

EVOLUSI KARDIOLOGI SEBAGAI ILMU PENGETAHUAN: TINJAUAN PUSTAKA

Alexander Edo Tondas¹, Chairil Anwar², Rolando Agustian Halim¹

¹Departemen Kardiologi dan Kedokteran Vaskular, RSUP dr. Mohammad Hoesin, Palembang, Indonesia

²Bagian Parasitologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Sriwijaya, Palembang, Indonesia

Email: edotondas@fk.unsri.ac.id

ABSTRAK

Ilmu pengetahuan adalah usaha-usaha sadar untuk menyelidiki, menemukan dan meningkatkan pemahaman manusia dari berbagai segi kenyataan dalam alam manusia. Jumlah ilmu spesialisasi kedokteran pun masih terus bertambah hingga membentuk cabang-cabang lebih kecil lagi yang dikenal sebagai sub-spesialisasi. Salah satu jenis spesialisasi dalam ilmu kedokteran adalah spesialisasi ilmu kardiologi, yaitu ilmu yang memfokuskan diri untuk mempelajari organ jantung. Perkembangan ilmu kardiologi tidak dapat dilepaskan dari sejarah yang melatarbelakanginya. Kemajuan ilmu kardiologi sampai ke titik ini adalah sebuah perjalanan kontinu yang saling berkait. Setiap pelajaran di masa lalu akan menjadi modal untuk pengalaman di masa depan, begitu pula dengan ilmu kardiologi, di mana tiap-tiap fase nya menjadi fondasi untuk perkembangan di waktu mendatang.

Kata Kunci: Kardiologi, Evolusi, Sejarah, Elektrofisiologi

ABSTRACT

Evolution of Cardiology as A Specialty: A Literature Review

Science is a conscious effort to try, find and improve human understanding from various aspects in human nature. The number of medical specialties continues to grow until they reach even smaller branches known as sub-specialties. One type of specialization in medical science is the specialization of cardiology, the science that focuses on the needs of the heart organ. The development of cardiology cannot be separated from the history behind it. The progress of cardiology up to this point is a continuous interrelated journey. Every lesson in the past will be a capital for future experience, as will cardiology, where each phase becomes the foundation for future development.

Keywords: Cardiology, Evolution, History, Electrophysiology

Ilmu pengetahuan adalah usaha-usaha sadar untuk menyelidiki, menemukan dan meningkatkan pemahaman manusia dari berbagai segi kenyataan dalam alam manusia. Berbagai cabang ilmu telah berkembang sesuai dengan kebutuhannya, dan semakin hari cabang tersebut secara terus menerus ditemukan seiring dengan berkembangnya jaman. Ilmu pengetahuan bersifat spesifik di tiap cabang ilmunya untuk membuat batasan yang jelas dan memberikan kepastian tentang apa yang bisa didapat. Ilmu kedokteran sendiri memiliki berbagai ragam cabang

spesialisasi. Jumlah ilmu spesialisasi pun masih terus bertambah hingga membentuk cabang-cabang lebih kecil lagi yang dikenal sebagai sub-spesialisasi. Salah satu jenis spesialisasi dalam ilmu kedokteran adalah spesialisasi ilmu kardiologi, yaitu ilmu yang memfokuskan diri untuk mempelajari organ jantung. Perkembangan ilmu kardiologi di Indonesia sebagai sebuah spesialisasi tidak terlepas dari peran dokter Gan Tjong Bing. Gan Tjong Bing dilahirkan di bumi Makassar pada tahun 1920. Beliau adalah seorang dokter spesialis interna-kardiologi lulusan

universitas di Belanda. Beliau memulai karirnya sebagai seorang dokter jantung di Indonesia di saat Indonesia sedang berada di fase yang serba kekurangan. Gan Tjong Bing tidak pulang ke Indonesia dengan tangan hampa, dengan segala pemikiran dan bekal yang didapatkan selama menuntut ilmu di benua Eropa, ia memiliki visi yang siap untuk diterapkan di Indonesia. Pada tanggal 16 November 1957, dokter Gan Tjong Bing mendirikan Perkumpulan Kardiologi Indonesia (PERKI) dan sekaligus menjabat sebagai ketua pertamanya. Beliau juga merangkap menjadi sekretaris Perkumpulan Ahli Penyakit Dalam Indonesia (PAPDI) setelahnya. Sampai saat ini ilmu kardiologi di Indonesia masih terus bertumbuh. Banyak banyak sub-cabang ilmu baru yang mengakar dari apa yang telah dirintis sebagai fondasi ilmu kardiologi di Indonesia.¹

Kardiologi sebagai cabang ilmu spesialisasi kedokteran utamanya berwilayah pada bidang diagnosis dan tatalaksana penyakit yang melingkupi jantung dan pembuluh darah. Andreas Vesalius lewat atlas anatominya yang dipublikasikan pada tahun 1500 menyebut jantung sebagai “pusat dari kehidupan.” Fondasi penemuan kardiologi sebagai suatu cabang ilmu kedokteran pertama kali diletakkan pada tahun 1628, di mana pada tahun tersebut seorang dokter asal Inggris bernama William Harvey mempublikasikan sebuah tulisannya berjudul “*De Motu Cordis*”, yang berisikan observasi anatomi dan fisiologi jantung dan peredaran darah manusia. Dari titik inilah ilmu kardiologi akhirnya terus berkembang berdasarkan penelitian-penelitian yang sah, dan terus memberikan kontribusinya sebagai suatu ilmu baru di kedokteran. Ilmu kardiologi dalam perkembangannya tidak hanya berkutat di sekitar pembahasan anatomi dan fisiologi saja. Ilmu patologi, atau segala sesuatu yang berkaitan dengan kelainan organ yang terkait, membuat para ahli berusaha untuk mengembangkan bagaimana dokter tidak hanya mengenali sesuatu yang normal,

namun juga dapat mendeteksi dan mengobati penyakit yang dialami organ tersebut.²

Pemeriksaan fisik adalah suatu hal yang paling sederhana untuk dilakukan dalam langkah mendiagnosis penyakit jantung. Kemampuan observasi para ilmuwan jaman dahulu sangatlah memukau mengingat belum ditemukannya alat-alat bantu yang canggih seperti di jaman sekarang. Kemampuan observasi dan pemeriksaan fisik yang mumpuni bisa dicontohkan lewat seorang dokter asal Irlandia, Dominic John Corrigan. Pada tahun 1930, Corrigan mendeskripsikan diagnosis regurgitasi aorta dapat ditegakkan lewat suatu temuan nadi yang memiliki ciri “tajam dan menukik”/*water hammer pulse*. Dan bahkan, sampai saat ini, dokter masih menggunakan istilah “*Corrigan pulse*” untuk merujuk ke temuan yang demikian. Pada tahun 1850-an, seorang dokter Jerman bernama Karl Ludwig, mengadaptasi suatu alat bernama kimograf untuk merekam osilasi denyut nadi dan respirasi. Karl Ludwig dianggap sebagai seorang pionir dalam hal mempelajari karakteristik denyut nadi dan implikasinya di kemudian hari, walaupun pada jamannya, hal tersebut masih belum terlalu awam. Adalah Sir John Floyer, seorang dokter asal Inggris, yang sebenarnya sudah memulai hal ini jauh sebelum Karl Ludwig. Bersama seorang pembuat jam bernama Daniel Quare, Floyer membuat sebuah jam khusus yang beristilah “jam tangan denyut nadi”. Pada tahun 1700 Floyer menerbitkan sebuah buku berjudul “*The Physician’s Pulse Watch*” berdasarkan studinya. Pada buku ini ia mendeskripsikan hubungan antara karakteristik denyut nadi (laju, irama, amplitudo, kompresibilitas) dengan status penyakit secara keseluruhan. Akan tetapi, pada jaman tersebut masih belum ada alat yang mampu menerjemahkan rekaman nadi tersebut menjadi sebuah grafik, seperti yang akhirnya dilakukan oleh Karl Ludwig.^{2,3}

Periode antara abad ke-18 hingga ke-19 menjadi periode di mana para dokter

akhirnya mampu mendapatkan pemahaman yang lebih dalam mengenai tekanan darah, suara jantung, dan suara nafas; karena pada periode inilah stetoskop ditemukan. Adalah Rene Laennec, seorang dokter asal Perancis yang membawa ide stetoskop ini menjadi sebuah kenyataan. Sekitar tahun 1820 Laennec menerbitkan buku yang didasarkan pada observasinya terhadap suara di dalam dada. Ide untuk membuat konsep “stetoskop” didapatkan Laennec secara tidak terduga. Pada bulan September 2016, saat sedang berjalan-jalan, Laennec bertemu dengan dua orang anak-anak yang sedang saling bercakap-cakap satu sama lain lewat sebuah tongkat kayu panjang. Dengan menempatkan telinga di satu sisi dan orang yang berbicara di sisi yang lain, si pendengar akan mendapatkan suara yang telah teramplifikasi lewat getaran yang merambat di sepanjang kayu. Observasi tersebut menghantarkan Laennec menguji hipotesisnya untuk pertama kali pada seorang perempuan muda yang diduga menderita penyakit jantung. Karena alasan etis, Laennec tidak dapat melakukan auskultasi direk (menempelkan telinga langsung ke dinding dada pasien). Teringat dengan apa yang dilihatnya sebelumnya, Laennec menggunakan sebuah kertas yang digulung rapat sebagai “stetoskop” pertamanya. Semenjak itu, Laennec selama bertahun-tahun terus berusaha menyempurnakan stetoskop buatannya dari berbagai bahan. Hasil kerja Laennec tersebut didokumentasikan dalam sebuah karya berjudul “*De L’auscultation Mediate*” (On Mediate Auscultation). Pada bukunya, Laennec secara teliti mendeskripsikan satu per satu suara yang didengar, bahkan menuliskan istilah-istilah tiap bunyi dengan terminologi yang masih relevan hingga saat ini. Alat penunjang lain seperti alat pengukuran tekanan darah, manometer air raksa, pertama kali ditemukan oleh Riva Rocci, seorang ilmuwan asal Italia. Walaupun, jauh sebelum Rocci membuat prototipe manometranya, konsep tekanan

darah sebenarnya pertama kali telah dipaparkan oleh Stephen Hales, pada tahun 1730.^{2,3,4}

Progres ilmu kardiologi di abad ke-20 menjadi mungkin karena terus berkembangnya alat diagnostik. Kemajuan di bidang ilmu radiologi juga turut mendorong kardiologi untuk berprogres. Eksperimen Wilhelm Conrad Rontgen dengan sinar X pada tahun 1895 telah menjadi salah satu lompatan besar dalam dunia diagnostik, termasuk kardiologi diagnostik. Ekokardiografi juga adalah salah satu terobosan di bidang pencitraan jantung, di mana pemeriksaan ini dilakukan lewat gelombang ultrasonik yang dihantarkan melalui dinding dada untuk melihat struktur di dalamnya. Ekokardiografi pertama kali diperkenalkan oleh dua orang ahli jantung asal Swedia, Inge Edler dan Helmuth Hertz pada tahun 1952. Kemajuan pencitraan jantung tidak hanya sebatas mampu “melihat” bagian luar saja. Adalah Werner Forssmann, seorang ahli bedah asal Jerman, yang berbagi hadiah nobel dengan Andre F Cournand dan Dickinson W. Richards pada tahun 1956, yang menjadi pionir pemeriksaan kateterisasi jantung. Kateterisasi jantung sampai saat ini digunakan sebagai “jalan” untuk melakukan pengukuran tekanan di dalam jantung, mempelajari aktivitas listrik jantung, serta memvisualisasi secara langsung ruangan dan pembuluh darahnya (angiografi). Angiografi koroner pertama kali dilakukan oleh seorang ahli jantung anak, Mason Sones di *Cleveland Clinic* pada tahun 1958. Arteriografi koroner selektif yang pertama kali dilakukan oleh Sones berawal dari sebuah kesalahannya saat sedang melakukan aortografi akar aorta, di mana Sones secara tidak sengaja memasukkan kateter ke arteri koronaria kanan pasien dan menyuntikkan kontras. Dengan memadukan teknik arteriografi koroner dan ventrikulografi kiri seseorang dapat membuat diagnosis dan mengetahui perjalanan penyakit penyakit arteri koroner.^{2,3}

Tidak hanya di bidang diagnostik, kemajuan juga dapat dilihat di bidang terapeutik penyakit jantung. Obat-obatan di bidang kardiologi juga merupakan salah satu pilar yang tak terlepas dalam perawatan yang komprehensif. Beberapa obat-obatan terkenal seperti golongan *beta-blocker*, *statin*, dan *ACE-inhibitor* adalah obat yang utamanya dipakai pada pasien-pasien dengan kelainan kardiovaskular. Pada tahun 1962, James Black mengembangkan sebuah obat yang memiliki aktifitas penyekat reseptor beta untuk memblokir efek stimulasi jantung oleh noradrenaline, dan pada akhirnya mengurangi kebutuhan oksigen jantung. Obat *ACE-inhibitor* pertama, *captopril*, pertama kali diisolasi oleh Cushman dan Ondetti pada tahun 1970 pada saat mereka bekerja di *Squibb Laboratories*, Amerika Serikat. *Digoxin*, sebuah obat jantung yang sangat terkenal, pertama kali dikenalkan oleh seorang dokter Inggris, *William Withering*, pada tahun 1785. *Withering* kala itu berhasil menggunakan ekstrak *foxglove (Digitalis purpurea)* untuk mengobati gagal jantung. *Statins*, golongan obat yang dikenal sebagai “obat kolesterol”, kali pertama diisolasi oleh seorang ahli biokimia asal Jepang, *Akira Endo*, pada tahun 1976. *Akira Endo* membuat *statins* berdasarkan dari hipotesis jalur pengangkutan *LDL-kolesterol* yang dikembangkan oleh *Brown dan Goldstein*.^{2,3}

Selain manajemen medikamentosa, terapi penyakit jantung juga meluas ke manajemen operatif, baik yang bersifat invasif atau yang minimal invasif. Pembedahan jantung dapat ditarik hingga abad ke-19, di mana diketahui pada periode tersebut telah dilakukan operasi perikardium oleh beberapa ahli seperti *Francisco Romero*, *Dominique Jean Larrey*, *Henry Dalton*, dan *Daniel Hale Williams*. Pada 4 Desember 1895, pembedahan jantung konvensional pertama kali dilakukan oleh seorang ahli bedah Norwegia, *Axel Cappelen*, di Oslo. *Cappelen* melakukan ligasi arteri koronaria yang mengalami perdarahan pada seorang laki-laki

24 tahun yang mengalami luka tusuk pada daerah aksila kiri. Pasien pertama yang menjalani operasi jantung ini stabil selama 24 jam pasca-operasi, sebelum akhirnya meninggal pada hari ke-3 post-op akibat mediastinitis.^{2,3}

Pembedahan kardiovaskular modern pertama kali diterapkan di *Harvard and Boston's Children's Hospital* pada tahun 1938 oleh *Robert Gross*, di mana pada operasi tersebut secara berhasil dilakukan penutupan duktus arteriosus paten. Pada tahun 1953, *John Gibbon* di rumah sakit *Thomas Jefferson, Philadelphia*, melakukan operasi *open-heart* pertama yang menggunakan teknik pemintas sirkulasi kardiopulmoner (*cardiopulmonary bypass*). Desain pemintas sirkulasi kardiopulmoner yang dilakukan oleh *Gibbon* pada akhirnya menginspirasi para insinyur *IBM* untuk membuat sebuah mesin dengan desain yang serupa. Dunia bedah thoraks-kardiovaskular terus berkembang sejak saat itu. *Russel M. Nelson* melakukan dengan berhasil untuk pertama kalinya operasi jantung anak pada tahun 1956, di mana ia melakukan *total repair* kelainan *tetralogy of Fallot* pada anak perempuan berusia 4 tahun.^{2,3}

Sebuah sejarah operasi penyakit jantung sianotik yang cukup menarik perhatian adalah sejarah penemuan operasi *Blalock-Taussig shunt (BTS)*. *BTS* adalah sebuah prosedur operasi yang bertujuan untuk meningkatkan aliran darah pulmoner pada kasus penyakit jantung sianotik yang tergantung duktus. Aplikasi pertama operasi *BTS* diterapkan pada kasus *tetralogy of Fallot (TOF)*. Prosedur *BTS* dinamai dari nama-nama penemunya yaitu *Alfred Blalock*, *Hellen B. Taussig*, dan *Vivien Thomas*. *Taussig*, seorang ahli yang telah menatalaksana ratusan anak-anak dengan kelainan jantung, berkesimpulan bahwa anak-anak yang memiliki defek jantung sianotik bersamaan dengan duktus arteriosus paten (*DAP*) berpotensi untuk hidup lebih lama dibandingkan dengan pasien tanpa *DAP*.

Taussig lalu bertemu dengan Blalock dan Vivian Thomas, asistennya di laboratorium, John Hopkins *Hospital*. BTS pertama kali dilakukan dengan menggunakan anastomosis arteri subklavia ke arteri pulmoner, dengan tujuan meningkatkan aliran pembuluh darah paru.³

Norman Shumway dikenal sebagai “bapak penemu transplantasi jantung” dunia. Akan tetapi, kali pertama dunia melakukan transplantasi jantung pada orang dewasa adalah pada saat Christian Barnard melakukannya di Afrika Selatan dengan menggunakan metode yang disempurnakan oleh Shumway dan Richard Lower. Barnard melakukan transplantasi jantung pertama pada pasien bernama Louis Washkansky di tahun 1967. Adrian Kantrowitz melakukan transplantasi jantung anak pertama kali di dunia pada 6 Desember 1967 di Maimonides *hospital*, Brooklyn, New York. Norman Sumway sendiri melakukan transplantasi jantung dewasa pertamanya di Amerika Serikat pada 6 Januari 1968.³

Salah satu teknik pembedahan kardiovaskular yang paling dikenal adalah *coronary artery bypass grafting* (CABG) atau yang lebih awam disebut “operasi *bypass* jantung”. CABG masih merupakan operasi jantung yang paling sering dilakukan hingga saat ini di seluruh dunia. Sejarah dari CABG dapat ditarik balik hingga lebih dari 100 tahun yang lalu, di mana pelaksanaannya di awal periode masih banyak menemui kegagalan. Adalah Alexis Carrel yang pertama kali mendeskripsikan tentang teknik operasi sirkulasi koroner di tahun 1910 dan berhasil melakukan anastomosis arteri jantung dan aorta intraaortik pada anjing. Operasi CABG yang pertama kali berhasil dilakukan oleh Robert Goetz di *Albert Einstein College of Medicine-Bronx Municipal Hospital Center* di New York dengan menggunakan cincin Rosenak (tantalum). Pada 2 Mei 1960, Goetz memimpin tim yang berisikan 4 ahli bedah di mana mereka melakukan operasi anastomosis arteri torakalis interna kanan ke arteri

koronaria kanan pada seorang laki-laki. Angiogram ulang yang dilakukan pada 14 hari post-op menunjukkan tandur (*graft*) yang paten. Adalah dokter George Green dari *Saint Luke's Hospital, New York City*, yang melakukan anastomosis arteri torakalis interna kiri ke *left anterior descending artery* untuk pertama kalinya; yang mana teknik ini merupakan baku emas operasi CABG hingga hari ini. Metode CABG masih terus berkembang sampai sekarang, di mana inovasi ditujukan pada teknik yang bersifat minimal invasif dan *hybrid revascularization*. Pembedahan minimal invasif telah dikembangkan melalui torakotomi dengan tujuan untuk menghindari dilakukannya sternotomi penuh. Teknik CABG minimal invasif (MIDCAB) pertama kali muncul di pertengahan tahun 1990an, di mana teknik ini menggunakan *mini-thoracotomy* anterior sebagai akses.^{3,5}

Seperti yang telah dibahas di bagian diagnostik radiologis di atas, kateterisasi jantung telah membuka banyak cara baru yang lebih minimal invasif untuk melakukan usaha diagnostik atau bahkan terapeutik. Angioplasti balon, dengan atau tanpa pemasangan *stent* (*bare-metal* atau *drug eluting*) adalah suatu teknik kardiologi invasif yang difasilitasi oleh kemajuan metode kateterisasi jantung. Penggunaan kateter dengan ujung balon untuk terapi penyakit aterosklerotik vaskular pertama kali dilakukan oleh dua ahli radiologi intervensi, Charles Dotter dan Melvin Judkins, pada tahun 1964 untuk mengobati kasus penyakit aterosklerotik di arteri femoralis superfisial. Adalah Andreas Gruentzig yang pertama kali berhasil melakukan intervensi koroner perkutan (IKP) pada manusia, tepatnya di tanggal 16 September 1977 di *University Hospital, Zurich*. Sejak saat itu, hingga pertengahan tahun 1980an sebanyak lebih dari 300.000 IKP telah dilakukan di setiap tahunnya, menyamai jumlah pembedahan *bypass* yang dilakukan untuk penyakit arteri koroner.^{3,6}

Selain kasus stenosis koroner, hampir semua kasus sumbatan di jantung atau di sistem peredaran darah dapat secara sukses dibuka dengan teknik yang berbasiskan kateter. Teknik introduksi kateter ke dalam sistem pembuluh darah pun memiliki sejarah yang berkembang. Hingga tahun 1950an, teknik yang digunakan untuk memasukkan kateter adalah teknik “*cut down*” di mana dilakukan penyayatan jaringan lunak di atas pembuluh darah hingga pembuluh yang akan digunakan tervisualisasi; teknik ini dikenal sebagai teknik Sones. Pada tahun 1953, sebuah pendekatan perkutaneus untuk memasukkan kateter diperkenalkan oleh ahli radiologi Sven-Ivar Seldinger, yang sampai sekarang masih dipergunakan dan dikenal sebagai teknik Seldinger. Terdapat pula variasi jenis kateter yang digunakan pada saat proses kateterisasi. Berbagai macam bentuk kateter ini, sesuai dengan tujuan fungsinya, pertama kali dikenalkan oleh Melvin Judkins pada tahun 1960an. Kateter Judkins hingga saat ini masih dikenal dan dipergunakan untuk berbagai fungsi kateterisasi. *Stenting* atau yang biasa disebut orang awam “pemasangan ring” juga menjadi subjek yang berkembang di bidang intervensi koroner. Setelah penggunaan *bare-metal stent*, orang mulai berusaha untuk berinovasi untuk mencegah hiperplasia neointimal pasca pemasangan *stent* yang akhirnya akan menyebabkan restenosis arteri terkait. Salah satu produk pertama yang difokuskan untuk mencegah restenosis *stent* adalah *heparin coated Palmaz-Schatz stent*. Di saat yang hampir bersamaan, Cordis, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang teknologi kardiologi, merancang *Cypher stent*, *stent* yang mampu melepaskan sirolimus (sejenis agen kemoterapi). Selain *Cypher stent* kita juga selanjutnya mengenal *Taxus stent*, yang mana *stent* jenis ini memiliki lapisan pembungkus kopolimer paclitaxel yang dapat menghambat replikasi sel.^{3,6} Hingga saat ini lapisan obat pada *stent* terus menerus mengalami perkembangan, sehingga durasi konsumsi

obat pengencer darah ganda oleh pasien juga semakin memendek.

Gangguan irama jantung juga merupakan salah satu kondisi patologis yang dapat diintervensi dengan menggunakan metode minimal invasif/kateterisasi. Kateter ablasi adalah suatu teknik minimal invasif yang bertujuan untuk menghilangkan atau menghentikan abnormalitas sistem listrik jantung. Ablasi pertama kali dilakukan pada manusia oleh Melvin Sheinmann pada tahun 1981, dengan menggunakan *direct current shock* berenergi tinggi. Apa yang dilakukan oleh Sheinmann menjadi inspirasi di kemudian hari bagi pengembangan *radiofrequency catheter ablation* (RFCA) yang menggunakan jumlah energi panas yang lebih kecil. Hingga saat ini, ablasi terus berkembang dan digunakan untuk menatalaksana berbagai macam aritmia jantung, seperti atrial fibrilasi, ventrikular takikardi, *premature ventricular contraction*, dan lain-lain.³

Selain metode ablasi, terdapat intervensi lain pada dunia kardiologi yang masih berhubungan dengan gangguan kelistrikan jantung. Alat pacu jantung adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengatur irama dan laju denyut jantung, yang dipasang pada orang-orang yang memiliki gangguan sistem “kelistrikan” jantung yang terlalu lambat, sehingga sirkulasi terganggu. Pacu jantung sendiri dibagi menjadi pacu jantung eksternal dan internal. Pada tahun 1959, Elmquist dan Senning di Universitas Zurich pertama kali melaporkan pemasangan alat pacu jantung internal pertama. Pada tahun 1970, seorang ahli jantung Israel, Michel Mirowski, berhasil menemukan alat *implantable cardioverter-defibrillator* (ICD) untuk pertama kalinya di *Sinai Hospital*, Baltimore. Sejak tahun 1960, alat pacu jantung terus menerus mengalami perkembangan, terutama dalam hal mengecilkan ukuran dan kemudahan pemasangan. Berat alat pacu jantung pada tahun 1960 adalah 170 gram dan terus

berkurang hingga saat ini dengan berat kurang dari 20 gram dengan teknologi *leadless* atau pacu jantung tanpa kabel. Pacu jantung kini tidak hanya memiliki fungsi untuk memperbaiki denyut jantung yang lambat, namun sudah terdapat sejenis pacu jantung khusus dengan tiga kabel yang berguna untuk menyelaraskan kembali kontraksi pada jantung-jantung yang sudah mengalami penurunan fungsi, sehingga semua ruangan pada jantung dapat bergerak selaras dan mempertahankan curah jantung; teknik tersebut dikenal sebagai *cardiac resynchronization therapy* (CRT).³

Elektrofisiologi sebagai salah satu subspecialisasi di ilmu kardiologi adalah cabang ilmu yang mempelajari segala sesuatu yang berhubungan dengan kelistrikan jantung. Telah dipahami oleh ahli fisiologi jaman dahulu bahwa setiap denyut jantung pasti memiliki hubungan dengan impuls listrik. Seorang ahli fisiologi asal Inggris, Augustus Waller, membuat suatu alat elektrometer kapiler yang menggunakan suatu kolom air raksa yang dapat naik dan turun seiring dengan adanya potensi listrik yang ditangkap. Akan tetapi, elektrometer yang dibuat oleh Waller ini dianggap masih jauh dari sempurna dan tidak akurat dalam menangkap hasil yang sesungguhnya. Elektrokardiografi, sebuah alat yang mampu merekam aktifitas listrik pada jantung, muncul dari penelitian yang dilakukan oleh seorang ahli fisiologi asal Belanda, Willem Einthoven, pada tahun 1903. Einthoven kecil lahir di Semarang, Hindia Belanda, dan merupakan putra dari Louise Marie Mathilde Caroline dan Jacob Einthoven. Einthoven menempuh pendidikan kedokteran dari Universitas Utrecht dan menjadi guru besar di Universitas Leiden 1886. Einthoven adalah yang pertama menggunakan *string galvanometer* untuk merekam aktifitas listrik pada jantung.. Einthoven memenangkan hadiah nobel di tahun 1924 atas kontribusinya di bidang elektrokardiografi. Lewat rekaman elektrokardiografinya, Einthoven sendiri telah

mendesripsikan berbagai jenis aritmia seperti *ventricular bigeminy*, kepek atrium, fibrilasi atrium, hipertrofi ventrikel dan pembesaran atrium. Berbagai defleksi yang ditemukan pada rekaman EKG nya dinamai sesuai dengan urutan alfabet yang biasa digunakan oleh Descartes, yaitu P, Q, R, S, dan T. Dan untuk itu, istilah elektrokardiogram pertama kali diperkenalkan oleh Einhoven pada *Dutch Medical Meeting* di tahun 1983.^{2,3,7}

Masing-masing gelombang yang direkam oleh elektrokardiografi, dari jaman Einthoven hingga saat ini, memiliki maknanya tersendiri. Gelombang T adalah sebuah defleksi positif pada rekaman elektrokardiogram yang merepresentasikan fase repolarisasi dari ventrikel. Gelombang T bersamaan dengan segmen QT (sebuah bagian dari rangkaian elektrokardiogram yang melambangkan aktivitas total depolarisasi-repolarisasi ventrikel) sering kali dikaitkan dengan prediksi kejadian *sudden cardiac death/SCD*. SCD didefinisikan sebagai suatu kematian alami yang tak terprediksi dengan penyebab kelainan jantung dalam waktu yang singkat, umumnya ≤ 1 jam dari awitan gejala. Diperkirakan hampir seperempat dari kematian disebabkan oleh SCD, dengan fibrilasi ventrikel sebagai penyebab utamanya. Yang menarik adalah, konsep SCD akibat VF pada manusia pertama kali dihipotesiskan oleh MacWilliam 120 tahun yang lalu, bahkan sebelum elektrokardiogram ditemukan. Momok SCD membuat pengembangan prediktor kejadiannya menjadi satu hal yang menarik untuk didalami. Beberapa prediktor yang dikaitkan dengan kejadian SCD di masa mendatang antara lain adalah durasi kompleks QRS, *QRST-angle*, interval QT, hipertrofi ventrikel, dan abnormalitas gelombang T.^{8,9}

Kelainan gelombang T dapat ditemukan pada berbagai macam kelainan. *Microvolt T-wave alternans* (MTWA) adalah suatu bentuk abnormalitas amplitudo gelombang T berupa variabilitas denyut per

denyut yang dapat diamati dari bentuk dan amplitudo gelombang T pada EKG permukaan yang mana merefleksikan heterogenitas temporal dari repolarisasi ventrikel. Terminologi alternans sendiri didefinisikan sebagai perubahan bentuk gelombang elektrokardiogram dari satu denyut ke denyut lainnya TWA dapat dibagi menjadi makro dan mikro. TWA makrovoltase telah dideskripsikan oleh Kalter dan Schwartz pada tahun 1948, dan mereka menyebutkan terdapat peningkatan risiko mortalitas di antara pasien yang terkena. Sejarah pengenalan MTWA dapat dijejaki balik hingga awal tahun 1980an. Adalah dokter Richard Cohen dan tim di *Massachusetts Institute of Technology* yang mengeksplorasi ide bahwa adanya variasi/alternans dari gelombang T yang tak kasat mata (terjadi pada level mikrovoltase) dan hubungannya dengan kejadian aritmia. Joseph Smith, bekerja sama dengan Cohen, mengembangkan sebuah metodologi *spectral* yang membuat seseorang mampu mengukur alternans di tingkat mikrovoltase. Pemahaman mengenai hubungan antara MTWA dengan kejadian SCD masih membutuhkan penelitian lebih lanjut. Mengingat, MTWA bukanlah sesuatu yang berdiri sendiri, melainkan diinduksi oleh faktor pengganggu yang mampu menyebabkan kelainan repolarisasi miokardium, seperti obat-obatan. Kemajuan ilmu elektrofisiologi sampai ke titik ini adalah sebuah perjalanan kontinu yang saling berkaitan. Setiap pelajaran di masa lalu akan menjadi modal untuk pengalaman di masa depan, begitu pula dengan ilmu kardiologi, di mana tiap-tiap fase nya menjadi fondasi untuk perkembangan di waktu mendatang.¹⁰

Referensi

1. Perhimpunan Dokter Spesialis Kardiovaskular Indonesia. About Us: History. <http://www.inaheart.org/about/history>, diakses pada tanggal 9 Oktober 2019
2. Reichert, P. (1978). A History of the Development of Cardiology as a Medical Specialty. *Clinical Cardiology* 1,5-15.
3. van der Wall E. E. (2013). Milestones in cardiovascular medicine: 10 or more?. *Netherlands heart journal : monthly journal of the Netherlands Society of Cardiology and the Netherlands Heart Foundation*, 21(12), 527–529.
4. Roguin A. (2006). Rene Theophile Hyacinthe Laënnec (1781-1826): the man behind the stethoscope. *Clinical medicine & research*, 4(3), 230–235.
5. Melly, L., Torregrossa, G., Lee, T., Jansens, J. L., & Puskas, J. D. (2018). Fifty years of coronary artery bypass grafting. *Journal of thoracic disease*, 10(3), 1960–1967.
6. Bourassa, MG. (2005). The history of cardiac catheterization. *The Canadian Journal of Cardiology*, 21(12):1011-1014
7. Al Ghatrif, M., & Lindsay, J. (2012). A brief review: history to understand fundamentals of electrocardiography. *Journal of community hospital internal medicine perspectives*, 2(1), 10.3402/jchimp.v2i1.14383.
8. Janse, M. J. (2003). A brief history of sudden cardiac death and its therapy. *Pharmacology & Therapeutics*, 100(1), 89–99.
9. Terho, H. K., Tikkanen, J. T., Kenttä, T. V., Junttila, J. M., Aro, A. L., Anttonen, O., Huikuri, H. V. (2018). Electrocardiogram as a predictor of sudden cardiac death in middle-aged subjects without a known cardiac disease. *International journal of cardiology*. *Heart & vasculature*, 20, 50–55.
10. Hohnloser, S. H. (2018). T-Wave Alternans. *Cardiac Electrophysiology: From Cell to Bedside*, 644–654.