

PERANAN TEKNOLOGI DI DUNIA KESEHATAN MENTAL : EFEKTIVITAS HEART RATE VARIABILITY BIOFEEDBACK DALAM MENURUNKAN STRES

¹Insan Firdaus; ²Ria Khairunnisa & ³Riris Nurhanifiyanti

¹Universitas Kebangsaan – Center of Behaviour Research
Jalan Terusan Halimun No. 37, Bandung, Indonesia, 40263

²Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. Hamka – Fakultas Psikologi
Jalan Limau II, Jakarta Selatan, Indonesia, 12130

³Universitas Tarumanagara – Fakultas Psikologi
Jalan Letjen S. Parman No. 1, Jakarta Barat, Indonesia, 11440

insanbct@gmail.com

Abstrak:

Paper ini bertujuan untuk menyediakan sebuah perspektif baru yang didapatkan berdasarkan studi literatur mengenai solusi alternatif untuk menurunkan tingkat stres pada individu di Indonesia. Stress pada umumnya merupakan reaksi nonspesifik terhadap berbagai tuntutan yang menimbulkan respon fisiologis dan perilaku serta dialami oleh berbagai kalangan ataupun umur. Stres seringkali dapat menjadi sebuah awal dari munculnya gangguan-gangguan psikologis lain jika tidak ditangani dengan baik. Kondisi stres dapat ditangani dengan lebih baik jika kita mampu mengenali tanda-tanda biologis pada tubuh ketika stres mulai terjadi. *Heart rate variability* (HRV), variasi dari interval antar detak jantung yang diukur berdasarkan variasi interval *beat-to-beat*, dan dimodulasi oleh *autonomic nervous system*, dapat menjadi sebuah *biomarker* untuk mengukur tingkat stres. HRV dan stres sangatlah berkaitan, mengingat bahwa tingkat HRV yang rendah menunjukkan buruknya sistem regulasi diri seseorang dalam menghadapi stres dan seringkali dikaitkan juga dengan berbagai gangguan psikologis lain seperti kecemasan dan depresi. Dengan kata lain, jika individu dapat meningkatkan HRV, maka individu tersebut dapat merespons kondisi stres dengan baik. Melihat fakta ini, sebuah teknologi biofeedback pun dikembangkan sebagai sebuah solusi alternatif yang mampu menurunkan stres dan meningkatkan HRV pemakainya. Teknologi biofeedback yang disebut dengan *heart rate variability biofeedback* (HRV-BF) merupakan sebuah intervensi berupa instrumen biofeedback yang secara spesifik mengukur HRV, bersifat invasif, mudah, dan aman serta digunakan melalui latihan pernafasan secara perlahan untuk dapat meningkatkan HRV. Berbagai studi mengenai HRV-BF pun dilakukan untuk menunjukkan efektivitas alat ini dalam menurunkan stres dan gejala-gejala yang terkait, serta dapat meningkatkan kualitas psikologis individu.

Kata kunci: *Heart rate variability biofeedback; Stres*

PENDAHULUAN

Stres merupakan sebuah kondisi yang dapat dialami oleh semua orang. Supriyantoro, Jenderal Bina Upaya Kesehatan - Kementerian Kesehatan, menyatakan bahwa 17,4 juta orang Indonesia atau sekitar 11,4 persen orang Indonesia mengalami stres dan depresi (dalam Kompasiana, 2011). Stres juga merupakan segala peristiwa atau kejadian, baik berupa tuntutan-tuntutan eksternal (lingkungan) ataupun tuntutan-

tuntutan internal (fisiologis dan psikologis) yang menuntut, membebani, dan melebihi kapasitas individu (Lazarus dan Folkman, 1984). Stres dapat muncul karena terjadi kesenjangan antara tuntutan yang harus dipenuhi oleh individu dengan sumber daya biologis, psikologis atau sistem sosial yang dimiliki individu tersebut (Sarafino 2006). Hal tersebut yang akan mempengaruhi kognisi, emosi dan perilaku individu seperti depresi, menurunnya daya tahan tubuh, menurunnya konsentrasi, bahkan perubahan biologis dalam tubuh (Taylor, 2012; Fink, 2016; Joëls et al., 2007).

Selain itu, stres sendiri dapat dijelaskan melalui mekanisme psikofisiologis yang terjadi ketika individu mengalami kondisi stres. Saat stres otak akan mengaktifkan *Corticotropin Releasing Factor (CRF)*, khususnya pada *Hypothalamo-Pituitary-Adrenal (HPA)* axis (Stratakis dan Chrousos, 1995). *Hypothalamus* kemudian akan mengaktifkan *Symphathetic Nervous System (SNS)* untuk melepaskan hormon adrenalin dan kortisol sehingga terjadi ketidakseimbangan antara SNS dan *Parasympathetic Nervous System (PNS)* (Schuberts et al., 2009; APA, 2017). Hal tersebut yang menyebabkan adanya perubahan denyut jantung dan pernapasan, proses pencernaan, serta meningkatnya kadar glukosa dalam aliran darah pada individu (APA, 2017). Perubahan-perubahan pada mekanisme organ tubuh yang diakibatkan oleh kondisi stres menunjukkan pentingnya bagi individu untuk dapat mengenali indikator terjadinya stres pada tubuh, sehingga individu pun dapat menangani kondisi stres yang dialaminya dengan lebih cepat. Salah satu indikator yang dapat menunjukkan kondisi stres pada tubuh adalah variabilitas denyut jantung, atau biasa dikenal dengan *heart rate variability (HRV)*.

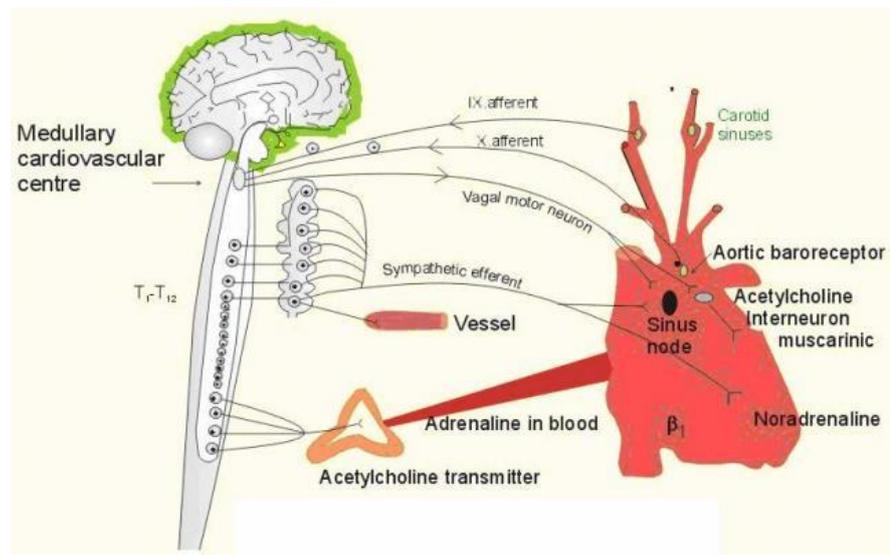
Heart Rate Variability sebagai biomarker kondisi stres pada tubuh.

Heart rate variability (HRV) merupakan variasi dari interval waktu diantara satu detak jantung dengan detak jantung lainnya, diukur berdasarkan variasi dalam interval *beat-to-beat* (detak per detak) dan digunakan sebagai suatu alat yang mendeskripsikan aktivitas sistem saraf otonom terkait dengan stres (McCarty et al., 2009; Lee et al., 2015; Camm et al., 1996; Vanitha & Suresh, 2014). Analisis HRV dapat memberikan informasi tentang modulasi otonom jantung dan menjadi sebuah tanda yang berguna untuk memahami *autonomic nervous system (ANS)* yang mengatur proses-proses tertentu di dalam tubuh. ANS sendiri memiliki dua cabang utama, yaitu *sympathetic nervous system* yang mengarah pada peningkatan denyut jantung dan *parasympathetic nervous system* yang mengarah pada denyut jantung (Vanitha & Suresh, 2014; DanTest, 2017).

Hal tersebut terjadi karena adanya aktivitas vagal yang dihasilkan oleh neuron vagal preganglionik di nukleus ambiguus (Namb) pada batang otak bawah, sehingga memicu sinyal secara cepat dan terus-menerus ke nodus sinatrial yang memperlambat denyut jantung melalui pelepasan asetikolin dari saraf vagal eferen (Carnevali & Sgoifo, 2014). Nodus sinotrial merupakan kumpulan neuron di bagian atas atrium kanan jantung yang bertindak sebagai alat pacu jantung alami (Sherwood, 2011).

HRV juga merupakan ukuran alami dari ketidakteraturan dalam denyut jantung (Novani & Prihatmano, 2016). Perubahan denyut jantung (*beat-to-beat*) tersebut sebagian besar dihasilkan dan diperkuat oleh interaksi antara jantung dan otak melalui jalur *sympathetic nervous system* dan *parasympathetic nervous system* pada ANS. Menurut Carnevali dan Sgoifo (2014), perubahan denyut jantung yang dihasilkan oleh PNS dilakukan pada jalur vagal dengan melepaskan *acetylcholin* dari saraf vagal eferen yang menyebabkan melemahnya denyut jantung. Selain itu, pikiran, emosi, dan pengaruh eksternal erat hubungannya dengan irama jantung,

fungsi sistem saraf, dan pernapasan (SweetWater Health, 2011). Dengan demikian HRV bisa dianggap sebagai ukuran fungsi *neurocardiac* yang mencerminkan interaksi otak dengan ANS (McCraty et al., 2009).



Gambar 1.1 pengaturan fungsi jantung oleh system syaraf otonomik (Paulev & Zubieta, 2011).

Terdapat beberapa fitur-fitur analisis pengukuran HRV, diantaranya *time domain*, *frequency domain*, dan *time frequency domain*. Pada cakupan *frequency domain*, *high frequency* (HF) dimodulasi oleh *parasympathetic nervous system* (PNS) yang mengarah pada fungsi pernapasan. *Low frequency* (LF) dengan range frekuensi 0,04-0,15 Hz merefleksikan sifat SNS dan sebagian sifat PNS (Maraes et al., 2013). Hubungan antara kedua frekuensi (LF/HF ratio) mengindikasikan keseimbangan antara *sympathetic nervous system* dan *parasympathetic nervous system*. Komponen *high frequency* dengan range frekuensi 0,15-0,40 Hz berkaitan dengan aktivitas parasimpatetik dan dimediasi hampir seluruhnya oleh vagus serta terkait dengan aktivitas pernafasan (Shin, 1993). Analisis frekuensi domain HRV digunakan sebagai suatu teknik non-invasif (tanpa kabel) untuk mempelajari kontrol otonom jantung (Novani & Prihatmano, 2016).

Heart rate variability pun seringkali digunakan sebagai biomarker yang menghubungkan antara pengukuran HRV dengan berbagai parameter kesehatan, salah satunya sebagai indikator untuk memperkirakan tingkat resistensi individu terhadap stres dan seberapa baik fungsi dari *Autonomic Nervous System* berjalan (Reiner, 2008; Sztajzel, 2004). Level HRV yang tinggi biasanya menggambarkan fleksibilitas sistem regulasi diri seseorang, sehingga tubuhnya akan lebih mudah dan cepat untuk beradaptasi dalam merespons perubahan internal (seperti luka) atau perubahan eksternal (seperti perubahan lingkungan atau stresor) (Lee et al., 2015). Sebaliknya, rendahnya tingkat HRV dihubungkan dengan berbagai gangguan kecemasan, seperti PTSD, gangguan panik, GAD, serta kondisi-kondisi medis lainnya (Wheat et al., 2010; Reiner, 2008; Lehrer & Woolfolk, 2007). Dengan kata lain HRV yang rendah akan menunjukkan sulitnya bagi tubuh individu dalam merespons stres dengan baik.

Jika individu memiliki HRV yang rendah dan membuatnya kesulitan untuk dapat merespons dengan baik kondisi stres yang dialami, maka penting bagi individu

untuk dapat meningkatkan kembali HRV yang dimilikinya. Pada dasarnya, beberapa cara dapat dilakukan untuk dapat meningkatkan HRV dalam usaha penurunan kondisi stres yang dialami. Salah satunya dengan cara memodulasi detak jantung individu melalui pengaturan pola pernafasan. Menurut Lehrer & Gevirtz (2014), ketika individu bernafas secara normal, salah satu dari banyaknya osilasi di denyut jantung biasanya akan muncul pada frekuensi yang sama dengan pernafasan. Pada umumnya, orang-orang seringkali akan bernafas pada frekuensi-frekuensi yang berbeda, waktu yang berbeda, dan pada tingkat yang berbeda juga.

Pengaturan pola pernafasan untuk dapat mencapai frekuensi yang sama dengan denyut jantung sehingga terciptanya pola irama yang dinamis dan sederhana dapat dilakukan melalui beberapa metode umum untuk menurunkan stres, seperti meditasi, olahraga, bahkan psikoterapis. Namun, pada dasarnya tidak semua orang dapat dengan mudah melakukan pengaturan pola pernafasan melalui cara-cara tersebut. Untungnya terdapat sebuah teknologi yang telah dikembangkan dengan baik dan dapat membantu individu dalam melatih pola pernafasannya dengan mudah dan aman. Teknologi tersebut merupakan sebuah biofeedback yang dibuat secara khusus untuk meningkatkan HRV.

Biofeedback sendiri adalah segala teknik dengan menggunakan instrumen elektronik yang membantu individu mendapatkan informasi dan mengontrol proses-proses psikofisiologis yang terjadi dan digunakan dengan tujuan meningkatkan kesehatan serta performansi individu (Gilbert & Moss, 2003; Moss, 2001; Gartha, 1976; Yucha & Montgomery, 2008). Instrumen-instrumen biofeedback mengukur berbagai aspek fisiologis, seperti aktivitas otot, suhu kulit, aktivitas elektrodermal, pernafasan, *heart rate* (detak jantung), *heart rate variability* (variabilitas detak jantung), tekanan darah, aktivitas elektrik otak, dan aliran darah otak (Yucha & Montgomery, 2008). Penerapan biofeedback sendiri telah banyak digunakan dan telah terbukti efektif dalam mengobati berbagai macam gangguan, baik gangguan medis maupun gangguan psikologis (Yucha & Montgomery, 2008). Salah satu jenis biofeedback yang saat ini banyak digunakan dan diteliti efektivitasnya adalah biofeedback yang dibuat khusus untuk mengukur dan meningkatkan HRV yang disebut dengan *heart rate variability biofeedback*.

Heart Rate Variability Biofeedback : Inovasi Modern Untuk Menurunkan Stres dan Gejala Gangguan Psikologis Yang Terkait.

Heart rate variability biofeedback (HRV-BF) merupakan sebuah intervensi berupa instrumen biofeedback yang secara spesifik mengukur *heart rate variability*(variabilitas detak jantung) dan telah terbukti efektif dalam mengurangi stres dan gejala-gejala yang berhubungan, serta meningkatkan kesehatan psikologis individu(Henriques et al., 2011; Ratanasiripong et al., 2012; Zucker et al ., 2009).

Ketika menggunakan HRV-BF, amplitudo dari osilasi denyut jantung (jarak maksimum dari pengulangan gerak jantung) akan meningkat untuk membentuk pola irama denyut jantung yang dinamis namun sederhana (Lehrer & Gevirtz, 2014) melalui pelatihan untuk bernafas secara perlahan (van der Zwan et al., 2015). Beberapa literatur menjelaskan mekanisme-mekanisme fisiologis dan psikologis apa yang sebenarnya terjadi pada saat menggunakan HRV-BF dan membuat HRV-BF menjadi salah satu alternatif yang efektif untuk diterapkan pada berbagai gangguan, baik medis maupun psikologis.

HRV-BF digunakan sebagai cara untuk memodulasi detak jantung individu dengan mengatur pola pernafasannya. Hal ini dapat terjadi karena penggunaan HRV-BF akan memproduksi sebuah fase hubungan 0° antara pernafasan dengan detak

jantung (detak jantung akan meningkat pada awal penghirupan dan menurun ketika nafas mulai dilepas), dimana disaat itulah pertukaran gas di paru-paru paling efisien terjadi (Hayano et al., 1996) dan amplitudo detak jantung meningkat secara signifikan (Lehrer & Gevirtz, 2014).

Selain pengaturan irama detak jantung melalui pola pernafasan, penggunaan HRV-BF akan menstimulasi jalur vagal afferent, yaitu jalur yang dapat mempengaruhi area-area otak yang terlibat dalam regulasi emosi dan mood seperti locus coeruleus, orbitofrontal cortex, insula, hippocampus, dan amygdala (Grundy, 2002). Hal inilah yang menjadi kemungkinan mengapa HRV-BF dapat secara efektif membantu menurunkan gejala-gejala depresi dan kecemasan (Reiner, 2008; Karavidas et al., 2007; Henriques et al., 2011).

HRV-BF sendiri saat ini memiliki berbagai macam jenis dengan bentuk yang berbeda-beda. Terdapat HRV-BF yang dapat digunakan dalam bentuk aplikasi smartphone (seperti EmWave® Personal Stress Reliever, HeartMath atau SweetBeat). Namun, yang paling sering digunakan dalam berbagai studi merupakan sebuah alat genggam HRV-BF bernama StressEraser (StressEraser™, Helictor, USA). StressEraser merupakan sebuah alat biofeedback yang non-invasif yang mengukur aktivitas detak jantung secara *real-time* melalui sensor infrared pada jari. Sensor jari pada StressEraser akan mengidentifikasi dan menghitung tiap detak jantung yang muncul berdasarkan dari jumlah waktu yang telah berlalu diantara dua detak jantung sebelumnya (dikutip dalam StressEraser® owner's Manual, 2007), atau secara singkat mengukur *heart rate variability* individu. Hal ini akan terlihat sebagai pola gelombang pada layar yang akan menunjukkan fluktuasi dari detak jantung individu saat itu.



Gambar 1.2 Tampilan fluktuasi detak jantung pada layar StressEraser (StressEraser® owner's Manual, 2007).

Penerapan HRV-BF sudah seringkali digunakan dalam berbagai penelitian, baik dalam bidang medis maupun psikologis, seperti asma (Lehrer, Smetankin, & Potapova, 2000), gangguan cardiovascular, hipertensi (Lin et al., 2012), fibromialgia (Hassett et al., 2007), depresi (Karavidas et al., 2007; Siepmann, Aykac, Unterdoerfer, Petrowski, & Mueck-Weymann, 2008), kecemasan (Henriques, Keffer, Abrahamson, & Horst, 2011; Reiner, 2008;), dan PTSD (Wheat et al., 2010; Zucker, Samuelson, Muench, Greenberg, & Gevirtz, 2009). Selain itu, HRV-BF juga telah terbukti mampu meningkatkan kesehatan psikologis individu yang menggunakannya (Henriques et al., 2011; Ratanasiripong et al., 2012; Zucker et al., 2009; Zwan et al., 2015).

Penggunaan Heart Rate Variability Biofeedback pada Berbagai Gangguan dan Kesehatan Psikologis

Tabel 1. Studi-studi mengenai penggunaan HRV-BF pada beberapa gangguan dan dampaknya pada kesehatan psikologis

Referensi	Tujuan Penelitian	Grup Partisipan	Tipe Biofeedback (Alat)	Jangka Waktu Penelitian dan Lama Sesi Intervensi	Hasil
HRV-BF dengan Stres					
(Ratanasiripong et al., 2012)	Menginvestigasi dampak dari program intervensi biofeedback terhadap level stres dan kecemasan	N = 60 Mahasiswa Keperawatan di tahun kedua selama pelatihan klinis mereka.	HRV (emWave PSR)	Selama 5 minggu; 2 kali sesi pelatihan, 3 kali dalam sehari.	Grup Biofeedback lebih mampu mengelola level stress dan mengalami penurunan signifikan pada level cemas, dibandingkan grup kontrol.
(van der Zwan et al., 2015)	Membandingkan efikasi dari aktivitas fisik, <i>mindfulness meditation</i> , dan juga Heart Rate Variability Biofeedback dalam menurunkan stres dan gejala-gejala yang terkait.	N = 76 Populasi umum umur 18-40 (sebagian besar adalah mahasiswa)	HRV (StressEraser)	2 jam pengenalan mengenai intervensi, diikuti dengan periode intervensi selama 5 minggu; 10-20 menit per hari	Gejala depresi, kecemasan, dan stress menurun. Kualitas tidur dan kesehatan meningkat. Tidak ada perbedaan hasil dibandingkan dengan 2 intervensi lainnya (aktivitas fisik dan <i>mindfulness meditation</i>)

Referensi	Tujuan Penelitian	Grup Partisipan	Tipe Biofeedback (Alat)	Jangka Waktu Penelitian dan Lama Sesi Intervensi	Hasil
HRV-BF dengan Kecemasan					
(Henriques et al., 2011)	Memahami lebih dalam efektivitas dari program HRV berbasis komputer dalam menurunkan kecemasan dan mood negatif	N = 9 Mahasiswa dengan tingkat kecemasan tinggi	HRV (Freeze-Frame)	Selama 4 Minggu; 20 menit per hari; 5 hari per minggu; Mood and Anxiety Symptom Questionnaire (MASQ) tiap minggu	Penurunan dalam kecemasan dan mood negatif setelah memanfaatkan program HRV-BF
					HRV-BF secara signifikan mampu
HRV-BF dengan Depresi					
(Karavidas et al., 2007)	Menilai kemungkinan penggunaan HRV-BF untuk menangani MDD	N = 11 Partisipan dengan <i>Major Depressive Disorder</i> (MDD)	HRV (J & J I-330 DSP-12)	Selama 10 minggu; Sesi berlangsung selama 1 jam tiap minggu nya.	Penurunan pada depresi. Peningkatan yang besar pada HRV dan beberapa kronik meningkat, menunjukkan adanya peningkatan pada aktivitas cardiovagal.
(Siepmann et al., 2008)	Menilai penggunaan HRV-BF untuk menangani depresi	N = 38 Pasien dengan depresi usia 30 tahun; partisipan sehat dengan perlakuan; partisipan tanpa perlakuan	HRV (Stressball)	6 sesi selama 2 minggu	Penurunan yang besar pada depresi, kecemasan, dan denyut jantung. Peningkatan pada HRV.
(Zucker et al., 2009)	Membandingkan antara RSA Biofeedback dengan PMR (<i>Progressive Muscle Relaxation</i>) sebagai intervensi PTSD	N = 38 Pasien PTSD dengan komorbid SUD	RSA (Stressball)	20 menit per hari; selama 4 minggu	Penurunan besar pada depresi. Peningkatan HRV pada grup RSA dibandingkan grup PMR. Penurunan PTSD dan gejala insomnia secara signifikan. Rendahnya rasa <i>craving</i> akan narkotika pada grup RSA.

Referensi	Tujuan Penelitian	Grup Partisipan	Tipe Biofeedback (Alat)	Jangka Waktu Penelitian dan Lama Sesi Intervensi	Hasil
HRV-BF dengan PTSD					
(Tan et al., 2011)	Menilai HRV para veteran dan menilai efikasi HRV-BF sebagai penanganan PTSD	N = 30 Veteran perang dengan PTSD dan partisipan sehat	HRV	8 sesi perawatan	Veteran dengan PTSD memiliki level HRV lebih rendah dengan partisipan sehat. Penurunan gejala PTSD setelah penggunaan HRV-BF
(Ginsberg et al., 2013)	Meneliti efek dari HRV-BF pada gejala PTSD dan kognisi	N = Unknown Veteran perang dengan PTSD	HRV (emWave PSR)	6 minggu; 25 menit tiap sesi; 15 menit perekaman HRV pasif	Penurunan pada gejala PTSD
Penggabungan antara HRV-BF dengan Psikoterapis					
(Reiner, 2008)	Mengintegrasikan antara HRV-BF dengan CBT kepada pasien dengan gangguan kecemasan dan gangguan disfungsi autonomis lainnya.	N = 24 Pasien gangguan kecemasan yang mengikuti perawatan perawatan <i>outpatient cognitive behavioral therapy</i>	HRV (StressEraser)	Selama 3 minggu; 15 menit perkenalan; 3-5 menit follow-up setiap minggu. SE digunakan selama sesi CBT berlangsung	Penurunan signifikan pada kecemasan, amarah, dan kesulitan tidur. Partisipan merasa lebih relaks dibandingkan dengan teknik relaksasi lain.
HRV-BF dengan <i>Psychological well-being</i>					
(Prinsloo et al., 2011)	Menilai efek penggunaan HRV-BF berdurasi pendek pada performansi kognitif dan skors afektif selama kondisi stres	N = 18 Laki-laki sehat berumur 24-41 tahun, yang biasanya mengalami stress tinggi dalam pekerjaan.	HRV (StressEraser)	10 menit	Peningkatan performansi kognitif ditandai dengan peningkatan kecepatan dan konsistensi waktu reaksi, sedikitnya kesalahan dalam mengerjakan Stroop Task yang termodifikasi. Partisipan merasa lebih relaks, kecemasan menurun, dan lebih tidak mengantuk. HRV meningkat.
(Ebben et al., 2009)	Meningkatkan kualitas tidur dengan penggunaan HRV-BF	N = 10 Partisipan sehat dan tidak memiliki sejarah gangguan tidur.	HRV (StressEraser)	Sebelum tidur, pengisian pertanyaan; pengenalan terhadap SE selama 10 menit; pemasangan SE 2 jam sebelum waktu tidur; 20 menit penggunaan SE	HRV-BF menurunkan adanya gangguan tidur, ditandai dengan penurunan skors signifikan pada skala kesulitan tidur.

Stres

Ratanasiripong dan peneliti lainnya (2012) melakukan sebuah *randomized controlled study* untuk menginvestigasi bagaimana dampak dari program intervensi biofeedback terhadap level stres dan kecemasan yang dialami mahasiswa di sekolah keperawatan selama pelatihan klinis mereka. Partisipan studi ini merupakan 60 mahasiswa keperawatan di tahun kedua, yang dibagi menjadi dua kelompok. Kelompok pertama (grup biofeedback) merupakan 30 mahasiswa keperawatan yang menerima sebuah pelatihan bagaimana menggunakan alat HRV-BF untuk membantu pengelolaan stres dan kecemasan yang dilakukan selama 5 minggu, sedangkan 30 mahasiswa keperawatan lainnya masuk ke dalam grup kontrol dan tidak menerima pelatihan apapun. Jenis HRV-BF yang digunakan dalam studi ini adalah emWave PSR.

Hasil dari studi ini mengindikasikan bahwa kelompok biofeedback mampu menjaga level stres mereka dibandingkan grup kontrol, yang dalam waktu 5 minggu pelatihan klinis terlihat adanya peningkatan level stres yang signifikan. Terlebih,

pada grup biofeedback terlihat adanya penurunan level kecemasan yang signifikan, sedangkan grup kontrol terlihat adanya peningkatan yang cukup pada level kecemasannya. Dalam kata lain, studi ini menunjukkan bahwa penggunaan HRV-BF dalam menurunkan stres dan kecemasan terbukti cukup efektif, terlihat dari bagaimana grup biofeedback lebih mampu mengelola level stress mereka dan juga mengalami penurunan signifikan pada level cemas mereka.

Mendukung hasil penelitian ini, van der Zwan dan kawan peneliti lainnya (2015) juga melakukan sebuah *randomized controlled trial* yang dilakukan dengan tujuan untuk membandingkan efikasi dari aktivitas fisik, *mindfulness meditation*, dan juga Heart Rate Variability Biofeedback dalam menurunkan stres dan gejala-gejala yang terkait. Para peneliti studi ini telah merekrut 126 partisipan yang dipilih secara random untuk dibagi menjadi tiga grup yang berbeda (grup aktivitas fisik, grup *mindfulness meditation*, dan grup HRV-BF), namun pada akhirnya hanya 76 partisipan yang setuju untuk mengikuti studi ini. Intervensi-intervensi yang diberikan terdiri dari psikoedukasi, pengenalan mengenai teknik intervensi tertentu, lalu latihan tiap hari di rumah selama 5 minggu.

Tiap partisipan menerima pengingat harian untuk latihan mereka dan dihubungi tiap minggunya untuk memantau kemajuan dari tiap partisipan. Mereka juga memenuhi kuesioner sebelum, sesaat setelah intervensi selesai, dan 6 minggu setelah intervensi dijalankan. Pelatihan-pelatihan untuk studi ini dibagi menjadi 3, aktivitas fisik terdiri dari aktivitas yang memiliki intensitas tinggi sesuai dengan pilihan partisipan. Pelatihan *mindfulness meditation* terdiri dari meditasi *mindfulness* yang dipandu. Sedangkan pelatihan HRV-BF terdiri dari latihan pernafasan perlahan dengan sebuah alat HRV-BF.

Hasil dari pelatihan yang membandingkan tiga pelatihan yang berbeda dan memiliki kesamaan dalam penggunaan sendiri dan tidak dibatasi oleh tempat dan waktu ini menunjukkan bahwa HRV-BF sama efektifnya, tak hanya dalam menurunkan stres, kecemasan, gejala depresi, namun juga meningkatkan kesehatan psikologis serta kualitas tidur dengan intervensi lainnya seperti aktivitas fisik dan *mindfulness meditation*.

Kecemasan.

Henriques dan para peneliti lainnya (2011) melakukan sebuah studi pilot untuk memahami lebih dalam mengenai efektivitas dari program *heart rate variability* berbasis komputer dalam menurunkan kecemasan dan mood negatif pada mahasiswa. Pada studi ini digunakan HRV-BF bernama Freeze-Framer yang digunakan selama 4 minggu. Partisipan pada studi ini merupakan 9 mahasiswa yang memiliki kecemasan yang tinggi. Hasil dari studi pilot ini menunjukkan bahwa adanya penurunan dalam kecemasan dan mood negatif setelah memanfaatkan program HRV-BF selama 4 minggu.

Mendukung hasil penelitian sebelumnya, sebuah penelitian di Korea Selatan dengan tujuan untuk menentukan dampak dari perawatan HRV-BF dan pelatihan relaksasi dalam menurunkan kecemasan (Lee et al., 2015). 40 mahasiswa dibawah umur 35 tahun di Science and Technology University yang terletak di Pohang, Korea Selatan telah dipilih secara random. Namun, hanya 15 mahasiswa yang mendapatkan skor lebih dari 40% dalam State-Trait Anxiety Inventory (STAI) yang dapat memasuki sampel akhir dari penelitian ini. 15 mahasiswa tersebut dibagi kembali menjadi tiga kelompok, yaitu kelompok “HRV-BF treatment” (n = 5), kelompok pelatihan relaksasi (n = 5), dan kelompok kontrol tanpa adanya perlakuan (n = 5).

Pada kelompok “HRV-BF treatment”, 5 mahasiswa mendapatkan 4 sesi HRV-BF yang dilakukan selama 45 menit setiap 2 minggunya. Selama sesi, partisipan diminta untuk mencari cara agar dapat meregulasi pernafasan mereka, sambil menerima umpan balik dari alat HRV-BF, yaitu emWave PC dan HeartMath. Sedangkan pada kelompok pelatihan relaksasi, partisipan mengikuti 4 sesi pelatihan relaksasi, dimana setiap sesinya partisipan akan diajarkan berbagai teknik relaksasi yang berbeda (seperti belajar pernafasan diafragma di sesi pertama, relaksasi otot progresif di sesi kedua, pelatihan autogenik di sesi ketiga, serta *guided imagery* di sesi terakhir). Setiap sesi berjalan selama 45 menit dan dilakukan setiap 2 minggu.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa perawatan HRV-BF secara signifikan mampu menurunkan kecemasan dibandingkan dengan kelompok tanpa-perlakuan. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang juga menunjukkan bahwa penggunaan HRV-BF dapat menurunkan kecemasan (Ratanasiripong et al., 2012). Selain menunjukkan penurunan kecemasan secara efektif, pada penelitian ini juga terlihat bahwa beberapa partisipan mengindikasikan bahwa penggunaan HRV-BF yang memberikan mereka rasa penguasaan dan meningkatkan *self-efficacy* mereka dalam mengatur rasa cemas dan stres mereka melalui restrukturisasi kognitif (Lee et al., 2015).

Depresi.

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, salah satu mekanisme dalam penggunaan HRV-BF yaitu dapat menstimulasi jalur vagal afferent, dimana jalur tersebut merupakan jalur yang dapat mempengaruhi area-area otak yang terlibat dalam regulasi emosi dan mood (Grundy, 2002). Hal inilah yang membuat penggunaan HRV-BF efektif terhadap beberapa gangguan psikologis, salah satunya adalah depresi. Beberapa studi telah membuktikan efektivitas dari HRV-BF dalam menangani depresi.

Penelitian oleh Karavidas dan peneliti (2007) lain misalnya dilakukan untuk menilai kemungkinan penggunaan HRV-BF untuk menangani *Major Depressive Disorder* (MDD). Penelitian *open-label* ini memiliki 11 partisipan yang menerima kondisi penanganan dimana tiap pasien menghadiri 10 sesi mingguan. Jenis HRV-BF yang digunakan merupakan J & J I-330 DSP-12. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa HRV-BF dapat menjadi sebuah penanganan yang berguna untuk MDD. Hal ini terlihat dari terdapatnya peningkatan yang besar pada HRV dan beberapa kronik meningkat, menunjukkan adanya peningkatan pada aktivitas cardiovagal.

Sebuah studi pilot dilakukan untuk menilai kemungkinan dari penggunaan HRV-BF untuk menangani depresi, dari tingkat sedang hingga parah (Siepmann et al., 2008). Penelitian ini merupakan sebuah *open-label* studi sehingga partisipan pada studi ini sendiri yang dibagi menjadi 14 pasien dengan tingkat depresi yang berbeda-beda berusia 30 tahun (dengan jumlah perempuan sebanyak 13 dan laki-laki 1) dan 12 volunteer yang sehat untuk menghadiri 6 sesi HRV-BF selama 2 minggu. Pada studi ini, selain melihat bagaimana efek HRV-BF pada pasien gangguan depresi, tetapi juga melihat bagaimana efeknya pada subjek sehat. Sehingga terdapat juga 12 subjek sehat yang diobservasi dibawah kondisi kontrol aktif.

Jenis HRV-BF yang digunakan pada studi ini merupakan Stressball dan dilakukan 20 menit per hari, selama 2 minggu. Hasil dari penelitian ini adalah bahwa terlihat adanya penurunan yang besar pada depresi, penurunan kecemasan, penurunan denyut jantung dan peningkatan terhadap HRV setelah penggunaan biofeedback. Dalam kata lain, penggunaan HRV-BF tampaknya efektif dan berguna

untuk perawatan depresi yang terlihat dari adanya peningkatan pada heart rate variability.

Post-traumatic Stress Disorder

Post-traumatic Stress Disorder merupakan sebuah gangguan kecemasan yang ditandai dengan ketakutan yang kuat dan rasa tidak berdaya (helplessness) dalam individu setelah mengalami sebuah kejadian traumatis (Tan et al., 2013). Kondisi *hyperarousal* yang terus menerus terjadi pada PTSD mengindikasikan bahwa terdapat disregulasi autonomic, yaitu lemahnya *parasympathetic nervous system* (PNS) dan meningkatnya *sympathetic nervous system* (SNS) (Blechert et al., 2007). Terlebih peningkatan denyut jantung seringkali ditemukan pada individu yang menderita PTSD memperkuat asumsi tersebut. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, denyut jantung diregulasi oleh PNS dan SNS. Melihat fakta ini, *heart rate variability* dapat dijadikan sebagai indikator alami dari *autonomic nervous system*, sehingga individu yang menderita PTSD dapat berpotensi untuk dapat merendahkan gejala PTSD yang dialami dengan menggunakan *Heart rate variability biofeedback*.

Penggunaan HRV-BF dalam penanganan PTSD telah dilakukan oleh Zucker dan para peneliti lainnya (2009) dengan menyebutnya sebagai respiratory sinus arrhythmia (RSA) biofeedback. Penelitian ini merupakan sebuah *controlled pilot study* yang membandingkan antara RSA biofeedback dengan *Progressive Muscle Relaxation* (PMR) sebagai intervensi bagi 38 individu dengan gejala PTSD yang ada di dalam sebuah *residential treatment facility* untuk pecandu narkoba (Substance use disorder). Dua kelompok tersebut dinilai saat pra-intervensi dan 4 minggu post-intervensi. Sedangkan jenis HRV-BF yang digunakan pada studi ini adalah StressEraser.

Hasil dari studi ini adalah terdapatnya penurunan depresi yang besar dan adanya peningkatan HRV pada grup RSA dibandingkan grup PMR. Pada kedua grup juga ditemukan bahwa adanya penurunan PTSD dan gejala insomnia secara signifikan, serta merendahnya rasa *craving* akan narkoba pada grup RSA. Sehingga, peningkatan pada HRV dapat diasosiasikan secara signifikan dengan penurunan gejala PTSD. Dalam kata lain, penggunaan HRV-BF untuk meningkatkan kesehatan fisiologis dan psikologis pada individu yang mengalami PTSD telah terbukti efektif dengan adanya studi ini.

Mendukung hasil studi ini, sebuah studi yang dilakukan oleh Tan dan peneliti lainnya (2011) yang dilakukan untuk menilai HRV diantara para veteran sekaligus menilai efikasi dari HRV-BF sebagai penanganan bagi veteran yang mengalami PTSD akibat peperangan. Studi ini dilakukan di Houston VA Medical Center dengan membandingkan antara 20 veteran yang telah didiagnosa dengan PTSD dengan 10 partisipan kontrol yang sehat. Pada studi ini, ditemukan bahwa veteran dengan PTSD memiliki level HRV yang lebih rendah dibandingkan dengan individu tanpa PTSD. Para veteran yang didiagnosa dengan PTSD menggunakan HRV-BF sebagai tambahan dari penanganan yang biasanya sudah dilakukan.

Hasil dari studi ini menunjukkan penggunaan HRV-BF efektif dalam merendahkan gejala PTSD yang ditunjukkan dengan rendahnya skor Clinician-Administered PTSD Scale dan PTSD Checklist-Specific dari baseline dengan post-perawatan *follow-up* pada grup yang menerima perawatan HRV-BF. Sedangkan grup kontrol yang menerima perawatan yang biasanya tanpa adanya HRV-BF tidak menunjukkan adanya perubahan dalam dua instrumen penilaian tersebut. Penemuan ini mengindikasikan kembali bagaimana HRV-BF secara signifikan mampu

merendahkan gejala PTSD dan juga bermanfaat dalam penanganan PTSD melebihi perawatan biasanya.

Menambahkan hasil-hasil penelitian tersebut, sebuah penelitian berjudul “*Heart Rate Variability Biofeedback for OIF-OEF Combat Veterans with PTSD*” dilakukan (Ginsberg et al., 2013). Studi ini merupakan pre-post, *single-blind* (menunjukkan sebuah eksperimen dimana informasi yang dapat menyebabkan bias disembunyikan dari subjek), *sham-controlled* (terkontrol) yang meneliti efek dari HRV-BF pada gejala PTSD dan kognisi. Pada studi itu, veteran perang dengan PTSD yang setuju untuk berpartisipasi dibagi menjadi dua grup, yaitu grup pelatihan HRV-BF aktif dan pelatihan HRV-BF palsu.

Prosedur dari studi ini sendiri adalah setelah para partisipan menjalani pemantauan HRV pasif (tanpa adanya timbal balik visual) diikuti dengan penilaian psikologis. Pemantauan HRV dan penilaian psikologis dilakukan pada 3 waktu, yaitu pretraining, posttraining, dan 8 minggu follow-up. Selama menjalani 15 menit perekaman HRV pasif, subjek penelitian diperlihatkan sebuah gambar alam yang statis dan menenangkan (seperti gunung dan langit) di layar komputer. Sedangkan timbal-balik (feedback) visual HRV tidak diberikan selama perekaman HRV pasif.

Perawatan yang dijalani oleh PTSD grup meliputi 6 minggu protokol pelatihan dengan HRV-BF aktif dan palsu. Pada grup pelatihan HRV-BF aktif, terdapat 25 menit pelatihan biofeedback dan periode *coaching* dengan diberikan visual HRV feedback, lalu diikuti dengan periode perekaman HRV pasif selama 15 menit. Selama 15 menit perekaman HRV pasif, subjek diminta untuk menggunakan teknik yang sudah dilatih pada periode *coaching*. Sedangkan pada partisipan di dalam grup pelatihan HRV-BF palsu, mereka diminta untuk melihat gambar statis yang menenangkan selama 25 menit, tanpa adanya visual HRV feedback, dan juga diminta untuk relaks oleh pelatih biofeedback. Setelahnya, mereka menjalani 15 menit perekaman HRV-BF pasif. Pada subjek HRV-BF aktif, mereka menggunakan EmWave® Personal Stress Reliever dan diminta untuk melatihnya di rumah, sedangkan grup HRV-BF palsu menggunakan sebuah “squeeze stress reliever” dan diminta juga untuk dilatih di rumah.

Hasil dari penelitian tersebut adalah pada grup HRV-BF aktif ditemukan bahwa adanya penurunan yang besar pada gejala PTSD baik ketika pengukuran saat posttraining dan follow-up, sedangkan pada grup HRV-BF palsu hanya terlihat perubahan tak berarti. Dalam kata lain, veteran perang yang memiliki PTSD terlihat mengalami peningkatan pada gejala PTSD mereka secara langsung dari 6 minggu penggunaan HRV-BF. Meskipun efek tersebut menurun saat dilakukannya follow-up, namun manfaat dari pretraining hingga follow-up sangatlah signifikan.

Psychological well-being

Selain telah terbukti efektif dalam membantu menurunkan stres dan gangguan-gangguan yang berhubungan (seperti depresi dan kecemasan), penggunaan HRV-BF dapat juga digunakan untuk membantu meningkatkan kesehatan psikologis. Beberapa studi yang telah dilakukan menunjukkan hasil dimana para penggunanya dapat meningkatkan kesehatan psikologis mereka.

Seperti yang diketahui, HRV dapat digunakan sebagai sebuah biomarker stres individu. Tinggi rendahnya level HRV seringkali dihubungkan dengan berbagai kondisi kesehatan. Jika level HRV tinggi contohnya, dapat dihubungkan dengan meningkatnya fungsi eksekutif otak dan juga mampu bereaksi lebih cepat serta dapat merespons dengan benar pada tugas-tugas kognitif (Hansen et al., 2004; Hansen, Johnsen & Thayer, 2003). Hal ini menunjukkan bahwa tinggi rendahnya level HRV

dapat mempengaruhi bagaimana fungsi kognisi seseorang. Penggunaan HRV-BF dan hubungannya dengan performansi kognitif pun telah dilakukan.

Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Prinsloo dan peneliti lainnya (2011) bertujuan untuk menilai efek dari 10 menit penggunaan HRV-BF pada performansi kognitif dan skors afektif selama kondisi stres. Partisipan pada studi ini adalah 18 laki-laki sehat, berumur sekitar 23-41 tahun, yang biasanya mengalami stress tinggi dalam pekerjaan. 18 laki-laki tersebut lalu di acak dan dibagi menjadi dua grup, yaitu grup intervensi HRV-BF (BIO) dan grup intervensi komparatif (COM). Semua subjek penelitian menjalani sebuah sesi pelatihan tunggal terstandarisasi selama seminggu sebelum dimulainya eksperimen trial.

HRV-BF yang digunakan pada studi ini adalah StressEraser™, yang digunakan untuk pelatihan dan sesi percobaan pada grup BIO. Sedangkan pada grup COM menggunakan alat yang berasal dari Helicor USA (perusahaan yang memproduksi StressEraser) yang terlihat mirip dengan alat HRV-BF namun menggunakan algoritma yang berbeda untuk menunjukkan RSA wave di layarnya. Subjek penelitian juga melengkapi sebuah Stroop Task yang telah dimodifikasi (Stroop Task dibuat menjadi versi komputernya sehingga subjek dapat merespons dengan cara menekan tombol keypad dibandingkan merespons secara verbal. Stroop Task tersebut meliputi berhitung secara mental 18 kotak putih yang secara acak ditunjukkan diantara kata-kata warna-warni, hal ini dilakukan baik sebelum maupun sesudah 10 menit intervensi. Selain itu, subjek diminta untuk mengisi kuesioner untuk mengukur tingkat kecemasan mereka.

Hasil penelitian ini adalah penggunaan intervensi HRV-BF berdurasi pendek telah terbukti mampu meningkatkan performansi kognitif pada Stroop Task yang termodifikasi. Hasil ini sendiri tidak ditemukan pada intervensi komparatif. Peningkatan pada performansi kognitif sendiri ditandai dengan adanya peningkatan dalam kecepatan dan konsistensi pada waktu reaksi setelah intervensi, ditambah lagi sedikitnya terjadi kesalahan dalam menghitung kotak-kotak putih dalam Stroop Task tersebut. Subjek pada grup BIO juga merasa bahwa mereka lebih merasa relaks, kecemasan menurun dan lebih tidak mengantuk dibandingkan subjek pada grup COM. Selain itu, pada penelitian ini juga ditemukan selama dijalankannya intervensi terdapat perbedaan fisiologis yang signifikan diantara grup BIO dan COM, terlihat dari rendahnya *respiratory rate* dan meningkatnya HRV pada grup BIO dibandingkan subjek pada grup COM. Hal ini menunjukkan pada peningkatan pada performansi kognitif dapat menghasilkan juga *slowed respiratory rate* dan HRV yang meningkat.

Selain telah terbukti mampu membantu meningkatkan performansi kognitif, HRV-BF juga telah terbukti dapat menjadi penanganan pada kesulitan untuk tidur. Sebuah studi dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas tidur dengan penggunaan HRV-BF bernama StressEraser dalam laboratorium (Ebben et al., 2009). Partisipan pada studi ini berjumlah 10 orang yang tidak memiliki sejarah gangguan tidur secara acak ditempatkan pada dua grup, yaitu grup yang menggunakan StressEraser dengan grup tanpa treatment. Sebuah skala kesulitan tidur dibuat dengan mengukur efisiensi tidur, REM latency, menit-menit dari tahap 1 tidur, dan bangun setelah tidur untuk mengevaluasi perbedaan antara dua grup tersebut.

Pada grup yang menggunakan StressEraser terlihat adanya penurunan skors signifikan pada skala gangguan tidur dibandingkan dengan subjek pada grup yang tidak menerima treatment apapun. Dengan kata lain, penggunaan StressEraser secara signifikan mampu meningkatkan kualitas tidur dibandingkan tidak menggunakan StressEraser. Hal ini mengindikasikan bahwa StressEraser sebagai salah satu alat

HRV-BF dapat menjadi alat yang efektif dalam menurunkan *the first-night effect* pada tidur.

Penggabungan antara Heart Rate Variability Biofeedback dengan Psikoterapis

Penggunaan HRV-BF tidak hanya dapat digunakan sendiri, namun dapat dikombinasikan dengan pendekatan terapeutic lainnya, seperti konseling, *Cognitive Behavioral Tehrapy* (CBT), dan manajemen stress (Climov, 2008; Reiner, 2008; Ratanasirpong et al., 2010). Beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggabungan antara HRV-BF dengan berbagai pendekatan tradisional mampu menurunkan kecemasan secara signifikan. Salah satu penelitian menggunakan HRV-BF dilakukan oleh Reiner (2008), melalui sebuah studi yang mengintegrasikan antara HRV-BF dengan CBT kepada pasien dengan gangguan kecemasan dan gangguan lainnya yang seringkali dihubungkan dengan disfungsi autonomis. Partisipan pada studi ini merupakan 24 orang yang mengikuti perawatan *outpatient* CBT dan memiliki gangguan kecemasan. Penelitian tersebut dilakukan selama 3 minggu. HRV-BF berupa StressEraser diberikan selama sesi CBT berlangsung.

Hasil penelitian menggunakan StressEraser ini menunjukkan adanya penurunan signifikan pada kecemasan, amarah, dan kesulitan tidur. Partisipan juga merasa lebih relaks dibandingkan dengan teknik relaksasi lain seperti meditasi dan yoga. Sehingga, penggunaan HRV-BF terlihat cukup menjanjikan untuk diintegrasikan dengan perawatan lain seperti CBT.

Kelebihan dan Kekurangan Heart Rate Variability Biofeedback

Berdasarkan berbagai studi yang telah dipaparkan sebelumnya, penggunaan *heart rate variability biofeedback* terbukti efektif dalam menangani berbagai gangguan medis dan psikologis. Penggunaan HRV-BF pun pada beberapa tahun belakangan ini semakin banyak diminati. Mudahnnya penggunaan, dengan resiko efek samping yang rendah, dan dapat digunakan kapan saja dan dimana saja tanpa adanya batasan terhadap lokasi tertentu membuat alat biofeedback ini dipilih sebagai solusi alternatif, baik dalam menurunkan stres maupun gangguan lainnya (Tan et al., 2013; Henriques et al., 2011; Cavanagh et al., 2013; Jazaieri et al., 2012). Selain itu, dibandingkan dengan alat neurofeedback lain (seperti EEG) yang pada umumnya membutuhkan biaya yang besar untuk dapat digunakan, pelatihan biofeedback menggunakan HRV-BF pun menyajikan sebuah alternatif dengan harga yang lebih ekonomis (Prinsloo et al., 2011).

Sayangnya, keberadaan HRV-BF di Indonesia sendiri masih belum bisa didapatkan. Hal ini dikarenakan mahalnnya biaya yang harus dikeluarkan jika alat ini dipasarkan di Indonesia. Ditambah lagi, meskipun topik HRV dan HRV-BF semakin populer dan berkembang pesat di beberapa negara lain, di Indonesia sendiri masih sedikit sekali masyarakat yang mengetahui tentang solusi alternatif ini. Pengadaan HRV-BF di Indonesia akan sangat membantu para individu yang ingin menurunkan stres dengan lebih mudah dan aman, melihat dari bagaimana beerbagai studi telah membuktikan efektivitas HRV-BF dalam menurunkan stres dan gejala gangguan psikologis lainnya.

SIMPULAN DAN SARAN

Berbagai studi yang telah dipaparkan sebelumnya menunjukkan bahwa HRV-BF ini memiliki efektivitas yang relatif tinggi. Selain mampu menurunkan stres, HRV-BF pun dapat digunakan untuk menurunkan gejala gangguan psikologis lain,

seperti kecemasan, depresi, bahkan PTSD. HRV-BF pun dapat meningkatkan kesehatan psikologis, seperti membantu meningkatkan fungsi kognitif dan kualitas tidur. Penggabungan HRV-BF pada metode psikoterapis seperti CBT dan PET pun membantu meningkatkan keberhasilan terapi kepada pasien. Meskipun alat biofeedback ini masih belum bisa didapatkan di Indonesia, HRV-BF nampaknya layak untuk dipertimbangkan sebagai salah satu solusi alternatif yang digunakan untuk menurunkan stres pada masyarakat di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- American Psychological Association.(2017). Stress effect on the body. Retrieved from <http://www.apa.org/helpcenter/stress-body.aspx>.
- Blechert, J., Michael, T., Grossman, P., Lajtman, M., & Wilhelm, F. H. (2007). Autonomic and respiratory characteristics of posttraumatic stress disorder and panic disorder. *Psychosomatic Medicine*, 69, 935–943.
- Camm, A. J., Malik, M., Bigger, J. T., Breithardt, G., Cerutti, S., Cohen, R. J., ... & Lombardi, F. (1996). Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *European heart journal*, 17(3), 354-381.
- Carnevali, L., & Sgoifo, A. (2014). Vagal modulation of resting heart rate in rats: the role of stress, psychosocial factors, and physical exercise. *Clinical and translational physiology*, 5. DOI: 10.3389/fphys.2014.00118.
- Carney, R. M., & Freedland, K. E. (2009). Depression and heart rate variability in patients with coronary heart disease. *Cleve. Clin. J. Med*, 76(Suppl.2), pp. S13–S17. DOI: 10.3949/ccjm.76.s2.03
- Climov, D. (2008). *Results of a stress management program for graduate students based on relaxation associated with HRV biofeedback*. Retrieved from <http://www.essentiafr.com/blog/wp-content/uploads/2011/10/Climov-2008-Results-of-a-Stress-Management-Program-for-Graduate-Students-based-on-Relaxation-associated-with-HRV-Biofeedback.pdf>
- DanTest. (2017). ANS balance assessment. Retrieved from http://www.dantest.com/dtr_ans_overview.htm
- Ebben, M. R., Kurbatov, V., & Pollak, C. P. (2009). Moderating laboratory adaptation with the use of a heart-rate variability biofeedback device (StressEraser(A (R))). *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 34(4), 245-249. doi:DOI: 10.1007/s10484-009-9086-1
- Fink, G. (2009). Stress: definition and history. DOI: 10.1016/B978-008045046-9.00076-0. Retrieved from <https://www.researchgate.net/publication/285784528>
- Friedman, B. H., & Thayer, J. F. (1998). Autonomic balance revisited: panic anxiety and heart rate variability. *J. Psychosom. Res*, 44, pp. 133–151. DOI: 10.1016/S0022-3999(97)00202-X.
- Gartha, I. V. (1976). What is biofeedback?. *Canadian Family Physician*, 22, 105.
- Gevirtz, R. (2013). The promise of heart rate variability biofeedback: Evidence-based applications. *Biofeedback*, 41(3), 110-120.
- Gevirtz, R., & Dalenberg, C. (2008). Heart rate variability (HRV) biofeedback in the treatment of trauma symptoms. *Biofeedback*, 36, 22–23.
- Gilbert, C., & Moss, D. (2003). Basic tools: Biofeedback and biological monitoring. In D. Moss, A. McGrady, T. Davies, & I. Wickramasekera (Eds.), *Handbook of*

- mind-body medicine in primary care: Behavioral and physiological tools* (pp. 109-122). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Ginsberg, J. P., Arave, J., Malphrus, R., Muni, P., Leech, L., Johnson, L., Nagpal, M., et al. (2013, March). *Heart rate variability biofeedback for OIF-OEF combat veterans with PTSD*. Citation Poster at the Annual Scientific Meeting of the Association for Applied Psychophysiology and Biofeedback, Portland, OR.
- Gorman, J. M., & Sloan, R. P. (2000). Heart rate variability in depressive and anxiety disorders. *Am. Heart. J.* 140(4 Suppl.), pp. 77–83. DOI: 10.1067/mhj.2000.109981
- Grundy, D. (2002). Neuroanatomy of visceral nociception: vagal and splanchnic afferent. *Gut* 51(Suppl.1), i2–i5. doi:10.1136/gut.51.suppl_1.i2
- Hansen, A. L., Johnsen, B. H., Sollers, J. J. III, Stenvik, K., & Thayer, J. F. (2004). Heart rate variability and its relation to prefrontal cognitive function: The effects of training and detraining. *European Journal of Applied Physiology*, 93, 263–272.
- Hansen, A., Johnsen, B., & Thayer, J. (2003). Vagal influence on working memory and sustained attention. *International Journal of Psychophysiology*, 48, 263–274.
- Hassett, A. L., Radvanski, D. C., Vaschillo, E. G., Vaschillo, B., Sigal, L. H., Karavidas, M. K. et al. (2007). A pilot study of the efficacy of heart rate variability (HRV) biofeedback in patients with fibromyalgia. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32(1), 1-10. doi:DOI: 10.1007/s10484-006-9028-0
- Hayano, J., Yasuma, F., Okada, A., Mukai, S., and Fujinami, T. (1996). Respiratory sinus arrhythmia: a phenomenon improving pulmonary gas exchange and circulatory efficiency. *Circulation* 94, 842–847. doi:10.1161/01.CIR.94.4.842
- Helicor, Inc. (2007). StressEraser® owner's manual. New York: Author.
- Henderson et al. (2004). Functional magnetic resonance signal changes in neural structures to baroreceptor reflex activation. *J. Appl. Physiol.*, 96, pp. 693–703. DOI: 10.1152/jappphysiol.00852.2003
- Henriques, G., Keffer, S., Abrahamson, C., & Horst, S. J. (2011). Exploring the effectiveness of a computer-based heart rate variability biofeedback program in reducing anxiety in college students. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 36(2), 101-112.
- Joëls et al. (2007). Chronic stress: Implications for neuronal morphology, function and neurogenesis. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 28 (2-3), pp. 72-96. DOI: [10.1016/j.yfrne.2007.04.001](https://doi.org/10.1016/j.yfrne.2007.04.001).
- Karavidas, M. K., Lehrer, P. M., Vaschillo, E., Vaschillo, B., Marin, H., Buyske, S. et al. (2007). Preliminary results of an open label study of heart rate variability biofeedback for the treatment of major depression. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 32(1), 19-30. doi:10.1007/s10484-006-9029-z
- Kemp et al. (2010). Impact of depression and antidepressant treatment on heart rate variability: a review and meta-analysis. *Biology psychiatry* 67, pp. 1067–1074. DOI: 10.1016/j.biopsych.2009.12.012.
- Kompasiana (2011). *17,4 juta orang alami stres dan depresi*. Diunduh dari http://www.kompasiana.com/atep_afia/17-4-juta-orang-alami-stres-dan-depresi_5508e6a2a333112a452e39af
- Lazarus, R. S., & Folkman, S. (1984). *Stress, appraisal, and coping*. New York: Springer.

- Lee, J., Kim, J. K., & Wachholtz, A. (2015). The benefit of heart rate variability biofeedback and relaxation training in reducing trait anxiety. *Han'guk Simni Hakhoe chi. Kon'gang= The Korean journal of health psychology*, 20(2), 391.
- Lehrer, P. M., & Gevirtz, R. (2014). Heart rate variability biofeedback: how and why does it work?. *Frontiers in psychology*, 5, 756.
- Lehrer, P. M., & Woolfolk, R. L. (2007). Research on clinical issues in stress management. In P. M. Lehrer, R. L. Woolfolk, & W. E. Sime (Eds.), *Principles and practice of stress management* (3rd ed., pp. 703-721). NY: Guilford.
- Lehrer, P., Smetankin, A., & Potapova, T. (2000). Respiratory sinus arrhythmia biofeedback therapy for asthma: a report of 20 unmedicated pediatric cases using the Smetankin method. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 25(3), 193-200. doi:DOI: 10.1023/A:1009506909815
- Lin, G., Xiang, Q., Fu, X., Wang, S., Wang, S., Chen, S. et al. (2012). Heart rate variability biofeedback decreases blood pressure in prehypertensive subjects by improving autonomic function and baroreflex. *Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 18(2), 143-152. doi:10.1089/acm.2010.0607
- Maraes et al. (2013). Study of heart rate variability of university trained at rest and exercise. *Health Care Exchanges (PAHCE)*, pp. 1-5. Retrieved from <http://www.ndsl.kr/ndsl/search/detail/article/articleSearchResultDetail.do?cn=NPAP11412679>
- McCraty, R., Atkinson, M., Tomasino, D., & Bradley, R. T. (2009). The coherent heart: Heart-brain interactions, psychophysiological coherence, and the emergence of system-wide order. *Integral review*, 5(2), 10-115.
- Moss, D. (2001). Biofeedback. In S. Shannon (Ed.), *Handbook of complementary and alternative therapies in mental health* (pp. 135-158). San Diego, CA: Academic Press.
- Novani, N. P., & Prihatmano, A. S. (2016). Heart rate variability frekuensi domain untuk deteksi stres mental dan influenza menggunakan svm classifier. Diunduh dari <https://zenodo.org/record/59500#.WVICYhWGO00>.
- Paulev, P. E., & Zubieta, G. (2011). *New human Physiology* (2nd ed.). Retrieved from <http://www.zuniv.net/physiology/book/links.html>
- Pole, N. (2007). The psychophysiology of posttraumatic stress disorder: A meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 133, 725–746.
- Prinsloo, G. E., Rauch, H. G., Lambert, M. I., Muench, F., Noakes, T. D., & Derman, W. E. (2011). The effect of short duration heart rate variability (HRV) biofeedback on cognitive performance during laboratory induced cognitive stress. *Applied Cognitive Psychology*, 25(5), 792-801.
- Ratanasiripong, P., Ratanasiripong, N., & Kathalae, D. (2012). Biofeedback intervention for stress and anxiety among nursing students: a randomized controlled trial. *ISRN nursing*, 2012.
- Reiner, R. (2008). Integrating a portable biofeedback device into clinical practice for patients with anxiety disorders: Results of a pilot study. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 33(1), 55-61.
- Sarafino, E.P. (2006). *Health psychology :biopsychosocial interactions* (5th ed.). USA : John Wiley & Sons.
- Schubert et al. (2009). Effects of stress on heart rate complexity—A comparison between short-term and chronic stress. *Biological psychology*, 80(3), pp. 325-332. DOI: [10.1016/j.biopsycho.2008.11.005](https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.11.005).
- Sherwood, L. (2011). *Fisiologi manusia*. Jakarta: EGC.

- Shin, K et al. (1993). The power spectral analysis of heart rate variability in athletes during exercise. *Computers in Cardiology*, pp. 329-332. Retrieved from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8785905>.
- Siepmann, M., Aykac, V., Unterdoerfer, J., Petrowski, K., & Mueck-Weymann, M. (2008). A pilot study on the effects of Heart Rate Variability Biofeedback in patients with depression and in healthy subjects. *Applied Psychophysiology and Biofeedback*, 33(4), 195-201. doi:DOI: 10.1007/s10484-008-9064-z
- Stratakis, C. A., & Chrousos, G. P. (1995). *Neuroendocrinology and Pathophysiology of the Stress System*.
- SweeterWater Health. (2011). Stress and Heart Rate Variability. Diambil dari <http://www.sweetwaterhrv.com/documentation/stressandhrv.pdf>.
- Sztajzel, J. (2004). Heart rate variability: a noninvasive electrocardiographic method to measure the autonomic nervous system. *Swiss medical weekly*, 134, 514-522.
- Tan, G., Dao, T. K., Farmer, L., Sutherland, R. J., & Gevirtz, R. (2011). Heart rate variability (HRV) and posttraumatic stress disorder (PTSD): A pilot study. *Applied Psychophysiology & Biofeedback*, 36, 27-35.
- Tan, G., Wang, P., & Ginsberg, J. (2013). Heart rate variability and posttraumatic stress disorder. *Biofeedback*, 41(3), 131-135.
- Taylor, S. E. (2012). *Health psychology* (8th ed.). New York: McGraw-Hill.
- van der Zwan, J. E., de Vente, W., Huizink, A. C., Bögels, S. M., & de Bruin, E. I. (2015). Physical activity, mindfulness meditation, or heart rate variability biofeedback for stress reduction: a randomized controlled trial. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 40(4), 257-268.
- Vanitha, L., & Suresh, G. R. (2014). Hierarchical SVM to detect mental stress in human beings using Heart Rate Variability. *Devices, Circuits and Systems (ICDCS)*, pp. 1-5. doi: 10.1109/ICDCSyst.2014.6926145.
- Volz et al. (1990). Afferent connections of the nucleus central is amygdalae. A horseradish peroxidase study and literature survey. *Anat. Embryol*, 181, pp. 177-194. DOI: 10.1007/BF00198957.
- Wheat, A. L., & Larkin, K. T. (2010). Biofeedback of heart rate variability and related physiology: A critical review. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 35(3), 229-242.
- Yucha, C., & Montgomery, D. (2008). *Evidence-based practice in biofeedback and neurofeedback*. Wheat Ridge, CO: AAPB.
- Zucker, T. L., Samuelson, K. W., Muench, F., Greenberg, M. A., & Gevirtz, R. N. (2009). The effects of respiratory sinus arrhythmia biofeedback on heart rate variability and posttraumatic stress disorder symptoms: A pilot study. *Applied psychophysiology and biofeedback*, 34(2), 135.