

ANALISIS PENGARUH HEART RATE VARIABILITY DALAM PENGGUNAAN WELDING SIMULATOR TERHADAP PERFORMANCE WELDER

Fedia Restu^{1*} dan Nurul Laili Arifin^{2*}

*Politeknik Negeri Batam
Program Studi Teknik Mesin
Jalan Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia
E-mail: fedia@polibatam.ac.id; laili@polibatam.ac.id

Abstrak

Penggunaan alat welding simulator yang menggunakan tiga bentuk posisi yaitu flat, vertikal dan overhead dapat diukur menggunakan HRV(Heart Rate Variability) sebagai penilaian objektif dan SSQ(Simulator Sickness Questioner) sebagai penilaian subjektif. Pengukuran kedua hal tersebut diketahui ada atau tidaknya hubungan atau pengaruh manusia terhadap penggunaan alat tersebut terhadap performance operator simulator welding. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mencari hubungan antara posisi penggunaan welding simulator, VIMS (Visual Induced Motion Sickness) dan performance welding. Pada penilaian HRV, ternyata heart rate berpengaruh secara signifikan terhadap penggunaan alat welding simulator yaitu didapatkan hasil sebesar $(F(2,23) = 3.670, p < 0.05)$, sedangkan pada SSQ dalam analisis statistik RM ANOVA tidak ada pengaruh secara signifikan untuk gejala oculomotor dan disorientation tetapi pada gejala nausea berpengaruh secara signifikan karena didapat hasil nausea $(F(2,23)=3.598, p < 0.05)$ oculomotor $(F(2,23)=0.459, p > 0.05)$, disorientation $(F(2,23)=1.467, p > 0.05)$ dan total $(F(2,23)=0.242, p > 0.05)$. Hasil ini menunjukkan bahwa dalam penggunaan welding simulator dalam jangka waktu yang lama akan berpengaruh pada kestabilan heart rate pada welder sedangkan dari segi subjektif faktor mual atau gangguan pada pencernaan sangat tinggi, untuk itu dianjurkan dalam penggunaan welding simulator pada saat kondisi fit atau sehat yang pada dasarnya gejala mual terkait dengan nausea sebagai variabel yang paling mendekati signifikan. Dari pengukuran tersebut menunjukkan hasil yang berbanding terbalik dimana performance welder dengan score 1344,35 memiliki nilai tertinggi pada posisi vertical yang menunjukkan bahwa posisi vertical adalah posisi yang paling mudah dikuasai oleh responden tetapi memiliki heart beat yang tinggi sedangkan posisi flat merupakan posisi tersulit dengan skor 1239,96 namun menghasilkan heart beat yang paling rendah dan overhead merupakan posisi yang seimbang antara heart beat dengan performance yang berada pada posisi sedang dengan skor sebesar 1181,73.

Kata kunci: *welding simulator, HRV, SSQ, performance welder*

Abstract

The use of a welding simulator tool that uses three forms of flat, vertical and overhead positions can be measured using HRV (Heart Rate Variability) as an objective assessment and SSQ (Simulator Sickness Questioner) as a subjective assessment. Measurement of these two things is known whether or not there is a relationship or human influence on the use of the tool to the performance of the welding simulator operator. The purpose of this research is to find the relationship between the position of the use of welding simulator, VIMS (Visual Induced Motion Sickness) and performance welding. In the HRV assessment, the heart rate significantly influenced the use of

welding simulator tool that is obtained result of $(F(2,23) = 3.670, p < 0.05)$, while in SSQ in statistical analysis of RM ANOVA no significant effect for oculomotor symptoms and disorientation but on nausea symptoms have a significant effect because the results obtained nausea $(F(2,23) = 3.598, p < 0.05)$ oculomotor $(F(2,23) = 0.459, p > 0.05)$, disorientation $(F(2,23) = 1.467, p > 0.05)$ and total $(F(2,23) = 0.242, p > 0.05)$. This result indicates that in welding simulator for long period of time it will affect the stability of heart rate in welder while in terms of subjective factor nausea or disturbance to the digestion is very high, it is recommended in the use of welding simulator at the time of fit or healthy condition which is basically nausea symptoms associated with nausea as the most significant variable. reversed where the performance welder denan score 1344.35 has the highest value in the vertical position indicating that the vertical position is the position most easily dominated by the respondent but has a high heart beat while the flat position is the hardest position with a score of 1239.96 but produce a heart beat the lowest and the overhead is a balanced position between the heart beat with a performance that is in a moderate position with a score of 1181.73.

Keywords: welding simulator, HRV, SSQ, performance welder

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan tenaga kerja welder yang berkualifikasi belum banyak terpenuhi hingga saat ini dikarenakan untuk membentuk *weldingskill* memerlukan biaya yang sangat tinggi. Tingginya biaya ini disebabkan oleh kebutuhan bahan habis pakai untuk proses latihan. Oleh karena itu pembentukan *weldingskill* dengan biaya yang relatif murah menjadi tantangan para pencetak tenaga kerja baik perguruan tinggi maupun lembaga-lembaga pelatihan. Untuk meminimalisir biaya dan penggunaan material yang banyak dalam pelatihan *welding*, maka pelatihan *welding* dapat dilakukan dengan menggunakan *welding simulator* yang dapat dipakai oleh para welder untuk mengasah teknik-teknik dasar seperti *speed*, *stick out*, dan *angle* dimana teknik dasar tersebut sangat berpengaruh pada kualitas produk pengelasan. Sehingga nantinya dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan dalam teknik pengelasan.

Sama halnya seperti pelatihan menggunakan peralatan las yang asli dimana mempunyai banyak kendala-kendala yang dihadapi oleh operator pengelasan salah satunya adalah dalam posisi pengelasan. Dalam praktek pengelasan, terdapat empat macam posisi pengelasan yaitu posisi di bawah tangan, posisi horizontal, posisi vertikal dan posisi di atas kepala. Keempat posisi tersebut tentunya berdampak pada resiko dalam bekerja. Dari studi pendahuluan terkait posisi pengelasan menggunakan

Rapid Upper Limb Assessment (RULA), diperoleh hasil seperti pada Tabel 1. Namun dalam penelitian ini, RULA hanya sebagai pengetahuan bagaimana postur atau gaya operator dalam menggunakan *welding simulator* serta *angle* yang digunakan saat pengelasan yang akan dihubungkan dengan durasi atau lamanya waktu selama penggunaan alat *simulator*.

TABLE I
ANALISIS RULA

Posisi Pengelasan	Nilai	<i>Rapid Upper Limb Assessment (RULA)</i>
Di bawah tangan 	10	Berisiko tinggi, mengancam dan perlu diterapkan adanya perubahan
Horizontal (flat) 	10	Berisiko tinggi, mengancam dan perlu diterapkan adanya perubahan
Vertikal 	10	Berisiko tinggi, mengancam dan perlu diterapkan adanya perubahan

Di atas kepala (overhead) 	11	Sangat berisiko tinggi, perlu diterapkan adanya perubahan
---	----	---

Pada *welding simulator* visual operator dituntut untuk fokus pada *simulator*. Dalam durasi waktu yang lama hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap *Visual Induced Motion Sickness (VIMS)*. *Visual* yang bekerja pada *welding simulator* akan terlihat gambar titik berwarna hijau maka selama mengelas dalam posisi yang baik, bila ada titik kuning maka dalam pengelasan sudah agak menjauhi dari area yang akan dilas dan warna merah berarti sangat jauh dari area pengelasan, seperti ilustrasi pada Gambar 1.



(a)



(b)

Gambar 1. Titik Fokus Pengelasan: (A) Posisi Pengelasan Menjauhi Area Dan (B) Posisi Pengelasan Yang Baik

Seperti pada penelitian Wibirama, dkk (2014), tentang paparan cahaya dinamis terhadap *VIMS* yang sangat mungkin terjadi pada saat menggunakan *simulator* [1] [2]. Paparan cahaya yang terus menerus ini dalam durasi yang lama terhadap warna-warna yang timbul pada *monitor simulator* disaat pengelasan juga akan berpengaruh terhadap *VIMS* [3].

Penelitian terdahulu juga menjelaskan bahwa *welding simulator* dapat mempengaruhi *VIMS* yang dialami oleh operator dapat diketahui dengan melihat dari dua sisi, yakni sisi subyektif dengan menggunakan *SSQ (Simulator Sickness Questioner)* [4] ataupun fisiologis dengan menggunakan *HRV (Heart Rate Variability)*.

Penelitian terkait *VIMS* ini dipandang perlu dilakukan karena dapat berpengaruh terhadap proses pembelajaran aktivitas *welding* dan juga dampak jangka panjang penggunaan *welding simulator* terhadap kesehatan yang merupakan gangguan sesaat yang dipicu oleh adanya gangguan koordinasi di otak akibat adanya rangsangan dari luar yang diterima oleh panca indera secara bersamaan dan diteruskan ke dalam otak. Hasil dari penelitian yang sudah dilakukan, menunjukkan adanya pengaruh penggunaan alat *welding simulator* terhadap *VIMS* [5].

Dari latar belakang tersebut maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui keterkaitan antara hasil penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya dimana dari hasilnya menunjukkan bahwa penggunaan alat *welding simulator* berpengaruh terhadap *VIMS* yang akan dibandingkan dengan *performance* atau nilai yang diperoleh dengan menggunakan alat *welding simulator*.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mencari hubungan antara posisi penggunaan *welding simulator*, *VIMS (Visual Induced Motion Sickness)* dan *performance welding*.

2. Prosedur Penelitian

Berdasarkan uraian yang telah di paparkan pada latar belakang, maka rumusan masalah yang akan menjadi kajian dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penggunaan *welding simulator* terhadap *VIMS (Visual Induced Motion Sickness)* dalam mensimulasikan aktivitas *welding* pada *welding simulator (FRONIUS)*. *VIMS* yang dialami oleh operator alat *welding simulator* dapat diukur menggunakan *HRV (Heart Rate Variability)* sebagai penilaian objektif dan *SSQ (Simulator Sickness Questioner)* sebagai penilaian subyektif.

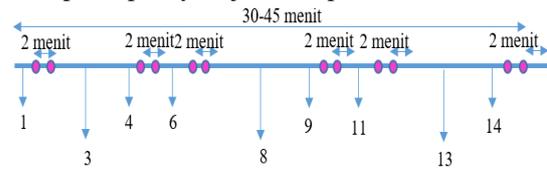
Independen variabel pada penelitian ini adalah posisi simulasi pengelasan pada simulator. Sedangkan dependen variabel pada penelitian ini adalah *SSQ*, *HRV* dan *Blink Rate*.

Subjek yang dilibatkan dalam penelitian ini adalah mahasiswa Teknik Mesin Politeknik Negeri Batam. Subjek berjumlah 26 orang dengan rentang usia 19-22 tahun dimana kesemuanya tidak memiliki pengalaman dalam menggunakan alat *welding simulator*. Setiap mahasiswa melakukan 15 tahap simulasi selama 30-45 menit, yang divariasikan dalam tiga posisi (*flat*, *horizontal*, *overhead*) diantaranya, yaitu:

1. pengisian kuesioner *SSQ* sebelum melakukan simulasi posisi pertama (*flat*). Kuesioner *SSQ* digunakan untuk mendapatkan informasi *VIMS* yang dikembangkan oleh Kennedy dkk namun telah ditranslasi ke bahasa Indonesia. *SSQ* berupa kuesioner yang berisi 16 gejala *sickness* yang masing-masing disertai 4 tingkat *sickness* yaitu antara “tidak”, “sedikit”, “sedang”, atau “sangat”.
2. monitoring *blink rate* sebelum simulasi pertama ke *camera*. Smartphone digunakan untuk merekam *blink rate* dengan sistem iOS 6, Dual-core 1.3 GHz swift, memory internal 64 GB, 1 GB RAM DDR2 selama proses simulasi dan sebagai alat monitor untuk mengukur *heart rate* menggunakan aplikasi.
3. melakukan simulasi posisi pertama.
4. pengisian kuesioner setelah melakukan simulasi posisi pertama.
5. monitoring *blink rate* setelah simulasi pertama ke *camera*.
6. kembali ke tahap 1 sampai 5 dengan mengubah variasi posisi. Tahap 6 sampai 10 (posisi horizontal). Tahap 11 sampai 15 (Posisi *over head*).

Selama simulasi berlangsung yang diambil data LF/HF di setiap responden pada saat poin 3, poin 8 dan poin 13 yang dimana poin tersebut merupakan aksi simulasi dengan menggunakan posisi pengelasan

secara bergantian. Rentang waktu pengambilan data di setiap tahapannya dijelaskan pada Gambar.2.



Gambar 2. Rentang Waktu Simulasi

3. Olah Data dan Analisis Statistik

Pengukuran ini dilakukan dengan 2 jenis yaitu secara objektif dan subjektif. Pengukuran objektif polar monitor yang olahannya menggunakan *software* Kubios HRV dan pengukuran subjektif melalui pengukuran *SSQ* yang menggunakan alat kuesioner *SSQ* [6].

Interval R-R dari *heart rate* yang diukur selama simulasi dianalisis lebih lanjut menggunakan *software* Kubios untuk memperoleh Low Frequency (LF) yang merupakan indikator syaraf otonom (syaraf tak sadar) yang berfungsi untuk merangsang kerja organ-organ tubuh (syaraf simpatik), *High Frequency* (HF) dari perhitungan pada *software* Kubios yang dianalisis pada laporan ini merupakan suatu syaraf otonom (syaraf tak sadar) yang berfungsi sebagai merangsang kerja organ-organ tubuh (syaraf parasimpatik). Dari data LF dan HF, kemudian dihitung rasio Low Frequency (LF) dan High Frequency (HF) yang menunjukkan perbandingan antara syaraf simpatik dan parasimpatik (LF/HF). LF/HF biasa dipergunakan sebagai salah satu indikator untuk mengetahui irama denyut jantung yang mempengaruhi syaraf simpatik dan parasimpatik [7].

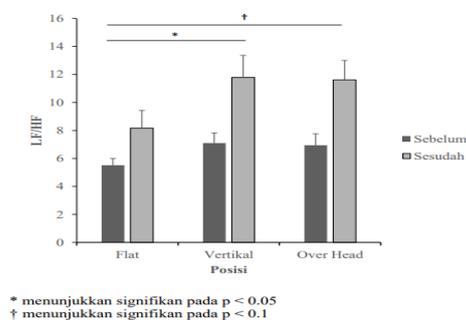
Analisis statistik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *two way Repeated Measure ANOVA* pada *Statistical Package for the Social Sciences 16*. (SPSS 16.0). Data yang mengikuti asumsi parametrik akan dilakukan pengujian menggunakan *Repeat Measure ANOVA* (RM ANOVA) dengan nilai signifikan yang digunakan adalah 0.05 ($p < 0.05$). Bila posisi didapatkan nilai signifikan ($p < 0.05$) maka dilakukan uji *pairwise comparison* dengan *bonferronicorrection* untuk

melihat pada posisi simulasi mana sajakah yang berpengaruh signifikan.

Setelah analisis dilakukan, maka dicari ada atau tidaknya hubungan antara pengukuran objektif dengan subjektif, yaitu hubungan antara variabel LF/HF dengan variabel SSQ dan hubungan antara variabel *blink rate* dengan variabel SSQ. Selain itu dilihat juga ada atau tidak hubungan antara *performance* dari *welding simulator* dengan LF/HF, *blink rate* dan SSQ.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Heart Rate Variability (LF/HF)



Gambar 3. Rata-Rata LF/HF Pada Tiga Posisi, Sebelum Dan Sesudah Simulasi

Dalam penelitian ini, semakin tinggi nilai LF/HF, maka semakin tinggi pula tingkat stres yang dialami oleh responden sesudah melakukan simulasi. Hasil perhitungan LF/HF untuk ketiga posisi simulasi pengelasan ditampilkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai LF/HF sesudah melakukan simulasi lebih tinggi dibandingkan sebelum simulasi pada ketiga posisi simulasi pengelasan.

Hasil uji statistik menggunakan RM ANOVA menunjukkan bahwa posisi simulasi pengelasan berpengaruh signifikan terhadap LF/HF ($F(2,23)=3.670$, $p=0.03$). Karena adanya pengaruh yang signifikan dari faktor posisi simulasi terhadap LF/HF, maka dilakukan uji *pairwise comparison* dengan *Bonferroni correction* untuk melihat pada posisi simulasi mana sajakah yang berpengaruh signifikan terhadap LF/HF. Dari hasil uji tersebut, posisi vertikal memberikan nilai LF/HF lebih tinggi dibandingkan dengan posisi *flat* ($p=0.02$). Posisi *over head* juga menghasilkan nilai LF/HF yang lebih tinggi dibandingkan posisi *flat*, akan tetapi perbedaannya

tidak menunjukkan signifikansi ($p=0.09$). Sedangkan, perbandingan antara LF/HF pada posisi *vertikal* dan *over head* tidak berbeda signifikan ($p > 0.05$).

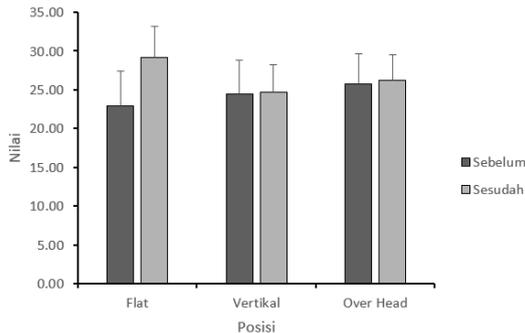
Hasil RM ANOVA juga menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah simulasi ($F(1,23)=29.372$, $p < 0.01$). Perbedaan nilai LF/HF sebelum dan sesudah simulasi adalah 2.66 ± 8.69 untuk posisi *flat*, 4.69 ± 8.3 untuk posisi *vertikal*, dan 4.67 ± 8.93 untuk posisi *over head*. Meskipun demikian, tidak ada interaksi antara faktor posisi simulasi pengelasan dan waktu pengukuran LF/HF ($F(2,23)=0.952$, $p=0.39$).

4.2. Simulator Sickness Questioner (SSQ)

SSQ total merupakan kombinasi dari gejala *nausea*, *oculomotor* dan *disorientation*. Dimana gejala *oculomotor* merupakan gejala *sickness* yang mempengaruhi besar kecilnya pupil pada mata karena pengaruh intensitas penerangan/cahaya [8]. Berdasarkan hasil pengolahan data kuisioner SSQ dan kemudian dianalisis dalam analisis statistik RM ANOVA tidak ada pengaruh secara signifikan untuk gejala *oculomotor* dan *disorientation* tetapi pada gejala *nausea* berpengaruh secara signifikan karena didapat hasil *nausea* ($F(2,23)=3.598$, $p < 0.05$), *oculomotor* ($F(2,23)=0.459$, $p > 0.05$), *disorientation* ($F(2,23)=1.467$, $p > 0.05$) dan total ($F(2,23)=0.242$, $p > 0.05$). Hasil ini menunjukkan bahwa dalam penggunaan *welding simulator* dalam jangka waktu yang lama akan berpengaruh pada kestabilan *heart rate* pada *welder* sedangkan dari segi subjektif faktor mual atau gangguan pada pencernaan sangat tinggi, untuk itu dianjurkan dalam penggunaan *welding simulator* pada saat kondisi fit atau sehat yang pada dasarnya gejala mual terkait dengan *nausea* sebagai variabel yang paling mendekati signifikan.

Sedangkan apabila ditinjau dari segi posisi (*flat*, *horizontal* dan *over head*) terhadap SSQ total didapatkan hasil seperti yang tergambar pada Gambar 4. Dari Gambar 4, tersebut menunjukkan bahwa nilai sebelum dan sesudah simulasi tidak begitu berpengaruh pada posisi *vertikal* dan *over head*. Selisih nilai rata-rata sebelum dan sesudah untuk posisi *flat* sangat besar dibanding dengan posisi

vertikal dan over head yaitu 6.33 dengan selisih vertikal 0.31 dan over head 0.52. Dari hasil uji ANOVA menunjukkan tidak ada pengaruh signifikan dari faktor posisi simulasi pengelasan ($F(2,23)=0.242$, $p>0.1$), sebelum dan sesudah simulasi ($F(1,23)=2.011$, $p>0.1$), ataupun interaksi antara posisi simulasi pengelasan ($F(2,23)=1.296$, $p>0.1$) terhadap SSQ total.



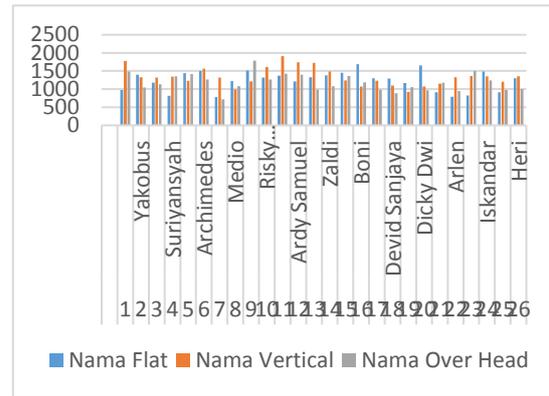
Gambar 4. Rata-Rata Total Sebelum Dan Sesudah Simulasi

4.3. Performance Welding Simulator

Dalam *performance welding simulator* mahasiswa sebagai responden melakukan pengelasan dengan diakhiri *score* setiap simulasi seperti pada Gambar 5. Gambar tersebut menunjukkan pada posisi *vertical* diperoleh *score* rata-rata tertinggi sebesar 1344,35 kemudian pada posisi *flat* diperoleh *score* sebesar 1239,96 dan pada posisi *over head* diperoleh *score* sebesar 1181,73. Dari hasil tersebut menunjukkan *operatorweldingsimulator* lebih mudah menggunakan posisi *vertical* karena memperoleh *score* rata-rata tertinggi diikuti oleh posisi *flat* diposisi kedua sedangkan posisi *over head* merupakan posisi paling sulit karena memperoleh *score* rata-rata terendah dibanding posisi lainnya.

Bila dibandingkan dengan nilai LF/HF pada HRV dapat dilihat pada Gambar 3 posisi *vertical* merupakan posisi yang mengalami *heart beat* yang paling tinggi diikuti posisi *over head* dan *flat* dengan tingkat *heart beat* paling rendah. Hasil tersebut di atas menunjukkan ada hasil yang bertolak belakang antara nilai *performance* dengan HRV dimana pada posisi *vertical* yang merupakan posisi paling mudah namun nilai *heart beat* paling tinggi begitu juga dengan

posisi *flat* dimana merupakan *performance* paling sulit namun nilai *heart beat* paling rendah.



Gambar 5. Performance Welding Simulator Score

Kesimpulan

Daftar Pustaka

- [1] Wibirama, S., dan Hamamoto, K.(2014) 3D Gaze Tracking on Stereoscopic Display Using Optimized Geometric Method,” *IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems*. vol.134, no.3, pp.345–352.
- [2] Wibirama, S., Wijayanto, T., Nugroho, H.A., Bahit, M., dan Winadi, M.N.(2015). Quantifying Visual Attention and Visually Induced Motion Sickness During Day-Night Driving and Sleep Deprivation. *International Conference on Data and Software Engineering*.
- [3] Dziuda, L., Biernacki, M.P., Baran, P.M., dan Truszczynski, O.E.(2014). The Effect of Simulated Fog and Motion on Simulator Sickness in a Driving Simulator and the Duration of After-Effects. *Journal Applied Ergonomics* 45 : 406-412.
- [4] Kennedy, R.S., Stanney, K.M., dan Dunlap, W.P.(2000). Duration and Exposure to Virtual Environments:Sickness Curves During and Across Session. *Presence* 9 (5), 463-472.
- [5] Restu, Fedia.(2016). Analisis Pengaruh Penggunaan Welding Simulator Terhadap Visual Induced Motion Sickness (VIMS). UGM Yogyakarta. ISBN;978-602-73461-3-0.

- [6] Kennedy, R.S., Lane, N.E., Berbaum, K.S., dan Lilienthal, M.G.(1993) Simulator Sickness Questionnaire:An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *International Journal of Aviation Psychology*. 3:3, 203-220.
- [7] Jiang, Xiao-ling. dkk, 2015, A Blunted Sympathetic and Accentuated Parasympathetic Response to Postural Change in Subjects with Depressive Disorders, *Journal of Affective Disorders*, no. 175, 269-274.
- [8] Corwin, J.E., 2001, *Buku Saku Patofisiologi*, Penerbit Buku Kedokteran, Jakarta: EGC.