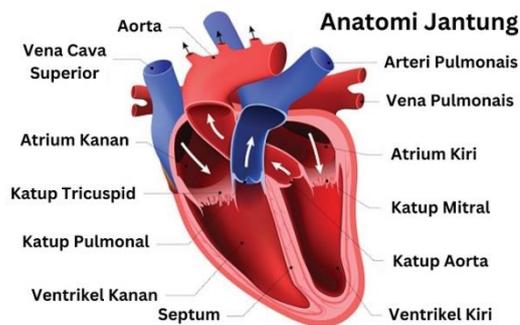


BAB II

LANDASAN TEORI DAN KAJIAN PUSTAKA

2.1 Defenisi Jantung

Jantung adalah organ yang berotot dan berbentuk kerucut yang terletak di bagian tengah dada sebelah kiri. Jantung memiliki tugas untuk mengedarkan darah yang membawa oksigen dan nutrisi ke semua sel, jaringan, dan organ tubuh melalui sistem sirkulasi (Sa'adah, 2018). Jantung terdiri dari empat ruang utama, yaitu dua serambi di bagian atas dan dua bilik di bagian bawah. Serambi menerima darah dari vena, sedangkan bilik memompa darah ke arteri (Najmi, 2020).



Gambar 1.1 Struktur Jantung

(Sumber: amazonaws.com)

2.2 Variabilitas Denyut Jantung (HRV)

Heart Rate Variability (HRV) adalah sebuah ukuran yang digunakan untuk menggambarkan variasi waktu antara detak jantung yang terjadi secara alami.

HRV sering digunakan sebagai indikator kesehatan kardiovaskular dan tingkat stres pada individu. Ketika seseorang mengalami stres atau ketidakstabilan emosi, maka HRV-nya cenderung menurun. Sebaliknya, ketika seseorang merasa rileks atau senang, HRV-nya cenderung meningkat (Waren & Ilyas, 2021). Variasi waktu antara detak jantung yang diukur dalam milidetik ini dikendalikan oleh Sistem Saraf (Autonomic Nervous System/ANS). ANS terdiri dari sistem saraf simpatetik dan parasimpatetik. Sistem saraf simpatetik mengontrol respons tubuh pada saat tekanan atau cedera, sedangkan sistem saraf parasimpatetik mengontrol respons tubuh pada saat istirahat dan pemulihan. HRV sangat berguna untuk mengetahui keadaan ANS seseorang pada kondisi tertentu. HRV dapat dievaluasi menggunakan metode linier dan non-linier, yang keduanya dimulai dengan menghitung jarak/interval antara detak jantung yang berurutan dalam selang waktu tertentu, juga dikenal sebagai Interval R-R.

Variabilitas detak jantung (HRV) adalah variabel fisiologis yang banyak digunakan yang secara non-invasif menilai sistem saraf otonom jantung (ANS) dengan mengukur perubahan ritme jantung dari waktu ke waktu. HRV dianggap sebagai cerminan dari perubahan cabang simpatis dan parasimpatis jantung dari ANS. Beberapa model telah diusulkan untuk menjelaskan HRV), yang dapat menggambarkan hubungan antara HRV, nada vagal dan beberapa proses fisiopatologis. Nilai indeks HRV yang rendah ditemukan berhubungan dengan kejadian jantung, seperti infark miokard; perkembangan aterosklerosis; dan gagal jantung. Beberapa penelitian juga mengaitkan nilai HRV dengan kondisi seperti penyakit arteri coroner, kematian mendadak diabetes mellitus, nyeri, stres akut

dan kronis, sindrom metabolik, depresi, dan gangguan bipolar. Selanjutnya, HRV telah digunakan sebagai penanda interaksi sosial, prestasi olahraga dan keadaan emosional (Mejía-Mejía dkk., 2020a)

Fenomena fisiologis dimana terjadi variasi interval waktu antar detak jantung disebut dengan heart rate variability (HRV). HRV juga sering disebut dengan istilah RR interval karena umumnya yang diukur adalah interval waktu pada sinyal EKG. Perkiraan peluang kematian setelah pernah mengalami serangan jantung, analisis pada 7 penderita diabetes, analisis kelainan jantung, pengamatan pada pasien transplantasi jantung, dan pengamatan pada bayi prematur merupakan beberapa penerapan HRV (Hartono dkk., 2013). Hal-hal yang dapat mempengaruhi HRV antara lain pengaruh sistem saraf otonom, volume darah yang kembali ke jantung (venous return), respirasi, penyakit aritmia, dan lain sebagainya. Terdapat 3 cara pengukuran HRV antara lain: Time Domain, Frekuensi Domain, Nonlinear. Metode-metode tersebut memang sudah diterapkan di penelitian sebelumnya namun belum sampai menghasilkan nilai-nilai parameter HRV.

2.2.1 Defenisi STDHR

Standard Deviation of Heart Rate (SDHR) adalah salah satu metrik yang digunakan untuk mengukur variabilitas denyut jantung (Heart Rate Variability, HRV). HRV adalah fluktuasi dalam interval waktu antara denyut jantung yang berurutan yang disebut interbeat interval (IBI). HRV mencerminkan fungsi

neurokardiak dan dihasilkan oleh interaksi jantung-otak dan proses non-linier sistem saraf otonom (Autonomic Nervous System, ANS) (Lagos dkk., 2013a)

STDHR adalah ukuran simpel dari variasi denyut jantung selama periode waktu tertentu. STDHR dihitung dengan mengkuadratkan selisih antara setiap IBI dengan rata-rata IBI, menjumlahkan semua nilai kuadrat tersebut, membaginya dengan jumlah IBI, dan mengambil akar kuadrat dari hasilnya. STDHR dapat diinterpretasikan sebagai ukuran dispersi atau keragaman dari IBI. STDHR dapat digunakan untuk menilai kondisi kesehatan dan kinerja seseorang. STDHR yang rendah menunjukkan aktivasi sistem saraf simpatis (Sympathetic Nervous System, SNS) yang tinggi dan aktivasi sistem saraf parasimpatis (Parasympathetic Nervous System, PNS) yang rendah. Hal ini dapat berhubungan dengan stres psikologis, cedera otak ringan, gangguan tidur, depresi, atau penyakit kardiovaskular. STDHR yang tinggi menunjukkan aktivasi PNS yang tinggi dan aktivasi SNS yang rendah. Hal ini dapat berhubungan dengan relaksasi, kesehatan mental yang baik, pemulihan cepat dari stres atau cedera, atau kinerja optimal. (Shaffer & Ginsberg, 2017a)

STDHR dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti usia, jenis kelamin, gaya hidup, aktivitas fisik, ritme sirkadian, dan obat-obatan. Secara umum, STDHR menurun seiring bertambahnya usia karena penurunan fungsi PNS. Wanita cenderung memiliki STDHR yang lebih tinggi daripada pria karena perbedaan hormonal. Merokok, minum alkohol, atau mengonsumsi kafein dapat menurunkan STDHR karena efek stimulan pada SNS. Aktivitas fisik dapat meningkatkan STDHR karena meningkatkan kapasitas kardiovaskular dan

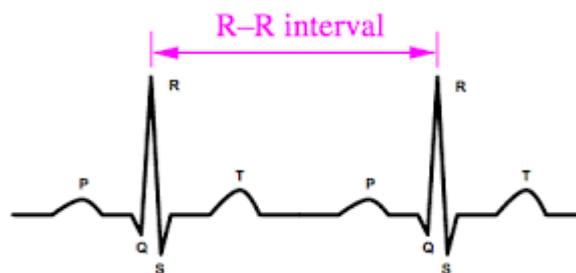
respiratorik. Ritme sirkadian juga mempengaruhi STDHR karena variasi hormon dan suhu tubuh sepanjang hari. Obat-obatan tertentu seperti beta-blocker atau antiaritmia dapat mempengaruhi STDHR dengan cara mengubah fungsi jantung atau ANS (Sahroni & Sofyan, 2023).

2.2.2 Fitur RR Interval dan Metode HRV (Heart Rate Variability)

Fokus penelitian mengenai HRV adalah pada analisis fluktuasi detak ke detak pada laju detak jantung, yang diperoleh dari sinyal ECG dan diukur dari jarak antara puncak R yang disebut sebagai interval RR. Kumpulan waktu antara detak pada laju jantung yang normal juga disebut interval RR atau NN interval.

2.2.3 RR Interval

RR Interval dibentuk dari selang waktu antara dua puncak gelombang ECG (puncak R) dan pada detak jantung manusia.



Gambar 2.1 Pencarian Nilai RR Interval

(Sumber : researchgate.net)

Untuk menemukan detak jantung pada sinyal ECG yang direkam, teknik yang digunakan adalah dengan mencari gelombang R pada sinyal ECG tersebut. RR Interval dapat direpresentasikan dengan jarak antara gelombang R dalam

satuan milidetik (ms). Interval RR yang normal memiliki rentang antara 0,6 detik (600 ms) hingga 1,2 detik (1200 ms). Pada penelitian ini, untuk mengekstraksi RR Interval dari sinyal ECG, digunakan perangkat lunak open source bernama Kubios HRV. (Purnomo & Wibawa, t.t.-a)

2.2.4 Analisis RR Interval dengan HRV

Heart Rate Variability adalah variasi yang terjadi dalam interval waktu diantara detak jantung. Sejak zaman dahulu telah dipercaya bahwa ada variasi yang terjadi pada aktivitas jantung walaupun dalam keadaan istirahat. Khandoker menyatakan bahwa proses respirasi sangat berperan penting dalam terjadinya variasi aktivitas jantung.

Pada bidang psikofisiologi, beberapa peneliti menyebutkan bahwa ada hubungan antara psikologi dan perubahan aktivitas jantung yang merujuk pada variabilitas pada detak jantung .

Pada penelitian ini HRV akan dianalisis dengan time domain, sehingga akan didapatkan 9 variabel pada time domain yang selanjutnya akan disebut subset. Adapun 9 variabel tersebut adalah (Purnomo & Wibawa, t.t.-a):

1. Mean RR adalah Rata-rata dari nilai RR Interval dengan satuan ms (milisecond).
2. STD RR adalah standar deviasi dari RR Interval
3. Mean HR adalah rata – rata dari detak jantung dengan satuan BPM(BeatPerMinute).

4. STD HR adalah standar deviasi detak jantung
5. RMSSD adalah akar kuadrat dari perbedaan RR interval yang berturut - turut

| VIEW RESULTS | | | |
|----------------------|--------|------------------|-----------|
| Time-Domain | | Frequency-Domain | Nonlinear |
| Time-Domain Results | | | |
| Variable | Value | Units | |
| Mean RR* | 522.32 | ms | |
| STD RR (SDNN) | 49.459 | ms | |
| Mean HR* | 115.94 | 1/min | |
| STD HR | 11.752 | 1/min | |
| RMSSD | 58.618 | ms | |
| NN50 | 3 | | |
| pNN50 | 5.4545 | % | |
| HRV triangular index | 8 | | |
| TINN | 250.00 | ms | |

* Calculated from the non-detrended selected RR series.

6. NN50 adalah jumlah pasangan RR interval berturut-turut yang berbeda dan lebih dari 50 ms
7. PNN50 proporsi NN50 dibagi dengan jumlah total RR Interval
8. HRV Triangular Index
9. TINN

Dengan menggunakan tool Kubios HRV, maka hasil dari masing – masing variabel tersebut dapat diketahui (gambar 2.3). Hasil tersebut merupakan hasil proses dari frame yang bisa diatur sesuai panjang waktu yang diinginkan.

Gambar 2.2 Hasil Proses *HRV time domain* dengan menggunakan *Kubios HRV*.

2.3 EMOSI PADA MANUSIA

Emosi merupakan hal terpenting dalam kehidupan manusia yang dapat diungkapkan secara verbal melalui bahasa emosional dan nonverbal, seperti

ekspresi wajah, tekanan verbal, dan gerakan tubuh. Emosi yang ada pada manusia memiliki peran penting dalam berkomunikasi dalam kehidupan bermasyarakat. Emosi terjadi karena adanya aktivitas di otak manusia. Ketika otak manusia melakukan fungsi khusus seperti merasakan emosi, banyak sinyal listrik yang dihasilkan. Sinyal-sinyal ini berasal dari proses elektrokimia sel-sel tertentu yang disebut Bioelectricit. Bioelectricity menghasilkan gelombang yang terjadi di otak. Bioelectricity diukur menggunakan Electroencephalogram (ECG). ECG beroperasi dengan menangkap frekuensi sinyal listrik yang dihasilkan oleh otak akibat aktivitas mental subjek. Dimana EEG merupakan pemeriksaan medis yang dilakukan untuk memeriksa kondisi otak pada manusia yang dapat menyebabkan komplikasi penyakit jantung, ECG merupakan diagnostic umum yang dilakukan untuk mengevaluasi fungsi jantung, dan EKG merupakan pemeriksaan untuk mengukur dan merekam aktivitas listrik jantung.

Emosi adalah suatu persepsi saat kondisi orang tersebut sadar maupun tidak sadar tentang suatu objek yang sering dikaitkan dengan perasaan dan pemikiran yang khas sehingga ada kecenderungan untuk bertindak. Emosi bisa diklasifikasikan antara emosi yang positif maupun yang negatif. Emosi positif seperti bahagia, merasakan perasaan yang menguntungkan, emosi yang negatif adalah kebalikan dari emosi positif seperti marah, rasa bersalah. (Oktiana dkk., t.t.)

Beberapa ahli psikologi mengelompokkan Emosi ke dalam beberapa kategori atau dimensi. Menurut penulisan yang berjudul "Does Positive Affect Influence Health" oleh Pressman dan rekan-rekannya, terdapat dua jenis Emosi

berdasarkan durasi keberlangsungannya pada seseorang, yaitu State Emotion dan Trait Emotion (Pressman et al., 2005). State Emotion atau Emosi Sementara adalah keadaan Emosi yang hanya berlangsung dalam jangka waktu singkat. Emosi jenis ini dapat dipengaruhi melalui stimuli atau pembangkitan emosi, namun hanya bertahan untuk sementara waktu. Contoh dari State Emotion adalah ketika seseorang menonton film sedih, maka dia akan merasakan kesedihan dan mungkin menangis, tetapi setelah film selesai, emosi tersebut akan kembali normal. Trait Emotion berkaitan dengan emosi yang berlangsung dalam jangka waktu lama. Kasus Trait Emotion terkait dengan Mood.

Jenis Emosi ini sebetulnya terbentuk karena adanya rangkaian State Emotion yang berulang-ulang dalam periode waktu yang dekat. Contoh kasus dari jenis Emosi ini adalah seorang mahasiswa yang mengalami serangkaian "ketidakberuntungan" dalam waktu singkat, seperti ban motor rusak di jalan, terlambat masuk kuliah, ditegur oleh dosen, dan lupa membawa dompet. Selain itu, buku tersebut juga membahas tentang dua jenis Emosi lainnya, yaitu Emosi Positif dan Emosi Negatif. Emosi Positif menunjukkan perasaan yang memberikan kebahagiaan dan kenyamanan, yang berlawanan dengan Emosi Negatif.

Rosalind Picard memperkenalkan istilah *sentic modulation* yang mengacu pada pengaruh emosi terhadap perubahan dalam tubuh manusia, termasuk perubahan dalam ekspresi, fisiologi, dan sifat sosial manusia (Picard, 1997). Terdapat dua jenis *sentic modulation*, yaitu:

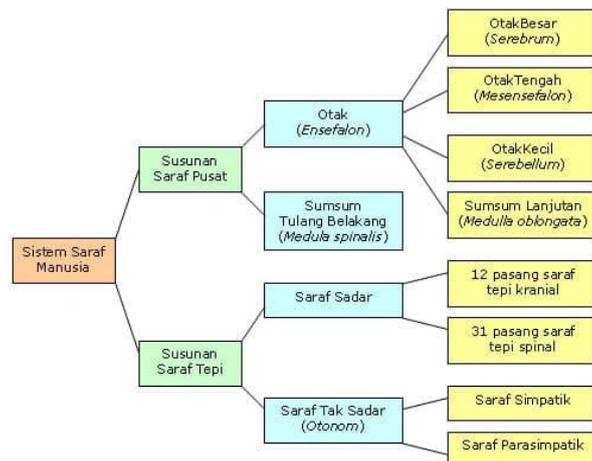
1. Salah satu jenis sentic modulation yang terlihat oleh orang lain adalah melalui ekspresi wajah, intonasi suara, gestur dan pergerakan, postur, dan dilatasi pupil.
2. Sentic Modulation (SM) yang tidak terlihat meliputi tanda-tanda seperti respirasi, denyut jantung, suhu tubuh, dan tekanan darah.

Menurut teori Myriad, emosi bisa di jabarkan ke dalam 2 bentuk yaitu (Picard 1997) :

1. Emosi merupakan salah satu komponen kognitif manusia yang terbentuk melalui aspek mental seseorang.
2. Emosi itu adalah bentuk fisik, dan mempengaruhi tubuh.

Berdasarkan teori Myriad yang kedua, dapat disimpulkan bahwa perubahan emosi pada manusia dapat mempengaruhi perubahan fisiologi pada tubuh. Perubahan emosi dapat tercermin dalam bentuk audiovisual seperti ekspresi wajah, suara, gerakan, postur, fisiologi seperti detak jantung, pernafasan, konduktansi kulit, oksigen dalam darah, dan tekanan darah, serta faktor kontekstual seperti lingkungan dan situasi sosial (Jonghwa Kim et al., 2008). Pertanyaan yang muncul adalah bagaimana cara terbaik untuk mengenali status emosi seseorang, apakah melalui wajah, gerakan tubuh, perilaku atau sifat, atau suara? Sejumlah penelitian mencoba untuk mengevaluasi perubahan emosi seseorang secara alami dengan menggunakan aktor atau aktris yang diberi arahan untuk menampilkan beberapa emosi melalui aksi akting dan kemudian diasesment.

Ekspresi wajah dianggap sebagai cara yang lebih mudah untuk menampilkan emosi karena wajah dapat diatur sesuai keinginan (misalnya, wajah marah, sedih, atau senang dapat dibentuk). Namun, kelemahan dari metode ini adalah bahwa wajah dapat diubah sesuai keinginan (misalnya, wajah marah bisa berubah menjadi senyum), yang berarti ekspresi emosi yang ditampilkan mungkin tidak alami. Sistem saraf manusia terdiri dari dua bagian besar, yaitu sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. Sistem tersebut terlihat seperti pada gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sistem Saraf Manusia

(Sumber: dosenpendidikan.co.id)

Sistem Saraf Tepi pada manusia terbagi menjadi dua:

1. Sistem Saraf Somatis adalah sistem saraf manusia yang beroperasi tanpa kesadaran manusia, dan dikontrol oleh sistem saraf pusat, yaitu otak.
2. Sistem saraf otonom merupakan salah satu sistem saraf yang terdapat pada tubuh manusia dan bekerja secara tidak disadari atau otonom, tanpa melalui sistem saraf pusat manusia yaitu otak

2.3.1 Sistem saraf otonom

Sistem saraf otonom merupakan bagian dari sistem saraf yang mengontrol jantung, kelenjar, dan otot yang tidak terpengaruh oleh kehendak (Green, 2002). Anatominya, sistem saraf otonom dibagi menjadi dua komponen, yaitu sistem saraf simpatis dan sistem saraf parasimpatis (Widjajakusumah, 2003). Sistem Saraf Otonom terbagi menjadi dua:

1. Saraf Simpatik memiliki fungsi-fungsi seperti meningkatkan denyut jantung, melebarkan pembuluh darah, menghambat pengeluaran air mata, menghambat sekresi air liur, dan mengurangi aktivitas usus.
2. Saraf Parasimpatik merupakan kebalikan dari Saraf Simpatik. Jika Saraf Simpatik meningkatkan denyut jantung, maka Saraf Parasimpatik akan menurunkan denyut jantung.

Sebagaimana yang diketahui, sistem saraf otonom memiliki pengaruh terhadap fungsi jantung, sehingga kita tidak dapat mengontrol otot jantung dengan sengaja. Karenanya, jantung dapat menjadi cerminan alami dari perubahan emosi. Dengan menganalisis kinerja jantung, perubahan emosi dapat dideteksi dan diinterpretasikan.

Apabila dikaitkan dengan kelangsungan hidup, beberapa peneliti sebelumnya telah menyatakan bahwa terdapat keterkaitan antara emosi manusia, terutama emosi positif, dan mortalitas manusia (Pressman et al., 2005). Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk mengkaji hubungan antara emosi dan mortalitas.

2.3.2 Metode Stimuli dan Asesmen Emosi

Agar seseorang mengalami emosi yang alami, diperlukan suatu metode yang sesuai dan efektif untuk memicu emosi tertentu pada manusia. Terdapat beberapa cara yang tepat untuk merangsang atau membangkitkan emosi manusia, seperti yang dijelaskan oleh Quigley et al. (2014):

1. video/audiovisual digunakan untuk merangsang emosi melalui media suara dan gambar yang bergerak. Cara ini memanfaatkan media audiovisual dalam memicu emosi.
2. Metode stimuli gambar/foto digunakan sebagai cara untuk memicu emosi dengan memanfaatkan media gambar. Warna, aturan, dan komposisi gambar dapat memberikan kesan emosi yang berbeda.
3. Teknik stimulasi dunia nyata digunakan untuk membangkitkan emosi melalui penggunaan hal-hal yang ada di sekitar kita. Untuk memicu emosi takut pada seseorang, dapat digunakan benda atau lingkungan yang dapat menimbulkan rasa takut pada orang tersebut, seperti mendekatkan orang tersebut dengan mainan ular sebagai contohnya.

Stimuli Video merupakan percampuran dari beberapa media seperti Suara/Musik, Gambar, Gerak dan Gesture dari para pemain dalam video. Seperti halnya pada stimuli emosi yang lainnya, Stimuli menggunakan video dianggap bisa merepresentasikan dunia nyata bahkan bisa dikatakan stimuli menggunakan video adalah sebuah purwarupa keadaan yang relevan terhadap tanggapan positif maupun negative.

Kondisi emosi bersifat sementara dan dapat cepat berlalu, sehingga dalam pengukuran emosi sebaiknya dilakukan saat stimulasi masih berlangsung atau segera setelah stimulasi berakhir. Selvaraj melakukan penelitian dan menemukan bahwa 10 detik setelah stimulasi berakhir adalah waktu yang tepat di mana emosi masih terpicu, dan kondisi ini dianggap sebagai waktu yang optimal untuk menilai status emosi. (Purnomo & Wibawa, t.t.-b)

Pengukuran status emosi dapat dilakukan melalui metode pelaporan diri/validasi diri, karena hanya individu yang dapat mengenali dan melaporkan emosi yang dirasakan. Meskipun terkadang seseorang dapat mengenali emosi yang dialami oleh orang lain, namun cara yang lebih akurat adalah dengan meminta tanggapan langsung dari subjek yang merasakan emosi tersebut.

2.4 Kajian Pustaka

Tabel 2.1 Kajian Pustaka

| No | Peneliti | Judul Penelitian | Hasil Penelitian |
|----|----------------------------|---|--|
| 1 | (Purnomo & Wibawa, t.t.-a) | Pengenalan pola fisiologis ekspresi emosi manusia melalui sinyal ecg menggunakan metode naïve bayes | monitoring keadaan Emosi (keadaan psikologis) melalui E-Health dan mencari pola emosi manusia berdasarkan perubahan fisiologi pada jantung dan variansi RR Interval dan merancang sebuah sistem e-health yang dapat digunakan untuk monitoring keadaan Emosi (keadaan psikologis) melalui E-Health dan mencari pola emosi manusia berdasarkan perubahan fisiologi pada jantung dan variansi RR Interval dan merancang sebuah sistem e-health yang dapat digunakan untuk memonitoring keadaan Emosi dari pasien penyakit kronis dan orang yang sudah lanjut usia. |
| 2 | (Mejía-Mejía dkk., 2020b) | Untuk menyelidiki perbedaan antara HRV dan PRV | Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui Variabilitas Detak Jantung (HRV) dan Variabilitas Denyut Nadi (PRV), dimana Indeks PRV |

| | | | |
|---|--------------------------|--|---|
| | | | dan HRV digunakan untuk menilai efek CE pada kontrol otonom pada pembuluh darah perifer dan inti, dan pada hubungan antara HRV dan PRV. |
| 3 | Rumpa, L.D (2022) | Analisis Fitur HRV pNN50 pada Sinyal Psikofisiologis Marah Manusia. | meneliti sinyal psikofisiologis Marah Manusia dengan menggunakan fitur pNN50 Heart Rate Variability. Dalam penelitian ini menggunakan sensor EKG untuk merekam reaksi jantung manusia terhadap stimuli video marah |
| 4 | (Oktiana dkk., 2022). | Analisa Pemilihan Fungsi Keanggotaan Pada Klasifikasi Sinyal Elektroencephalogram Emosi Manusia Berbasis Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) | Penelitian ini mengeksplorasi jenis ekstraksi fitur yang lain yaitu Discrete Wavelet Transform (DWT) untuk metode ekstraksi fitur sinyal EEG. DWT merupakan fungsi matematika yang paling sukses dalam pengolahan sinyal. |
| 5 | (Pradipta, 2020) | Prototype aplikasi pengolahan sinyal hrv menggunakan MATLAB. | Penelitian ini bertujuan untuk menggabungkan software dan hardware untuk merekam sinyal jantung sekaligus menganalisis HRV |

| | | | |
|---|-----------------------------|---|---|
| | | | dari rekam jantung tersebut dengan menggunakan program Kubios HRV Analysis Software 2.0 dan GUI MATLAB. |
| 6 | (Lagos dkk., 2013b) | Biofeedback Variabilitas Denyut Jantung untuk Pengobatan Sindrom Pascagegar otak. | Penelitian ini bertujuan untuk menilai kelayakan penerapan HRV BFB dengan atlet gagar otak yang menderita sindrom pascagegar otak (PCS) dan untuk memeriksa secara prospektif dampak dari sepuluh minggu biofeedback HRV pada gejala postconcussion refraktori. |
| 7 | (Shaffer & Ginsberg, 2017b) | Tinjauan tentang Metrik dan Norma variabilitas Detak Jantung | Penelitian ini membahas tentang domain waktu HRV, domain frekuensi, dan metrik non-linear yang banyak digunakan. Indeks domain waktu menghitung jumlah HRV yang diamati selama periode pemantauan yang dapat berkisar dari ~2 menit hingga 24 jam. |