kabel-pacu dikonfirmasi sudah aman sesuai dengan posisi dan ambang batas, kabel-pacu kemudian dijahit menggunakan benang yang tidak dapat diserap jaringan. Setelah itu, generator dimasukan kedalam kantung yang dihubungkan pada kabel-pacu lalu dijahit menggunakan benang yang dapat diserap jaringan serta difiksasi atau dipantau area jahitan selama 12 – 24 jam. (Kotsakao, 2015).



Tabel 3. Alur Pemasangan Alat Pacu Jantung Permanen.

MENENTUKAN TIPE ALAT PACU JANTUNG BERDASARKAN INDIKASI

Dua prinsip dasar dari sistem pacu jantung adalah *pacing* dan *sensing*. *Pacing* adalah pemacuan depolarisasi atrium atau ventrikel, dihasilkan dari impuls dengan 0.5 m/detik dan 2 – 5 volt yang dihantarkan dari generator lalu turun ke kabel pacu kemudian ke jantung. *Sensing* adalah deteksi sinyal intrinsik oleh generator pada depolarisasi atrium atau ventrikel melalui kabel pacu. (Freedman, 2017).

Secara luas, pemilihan tipe pacu jantung dipengaruhi oleh ruang pacu (*Paced*) : ruang tunggal atau ruang ganda dengan atau tanpa modulasi kecepatan. Tujuan umum dari terapi pemasangan pacu jantung adalah terjadinya pemacuan fisiologis dimana jantung dapat memacu kembali setelah dibantu dengan alat. (Freedman, 2017).

Pacu Jantung Ruang Tunggal

Terdapat dua moda *pacing* pada pacu jantung ruang tunggal, yaitu AAI dan VVI, dengan opsi modulasi kecepatan AAIR dan VVIR. (Freedman, 2017).

1. *Pacing* AAI/AAIR

Pacing AAI/AAIR adalah moda *pacing* pada atrium dimana *pacing* AAI/AAIR diindikasikan untuk pasien yang mengalami Sinus Node Dysfunction atau SND danantisipasi blok AV. *Pacing* AAI/AAIR pada pasien SND dapat mencegah disfungsi ventrikel, mengurangi kejadian fibrilasi atrium, dan gagal jantung kronis. (Freedman, 2017).

Moda *pacing* AAI/AAIR juga cocok pada pasien dengan gangguan konduksi nodus AV yang rentan terkena bradikardia. Pada dasarnya *pacing* AAI/AAIR cocok untuk pasien SND namun jika terjadi perubahan menjadi blok AV moda *pacing* AAI/AAIR diubah menjadi ruang ganda. (Freedman, 2017).

2. *Pacing* VVI/VVIR

Pacing VVI/VVIR adalah moda *pacing* pada ventrikel dimana *pacing* VVI/VVIR diindikasikan untuk pasien dengan aritmia atrium kronis yang tidak dapat kembali lagi menjadi irama sinus. *Pacing* VVI/VVIR juga melindungi pasien dari

bradiaritmia letal serta bradikardia ventrikel. (Freedman, 2017).

Pacu Jantung Ruang Ganda

Pada pacu jantung ruang ganda terdapat satu moda *pacing* yaitu DDD/DDDR. *Pacing* DDD/DDDR memacu dua ruang yaitu atrium dan ventrikel. *Pacing* DDD/DDDR digunakan untuk pasien dengan blok AV dengan bradikardia. (Freedman, 2017).

ALAT PACU JANTUNG TANPA KABEL

Definisi

Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel (*Leadless Pacemaker*) adalah sebuah alat teknologi terbaru yang diperkenalkan secara klinis untuk mengatasi komplikasi yang berkaitan dengan pemasangan kabel-pacu dan komplikasi kantung generator para terapi APJP konvensional. Perangkat Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel ini ditanamkan pada ventrikel kanan dengan tipe ruang tunggal menggunakan perkutan femoralis. (Tjong, 2017).

Lebih dari 60 tahun penggunaan APJP konvensional telah membantu pasien dengan indikasi bradiaritmia simtomatik. Namun, komplikasi yang dihasilkan makin meningkat seperti infeksi dan hematoma pada kantung, pneumotoraks, hemotoraks atau stenosis vena setelah prosedur kanulasi vena bahkan kabel-pacu rentan terhadap pergeseran, fraktur, atau kegagalan isolasi. (Nadarajah, 2019).

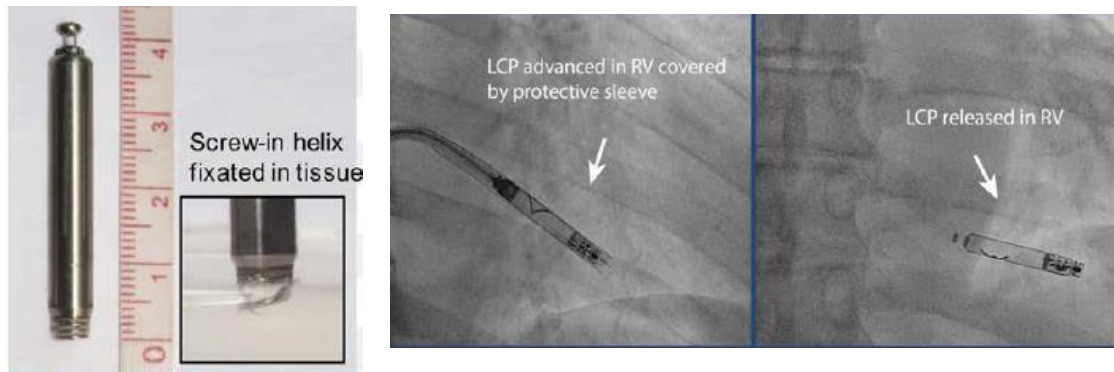
Dilakukan penelitian uji coba Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel yang cukup panjang mengenai keefektivitasannya. Meskipun Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel hanya terbatas pada ventrikel kanan ruang tunggal saja tapi seiring berkembangnya zaman dan kemajuan teknologi maka Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel dapat dikembangkan kembali. (Tjong, 2017).

Perbedaan Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel

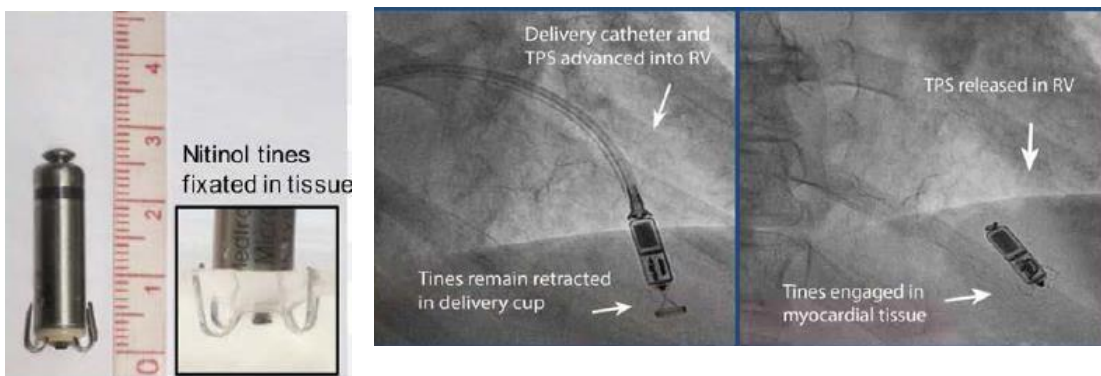
Terdapat dua jenis tipe Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel yaitu *The Nanostim Leadless Cardiac Pacemaker* (LCP, Abbot St. Judge Medical) dan *The Micra Transcatheter Pacing System* (TPS, Medtronic). (Beursken, 2017).

Spesifikasi	<i>The Nanostim Leadless Cardiac Pacemaker</i>	<i>The Micra Transcatheter Pacing System</i>
Dimensi (mm)	2.0 x 6.7	5.9 x 7
Volume (cc) dan berat (gram)	1	0.8
Berat (gram)	2	2
Ukuran <i>Sheath</i> (French)	18/21	23/37
Mekanisme fiksasi	Sekrup heliks (<i>screw-in helix</i>)	Kait logam Nitinol
Moda pacing	VVIR	VVIR
Daya tahan baterai (tahun)	8.5 – 9.8	4.7 – 9.8

Tabel 4. Perbedaan dan Spesifikasi Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel.



Gambar 4. *The Nanostim Leadless Cardiac Pacemaker*. (Tjong, 2017).



Gambar 5. *The Micra Transcatheter Pacing System*. (Tjong, 2017).

Keefektifitasan Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel dalam Mengurangi Komplikasi

Prinsip Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel sama dengan Alat Pacu Jantung konvensional hanya saja Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel ditanamkan pada bagian ventrikel kanan saja dengan tipe ruang tunggal. Banyak penelitian yang sudah dijalankan untuk menilai keefektifitasan Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel dengan Alat Pacu Jantung konvensional, dengan hasil Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel lebih efektif untuk mengurangi komplikasi yang terjadi akibat pemasangan Alat Pacu Jantung seperti hematoma, fraktur, pneumotoraks, atau infeksi.

Pada penelitian lain disebutkan bahwa Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel tidak terdapat infeksi pada

saat prosedur pemasangan atau pada saat observasi setelah pemasangan. Bahkan pada pasien hemodialisa selama prosedur implantasi Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel tidak ditemukan infeksi sampai observasi tindakan. (Beurskens, 2019).

Pasien yang memiliki risiko tinggi terhadap infeksi alat sangat baik memakai Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel karena mengurangi kejadian seperti infeksi pada kantung, hematoma, pneumotorak, dan stenosis vena. Komplikasi yang paling buruk terjadi saat implantasi meliputi obstruksi rute vena dan obstruksi kronis vena cava superior. Namun, hal tersebut bisa diatasi dengan terapi yang baik dan

benar. (Beurskens, 2019).

Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel adalah inovasi medis yang terbukti efektif untuk mengurangi komplikasi dibandingkan dengan Alat Pacu Jantung konvensional karena tidak ada kabel atau pembuatan kantung generator pulsasi. Diperlukannya inovasi baru pada Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel agar moda *pacing* yang digunakan tidak hanya VVIR saja.

KESIMPULAN

Alat Pacu Jantung Permanen adalah alat untuk memacu dan menghantarkan listrik dari generator pulsasi menuju jantung menggunakan kabel pacu.

Alat Pacu Jantung Permanen memiliki prinsip dasar yaitu depolarisasi lokal pada miokardium jantung dengan menghantarkan listrik dari generator pulsasi melalui kabel pacu dan mengoneksikannya pada jantung. Penyakit yang harus ditangani dengan Alat Pacu Jantung Permanen adalah aritmia.

Ada beberapa indikasi yang harus dilakukan pemasangan Alat Pacu Jantung Permanen yaitu blok atrioventrikular derajat tiga menggunakan moda *pacing* ruang ganda, *Sick Sinus Syndrome* menggunakan moda *pacing* ruang tunggal jika tidak ada komplikasi kearah blok atrioventrikular derajat tiga, blok hantaran fasikulus dan bifasikulus serta blok berkas cabang alternasi.

Teknik pemasangan Alat Pacu Jantung Permanen secara umum dengan membuat lubang generator pulsasi pada infraklavikula kemudian melakukan punksi pada vena sefalika dan memasukan kabelpacu sampai bagian atrium kanan jantung. Setelah ambang pacu sudah sesuai dengan standar kemudian kabel pacu akan disambungkan ke generator pulsasi lalu generator pulsasi akan ditanam dibagian infraklavikula dan dijahit. Tindakan pemasangan Alat Pacu Jantung Permanen menggunakan teknik antisepsis dan dilakukan oleh ahli elektrofisiologi.

Pada Alat Pacu Jantung konvensional ditemukan banyak komplikasi yang terjadi, dengan berkembangnya zaman terciptalah Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel dengan prinsip menanamkannya pada ventrikel kanan jantung. Alat ini tanpa kabel komplikasi yang dihasilkan lebih rendah dari Alat Pacu Jantung Permanen seperti pneumotoraks, hemotoraks, stenosis vena dan berbagai macam infeksi pada kantung generator pulsasi. Alat Pacu jantung Tanpa Kabel dinilai cukup aman daripada Alat Pacu Jantung Permanen karena rendahnya komplikasi yang terjadi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrich, V. A., Le, R. J., Mulpuru, S. K., Friedman, P. A., Barsness, G. W., Cha, Y. M., ... & Yang, E. H. (2020). Clinical Outcomes of Various Management Strategies for Symptomatic Bradycardia. *Clinical Medicine & Research*, cmr-2019.
- Albert, C. M., & Stevenson, W. G. (2016). The future of arrhythmias and electrophysiology. *Circulation*, 133(25), 2687-2696.
- Beurskens, N. E., Breeman, K. T., Dasselaa, K. J., Meijer, A. C., Quast, A. F. B., Tjong, F. V., & Knops, R. E. (2019). Leadless cardiac pacing systems: current status and future prospects. *Expert review of medical devices*, 16(11), 923-930.
- Beurskens, N. E., Tjong, F. V., & Knops, R. E. (2017). End-of-life management of leadless cardiac pacemaker therapy. *Arrhythmia & electrophysiology review*, 6(3), 129.
- Dharma, S. (2017). *Cara Mudah Membaca EKG EGC*.
- Freedman, Roger A. (2017). *Modes of cardiac pacing: Nomenclature, Selection and Indications for permanent cardiac pacing*. <https://www.thecardiologyadvisor.com/home/decision-support-in-medicine/cardiology/modes-of-cardiac-pacing-nomenclature-selection-and-indications-for-permanent-cardiac-pacing/>. (akses 5 Mei 2020).
- Hanafy, D. A., Rahadian, A., Tondas, A. E., Hartono, B., Tanubudi, D., & Munawar, M. (2014). Pedoman terapi memakai alat elektronik kardiovaskular implan (ALEKA). *Edisi ke-1. Jakarta: Centra Communications*.
- John, R. M., & Kumar, S. (2016). Sinus node and atrial arrhythmias. *Circulation*, 133(19), 1892-1900.
- Kotsakou, M., Kloumis, I., Lazaridis, G., Pitsiou, G., Lampaki, S., Papaiwannou, A., ... & Zarogoulidis, P., (2015), Pacemaker Insertion. *Journal Citation Reports*, 3, 80-98.
- Kusumoto, F. M., Schoenfeld, M. H., Barrett, C., Edgerton, J. R., Ellenbogen, K. A., Gold, M. R., ... & Lee, R. (2019). 2018 ACC/AHA/HRS guideline on the evaluation and management of patients with bradycardia and cardiac conduction delay: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines and the Heart Rhythm Society. *Journal of the American College of Cardiology*, 74(7), e51-e156.

- Nadarajah, R., Ali, N., & Patel, P. A. (2019). Leadless Pacemakers—the path to safer pacing?. *Indian Heart Journal*.
- Sudharsono, A., Hanafi, Dicky. A., & Yuniadi, Yoga. (2016). Alat Pacu Jantung Tanpa Kabel. *Jurnal Kardiologi Indonesia*, 47-56.
- Tjong, F. V., & Reddy, V. Y. (2017). Permanent leadless cardiac pacemaker therapy: a comprehensive review. *Circulation*, 135(15), 1458-1470.
- Yang, Y. C., Pata, R. K., & Aung, T. T. (2018). A Case of Complete Heart Block With Diagnostic Challenge and Therapeutic Dilemma. *Journal of investigative medicine high impact case reports*, 6, 2324709618788110

