

PENGUKURAN DAN ANALISIS KECEPATAN REAKSI TERHADAP PERUBAHAN WARNA DAN BUNYI SEBAGAI DASAR DALAM PERANCANGAN ALAT PENGENDALI ERGONOMIS

I Wayan Sukania¹⁾, Lamto Widodo²⁾, Jennifer Juyanto³⁾, Yovita NG⁴⁾

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara

e-mail: ¹⁾wayans@ft.untar.ac.id, ²⁾lamtow@ft.untar.ac.id, ³⁾Jennjuy13@gmail.com, ⁴⁾ng.yovita1@gmail.com

ABSTRAK

Kecepatan reaksi merupakan rentang waktu antara diterimanya rangsangan dengan permulaan munculnya respon seseorang. Banyak peralatan kerja yang memerlukan reaksi cepat dari operator atas sinyal yang ditampilkan. Reaksi cepat tersebut yaitu mematikan mesin, menekan tombol darurat, melakukan pengereman dll. Tindakan cepat diperlukan antara lain untuk mencegah kecelakaan kerja, mencegah kerusakan peralatan. Untuk mengetahui karakteristik kecepatan reaksi terhadap beberapa jenis rangsangan maka dilakukan serangkaian percobaan. Penelitian dilakukan pada kondisi normal terhadap 47 responden di laboratorium ergonomi. Rangsangan yang diberikan perubahan warna dan suara serta petunjuk visual berupa jarum bergerak. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kecepatan reaksi dipengaruhi jenis rangsangan. Kecepatan reaksi tertinggi terjadi pada rangsangan berupa jarum penunjuk bergerak, diikuti oleh tombol warna kuning, hijau, merah, suara alarm dan terakhir suara desing. Prototipe papan kendali hasil rancangan menggunakan data karakteristik kecepatan reaksi dilengkapi dengan 3 tombol tekan warna yang bersesuaian dengan warna lampu indikatornya, 1 tombol tekan warna kuning untuk merespon indikator suara desing dan sebuah tombol henti darurat untuk merespon suara alarm serta saklar injak oleh kaki untuk merespon indikator berupa jarum penunjuk bergerak.

Kata kunci: Rangsangan, waktu reaksi, prototype pengendali ergonomis

ABSTRACT

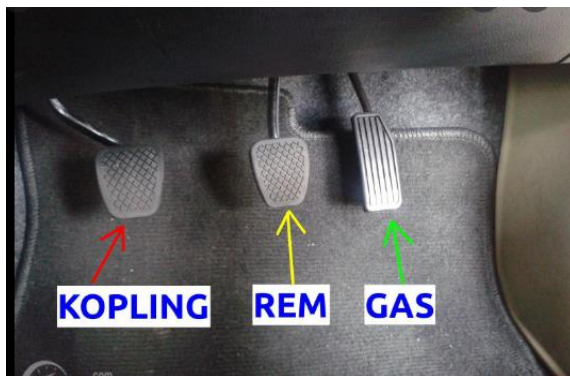
Reaction time is the time span between receiving a stimulus and the initial appearance of a person's response. Many work equipment requires a quick reaction from the operator on the signal displayed. The quick reaction is turning off the engine, pressing the emergency button, braking etc. Quick action is needed, among others, to prevent work accidents, prevent damage to equipment. To find out the characteristics of the speed of reaction to several types of stimuli, a series of experiments was carried out. The study was conducted under normal conditions on 47 respondents in the ergonomics laboratory. Stimulation given changes in color and sound as well as visual cues in the form of moving needles. The calculation results show that the speed of reaction is influenced by the type of stimulus. The highest reaction speed occurs when the stimulus is in the form of a moving pointer, followed by the yellow, green, red buttons, the sound of the alarm and finally the whirring sound. The control board prototype designed using reaction speed characteristic data is equipped with 3 color push buttons that correspond to the color of the indicator light, 1 yellow push button to respond to a whirring sound indicator and an emergency stop button to respond to an alarm sound and a step on by foot switch to respond to indicators moving pointer emergency stop button to respond to the alarm sound as well as a step-by-foot switch to respond to indicators in the form of a moving pointer.

Keywords: Stimulus, reaction time, ergonomic control prototype

LATAR BELAKANG

Ergonomi adalah aturan atau norma dalam sistem kerja [1]. Dalam penerapannya ergonomi berusaha untuk menyetarakan pekerjaan dan lingkungan terhadap orang yang setinggi-tingginya melalui pemanfaatan faktor manusia seoptimalnya, yang meliputi penyetarakan pekerjaan terhadap tenaga kerja secara timbal balik untuk efisiensi dan kenyamanan kerja [2]. Ergonomi juga merupakan seni dan penerapan teknologi untuk menyetarakan atau menyeimbangkan antara segala fasilitas yang digunakan baik dalam beraktivitas maupun istirahat dengan kemampuan dan keterbatasan manusia baik fisik maupun mental sehingga kualitas hidup secara keseluruhan menjadi lebih baik [3].

Manusia sebagai subjek maupun objek pada sistem industri memiliki keterbatasan dan kelebihan. Manusia harus mampu menyesuaikan diri dengan baik di lingkungan kerjanya agar mampu bekerja secara optimal. Salah satu karakter manusia yang sangat diperlukan pada pengendalian peralatan yaitu kecepatan reaksi yang diukur dalam satuan waktu. Waktu reaksi merupakan range waktu pada penerimaan rangsangan (stimuli) dengan permulaan munculnya sebuah respon yang dikeluarkan [4]. Secara personal tiap orang memiliki karakteristik sendiri berkaitan dengan kecepatan reaksi ini. Salah satu aplikasi pentingnya kecepatan reaksi adalah aktifitas mengemudi di jalan raya. Ketika kita mengendarai mobil di jalan tol, melihat lampu rem mobil di depan kita menyala maka dengan cepat pula kita memberikan respon berupa gerakan kaki menginjak pedal rem. Pedal pada mobil disajikan pada Gambar 1 dan tombol darurat pada mesin bubut disajikan pada Gambar 2 [5]. Pedal kopling diinjak oleh kaki kiri saat pengemudi memindahkan persneling. Kaki kanan menginjak pedal gas untuk mengubah laju kendaraan sedangkan pedal rem digunakan untuk mengurangi kecepatan kendaraan atau berhenti. Tombol darurat pada mesin bubut digunakan untuk mematikan mesin bubut dalam keadaan mendesak.



Gambar 1. Pedal Kopling, Pedal Rem dan Pedal Gas Pada Mobil



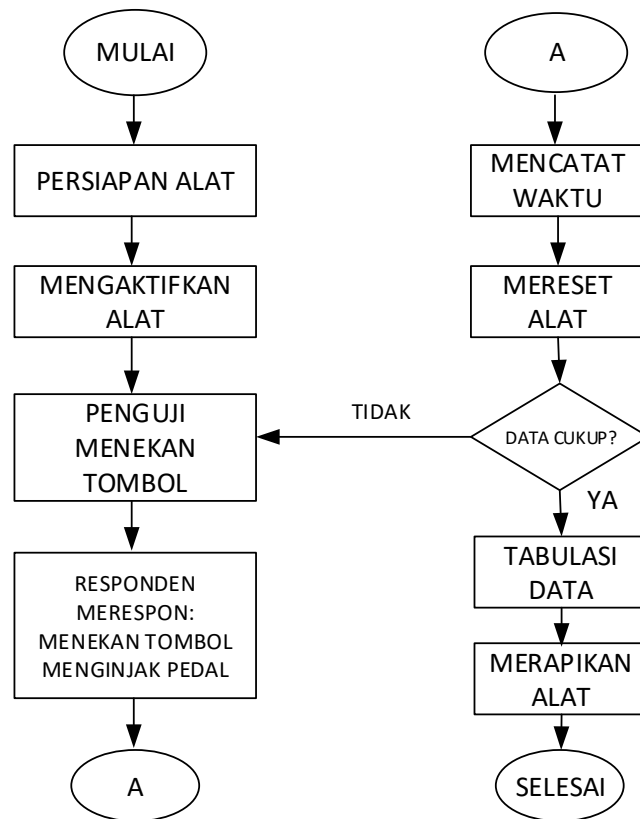
Gambar 2. Tombol Darurat Warna Merah Mesin Bubut

Apabila kecepatan reaksi lambat, maka akan dapat mengakibatkan tabrakan. Tabrakan akan semakin tak dapat dihindari apabila kecepatan mobil cukup tinggi dan jarak antar mobil tidak mencukupi. Oleh karena itulah ada aturan mengenai jarak berkendara di jalan tol [6]. Kecepatan reaksi juga sangat dipentingkan pada peralatan produksi, peralatan bantu manusia ketika bekerja dll. Pada mesin produksi hampir selalu ada tombol darurat dan harus dipastikan berfungsi dengan baik [7]. Kecepatan reaksi berupa gerakan menekan tombol darurat sangat penting karena apabila terlambat akan mengakibatkan kerusakan yang lebih besar.

Adapun tujuan penelitian ini yaitu melakukan pengukuran kecepatan reaksi terhadap berbagai faktor yang sering digunakan pada peralatan kerja. Faktor tersebut yaitu antara lain kecepatan reaksi terhadap perubahan warna, kecepatan reaksi terhadap perubahan bunyi dan kecepatan reaksi berupa gerakan yang harus dilakukan oleh operator. Data kecepatan reaksi hasil pengukuran digunakan sebagai dasar dalam perancangan display atau peralatan kendali yang umum digunakan sehingga diperoleh disain yang ergonomis.

TAHAPAN PENGUKURAN KECEPATAN REAKSI

Tahapan pada pengukuran kecepatan reaksi responden pada berbagai rangsangan yang diberikan disajikan pada Gambar 3 di bawah ini. Adapun peralatan yang digunakan adalah Alat Ukur Kecepatan Reaksi.



Gambar 3. Tahapan Pengukuran Kecepatan Reaksi

Adapun tahapan pengambilan data sebagai berikut [8]:

1. Langkah pertama yaitu mempersiapkan peralatan dan perlengkapan yang akan digunakan untuk menguji kecepatan reaksi.
2. Pengujian dilakukan oleh sepasang mahasiswa. Mahasiswa ke-1 memberikan aksi dan mahasiswa ke-2 memberikan reaksi terhadap aksi yang diberikan.
3. Menghidupkan alat *micro controller* aksi dengan menekan salah satu tombol. *Micro controller* reaksi akan menyala bersamaan dengan dinyalakannya *micro controller* aksi.
4. Mahasiswake-1 pemberi aksi menekan tombol yang ada yaitu (A, B, C, D, E dan F) secara acak. Mahasiwa ke-2 yang memberikan reaksi menekan tombol yang bersesuaian dengan tombol aksi yang menyala.
5. Lamanya waktu reaksi yang ditunjukkan pada layar waktu dicatat pada lembar data pengamatan.
6. Pengujian per mahasiswa dilakukan sebanyak 20 kali percobaan. Banyaknya frekuensi masing-masing rangsangan yang diberikan, dapat bervariasi untuk setiap responden.
7. Memasukkan data hasil percobaan ke dalam tabel data
8. Mematikan alat *micro controller* aksi dan reaksi.

Peralatan ukur menggunakan alat ukur kecepatan reaksi yang ada di laboratorium Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja Program Studi Teknik Industri Untar. Alat ukur disajikan pada Gambar 4. Peralatan ukur terdiri dari 3 unit yaitu:

1. Unit rangsangan yang akan dioperasikan oleh seorang operator dengan cara menekan salah satu tombol yang ada.
2. Unit respon yang akan dioperasikan oleh responden untuk merespon sinyal atau tanda yang terlihat dengan cara menekan tombol yang sesuai atau menginjak pedal.
3. Pedal sebagai salah satu bentuk alat yang harus direspon oleh responden dengan cara diijak.



Gambar 4. Alat Uji Kecepatan Reaksi

Keterangan masing-masing tombol peralatan uji disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan Komponen Alat Uji Kecepatan Reaksi

Tombol	Tanda/identitas reaksi
A	Lampu warna merah
B	Lampu warna kuning
C	Lampu warna hijau
D	Bunyi sirene
E	Bunyi desing (noise)
F (Pedal)	Visual jarum bergerak

DATA DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 47 responden mahasiswa Teknik Industri Universitas Tarumanagara diambil datanya untuk mengetahui karakteristik kecepatan reaksinya. Setiap responden menghasilkan 20 data hasil pengukuran, namun frekuensi masing-masing rangsangan tiap responden bervariasi. Gambar 5 menyajikan pengambilan data kecepatan reaksi. Petugas sebelah kiri memberikan aksi dengan cara menekan tombol aksi. Responden yang duduk di sebelah kanan memberikan reaksi dengan menekan tombol yang bersesuaian. Seluruh data hasil pengukuran dirangkum dalam tabel dan dihitung statistiknya menggunakan software pengolah data statistika.



Gambar 5. Petugas Pemberi Reaksi (sebelah kiri) dan Responden Memberikan Reaksi (sebelah kanan) pada Pengambilan Data kecepatan Reaksi



Lanjutan Gambar 5. Petugas Pemberi Reaksi (sebelah kiri) dan Responden Memberikan Reaksi (sebelah kanan) pada Pengambilan Data kecepatan Reaksi

Secara keseluruhan nilai statistik berupa rata-rata dan standar deviasi kecepatan reaksi masing-masing tombol disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Kecepatan Reaksi Seluruh Tombol

Tombol	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation
A	175	.49	6.17	1.2211	.73747
B	184	.30	3.89	.8854	.46488
C	108	.39	8.93	1.0295	1.00782
D	143	.30	7.25	1.3137	.93067
E	170	.28	8.25	1.7210	1.15694
F	160	.15	3.11	.7859	.34691
Valid N (listwise)	86				

Seperti diketahui bahwa waktu reaksi adalah periode yang dibutuhkan seseorang untuk memberikan respon motorik secara sadar terhadap adanya rangsangan sensorik [8]. Waktu reaksi digunakan sebagai parameter fisiologis yang penting untuk memberikan informasi seberapa cepat reaksi seseorang terhadap suatu rangsangan. Rangsangan sensorik dapat diberikan sebagai rangsangan visual, sehingga koordinasi visual dan motorik merupakan salah satu bagian dari koordinasi antara sistem sensorik dan motorik. Pada setiap orang memiliki waktu reaksi yang berbeda-beda, penyebab perbedaan waktu reaksi seseorang terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi yaitu, usia, gander, beban kerja, aktivitas fisik dan lingkungan kerja fisik yang berpengaruh terhadap rangsangan stimuli seseorang [10]. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan di mana kecepatan respon responden bervariasi pada setiap orang dan pada berbagai rangsangan yang diberikan. Disain alat yang kurang tepat terutama yang berkaitan dengan kebutuhan reaksi cepat dalam menangani peralatan kerja dapat menimbulkan kelelahan dan kecelakaan kerja. Jika seseorang memiliki waktu reaksi yang lambat akan sangat berisiko untuk terjadi kecelakaan saat berkendara. Kelelahan terbukti sebagai dampak yang memiliki kontribusi > 50% terhadap kecelakaan ditempat kerja [11].

Pada aplikasi di lapangan sebagai contohnya saat berkendara di persimpangan jalan raya, saat adanya perubahan warna lampu lalu lintas dari hijau ke kuning. Pengemudi merespon satu rangsangan yang diberikan oleh lampu lalu lintas. Pada penelitian yang dilakukan para responden sebelum diukur berlatih dalam beberapa waktu sehingga dianggap cukup hafal dan paham dengan letak tombol dan letak lampu warna indikatornya. Namun bagi seorang operator mesin atau alat kerja yang telah fasih menggunakan alatnya dan seluruh alat pengendali dan alat keselamatan, operator dapat dengan cepat merespon rangsangan sehingga bekerja tetap aman. Dalam hal ini operator sudah pada kemampuan optimal [3].

Pada penelitian ini responden melakukan reaksi sesuai indikator yang ada di alat uji yaitu lampu warna merah, lampu warna hijau dan lampu warna kuning, bunyi, jarum bergerak dan menginjak pedal. Pada penelitian ini batasan dan asumsi yang diambil yaitu umur, kondisi kerja, Dengan demikian penelitian hanya melihat kecepatan reaksi terhadap 3 warna yaitu merah, hijau dan kuning, tanda visual berupa jarum bergerak dan 2 jenis bunyi.

Berdasarkan hasil analisis data kecepatan reaksi dari 47 responden diketahui bahwa masing-masing responden memiliki rata-rata kecepatan reaksi yang berbeda-beda pada setiap rangsangan yang diberikan. Pengaruh aktifitas fisik sebelumnya juga mempengaruhi waktu reaksi berupa waktu reaksi yang semakin lama setelah melakukan aktivitas fisik [10], [11]. Pengujian kecepatan reaksi terhadap 3 macam warna yaitu merah, hijau dan kuning, 2 macam bunyi dan 1 gerakan visual (berupa gerakan jarum penunjuk) menghasilkan variasi terhadap kecepatan reaksi. Rata-rata kecepatan reaksi terhadap warna merah (Tombol A) sebesar 1,221 detik, warna kuning (tombol B) sebesar 0,885 detik dan warna hijau (Tombol C) sebesar 1,029 detik. Terhadap suara sirene (Tombol D) sebesar 1,313 detik, suara desing (Tombol E) sebesar 1,721 detik dan kecepatan reaksi terhadap gerakan visual berupa jarum penunjuk sebesar 0,795 detik. Berdasarkan data kecepatan respon dimulai dari yang tercepat berturut-turut yaitu gerakan visual, warna kuning, warna hijau, warna merah, bunyi seperti suara sirene dan terakhir bunyi desing. Jadi pada penelitian ini tanda visual berupa jarum bergerak lebih cepat direspon oleh responden. Mengubah besarnya tombol reaksi juga mempengaruhi kecepatan reaksi responden karena kemudahan dilihat [12]. Meletakkan stumulus dekat dengan tombol reaksi yaitu menempatkan tanda berupa lampu led menyala sedekat mungkin dengan tombol. Tombol yang menyala sesuai warna rangsangan lebih baik. Hal ini karena tombol yang menyala berkedip lebih mudah dilihat sehingga respon menjadi lebih cepat [13].

ASPEK ERGONOMI PADA PERANCANGAN ALAT KENDALI

Setiap peralatan kerja modern dilengkapi dengan peralatan kendali. Pengendalian dilakukan untuk menjamin bahwa peralatan kerja bekerja dengan baik dan menghasilkan output yang diinginkan. Pada mobil terdapat indikator pada panel instrument. Indikator menggunakan symbol atau gambar, warna lampu dan suara. Umumnya, terdapat tiga warna berbeda yakni hijau, kuning dan merah [13]. Display memberikan suatu informasi kepada operator atau manusia dalam bekerja agar terciptanya suatu lingkungan kerja yang nyaman [3]. Untuk membuat atau menentukan suatu display ada 3 hal yang perlu antara lain tipografi, aktivitas visual, komposisi warna [12]. Jadi pengaruh warna sangat penting dalam penyampaian informasi melalui diplay. Aspek penting lainnya pada tahapan perancangan yaitu pertimbangan dimensi tubuh manusia atau yang lebih dikenal dengan dimensi anthropometri yang menggunakan peralatan atau produk tersebut. Panjang, lebar dan tinggi serta ukuran lain dari peralatan harus sesuai dengan tubuh manusia agar peralatan dapat dikendalikan dengan baik.

Papan kendali dapat dioperasikan pada posisi duduk dan posisi berdiri disesuaikan dengan peralatan yang dikendalikan. Hal utama yang harus dipoertimbangkan yaitu posisi papan kendali harus dapat dijangkau dengan mudah oleh operator. Berikut 2 macam rancangan pengendali ergonomis yang dioperasikan oleh jari tangan dan kaki. Rancangan pertama papan kendali untuk operator berdiri dan rancangan kedua untuk operator duduk di kursi. Pengendali dilengkapi dengan pedal kaki, 4 tombol tekan untuk mengoperasikan peralatan yang diwakili oleh lampu warna merah, kuning dan hijau serta suara sirine dan desing serta sebuah indikator jarum bergerak. Pada papan kendali yang dioperasikan posisi berdiri, tinggi papan kendali menggunakan data anthropometri tinggi mata persentil ke-5 wanita. Dari data anthtopometri Indonesia diperoleh nilai 140,5 cm untuk wanita [14]. Ketinggian papan kendali yang baik adalah yang dapat disesuaikan dengan anthropometri

operator. Oleh karena itu disain dilengkapi dengan tombol pengatur ketinggian agar diperoleh ketinggian paling nyaman terhadap pengguna. Sedangkan tinggi peletakan papan kendali posisi horizontal yang dikendalikan pada posisi duduk menggunakan tinggi siku posisi duduk persentil 95 sebesar 70,1 cm. Penyesuaian ketebalan paha dan kelonggaran, maka diambil ketinggian akhir sebesar 75 cm [12]. Adapun spesifikasi papan kendali rancangan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi Rancangan Papan Kendali

No	Nama Komponen	Keterangan
1.	Papan Display	40 x 25 cm
2.	Tiang	140 cm
3.	Landasan	30 x 30 cm
4.	Tombol Pengatur Ketinggian	1 buah, kob putar.
5.	Switch Kendali Tekan	4 buah: Merah, kuning hijau, biru
6.	Saklar Kendali Injak	1 buah, tipe injak
7.	Lampu Indikator	3 buah, merah, kuning hijau
8.	Tombol Darurat	1 buah
9.	Indikator Jarum	1 buah
10.	Speaker	2 suara: sirene dan desing

Implementasi dalam bentuk pembuatan prototype papan kendali disajikan pada beberapa Gambar 6, 7, 8 dan Gambar 9.



Gambar 6. Pandangan Depan Prototipe Papan Kendali



Gambar 7. Pandangan Isometri Prototipe Papan Kendali



Gambar 8. Tombol Pengatur Ketinggian Prototipe Papan Kendali



Gambar 9. Pedal Kendali Model Injak

KESIMPULAN

Hasil pengukuran kecepatan reaksi responden dipengaruhi jenis rangsangan yang diberikan yaitu berupa warna lampu, bunyi dan jarum bergerak. Kecepatan reaksi tertinggi dimulai dari rangsangan visual berupa jarum penunjuk bergerak, tombol warna kuning, tombol hijau, tombol warna merah, suara alarm dan terakhir suara desing. Prototipe papan kendali hasil perancangan dilengkapi dengan 3 tombol tekan warna yang bersesuaian dengan warna lampu 3 indikatornya, 1 tombol tekan warna kuning untuk merespon indikator suara

desing dan sebuah tombol henti darurat untuk merespon suara alarm serta saklar injak oleh kaki untuk merespon indikator berupa jarum penunjuk bergerak.

Saran yang dapat diberikan untuk penyempurnaan penelitian kecepatan reaksi terhadap rangsangan yang diberikan yaitu: 1) Pemilihan warna lampu indikator dan peletakkannya disesuaikan dengan kondisi peralatan yang akan dikendalikan sehingga diperoleh kecepatan reaksi yang sesungguhnya; 2) Pemilihan warna tidak bertentangan dengan kaedah penggunaan warna lampu indikator yang bersifat umum antara lain hijau berarti peralatan bekerja, kuning tanda peringatan, merah tanda bahaya atau stop dll.; 3) Pengukuran kecepatan reaksi akan makin baik hasilnya apabila pengujian kecepatan reaksi dapat dilaksanakan dalam beberapa minggu pada kondisi berbeda, misalnya pagi hari, siang hari, malam hari, pada kondisi prima, agak lelah dan kondisi lelah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Iridiastadi, Yassierli, *Ergonomi Suatu Pengantar*, Penerbit Remaja Rosdakarya, 2017.
- [2] S. Tarwaka, L. Sudiajeng, *Ergonomi Untuk Keselamatan Kesehatan Kerja dan Produktivitas*, Surakarta, UNIBA PRESS, 2008.
- [3] I.Z. Satalaksana, R. Anggawisastro, J.H. Tjakraatmadja, *Teknik Tata Cara Kerja*, Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2006.
- [4] L. Boucher, V. Stuphorn, G.D. Logan, J.D. Schall, and T.J. Palmeri, "Stopping eye and hand movements: are the processes independent?," *Percept Psychophys*, Vol. 69 No. 5, pp. 785- 801, 2007.
- [5] www.google.com, diakses tanggal 12 Mei 2023.
- [6] Peraturan Menteri Perhubungan Republik Indonesia Nomor PM 111 tahun 2015 Tentang Tata Cara Penetapan Batas Kecepatan, 2015.
- [7] Z. Abidin, A. Sokhibi, "Analisis Potensi Bahaya Menggunakan Metode Checklist sebagai Upaya Pencegahan Kecelakaan Kerja CV. Surya Agritama Indonesia," *Journal of Industrial Engineering and Technology (Jointech)*, e-ISSN: 2774-3462 Vol. 2, No. 1, pp. 59-71, 2021, p-ISSN: 2723-4711.
- [8] *Buku Panduan Praktikum Ergonomi dan Perancangan Sistem Kerja*, Program Studi Teknik Industri Untar, 2023.
- [9] A.W. Syafitri, Y. Supatmo, D.A. Indraswari, "Perbedaan Waktu Reaksi Tangan Antara Cabang Olahraga Permainan Dan Bela Diri," *Jurnal Kedokteran Diponegoro*, e-ISSN 2540-8444, Vol. 6, No. 2, pp. 177-187, 2017.
- [10] S. Nofita, C.B.T. Salatoen, A.D. Prabaswari, "Analisis Pengaruh Aktivitas Fisik terhadap Kecepatan Reaksi Calon Asisten Laboratorium XYZ," *Seminar dan Konferensi Nasional IDEC*, pp. 1-5, 2019.
- [11] S. Wulandari, A.A. Hadyanawati, "Analisis Kelelahan Kerja Akibat Aktifitas Fisik terhadap Kecepatan Reaksi Mahasiswa di Daerah Istimewa Yogyakarta," *Prosiding IENACO*, pp. 57-61, 2020.
- [12] E. Nurmiyanto, *Ergonomi-Konsep Dasar dan Aplikasinya*, Prima Printing Surabaya, 2004.
- [13] <https://jip.gridoto.com/read/261237149/apa-arti-warna-lampu-indikator-di-panel-instrumen> diakses 1 Maret 2023.
- [14] https://antropometriindonesia.org/index.php/detail/artikel/4/10/data_antropometri.