

# **Analisis Hubungan Beban Mental & Perubahan Performansi Masinis Selama Menjalankan Dinas Di Daerah Operasional II Bandung\***

**NOFRI LUDINI, CAECILIA SRI WAHYUNING, DWINOVIRANI**

Jurusan Teknik Industri  
Institut Teknik Nasional (Itenas) Bandung

Email: nludini@yahoo.com

## **ABSTRAK**

*Beban kerja masinis yang menuntut perhatian terus-menerus mengakibatkan kelelahan mental, sehingga berpengaruh terhadap turunnya performansi masinis dalam menanggapi sistem persinyalan. Penelitian ini menganalisis hubungan beban mental dilihat dari Heart Rate (HR) dan Heart Rate Variability (HRV) dan perubahan performansi masinis dilihat dari perubahan Reaction Time selama dinas. Pengukuran HR dan HRV yang dilakukan menggunakan POLAR RS800, diambil pada 5 menit sebelum dan sesudah dinas, sedangkan reaction time diukur dengan software DirectRT, dilakukan sebelum dan sesudah dinas. Berdasarkan hasil pengolahan data menunjukkan bahwa, semakin meningkat nilai HR atau menurunnya nilai HRV mengindikasikan besarnya tingkat beban mental dan fisik masinis.*

**Kata kunci:** *Heart Rate, Heart Rate Variability, Reaction Time*

## **ABSTRACT**

*The workload of train drivers who demand sustained attention will cause the mental fatigue so that it effect on decreasing the performance of drivers in response to the signaling system. This study will analyze the relationship between mental workload as seen from the Heart Rate (HR) and Heart Rate Variability (HRV) and changes in driver performance as seen from the changes of Reaction Time during the running of duties. HR and HRV measurements are performed using POLAR Rs800, it takes at 5 minutes before and after duties, the reaction time is measure using the software DirectRT at the time before and after duties. Based on the data processing, that increasing or decreasing the value of HR HRV values indicate the amount of mental workoad and physical level of train driver.*

**Key words:** *Heart Rate, Heart Rate Variability, Reaction Time*

---

\* Makalah ini merupakan ringkasan dari Tugas Akhir yang disusun oleh penulis pertama dengan pembimbingan penulis kedua dan ketiga. Makalah ini merupakan draft awal dan akan disempurnakan oleh para penulis untuk disajikan pada seminar nasional dan/atau jurnal nasional.

## **1. PENDAHULUAN**

### **1.1 Pengantar**

Peran seorang masinis dalam kereta api sangat vital karena masinis merupakan pemegang kendali dalam menjalankan kereta api. Tugas masinis adalah untuk memberangkatkan, mengatur kecepatan, dan memberhentikan lokomotif serta rangkaian kereta yang ditarik atau didorongnya, dan tanggung jawab utama adalah menjamin keselamatan perjalanan rangkaian kereta dan mengupayakan ketepatan waktu perjalanan (KNKT, 2001).

Budiawan *et al.* (2010) dalam Alatas *et al.* (2012) mengungkapkan, persentase *pure human error* pada kecelakaan kereta api mencapai 62.05%. Ini disebabkan karena kelelahan, beban kerja masinis yang menuntut perhatian secara terus-menerus yang lebih besar dari kemampuan yang dimiliki. Alatas *et al.* (2012) mengemukakan bahwa, tingginya beban mental yang diterima seringkali menimbulkan kelelahan dan stres dalam bekerja. Sullivan *et al.* (1992) dalam Alatas *et al.* (2012) mengungkapkan stres dalam bekerja menimbulkan dampak negatif pada performansi yang dihasilkan. Karasek *et al.* (1998) dalam Paritala (2009) mengungkapkan, tingginya tuntutan tugas akan dapat memicu stres karena terjadi ketidakseimbangan antara permintaan pekerjaan dengan kemampuan untuk memenuhi pekerjaan tersebut. *Australian Safety Compensation Council* (2006) dalam Alatas *et al.* (2012) menyatakan bahwa peningkatan kelelahan dapat mempengaruhi pengambilan keputusan, hal ini dikarenakan kurangnya kemampuan motorik.

Penelitian Kalsbeek *et al.* (1963) dalam Paritala (2009) menyatakan bahwa perubahan denyut jantung yang tidak teratur diakibatkan dari kesulitan suatu pekerjaan (stres), dan disimpulkan bahwa denyut jantung dapat mengukur beban perseptual (*perceptual load*). Penelitian Back (1998) dalam Paritala (2009) mengatakan bahwa *Heart Rate Variability* dapat digunakan untuk menilai tingkat tekanan/beban mental.

### **1.2 Identifikasi Masalah**

Beban mental diakibatkan oleh besarnya tuntutan tugas akan mempengaruhi konsentrasi, sehingga akan mengakibatkan kegagalan dalam proses kognitif, yang berdampak juga pada kecepatan reaksi. Tingginya beban mental dan tingkat kelelahan dapat diukur menggunakan *Heart Rate* (HR) dan *Heart Rate Variability* (HRV). Pada penelitian ini akan dilihat tingkat hubungan beban mental yang dilihat dari *Heart Rate* (HR) dan *Heart Rate Variability* (HRV) dalam mempengaruhi performansi yang dilihat dari *Reaction Time* seorang masinis. Tujuannya mengkaji keterkaitan antara beban mental masinis dalam menjalankan dinas dengan performansi masinis pada saat menanggapi stimulus.

## **2. STUDI LITERATUR**

*Heart Rate Variability* (HRV) atau RR interval adalah waktu yang berlalu diantara dua gelombang R (gelombang dengan amplitude terbesar) yang berurutan. *Heart Rate Variability* (HRV) berhubungan erat dengan sistem saraf otonom manusia. Sistem saraf otonom adalah sistem yang secara otomatis berfungsi untuk mengatur proses-proses tertentu di dalam tubuh. Salah satu aktivitas yang diatur oleh sistem saraf otonom adalah jantung.

Sistem saraf otonom sendiri terbagi menjadi dua, yaitu sistem saraf simpatis dan sistem saraf parasimpatis. Sistem saraf simpatis berfungsi untuk meningkatkan respon-respon tubuh untuk melakukan aktifitas yang cukup berat atau dalam menghadapi situasi stres. Di lain sisi, sistem parasimpatis mempunyai fungsi yang berlawanan dengan sistem saraf simpatis. Sistem saraf parasimpatis mendominasi pada aktivitas atau keadaan yang tenang dan santai sehingga akan mengatur jantung untuk tidak berdenyut dengan cepat dan kuat.

Terdapat 2 metode analisis *heart rate variability* (HRV), yaitu analisis berbasis waktu (*time domain analysis*) dan analisis berbasis frekuensi (*frequency domain analysis*). Beberapa variabel yang diukur melalui *time domain analysis* adalah rata-rata *heart rate variability* (HRV), standar deviasi *Heart Rate Variability* (HRV), variasi *heart rate variability* (HRV), dan lain sebagainya. *Frequency domain analysis* merupakan analisis *Heart Rate Variability* (HRV) yang berbasiskan frekuensi. Analisis ini didapatkan dari pengolahan data *Heart Rate Variability* (HRV) yang telah ditransformasi atau diubah dalam fungsi frekuensi. Umumnya, *frequency domain analysis* dibagi ke dalam beberapa rentang frekuensi, yaitu *High Frequency* (HF), *Low Frequency* (LF), dan *Very Low Frequency* (VLF). *High Frequency* (HF) dievaluasi pada rentang 0,15 sampai 0,4 Hz dan merefleksikan sifat dan perubahan parasimpatetik yang mengarah pada fungsi pernapasan. *Low Frequency* (LF) dievaluasi pada rentang 0,04 sampai 0,15 Hz dan merefleksikan sifat simpatetik dan sebagian sifat parasimpatetik. *Very Low Frequency* (VLF) dievaluasi pada rentang 0 sampai 0,04 Hz dan merefleksikan sebagian sifat simpatetik. Pada masing-masing rentang frekuensi tersebut dapat diketahui variabel-variabel pengukuran untuk menganalisis *Heart Rate Variability* (HRV), misalnya puncak frekuensi, power masing-masing rentang frekuensi, power yang ternormalisasi, dan rasio antara power *Low Frequency* dan *High Frequency* (LF/HF) ini mengindikasikan keseimbangan antara sifat simpatetik dan parasimpatetik. Untuk dapat melakukan *frequency domain analysis*, perlu dilakukan transformasi gelombang dari yang awalnya adalah fungsi waktu lalu diubah dalam fungsi frekuensi. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode *fast fourier transform* (FFT).

Para psikolog yaitu Luce (1986) dan Welford (1980) dalam Kosinski (2012) telah melakukan penelitian dasar mengenai *reaction time*, yaitu: *Simple Reaction Time Experiment*, yaitu terdapat satu stimulus dan satu respon, seperti *X at known location, spot the dot, reaction sound. Recognition Reaction Time Experiment*, yaitu Terdapat beberapa stimulus yang harus direspon dalam penelitian dan ada pula yang tidak perlu direspon. *Symbol Recognition dan Tone Recognition* termasuk pada tipe penelitian ini. *Choice Reaction Time Experiment*, yaitu responden harus memberi respon sesuai dengan stimulus yang muncul pada layar, seperti menekan salah satu huruf pada keyboard sesuai dengan stimulus berupa huruf-huruf yang muncul pada monitor komputer.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Clemson University rata-rata kecepatan reaksi untuk *simple reaction time experiment* dengan stimulus visual adalah 0.268 detik (Kosinski, 2012). Studi yang dilakukan oleh Donders (1868) dalam Kosinski (2012) menunjukkan bahwa *simple reaction time* lebih cepat dari pada *recognition reaction time*, dan *choice reaction time* adalah yang paling lama diantara semuanya. Laming (1968) dalam Kosinski (2012) menyimpulkan bahwa rata-rata pada *simple reaction time* adalah 0.220 detik, sedangkan rata-rata *recognition reaction time* adalah 0.384 detik.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah adalah bagaimana keterkaitan tingkat hubungan beban mental yang dilihat dari *Heart Rate* (HR) dan *Heart Rate Variability* (HRV) dalam mempengaruhi performansi yang dilihat dari *Reaction Time* seorang masinis.

#### 3.2 Identifikasi Metode Pemecahan Masalah

Kingsley, Lewis dan Marson (2006) dalam Paritala (2009) mengungkapkan bahwa pengukuran HRV dimasa lalu diperlukan Elektrokardiogram (EKG) berkualitas tinggi, tetapi tingginya biaya dan kompleksitas peralatan EKG membuat sulit dalam melakukan analisis HRV. Kingsley et al. (2005) dalam Paritala (2009) menunjukkan bahwa *interval Rhythm to*

*Rhythm* (RR) dalam *Heart Rate* diperoleh dengan menggunakan Polar S810 dan Gamelin et al. (2006) meneliti validitas Polar S810 untuk mengukur interval RR dalam kondisi istirahat. Penggunaan *heart rate monitor* (Polar S810) layak digunakan karena terjangkau dan mudah diaplikasikan. Pada penelitian ini Polar Rs800 digunakan merekam data HR dan HRV. Hal yang dapat diukur oleh POLAR Rs800 yaitu *Rhythm to Rhythm* (RR), *Heart Rate Max*, *Heart Rate Min*, *Standar Deviation* dan variabel lainnya.

Pengukuran performansi kerja salah satunya dapat dilihat dari indikator *vigilance* dengan *Psychomotor Vigilance Task* (PVT). PVT adalah alat yang digunakan untuk mengukur performansi kerja yang dipengaruhi oleh lingkungan dan kondisi tubuh yang dapat mempengaruhi konsisi *vigilance* seseorang dan berdampak pada performansi manusia. PVT yang digunakan adalah *DirectRT* yaitu *software* yang berisi pengujian kecepatan reaksi. *Software* tersebut menampilkan nilai dari kecepatan reaksi, serta waktu tercepat dan waktu terlambat dari reaksi setiap responden. Pengukuran tingkat kecepatan reaksi masing-masing masinis diperoleh melalui penggunaan *software DirectRT*.

### **3.3 Penentuan Partisipan**

Penentuan partisipan yaitu menentukan masinis yang berpartisipasi dalam penelitian, mulai dari pengumpulan jadwal keberangkatan kereta api, jadwal masinis dan pengumpulan data umum masinis.

### **3.4 Pengumpulan Data**

Hal pertama yang dilakukan adalah memasang *heart rate monitor*, dengan tujuan mendapatkan data *Heart Rate* (HR) dan *Heart Rate Variability* (HRV) masinis. Alat ini dikenakan oleh masinis saat awal sebelum keberangkatan sampai selesai perjalanan tugas masinis. Data yang dikumpulkan yaitu data *heart rate monitor* yang terdiri dari data HR dan HRV. HR dalam satuan *beat per minute* (bpm). *Heart Rate Variability* (HRV) dengan satuan *millisecond* (ms).

Data *reaction time* didapatkan dengan melakukan pengujian menggunakan *DirectRT*. Pengujian ini dilakukan sebelum masinis melaksanakan dinas, dan saat masinis selesai melaksanakan dinas. Alat yang digunakan untuk pengujian ini yaitu Laptop yang telah di *install software DirectRT*. Perhitungan rata-rata *reaction time* dilakukan terhadap tes *reaction time T5* (*Simple Reaction Time*) dan *T6* (*Recognition Reaction Time*)

### **3.5 Pengolahan Data**

Dari 34 masinis yang dijadikan responden hanya diambil 26 data. Data tersebut adalah data *Heart Rate* (HR), *Heart Rate Variability* (HRV) dan Data *reaction time*. Data yang didapat dari 26 masinis kemudian dilakukan Perhitungan Rata-rata HR, Perhitungan Rata-rata HRV, Perhitungan Variabel-variabel HRV. Kemudian pengolahan data dilakukan menggunakan metoda statistika, pengujian statistika yang digunakan diantaranya Uji Normalitas, Uji Beda, Uji Korelasi, dan Regresi linier.

## **4. PENGOLAHAN DATA**

### **4.1 Pengolahan Data**

#### **4.1.1 Data Reaction Time**

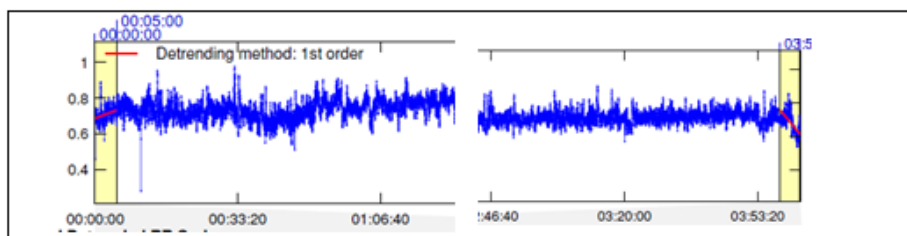
Data *reaction time* sebelum dan sesudah dinas direkapitulasi, kemudian proses berikutnya hanya data kecepatan reaksi sesudah perjalanan saja yang digunakan. Rekapitulasi rata-rata kecepatan reaksi T5 dan T6 dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1. Rekapitulasi rata-rata kecepatan reaksi T5 dan T6**

Masinis Ke.	Rata-rata Kecepatan Reaksi T6 (Detik)			Masinis Ke.	Rata-rata Kecepatan Reaksi T5 (Detik)		
	Sebelum	Sesudah	$\Delta$		Sebelum	Sesudah	$\Delta$
1	0.530	0.660	0.129	1	0.725	0.765	0.040
2	0.352	0.497	0.145	2	0.621	0.661	0.040
3	0.634	0.656	0.022	3	0.734	0.756	0.022
4	0.331	0.371	0.040	4	0.431	0.471	0.040
5	0.433	0.513	0.080	5	0.460	0.518	0.058
6	0.485	0.465	-0.021	6	0.522	0.545	0.023
7	0.437	0.384	-0.053	7	0.471	0.545	0.074
8	0.334	0.327	-0.007	8	0.460	0.500	0.040
9	0.294	0.334	0.040	9	0.548	0.567	0.019
10	0.383	0.301	-0.082	10	0.443	0.483	0.040
11	0.301	0.302	0.001	11	0.434	0.523	0.088
12	0.472	0.500	0.028	12	0.601	0.641	0.040
13	0.408	0.429	0.020	13	0.508	0.529	0.020
14	0.409	0.413	0.004	14	0.690	0.724	0.035
15	0.528	0.701	0.174	15	0.550	0.590	0.040
16	0.577	0.929	0.352	16	0.704	0.721	0.017
17	0.371	0.543	0.172	17	0.431	0.509	0.078
18	0.876	0.916	0.040	18	0.976	1.016	0.040
19	0.377	0.410	0.033	19	0.468	0.508	0.040
20	0.360	0.463	0.103	20	0.460	0.563	0.103
21	0.795	0.876	0.081	21	0.895	0.976	0.081
22	0.383	0.329	-0.054	22	0.584	0.602	0.018
23	0.806	0.880	0.074	23	0.838	0.849	0.010
24	0.465	0.437	-0.028	24	0.602	0.686	0.084
25	0.348	0.366	0.018	25	0.370	0.417	0.047
26	0.331	0.334	0.003	26	0.674	0.775	0.101

**4.1.2 Pengolahan Data *Heart Rate* (HR) dan *Heart Rate Variability* (HRV)**

Data perekaman HR dan HRV yang dianjurkan adalah 5 menit karena data yang diambil dengan durasi 5 menit tersebut sudah cukup untuk dapat diolah (Aubert *et al.*, 2003). Pengambilan data sebelum dan sesudahdinasan bertujuan untuk memperlihatkan adanya perbedaan HR dan HRV sebelum dan sesudah dinas.Contoh pengambilan data yang dilakukan yaitu 5 menit sebelum dan 5 menit sesudah dinas dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1. Pengambilan Data 5 Menit Sebelum Dan Setelah Dinas**

Perhitungan Rata-Rata HR dan HRV sebelum dan sesudah dinas dapat dari nilai rata-rata pengukuran HR dan HRV yang telah dilakukan dalam penelitian yaitu 5 menit sebelum dan sesudah dinas. Pada proses pengolahan data berikutnya hanya data HR dan HRV sesudah dinas saja yang digunakan. Rekapitulasi rata-rata HR dan HRV sebelum dan sesudah dinas masinis dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2. Nilai Rata-rata HR dan HRV Masinis Sebelum dan Sesudah Berdinas**

Masinis Ke.	Ratarata <i>Heart Rate</i> Sebelum ( <i>beat per minute</i> )			Masinis Ke.	Ratarata <i>Heart Rate Variability (ms)</i>		
	Sebelum	Sesudah	$\Delta$		Sebelum	Sesudah	$\Delta$
1	82.304	84.109	1.805	1	729.307	714.779	-14.528
2	68.184	79.703	11.520	2	884.932	755.441	-129.491
3	104.257	106.637	2.381	3	576.909	570.133	-6.777
4	71.999	79.233	7.234	4	838.143	769.846	-68.297
5	83.243	83.952	0.709	5	726.070	720.640	-5.430
6	91.706	80.901	-10.804	6	656.873	751.391	94.518
7	84.171	92.928	8.758	7	714.406	646.709	-67.697
8	70.890	78.237	7.347	8	854.937	790.195	-64.742
9	83.910	74.951	-8.960	9	716.256	801.893	85.637
10	84.770	87.677	2.908	10	712.124	709.389	-2.735
11	87.099	89.547	2.447	11	691.559	674.829	-16.730
12	73.616	79.273	5.656	12	817.343	759.084	-58.260
13	82.351	87.977	5.625	13	730.224	775.450	45.225
14	76.700	97.110	20.410	14	784.600	934.975	150.376
15	79.813	81.967	2.154	15	759.038	737.463	-21.575
16	81.163	81.581	0.417	16	742.344	743.161	0.817
17	79.310	98.572	19.262	17	758.562	723.200	-35.362
18	112.919	119.602	6.683	18	533.237	585.296	52.060
19	76.553	77.382	0.829	19	787.113	801.695	14.582
20	71.965	72.544	0.579	20	836.012	830.470	-5.542
21	90.818	105.057	14.238	21	666.895	577.532	-89.364
22	85.214	84.974	-0.240	22	710.341	712.489	2.148
23	83.133	93.751	10.618	23	723.092	642.300	-80.791
24	85.224	89.086	3.862	24	706.958	680.220	-26.738
25	86.856	96.852	9.996	25	699.643	690.225	-9.417
26	77.8399	82.1274	4.287	26	773.140	735.272	-37.867

Perhitungan Variabel-Variabel HRV, pada pengolahan data fungsi frekuensi, perubahan transformasi sinyal dari fungsi waktu menjadi fungsi frekuensi diperlukan. Teknik transformasi yang digunakan adalah *Fast Fourier Transform* (FFT). Perhitungan FFT ini didapatkan dengan bantuan *software* KUBIOS HRV. Contoh *Output* FFT dari pengolahan dan perhitungan variabel HRV menggunakan KUBIOS HRV pada masinis ke-1 data (5 menit sesudah) dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3. *Output* FFT *Software* KUBIOS HRV Masinis Ke-1 (5 menit sesudah)**

Frequency (Hz)				
Frequency Band	Peak (Hz)	Power (ms <sup>2</sup> )	Power (%)	Power (n.u.)
VLF (0-0.04 Hz)	0.0117	217	33.6	
LF (0.04-0.15 Hz)	0.0625	402	62.2	93.7
HF (0.15-0.4 Hz)	0.3828	27	4.2	6.3
Total		647		
LF/HF		14.960		

## 4.2 Uji Statistik

### 4.2.1 Uji Normalitas

Uji normalitas yang digunakan yaitu Kolmogorof-Smirnov. Pengujian normalitas ini dilakukan terhadap variabel rata-rata HR dan rata-rata kecepatan reaksi T5 dan T6 (sebelum dan sesudah dinasan), dengan menggunakan *software* SPSS. Berdasarkan hasil perhitungan SPSS, seluruh variabel yang diujikan memiliki nilai  $p > 0.05$  sehingga dapat dikatakan variabel-variabel tersebut berdistribusi normal.

### 4.2.2 Uji Beda

Uji beda yang digunakan yaitu *Paired sample t test*, yaitu uji beda dua sampel berpasangan. Uji beda dilakukan terhadap variabel *reaction time* sebelum dan sesudah dinasan, untuk menunjukkan perubahan performansi mesin dilihat dari perubahan *reaction time* mesin. Berdasarkan hasil pengolahan SPSS didapatkan nilai *reaction time* dengan  $p < 0.05$  maka dapat dikatakan terdapat perbedaan performa kecepatan reaksi sebelum dan sesudah dinasan.

### 4.2.3 Uji Korelasi, Kecepatan Reaksi Dengan HR dan HRV

Variabel yang akan diuji korelasinya adalah rata-rata HR dan HRV terhadap kecepatan reaksi mesin. Pengujian korelasi yang digunakan adalah uji korelasi Pearson. Hasil rekapitulasi keseluruhan uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Rekapitulasi Uji Korelasi Keseluruhan Variabel**

Variabel HRV	Kecepatan Reaksi T5		Kecepatan Reaksi T6	
	r	p	r	p
HR	0.564	0.003	0.472	0.015
HRV	-0.463	0.017	0.479	0.013
VLFband	-0.346	0.084	-0.461*	0.018*
LFband	-0.249	0.220	-0.175	0.393
HFband	-0.057	0.781	0.076	0.711
VLFpower	-0.187	0.359	-0.103	0.617
LFpower	-0.218	0.284	-0.046	0.825
HFpower	-0.373	0.060	-0.181	0.376
%VLV	0.307	0.127	0.201	0.324
%LF	-0.066	0.749	0.016	0.939
%HF	-0.389*	0.050*	-0.314	0.119
LFnu	0.415*	0.035*	0.343	0.086
HFnu	-0.415*	0.035*	-0.345	0.084
LFperHF	0.235	0.247	0.300	0.136

Dari keseluruhan hasil uji korelasi kemudian dipilih variabel-variabel yang berkorelasi signifikan terhadap kecepatan reaksi (T5 dan T6). Rekapitulasi hasil uji korelasi dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Rekapitulasi Hasil Uji Korelasi**

Variabel HRV	Kecepatan Reaksi T5		Kecepatan Reaksi T6	
	r	p	r	p
HR	0.564	0.000	0.485	0.012
HRV	-0.463	0.017	-0.505	0.008
VLFband			-0.461	0.018
%HF	-0.389	0.050		
LFnu	0.415	0.035		
HFnu	-0.415	0.035		

Berdasarkan hasil rekapitulasi Tabel 5, dapat dilihat bahwa hanya variabel HR dan HRV yang memiliki hubungan korelasi signifikan pada kedua tingkat kecepatan reaksi T5 dan T6, sehingga kedua variabel tersebut akan dicari persamaan regresi liniernya.

#### **4.2.4 Pengujian Regresi Variabel Terpilih**

Setelah ditentukan variabel pengukuran yang akan digunakan, selanjutnya melakukan analisis regresi sederhana. Pada analisis regresi sederhana dilakukan pengujian asumsi klasik untuk menguji kelayakan persamaan regresinya. Hasil persamaan regresi tersebut menghasilkan persamaan sebagai berikut, Kecepatan Reaksi T5 =  $1.270 - 0.001(HRV)$ , Kecepatan Reaksi T5 =  $-0.063 + 0.008(HR)$ , Kecepatan Reaksi T6 =  $1.403 - 0.001(HRV)$ , Kecepatan Reaksi T6 =  $-0.238 + 0.009(HR)$ .

## **5. ANALISIS**

### **5.1 Analisis Hasil Reaction Time**

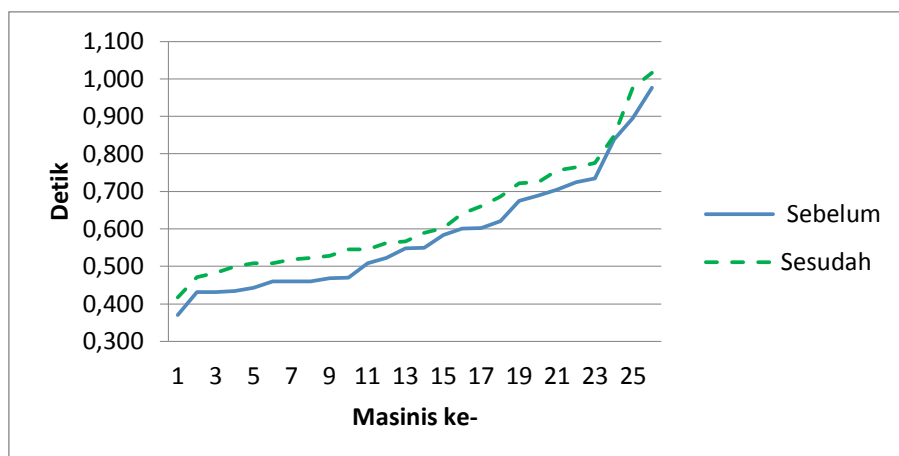
Pengambilan data dilakukan terhadap masinis di Unit Pelayanan Teknis Kru (UPTK), baik sebelum maupun sesudah dinas. Pengambilan data kecepatan reaksi dilakukan menggunakan *Laptop* lengkap dengan *mouse*. Sebelum melakukan pengambilan data masinis melakukan latihan (*trial*) sebanyak 1 sampai 3 kali, bertujuan untuk menghilangkan *leraning curve* yang dapat mempengaruhi data penelitian, sesuai yang diungkapkan Dingers (1997) dalam Alatas *et al.* (2012).

### **5.2 Pengujian Simple Visual Test (T5)**

Rentang rata-rata kecepatan reaksi sebelum melakukan dinas berada diantara 0.37 sampai 0.976detik atau diatas rata-rata kecepatan reaksi normal. Sedangkan kecepatan reaksi T5 sesudah melaksanakan dinas berada diantara 0.417 detik sampai 1.016 detik atau diatas rata-rata kecepatan reaksi normal. Gambar 2 menunjukkan grafik perubahan *reaction time* T5 masinis.

Secara keseluruhan dapat dikatakan bahwa masinis yang bekerja pada Daop II Bandung (lintasan Banjar, Cirebon dan Gambir) cenderung memiliki nilai kecepatan reaksi yang tidak sesuai kondisi rata-rata normal Kosinski (2012). Pada kondisi setelah melaksanakan perjalanan dinas terlihat perubahan penurunan atau melambatnya tingkat kecepatan reaksi T5 hal ini diakibatkan banyak faktor diantaranya kelelahan fisik dan beban mental dan lain sebagainya

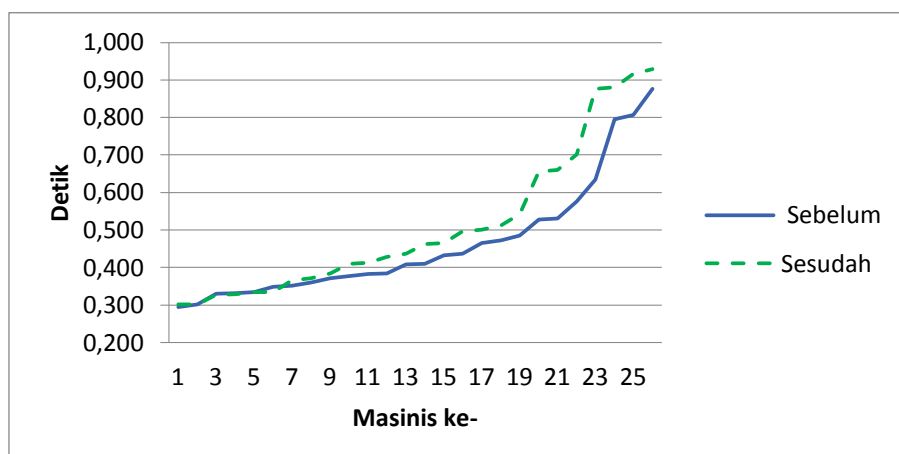




Gambar 2. Grafik *Reaction Time T5* Keseluruhan Masinis Sebelum Dan Sesudah Dinas

### 5.3 Pengujian Visual And Audio Recognition Test (T6)

Berdasarkan hasil pengukuran, kecepatan reaksi T6 pada 26 orang masinis, rentang rata-rata kecepatan reaksi sebelum melakukan dinas berada diantara 0.294 sampai 0.876 detik atau diatas rata-rata kecepatan reaksi normal. Sedangkan rentang rata-rata kecepatan reaksi T6 sesudah melaksanakan perjalanan berada diantara 0.334 detik sampai 0.916 detik atau diatas rata-rata kecepatan reaksi normal. Gambar 3 menunjukkan grafik perubahan *reaction time T5* masinis.



Gambar 3. Grafik *Reaction Time T5* Keseluruhan Masinis Sebelum Dan Sesudah Dinas

Dalam pengujian T6 terdapat 12 masinis dengan nilai kecepatan rata-rata lebih kecil dari 0.384. Keduabelas responden tersebut dapat dikatakan memiliki tingkat kecepatan reaksi *recognition reaction time* yang sangat baik ( $<0.384$ ), akan tetapi secara keseluruhan masinis yang bekerja pada Daop II – Bandung (lintasan Banjar, Cirebon dan Gambir) belum dapat dikatakan baik karena sebagian besar masih memiliki nilai diatas rata-rata normal ( $>0.384$ ). Pada kondisi setelah melaksanakan perjalanan dinas terlihat perubahan penurunan atau melambatnya tingkat kecepatan reaksi T6 hal ini diakibatkan banyak faktor diantaranya kelelahan fisik juga beban mental dan lain sebagainya.

### 5.4 Analisis Heart Rate (Hr) Dan Heart Rate Variability (HRV)

#### 5.4.1 Pengambilan HR dan HRV

Beberapa peneliti salah satunya Aubert *et al.* (2003) menganjurkan perekaman data minimum 5 menit, karena sudah cukup untuk memberikan gambaran mengenai keadaan HR

dan HRV. Sesuai dengan kebutuhan penelitian data yang digunakan yaitu data 5 menit sebelum dan 5 menit setelah penelitian.

#### **5.4.2 Analisis HR dan HRV**

Rata-rata nilai denyut jantung masinis cenderung meningkat selama melakukan perjalanan dinas. Hal ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya durasi kerja ataupun tingkat kesulitan suatu pekerjaan (Hancock dan Meskati, 1988), hal ini ditunjukkan dengan peningkatan nilai rata-rata denyut jantung saat masinis melakukan kegiatan (perjalanan dinas). Berbeda dengan nilai HR, nilai HRV sebelum dan sesudah, yang mengalami kecenderungan menurun (semakin cepat). HRV dapat digunakan untuk menggambarkan tingkat tekanan mental seseorang sesuai dengan Back (1998) dalam Paritala (2009), maka pada kasus ini perubahan HRV pada masinis menunjukkan bahwa salah satu hal yang mempengaruhi perubahan tersebut adalah beban mental selama melakukan perjalanan dinas.

#### **5.5 Analisis Hasil Korelasi**

Variabel yang memiliki korelasi signifikan ( $p < 0.05$ ) terhadap kecepatan reaksi T5 dan T6 adalah variabel HR dan HRV. Hasil pengujian korelasi untuk HR dan HRV dengan kecepatan reaksi dapat dilihat Pada Tabel 6.

**Tabel 5. Korelasi HR dan HRV Terhadap Kecepatan Reaksi**

Variabel HRV	Kecepatan Reaksi T5		Kecepatan Reaksi T6	
	r	p	r	p
HR	<b>0.564</b>	<b>0.000</b>	<b>0.485</b>	<b>0.012</b>
HRV	<b>-0.463</b>	<b>0.017</b>	<b>-0.505</b>	<b>0.008</b>

Tabel 6 nilai  $r$  menunjukkan bahwa kekuatan korelasi variabel HR adalah cukup kuat, untuk T5 maupun T6 maka dapat dikatakan meningkatnya nilai HR mengakibatkan kecepatan reaksi semakin besar (lambat) atau sebaliknya. Dapat dikatakan selama dinas masinis mengalami kelelahan fisiologis yang ditandai dengan meningkatnya nilai HR selama dinas. Nilai korelasi HRV menunjukkan kekuatan korelasi kearah negatif yang cukup kuat ini berarti semakin cepat nilai HRV maka semakin lambat kecepatan reaksinya, variabel HRV dapat digunakan untuk mengukur tingkat beban mental. Tingkat beban mental yang tinggi dapat mempengaruhi kelahan mental.

#### **5.6 Analisis Hasil Regresi Linier**

Setelah melakukan pengujian regresi linier didapatkan empat persamaan regresi sebagai berikut:

1. Analisis regresi T5 dengan HRV,  **$T5 = 1.27 - 0.001(HRV)$** . Jika dilihat nilai *R square* yang bernilai 21.5% memiliki arti bahwa HRV hanya 21.5% mempengaruhi variabel T5, sisanya 78.5% dipengaruhi variabel lain.
2. Analisis regresi T5 dengan HR,  **$T5 = -0.063 + 0.008(HR)$** . Jika dilihat nilai *R square* yang bernilai 31.8% memiliki arti bahwa HRV hanya 31.8% mempengaruhi variabel T5, sisanya 68.2% dipengaruhi variabel lain.
3. Analisis regresi T6 dengan HRV,  **$T6 = 1.403 - 0.001(HRV)$** . Jika dilihat nilai *R square* yang bernilai 25.5% memiliki arti bahwa HRV hanya 25.5% mempengaruhi variabel T5, sisanya 74.5% dipengaruhi variabel lain.
4. Analisis regresi T6 dengan HR

Persamaan yang dihasilkan yaitu  $T6 = -0.238 + 0.009(HR)$ . Jika dilihat nilai  $R$  ( $R$ -square) yang bernilai 23.6% memiliki arti bahwa HRV hanya 23.6% mempengaruhi variabel  $T5$ , sisanya 76.4% dipengaruhi variabel lain.

## 6. KESIMPULAN

### 6.1 Kesimpulan

Dapat dikatakan keseluruhan masinis masih memiliki nilai kecepatan reaksi di bawah rata-rata normal, khususnya setelah melaksanakan perjalanan dinas. Terdapat pengaruh antara beban mental dengan perubahan performansi masinis. Hasil uji korelasi terhadap seluruh variabel pengukuran bervariasi, mulai dari korelasi kuat, sedang dan lemah. Hasil uji korelasi menunjukkan seberapa besar variabel HR dan HRV mempengaruhi variabel kecepatan reaksi. Variabel pengukuran yang berkorelasi terhadap kecepatan reaksi  $T5$  dan  $T6$  yaitu variabel HR dan HRV. Masing-masing dari variabel tersebut dihitung persamaan regresinya dan pada hasil persamaan regresi terdapat persamaan yang menghasilkan nilai  $error$  terendah atau mendekati sempurna yaitu persamaan  $T5$  dengan variabel HR. Rata-rata nilai  $R$ -square dari keempat persamaan regresi yaitu 25.6% artinya dapat dikatakan sebanyak 74.4% nilai kecepatan reaksi dipengaruhi faktor atau variabel lain selain HR dan HRV.

### 6.2 Saran

Waktu dinasan yang baik tidak lebih dari 4 jam. Waktu dinasan yang memiliki rata-rata 4 jam dirasa cukup baik karena dalam rentang waktu tersebut kecepatan reaksi masinis sudah menurun sehingga akan mempengaruhi performansi masinis.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih penulis ucapkan kepada PT. KAI DAOP-II BANDUNG yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan studi tugas akhir di PT. KAI DAOP-II BANDUNG, khususnya kepada para masinis yang telah kooperatif dalam melaksanakan penelitian tugas akhir ini.

## REFERENSI

Alatas, A. H., 2012. *Evaluasi pemanfaatan psychomotor vigilance task dalam pengukuran beban mental*. Fakultas Teknik : Universitas Mercu Buana. Fakultas Teknologi Industri : Institut Teknologi Bandung.

Astrand, P.O., and Rodahl, K., 1986. *Text of work physiology: Physiological bases of exercise*. Singapore: McGraw-Hill Book Company.

Aubert *et al.*, 2003. *Heart Rate Variability in Athletes*. Laboratory of Experimental Cardiology, School of Medicine, K.U. Leuven, Leuven, Belgium.

Egeland, N., 1982. *Spectral Analysis of Heart Rate Variability as An Indicator of Driver Fatigue*. Ergonomic, Vol. 25, No.7, 663-672

Hancock, A. P. and N. Meshkati., 1988. *Human Mental Workload*. Netherlands: Elsevier Science Publishing Company, INC.

Husein, Umar., 2002. *Metode Riset Bisnis*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama

Kosinski, R. J., 2012. *A Literature Review on Reaction Time*. Clemson University.

*Analisis Hubungan Beban Mental Dan Perubahan Performansi Masinis Selama Menjalankan Dinas Di Daerah Operasional-II Bandung*

Murata, A. & Hiramitsu, Y., 2009. *Evaluation of Drowsiness by HRV Measures*. Fifth International Workshop on Computational Intelligence & Application IEEE SMC Hiroshima Chapter ; IWCIA

National Instruments., 2009. *Use LabVIEW for Heart Rate Variability Analysis*, <http://zone.ni.com/devzone/cda/epd/p/id/5832>.

Nugroho, B. A., 2005. *Strategi Jitu Metode Statistik Penelitian dengan SPSS*. Penerbit Andi Yogyakarta.

Nurmianto, Eko. 2008. *Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya*. Surabaya: Teknik Industri-ITS.

Paritala, S. A., 2009. *Effects Of Physical And Mental Tasks On Heart Rate Variability*. Electronics and Communication Engineering Kakatiya University : India.

Santoso, S., 2012. *Panduan Lengkap SPSS Versi 20*. PT.Elex Media Komputindo.

Sutalaksana, I. *et al.*, 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Departemen Teknik Industri ITB : Bandung.

Sutalaksana, I. *et al.*, 2006. *Teknik Perancangan Sistem Kerja*. Jurusan Teknik Industri ITB : Bandung.

Tarwaka, *et al.*, 2004. *Ergonomi untuk Keselamatan Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press.

Walpole, E. R., 1995. *Ilmu Pelung dan statistika untuk insinyur dan ilmuwan*, Edisi keempat. Penerbit ITB :Bandung.