

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KELELAHAN KERJA  
BERDASARKAN WAKTU REAKSI  
BERBASIS ARDUINO UNO**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat S-1

Program Studi Fisika



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

diajukan oleh:  
Khoirul Anwar  
10620018

Kepada

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
2017**

# **Rancang Bangun Alat Ukur Kelelahan Kerja Berdasarkan Waktu Reaksi Berbasis Arduino Uno**

Khoirul Anwar  
10620018

## **INTISARI**

Penelitian rancang bangun alat ukur kelelahan kerja berdasarkan waktu reaksi berbasis arduino uno telah berhasil dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat alat ukur kelelahan kerja berbasis arduino uno, menghitung berapa tingkat akurasi dan presisi alat ukur kelelahan kerja berbasis arduino uno, dan membedakan waktu reaksi antara rangsangan cahaya dan rangsangan suara terhadap responden. Pembuatan alat ukur dilakukan dalam dua tahap yaitu tahap pembuatan perangkat keras kemudian perangkat lunak, uji akurasi dan presisi dilakukan dengan membandingkan output dari alat yang dibuat dengan stopwatch standar, dan perhitungan perbandingan waktu reaksi antara rangsangan cahaya dan suara dilakukan dengan menghitung rata-rata waktu reaksi hasil uji terhadap 10 responden. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa telah dibuat alat ukur kelelahan kerja dengan memanfaatkan pencacah pada arduino uno untuk menghitung waktu reaksi terhadap rangsangan cahaya dan suara oleh responden, alat ukur tersebut memiliki nilai akurasi sebesar 97,85% dan presisi sebesar 99,91%, rata-rata waktu reaksi antara rangsangan cahaya dan rangsangan suara terhadap responden berturut-turut sebesar  $(186.80 \pm 19.98)ms$  dan  $(170.64 \pm 18.46)ms$ .

**Kata kunci:** Alat ukur kelelahan kerja, waktu reaksi, arduino uno

## **Design and Construction Instrument of Work Fatigue Measurement base on Reaction Time by Arduino Uno**

Khoirul Anwar  
10620018

### **ABSTRACT**

Design and construction work fatigue measurement instrument base on reaction time by arduino uno was done. The aim of this research is to make instrument of measurement of work fatigue base on reaction time by arduino uno, to calculate how accurate and precision level of it, and to distinguish of reaction time between light and sound stimulation in this case. This instrument was made on two steps, they're software and hardware. The comparison output of this instrument and stopwatch was done to calculate the accuration and precision. The average of reaction time of 10 respondent was use to compare the output of light and sound stimulation. The result of this research is shown that measurement property of work fatigue by used counter which in arduino uno to calculate reaction time of light and sound stimulation, the accuration and precission level for this property in succession are 97,85% and 99,91%, the reaction time average between light and sound stimulation are  $(186.80 \pm 19.98)ms$  and  $(170.64 \pm 18.46)ms$ .

**Keyword:** work fatigue meauserement instrument, reaction time, arduino uno

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini saya:

Nama : Khoirul Anwar  
Nim : 10620018  
Prodi : Fisika  
Fakultas : Sains dan Teknologi

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Rancang Bangun Alat Ukur Kelelahan Kerja Berdasarkan Waktu Reaksi Berbasis Arduino Uno”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 28 Juli 2017

Yang menyatakan,



Khoirul Anwar  
10620016

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA



**SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI**

Hal : Surat Persetujuan Skripsi

Lamp : -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

*Assalamu'alaikum wr. wb.*

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Khoirul Anwar

NIM : 10620018

Judul Skripsi : Rancang Bangun Alat Ukur Kelelahan Kerja Berdasarkan Waktu Reaksi Berbasis Arduino Uno.

Sudah dapat diajukan kembali kepada Program Studi Fisika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam Jurusan Fisika.

Dengan ini kami mengharap agar skripsi Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqsyahkan. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA  
Yogyakarta, 27 Juli 2017

Pembimbing

Frida Agung Rakhmadi, M.Sc

NIP. 19780510 200501 1 003



## PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-1257/Un.02/DST/PP.00.9/08/2017

Tugas Akhir dengan judul : Rancang Bangun Alat Ukur Kelelahan Kerja Berdasarkan waktu Reaksi Berbasis Arduino Uno

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : KHOIRUL ANWAR  
Nomor Induk Mahasiswa : 10620018  
Telah diujikan pada : Kamis, 03 Agustus 2017  
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

### TIM UJIAN TUGAS AKHIR

Ketua Sidang

Frida Agung Rakhmadi, S.Si., M.Sc.  
NIP. 19780510 200501 1 003

Penguji I

Drs. Nur Untoro, M.Si.  
NIP. 19661126 199603 1 001

Penguji II

Anis Yuniati, S.Si., M.Si  
NIP. 19830614 200901 2 009

Yogyakarta, 03 Agustus 2017  
UIN Sunan Kalijaga  
Fakultas Sains dan Teknologi  
D E K A N



Dr. Murtono, M.Si  
NIP. 19691212 200003 1 001

**MOTTO**

***SEMANGAT!!!***



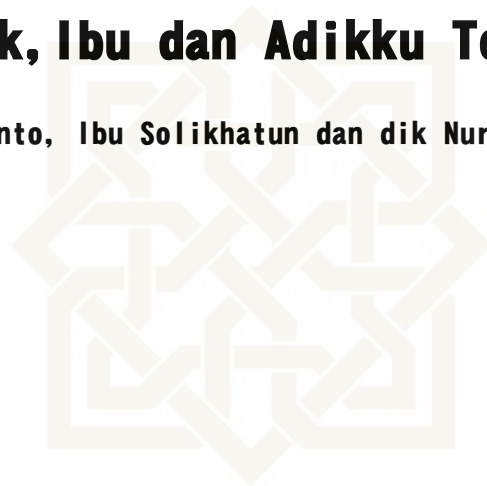
STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA

# **PERSEMBAHAN**

**Karya ini saya persembahkan untuk:**

**Bapak, Ibu dan Adikku Tercinta.**

**(Bapak Budi Sumanto, Ibu Solikhatun dan dik Nurullita Dwi Jayanti)**



STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
**SUNAN KALIJAGA**  
YOGYAKARTA



## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah, penyusun haturkan kehadiran Allah SWT atas rahmat, nikmat, dan karunia-Nya yang senantiasa memberikan petunjuk, bimbingan, kekuatan lahir dan batin sehingga dapat tersusun skripsi ini. Sholawat dan salam semoga tetap tercurah kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW beserta seluruh keluarganya, sahabatnya serta para pengikutnya yang selalu mantaatinya.

Penyusunan skripsi dengan judul “**Rancang Bangun Alat Ukur Kelelahan Kerja Berdasarkan Waktu Reaksi Berbasis Arduino Uno**”, dimaksudkan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar sarjana strata satu Fisika di Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta.

Dengan ketulusan dan kerendahan hati penyusun haturkan terima kasih yang tak terhingga atas segala bantuan dalam penyusunan skripsi ini kepada:

1. Bapak Dr. Murtono, M.Si, selaku dekan fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Bapak Dr. Thaqibul Fikri Niyartama, M.Si, selaku Ketua Program Studi Fisika.
3. Bapak Frida Agung Rakhmadi, M.Sc, selaku pembimbing skripsi dan pembimbing akademik yang dengan sabar dan tekun memberikan saran dan kritik yang sangat membangun, serta memberikan bimbingan dengan penuh keikhlasan dan keterbukaan sehingga skripsi ini bisa terselesaikan dengan baik.
4. Bapak Drs. Nur Untoro M.Si dan Ibu Anis Yuniati,S.Si., M. Si., selaku penguji sidang munaqasyah.

5. Semua Staf Tata Usaha dan Karyawan di lingkungan Fakultas sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu terselesaikannya skripsi ini.
6. Keluarga besar fisika UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang memberi semangat dan dukungannya.
7. Bapak Anto beserta keluarga, Mbak Runi, Pak Pujo yang telah memberi semangat dan dukungannya.
8. Nur Anisah dan Mbak Lupi yang selalu memberikan teguran, semangat dan dukungan.
9. Teman-teman Fisika 2010 yang slalu memberi dukungan penuh keihlasan, Hera, Fiqh, Frisca, Nana, Enur, Dwi N.J, Fitri, Hanny, Aya, Antik, Bams, Somet, Yapie, Alaika, Alan, Ari, Fuad, Lutfi, Danny, Kukuh.
10. Teman TPG (Vella, Andi, Ashari, Sigit, Via), Teman Seperjuangan (bang Noto, Bana, Danar, Baim, Dayat), Teman 4S (Nasikin, Katty, Nisa).
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penyusun juga menyadari bahwa penyusunan skripsi ini jauh dari sempurna, namun demikian penyusun berharap semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan menambah ilmu pengetahuan khususnya di bidang Sains fisika.

Aaamiin Yaa Rabbal ‘Aalamiin

Yogyakarta, 28 Juli 2017



Khoirul Anwar  
10620018

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN COVER</b> .....	i
<b>ABSTRAK</b> .....	ii
<b>SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b> .....	iv
<b>SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	v
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vi
<b>MOTTO</b> .....	vii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Studi Pustaka .....	5
2.2 Dasar Teori .....	8
2.2.1 Waktu .....	8
2.2.2 Kelelahan Keja .....	9

2.2.3 Beban Kerja .....	13
2.2.4 Waktu Reaksi .....	18
2.2.5 Proses Pengolahan rangsangan Cahaya dan Suara .....	19
2.2.6 Regresi Linier.....	22
2.2.7 Akurasi .....	24
2.2.8 Presisi .....	24
2.2.9 Arduino Uno .....	25
2.2.10 <i>Light Emitting Dioda</i> (LED) .....	28
2.2.11 <i>Buzzer</i> .....	29
2.2.12 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) .....	30
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>32</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	32
3.2 Alat dan Bahan .....	32
3.3 Prosedur Kerja.....	33
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	<b>42</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	42
4.2 Pembahasan.....	44
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>50</b>
5.1 Kesimpulan .....	50
5.2 Saran.....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>51</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

	<b>Halaman</b>
Tabel 2.1 Kriteria kelelahan kerja berdasarkan waktu reaksi .....	11
Tabel 2.2. Kebutuhan kalori per jam menurut jenis aktivitas .....	15
Tabel 2.3 Interpretasi nilai r .....	22
Tabel 3.1 Alat yang digunakan .....	33
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan .....	34
Tabel 3.3 Perbandingan data antara kedua alat .....	40
Tabel 3.4 Hubungan waktu reaksi dan tingkat kelelahan .....	42
Tabel 4.1 Perbedaan waktu reaksi rangsangan cahaya dan rangsangan suara.	45

STATE ISLAMIC UNIVERSITY  
SUNAN KALIJAGA  
YOGYAKARTA

## DAFTAR GAMBAR

	<b>Halaman</b>
Gambar 2.3a Board Arduino Uno .....	24
Gambar 2.3b Fitur Arduino Uno .....	24
Gambar 2.4 Tampilan IDE Arduino .....	26
Gambar 2.5 Lampu LED .....	27
Gambar 2.6 Buzzer .....	28
Gambar 2.7 LCD 16x2 .....	29
Gambar 3.1 Prosedur Kerja Penelitian .....	34
Gambar 3.2 Diagram Alir Prosedur Pembuatan Perangkat Keras .....	35
Gambar 3.3 Skema Rangkaian Alat .....	36
Gambar 3.4 Diagram Alir Prosedur Pembuatan Perangkat Lunak .....	37
Gambar 3.5 Diagram Alir Pemrograman .....	38
Gambar 4.1 Alat Ukur Kelelahan Kerja Berdasarkan Waktu Reaksi .....	43
Gambar 4.2 Tampilan LCD mode cahaya dan mode suara .....	44
Gambar 4.3 Tampilan waktu reaksi yang dihasilkan .....	44
Gambar 4.4 Tampilan rekap data .....	44

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Dalam dunia kerja yang semakin penuh persaingan saat ini, kecakapan setiap individu sangat dibutuhkan. Kecakapan mempengaruhi tingkat pekerjaan yang akan diperoleh. Kecakapan tersebut erat hubungannya dengan reaksi seseorang dalam menanggapi suatu hal. Tingkat kecepatan dalam menanggapi, satu orang dengan yang lainnya berbeda. Hal tersebut disebabkan beberapa faktor misalkan usia, jenis kelamin, daya tahan tubuh, tekanan, alkohol, dan kelelahan.

Kelelahan merupakan mekanisme perlindungan tubuh agar terhindar dari kerusakan lebih lanjut. Gejala kelelahan antara lain adalah rasa sakit pada otot, rasa kaku atau kejang pada bagian tubuh tertentu, rasa sakit atau nyeri hingga rasa kantuk, kebingungan mental, dan kejenuhan.

Kelelahan akan menurunkan kapasitas kerja dan ketahanan kerja yang ditandai oleh sensasi lelah, motivasi menurun, dan aktivitas menurun. Kelelahan memperlambat waktu reaksi, penurunan aktivitas dan kesulitan mengambil keputusan yang akan menambah tingkat kesalahan dan memberikan peluang terjadinya kecelakaan kerja.

Dampak kelelahan kerja mengakibatkan peluang terjadinya kecelakaan kerja semakin besar, beberapa masalah kesehatan hingga kematian. Seperti terjadi di Jepang, kematian akibat kelelahan kerja tercatat mencapai angka 1.456 pada tahun 2015 (Kompas, 2015). Data dari *International Labour Organization* (ILO) menunjukkan bahwa hampir setiap tahun sebanyak dua

juta pekerja meninggal dunia karena kecelakaan kerja yang disebabkan oleh faktor kelelahan. Penelitian tersebut menyatakan, dari 58.115 sampel, 32,8% diantaranya atau sekitar 18.828 sampel menderita kelelahan. Penelitian mengenai kecelakaan transportasi yang dilakukan di New Zealand antara tahun 2002 dan 2004 menunjukkan bahwa 134 kecelakaan fatal, 11% disebabkan oleh faktor kelelahan dan dari 1.703 cedera akibat kecelakaan, 6% disebabkan oleh kelelahan pada operator. Sedangkan di Indonesia, menurut Badan Penyelenggara Jaminan Sosial (BPJS) Ketenagakerjaan hingga akhir tahun 2015 mencatat kecelakaan kerja mencapai 105.182 kasus, dengan kasus kecelakaan berat yang mengakibatkan kematian tercatat sebanyak 2.375 kasus. Dari kasus-kasus tersebut dapat dilihat betapa berpengaruhnya kelelahan terhadap tingkat kecelakaan kerja (BPJS Ketenagakerjaan, 2015).

Berdasarkan beberapa kasus tentang pengaruh kelelahan terhadap tingkat kecelakaan kerja, penting adanya suatu alat untuk mengetahui tingkat kelelahan. Sehingga, pemulihan kelelahan dapat dilakukan sedini mungkin untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja sehingga bekerja menjadi lebih efisien.

Alat ukur kelelahan seperti *reaction timer* digunakan untuk mengetahui kelelahan seseorang berdasarkan waktu reaksi. Cepat dan lambatnya waktu reaksi menentukan tingkat kelelahan. Semakin lambat waktu reaksi menandakan tingkat kelelahan semakin besar. Alat ini bekerja menggunakan dua stimulus atau rangsangan berupa cahaya yang diterima oleh mata dan suara yang diterima oleh telinga, stimulus ini dapat dipakai secara bergantian.



Selain itu beberapa alat pernah dibuat oleh Afrison dan Sofyan tahun 2004 dengan memanfaatkan AT89C51 sebagai pencacah waktu. Indikator yang digunakan adalah cahaya berupa dua LED yang salah satu akan menyala, hal ini memberikan pilihan untuk peserta uji. Berbeda halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Wulandari tahun 2009, selain indikator cahaya berupa LED ditambahkan indikator suara berupa *buzzer*. Sedangkan pencacah waktu memanfaatkan AT89S8252.

Pada penelitian ini akan dibuat alat untuk mengukur tingkat kelelahan kerja berdasarkan waktu reaksi menggunakan Arduino uno dengan dua stimulus berupa cahaya dan suara yang dapat dijalankan secara bergantian. Dipilih menggunakan arduino uno karena praktis dan lebih mudah dalam proses pemograman.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana membuat alat ukur kelelahan kerja berbasis arduino uno?
- b. Berapa tingkat akurasi dan presisi rancang bangun alat ukur kelelahan kerja berbasis arduino uno?
- c. Berapa perbedaan waktu reaksi rangsangan cahaya dan rangsangan suara terhadap responden?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Membuat alat ukur kelelahan kerja berbasis arduino uno.

- b. Menentukan tingkat akurasi dan presisi alat ukur kelelahan kerja berbasis arduino uno.
- c. Membedakan waktu reaksi antara rangsangan cahaya dan rangsangan suara terhadap responden.

#### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah penelitian ini sebagai berikut:

- a. Pengukuran yang dilakukan menggunakan dua stimulus berupa cahaya yang dihasilkan LED dan suara yang dihasilkan oleh *buzzer*.
- b. Tampilan menggunakan LCD 16x2.
- c. Beban kerja untuk pengambilan data adalah beban kerja ringan.
- d. Perbedaan waktu reaksi terhadap responden diambil dari data dengan beban kerja ringan.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian ini adalah mengetahui tingkat intensitas kelelahan pekerja. Sehingga penanganan pemulihan dapat dilakukan sendini mungkin untuk mengurangi tingkat kecelakaan kerja.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat ukur kelelahan kerja berdasarkan waktu reaksi berbasis arduino uno dengan memanfaatkan pencacah pada arduino uno untuk menghitung waktu reaksi terhadap rangsangan cahaya dan rangsangan suara telah berhasil dibuat.
2. Hasil pengujian alat ukur diperoleh akurasi 97,85% dan presisi 99,91%.
3. Rata-rata waktu reaksi terhadap rangsangan cahaya lebih besar nilainya dengan waktu reaksi terhadap rangsangan suara yaitu  $186,80 \pm 19,98$  ms untuk rangsangan cahaya dan  $170,64 \pm 18,46$  ms untuk rangsangan suara.

### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diharapkan dapat dikembangkan dan diperbaiki untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Ditambahkan rekap data 1 hingga 20 data sehingga memudahkan dalam pencatatan data.
2. Penambahan tombol reset yang dapat mereset rekap data setiap kali pengujian, sehingga memudahkan pengambilan data selanjutnya tanpa harus mematikan alat.
3. Perlu ditambahkan pengujian pada tiap kriteria kelelahan kerja baik ringan, sedang, dan berat.

## Daftar Pustaka

- Afrison dan Sofyan. 2004. Rancang Bangun Alat Pengukur Kecepatan Gerak Reaksi Manusia Menggunakan AT89C51. Proceeding; Komputer dan Sistem Intelijen Agustus 2004.
- Algifari. 1997. Analisis Regresi, Edisi 1. BPFE: Yogyakarta.
- Anonim. 2016. *Datasheet Arduino Uno*. Diakses 28 Agustus 2016 dari <http://digital.csic.es/bitstream/10261/127788/7/D-c-520Arduino%20uno.pdf>
- Anonim. 2017. *Buzzer 5v*. Diakses 12 Juni 2017 dari <http://histla.web.id/buzzer-5v>.
- Aris, Munandar, 2012. "Liquid Crystal Display 16x2 (LCD)". Akses pada 28 Agustus 2016 <http://www leselektronika.com/2012/06/liquid-crystal-display-lcd-16x-2.html>
- Balakrishnan dkk. 2014. *A Comparative Study On Visual Choice Reaction Time for Different Colors in Females*. Hindawi Publishing Corporation Neurology Research International Volume 2014, Desember 2014.
- BPJS Ketenagakerjaan. 2015. *Jumlah Kecelakaan Kerja di Indonesia Masih Tinggi*. Diakses 21 Agustus 2016 dari <http://www.bpjsketenagakerjaan.go.id/berita/5769/jumlah-kecelakaan-kerja-di-indonesia-masih-tinggi.html>.
- Cameron 1973 dalam Setyawati. 2011. Pengantar Kesehatan dan Keselamatan Kerja di Perusahaan. Jakarta. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia Press.
- Dean dkk. 2011. *Reaction Time Correlations During Eye-Hand Coordination: Behavior and Modelling*. The Journal of Neuroscience, February 16, 2011.
- Dinata, Yuwono Marta. 2015. *Arduino itu Mudah*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Gopher, D and Donchin, E. 1986. *Workload- An Examination of The Concept* Chapter 41 *Handbook of Perception And Human Performance* 2 1-49.
- Grandjean, E. 1988. *Fitting The Task to The Man, A Textbook of Occupational Ergonomics*, 4 th edition. London:Taylor and Francis Ltd.
- Guyton A. C., Hall J. E. 1997. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 9. Jakarta : EGC. P. 208 – 212, 219 – 223, 277 – 282, 285 – 287.

- Istiyanto, Jazi Eko. 2014. Pengantar Elektronika dan Instrumentasi Pendekatan Proyek Arduino dan Android. Yogyakarta: Andi.
- Kadir, Abdul. 2013. Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrograman Menggunakan Arduino. Yogyakarta: Andi.
- KBBI. 2017. Waktu. Diakses tanggal 20 Februari 2017 dari <http://kbbi.web.id/waktu>.
- Kompas. 2016. Jumlah Karyawan di Jepang yang Tewas Akibat Kelelahan Bekerja Meningkat. Diakses 21 Agustus 2016 dari [http://internasional.kompas.com/read/2016/04/05/05300021/jumlah.karyawan.n.di.jepang.yang.tewas.akibat.kelelahan.bekerja.meningkat](http://internasional.kompas.com/read/2016/04/05/05300021/jumlah.karyawan.di.jepang.yang.tewas.akibat.kelelahan.bekerja.meningkat).
- Liu dkk. 2015. *The Influence of Work-Related Fatigue, Work Conditions, and Personal Characteristics on Intent to Leave Among New Nurses*. Diakses 28 Agustus 2016 dari <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jnu.12181/epdf>.
- Lysaght, R. J., Hill, S.G, Dick, A. O., Plamondon, B. D., Linton, P. M., Wierwille, W. W., Zaklad, A. L., Bittner, Jr, A. C., & Wherry, R. J. 1989. *Operator Workload: Comprehensive Review and Evaluation of Operator Workload Methodologies*. Technical Report 851. U.S. Army Research Institutes Field Unit. USA.
- Mo dkk. 2010. *The Impact of Adverse Work Schedules on Nurses' Fatigue*. Diakses 29 Agustus 2016 dari <http://hub.hku.hk/bitstream/10722/145756/3/fulltext.pdf>.
- Nurmianto, Eko. 2003. Ergonomi: Konsep Dasar dan Aplikasinya, Edisi 2. Surabaya: Guna Widya.
- O'Donnel, Colonel Robert D and F. Thomas Eggemeier. 1986. *Workload Assessment Methodology Chapter 42, Handbook of Perception and Human Performance II* 1-49.
- Oesman dan Simanjuntak. 2011. Hubungan Faktor Internal dan Eksternal Terhadap Kelelahan Kerja Melalui *Subjective Self Rating Test*. *Proceeding 11<sup>th</sup> National Conference of Indonesian Ergonomics Society 2011*.
- Olds, Danielle M dan Clarke. 2010. *The Effect of Work Hours on Advance Event and Errors in Health Care*. Diakses 28 Agustus 2016 dari <http://ncbi.nlm.nih.gov/m/pubmed/20497801/>.
- Sage 1984 dalam Hanafi. 2010. Efektifitas Latihan Beban Dan Latihan Pliometrik Dalam Meningkatkan Kekuatan Otot Tungkai Kecepatan Reaksi. *Jurnal ILARA, Volume I, Nomor 2, Desember 2010, hlm. 1 – 9*.

- Septiana dkk. 2013. Pengaruh Tingkat Pencahayaan Terhadap Kelelahan Operator Pada Simulasi *Scarfig* dengan *Reaction Time*. Jurnal Teknik Industri, Vol.1, No.2, Juni 2103.
- Sears dan Zemansky. 2004. Fisika Universitas Edisi Kesepuluh, Jilid 2. Bandung: Erlangga.
- Sholihah, Qomariyatus dan Fauzia, Rahmi. 2013. *Relationship Work Fatigue Related to Work Stress on Circadian Rythm Night Shift Operator Employee PT. Indonesian Bulk Terminal Kotabaru, South Kalimantan, Indonesia*. Diakses 28 Agustus 2016 dari [http://www.futureacademy.org.uk/files/menu\\_items/other/127.pdf](http://www.futureacademy.org.uk/files/menu_items/other/127.pdf).
- Suma'mur, P. K. 1982. Ergonomi untuk Produktivitas Kerja. Jakarta:Yayasan Swabhawa Karya. Jakarta.
- Tarwaka dkk. 2004. Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas. Surakarta: Uniba Press.
- Woods dkk. 2015. *Factors Influencing the Latency of Simple Reaction Time*. *Frontiers in Human Neuroscience*, March 2015.
- Wulandari, Ika Puspita. 2009. Pembuatan Alat Ukur Kecepatan Respon Manusia Berbasis Mikrokontroller AT89S8252. Jurnal Neutrino Vol.1, No.2 April 2009.
- Yogisutanti, Gurdani dkk. 2013. Kebiasaan Makan Pagi, Lama Tidur dan Kelelahan Kerja (Fatigue) pada Dosen. Jurnal Kesehatan Masyarakat Kemas 9 (1) (2013) 53-57.