

ANALISA AKURASI PENGUKURAN ANTARA PENGGUNA KACAMATA BUKAN KACAMATA DENGAN PENGARUH INTENSITAS SUARA DAN GAYA BELAJAR VISUAL AUDITORI KINESTETIK (VAK)

Vivin Opra Toding, Martinus Edy Sianto*, Julius Mulyono

Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jalan Kalijudan
37 Surabaya

Email : martinus.sianto@gmail.com

ABSTRAK

Perusahaan selalu ingin mempertahankan kredibilitas dan keunggulannya dengan meningkatkan kualitas produk dan mempertahankannya hal ini dapat dicapai ketika faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas dapat dikontrol dengan baik. Faktor lingkungan merupakan salah satu faktor yang perlu dikontrol dalam proses produksi. Faktor lingkungan salah satunya yaitu intensitas suara harus disesuaikan dengan batas waktu pendengaran (durasi waktu). Pengaruh karakteristik VAK dan penggunaan kacamata pada responden dapat mempengaruhi proses pengendalian kualitas dalam suatu industri. Dengan adanya pengaruh karakteristik VAK dan penggunaan kacamata, dapat diketahui karakteristik VAK yang memiliki tingkat konsistensi terbaik selama proses pengukuran itu menggunakan kacamata atau tidak. Dilakukan proses pengukuran obyek untuk mengetahui ketepatan hasil pengukuran. Error atau selisih hasil pengukuran merupakan respon dalam penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik VAK dan penggunaan kacamata memberikan pengaruh yang signifikan terhadap error atau selisih hasil pengukuran. Karakteristik kinestetik pengguna kacamata konsisten pada intensitas suara 90 dBA dan karakter auditori bukan pengguna kacamata konsisten pada intensitas suara 100 dBA.

Kata kunci : Gauge R&R study, Karakteristik VAK (Visual, Auditori, Kinestetik), Pengguna Kacamata, Kebisingan, Konsistensi Pengukuran.

I. Pendahuluan

Perusahaan selalu ingin mempertahankan kredibilitas dan keunggulannya dengan meningkatkan kualitas produk dan mempertahankannya, kualitas produk yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan oleh perusahaan. Proses *measure* merupakan fase yang mendapatkan perhatian dari perusahaan. Pengukuran adalah komponen penting dari setiap system mutu. Sistem pengukuran yang tidak efektif dapat secara dramatis memengaruhi kinerja bisnis karena mengarah pada pengambilan keputusan yang tidak tepat (dan biasanya buruk).

Untuk mengetahui keakuratan alat ukur dan konsistensi hasil pengukuran dalam penelitian ini menggunakan salah satu *Quality Tools* dari *Six Sigma* yaitu *Repeatibility* dan *Reproducibility* atau *Gauge R&R*. Dengan *Gauge R&R* dapat diketahui jumlah variasi system pengukuran dibandingkan dengan variasi proses, jumlah variasi dalam sistem pengukuran yang disebabkan oleh pengaruh operator, dan kemampuan system pengukuran untuk membedakan antara bagian-bagian yang berbeda.

Penelitian sebelumnya (Hartanto, 2017) memperlihatkan adanya pengaruh dari faktor kebisingan dan karakteristik VAK (Visual, Auditori, Kinestetik) yang dimiliki oleh individu sebagai pengukur selama proses pengukuran.

Adanya perbedaan karakteristik masing-masing individu dalam memperoleh informasi dapat berpengaruh pada proses pengukuran. Lingkungan tempat pengukuran juga menjadi faktor yang dapat mempengaruhi proses pengukuran, salah satunya kebisingan. Kebisingan dengan frekuensi dan intensitas suara tertentu dapat mempengaruhi operator yang memiliki karakteristik berbeda-beda dalam proses pengumpulan data.

Pada penelitian ini akan ditambahkan faktor yang dapat mempengaruhi proses pengukuran yaitu operator pengguna kacamata dan operator bukan pengguna kacamata, dengan ini akan dibandingkan konsistensi pengukur dan hasil pengukuran antara kedua operator tersebut. Penggunaan kacamata oleh operator memungkinkan kesalahan dan hasil yang tidak konsisten dalam pengukuran, maka penelitian ini dibuat untuk melihat perbandingan konsistensi pengukur pengguna kacamata dan bukan pengguna kacamata serta konsistensi hasil pengukurannya.

II. Landasan Teori

II.1. Pengukuran

Menurut Umar (1991) pengukuran adalah suatu kegiatan untuk mendapatkan informasi data secara kuantitatif. Hasil dari pengukuran dapat berupa informasi-informasi atau data yang dinyatakan dalam bentuk angka

ataupun uraian yang sangat berguna dalam pengambilan keputusan, oleh karena itu mutu informasi haruslah akurat. Menurut Singarimbun dan Effendi (1985), dalam penelitian terdapat empat aktivitas pokok proses pengukuran yaitu : 1). Penentuan dimensi variabel penelitian, 2). Perumusan ukuran masing-masing dimensi, 3). Penentuan tingkat ukuran yang akan digunakan, dan 4). Menguji tingkat validitas dan reliabilitas dari alat ukur.

II.2. Kebisingan

Kebisingan adalah suara yang tidak dikehendaki oleh manusia dan merupakan faktor lingkungan yang dapat berpengaruh negatif terhadap kesehatan. Berdasarkan Kepmen RI No. 48 Tahun 1996 tentang Nilai Ambang Batas Tingkat Kebisingan menyatakan bahwa kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari suatu usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan. Kebisingan dapat mengganggu konsentrasi operator pada proses pengukuran karna pada dasarnya kita memiliki batas ambang pendengaran dan memiliki jangka waktu yang berbeda-beda.

Tabel 1. Nilai batas ambang pendengaran

Durasi per day (Hours)	PEL
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102

Sumber : OSHA (*Occupational Safety and Health Administration*)

II.3. Bunyi

Bunyi merupakan gelombang mekanik jenis longitudinal yang merambat dan sumbernya berupa benda yang bergetar. Terdiri dari intensitas bunyi dimana intensitas bunyi adalah aliran energy yang dibawa gelombang udara dalam suatu daerah per satuan luas.

II.4. Tipe Gaya Belajar

Gaya belajar merupakan salah satu dari faktor-faktor yang mempengaruhi hasil belajar siswa yang tidak kalah pentingnya. Cara atau gaya belajar yang berbeda-beda mempunyai pengaruh pada hasil belajar siswa. Gaya belajar merupakan suatu strategi yang dilakukan oleh siswa dalam belajarnya untuk mencapai tujuan yang diharapkan yaitu hasil belajar yang baik.

Gaya belajar yang dibedakan kedalam 3 tipe yaitu, tipe Visual, tipe Auditori, dan tipe Kinestetik. Visual adalah gaya belajar yang lebih mendominasi pada penglihatan, Auditoro adalah gaya belajar siswa yang lebih menerima pelajaran dengan pendengaran yang lebih dominan, Kinestetik adalah gaya belajar siswa yang lebih menerima pelajaran yang dilakukan dengan gerakan, bekerja dan menyentuh.

II.5. Pengguna Kacamata

Kacamata adalah lensa tipis untuk mata guna menormalkan dan mempertajam penglihatan (ada yang berangka dan ada yang tidak) Selain menjadi alat bantu penglihatan. Fungsi dari kacamata ini sangat lah berguna untuk penderita *minus* atau *plus*. Menurut Nugroho, dkk, 2009 kekurangan orang menggunakan kacamata yaitu sebagai berikut; kacamata akan merosot saat digunakan beraktifitas yang menundukkan kepala, seperti saat sedang membaca, menulis dan melakukan aktifitas pengukuran, kemudian akan terasa lelah saat menggunakan kacamata dalam waktu yang lama, hal ini juga dapat mempengaruhi operator dalam proses pengukuran pada penelitian ini dengan waktu pengukuran yang cukup lama.

II.6. Measurement System Analysis

Measurement System adalah kumpulan instrumen atau *gauges*, standar, operasi, metode, perlengkapan, *software*, personel, lingkungan dan asumsi yang digunakan untuk mengukur satuan ukuran atau memperbaiki penilaian untuk karakteristik fitur yang diukur termasuk proses lengkap yang digunakan untuk mendapatkan nilai pengukuran.

Gauge repeatability dan *reproducibility* (*gauge R&R*) merupakan bagian dari *quality tool* untuk mengetahui keakuratan alat ukur dan membantu suatu perusahaan meningkatkan kualitas produk serta memperbaiki kualitas layanan. *Gauge repetability* dan *reproducibility* dikatakan *acceptable* apabila sudah akurat dan presisi, serta variasi *repeatability* dan *reproducibility* kecil.

Analysis of variance merupakan suatu metode analisis statistika untuk mengetahui perbedaan rata-rata tiga kelompok atau lebih dengan membandingkan nilai variansinya (Ghozali, 2009). Perhitungan ANOVA terdapat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 2. Metode ANOVA Empat Faktor

Sumber	DF	SS	MS	F
Faktor A	a-1	SS _A	MS _A	F _A
Faktor B	b-1	SS _B	MS _B	F _B
Faktor C	c-1	SS _C	MS _C	F _C
Faktor D	d-1	SS _d	MS _d	F _d
Interaksi A*B	(a-1)*(b-1)	SS _{AB}	MS _{AB}	F _{AB}
Interaksi A*C	(a-1)*(c-1)	SS _{AC}	MS _{AC}	F _{AC}
Interaksi A*D	(a-1)*(d-1)	SS _{AD}	MS _{AD}	F _{AD}
Interaksi B*C	(b-1)*(c-1)	SS _{BC}	MS _{BC}	F _{BC}
Interaksi B*D	(b-1)*(d-1)	SS _{BD}	MS _{BD}	F _{BD}
Interaksi C*D	(c-1)*(d-1)	SS _{CD}	MS _{CD}	F _{CD}
Interaksi A*B*C	(a-1)*(b-1)*(c-1)	SS _{ABC}	MS _{ABC}	F _{ABC}
Interaksi A*B*D	(a-1)*(b-1)*(d-1)	SS _{ABD}	MS _{ABD}	F _{ABD}
Interaksi A*C*D	(a-1)*(c-1)*(d-1)	SS _{ACD}	MS _{ACD}	F _{ACD}
Interaksi B*C*D	(b-1)*(c-1)*(d-1)	SS _{BCD}	MS _{BCD}	F _{BCD}
Interaksi A*B*C*D	(a-1)*(b-1)*(c-1)*(d-1)	SS _{ABCD}	MS _{ABCD}	F _{ABCD}
Error	abcd*(n-1)	SS _{Error}	MS _{Error}	
Total	abcdn-1	SS _{Total}		

Sumber : Minitab 2016

III. Metode Penelitian

III.1. Perancangan Penelitian

Pada tahap ini akan disiapkan alat-alat yang akan digunakan selama proses eksperimen dan tempat dilaksanakannya eksperimen. Alat-alat yang dibutuhkan selama eksperimen adalah alat ukur yaitu penggaris, *sound meter*, *speaker* dan laptop, dan objek eksperimen yaitu 5 biji kacang kulit. Kacang tersebut terlebih dahulu telah diukur dan diberi tanda agar objek akan tetap terus dapat dikontrol. Tempat eksperimen yaitu di Laboratorium Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Pada penelitian ini terdapat 4 faktor yang mempengaruhi proses penelitian yaitu faktor pertama gaya belajar pada responden atau karakteristik VAK, faktor kedua yaitu intensitas suara, dan faktor ketiga yaitu penggunaan kacamata oleh responden. Faktor karakteristik VAK terdiri dari tiga *level* yaitu :

Pada faktor karakteristik VAK dibagi dalam 3 *level* yaitu :

1. Visual
2. Auditori
3. Kinestetik

Pada faktor intensitas suara yang digunakan pada penelitian ini dibagi dalam 3 *level* yaitu :

1. 90 dBA
2. 100 dBA

Pada faktor durasi waktu dibagi dalam 3 *level* yaitu :

1. 1-5 menit
2. 20-25 menit
3. 40-45 menit

Pada faktor pengguna kacamata dibagi dalam 2 *level* yaitu :

1. Ya
2. Tidak

III.2. Prosedur Penelitian

Pada tahap ini akan dilakukan penyebaran kuesioner untuk mengetahui gaya belajar responden, pada penelitian ini menggunakan kuesioner dari Gijakjani (2011). Kuesioner yang disebar sebanyak 30 kuesioner dan akan diambil 3 responden untuk masing-masing karakteristik VAK baik yang menggunakan kacamata maupun bukan pengguna kacamata. Hearing test dilakukan untuk mengetahui responden tersebut memiliki gangguan pendengaran atau tidak. Tes ini dilakukan di ruangan yang sunyi atau tidak terganggu oleh suara-suara, dengan batasan sama dengan penelitian sebelumnya (Hartanto, 2017) yaitu 15 dBHL (*decibel hearing level*). Responden yang dapat mendengarkan suara dibawah 15 dBHL maka responden tersebut lolos *hearing test* pada penelitian ini, tetapi jika responden mendengarkan suara diatas batasan 15 dBHL, maka responden harus diganti dan akan melakukan *modality test* kembali

Pada penelitian ini responden akan mengukur kacang kulit selama 45 menit setiap intensitas suara, dimana pengukuran dilakukan setiap 5 menit untuk 5 kacang kulit. Pengukuran ini akan dilakukan 3 replikasi dengan setiap karakter, intensitas suara dan penggunaan kacamata pada responden. Jumlah data yang akan diperoleh pada proses pengukuran ini yaitu 810 data hasil pengukuran setiap intensitas suara, dengan rincihan 135 data setiap karakter setiap responden pengguna kacamata.

Data yang telah diperoleh dari proses pengukuran akan diolah dengan uji *Crossed Gauge R&R study* pada *Software* Minitab. Sebelumnya data akan dikelompokkan berdasarkan karakter setiap penggunaan kacamata setiap intensitas suara dalam 5 menit waktu pengukuran. Pada uji ini akan didapatkan

nilai *repeatability* setiap karakteristik setiap penggunaan kacamata pada 2 level intensitas suara.

IV. Hasil Penelitian dan Pembahasan

IV.1. Penyebaran Kuesioner Modality Test dan Hearing Test

Berikut merupakan hasil dari penyebaran kuesioner *modality test* yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Responden *Modality Test*

Karakteristik VAK	Pengguna Kacamata	Jumlah Responden
Visual	Ya	4
	Tidak	6
Auditori	Ya	4
	Tidak	4
Kinestetik	Ya	5
	Tidak	7

Berikut jumlah responden setiap karakteristik VAK yang lolos pada tahap *hearing test* yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jumlah Responden Lolos *Hearing Test*

Karakteristik VAK	Pengguna Kacamata	Jumlah Responden
Visual	Ya	4
	Tidak	5
Auditori	Ya	3
	Tidak	4
Kinestetik	Ya	3
	Tidak	5

IV.2. Pelaksanaan Eksperimen

Error yaitu selisih dari hasil pengukuran responden dengan ukuran objek sebenarnya. Rekapitulasi nilai rata-rata *error* untuk setiap faktor dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 :

Tabel 5. Rata-Rata *Error* Hasil Ukur Responden Pengguna Kacamata

WAKTU	VISUAL		AUDITORI		KINESTETIK	
	90	100	90	100	90	100
5	0.067	0.1	0.087	0.14	0.08	0.1
10	0.1	0.08	0.073	0.107	0.087	0.067
15	0.073	0.08	0.087	0.133	0.073	0.087
20	0.047	0.087	0.073	0.127	0.073	0.093
25	0.053	0.1	0.093	0.14	0.06	0.1
30	0.06	0.08	0.067	0.133	0.06	0.08
35	0.06	0.087	0.093	0.127	0.06	0.073
40	0.06	0.093	0.113	0.113	0.04	0.073
45	0.087	0.1	0.127	0.14	0.067	0.1

Tabel 6. Rata-Rata *Error* Hasil Ukur Responden Bukan Pengguna Kacamata

WAKTU	VISUAL		AUDITORI		KINESTETIK	
	90	100	90	100	90	100
5	0.053	0.1	0.1	0.1	0.067	0.12
10	0.04	0.073	0.073	0.08	0.093	0.073
15	0.047	0.086	0.073	0.087	0.107	0.073
20	0.067	0.073	0.093	0.073	0.087	0.12
25	0.053	0.1	0.08	0.1	0.067	0.113
30	0.073	0.093	0.093	0.08	0.067	0.1
35	0.053	0.087	0.067	0.073	0.067	0.107
40	0.053	0.087	0.067	0.087	0.1	0.107
45	0.053	0.107	0.087	0.107	0.12	0.113

IV.3. Analysis of Variance (ANOVA)

Analysis of variance (ANOVA) untuk respon error yang berfungsi untuk melihat apakah faktor karakteristik VAK, faktor

pengguna kacamata, faktor intensitas suara dan faktor waktu berpengaruh pada proses pengukuran. Dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. ANOVA Selisih Hasil Pengukuran

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
VAK	2	0.013489	0.006744	8.47	0.000
Pengguna Kacamata (PKM)	1	0.000833	0.000833	1.05	0.310
Intensitas Suara (IS)	1	0.028033	0.028033	35.20	0.000
Waktu	2	0.002756	0.001378	1.73	0.185
VA K*PKM	2	0.007622	0.003811	4.79	0.011
VA K*IS	2	0.000956	0.000478	0.60	0.552
VA K* Waktu	4	0.000089	0.000022	0.03	0.998
PKM*IS	1	0.000033	0.000033	0.04	0.838
PKM*Waktu	2	0.000000	0.000000	0.00	1.00
IS*Waktu	2	0.001867	0.000933	1.17	0.316
VA K*PKM*IS	2	0.002022	0.001011	1.27	0.287
VA K*PKM*Waktu	4	0.002578	0.000644	0.81	0.523
VA K*IS*Waktu	4	0.000311	0.000044	0.10	0.983
PKM*IS*Waktu	2	0.000089	0.000099	0.06	0.946
VA K*PKM*IS*Waktu	4	0.003956	0.000989	1.24	0.301
Error	72	0.057333	0.000796		
Total	107	0.121967			

IV.4. Analysis of Variance Linear

Uji hipotesis linear untuk masing-masing faktor sebagai berikut :

a. Faktor VAK

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \omega_1 = \omega_2 = \omega_3 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \omega_1, \omega_2, \omega_3 \neq 0$$

$$\alpha = 5\%$$

$$P\text{-value} = 0.000$$

Simbol ω merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran total hasil pengukuran responden pada faktor gaya belajar. Nilai $P\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak. Artinya bahwa faktor gaya pada masing-masing level (visual, auditori, kinestetik) berpengaruh secara signifikan terhadap selisih hasil pengukuran atau error.

b. Faktor Pengguna Kacamata

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \tau_1, \tau_2 \neq 0$$

$$\alpha = 5\%$$

$$P\text{-value} = 0.310$$

Simbol τ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada faktor pengguna kacamata. Nilai $P\text{-value} > \alpha$ maka H_0

diterima. Hal ini menunjukkan bahwa faktor penggunaan kacamata pada masing-masing level (Ya, dan Tidak) tidak memberi pengaruh yang signifikan terhadap respon error atau selisih hasil pengukuran.

c. Faktor Intensitas Suara

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \beta_1, \beta_2 \neq 0$$

$$\alpha = 5\%$$

$$P\text{-value} = 0.000$$

Simbol β merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada faktor intensitas suara. Nilai $P\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa faktor intensitas suara pada masing-masing level (90 dBA dan 100 dBA) berpengaruh secara signifikan terhadap respon error atau selisih hasil pengukuran.

d. Faktor Durasi Waktu

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } \gamma_1, \gamma_2, \gamma_3 \neq 0$$

$$\alpha = 5\%$$

$$P\text{-value} = 0.185$$

Simbol γ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada faktor waktu. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Artinya dapat diketahui bahwa faktor waktu pada masing-masing *level* (menit ke 1-5, menit ke 20-25, dan menit ke 40-45) tidak memberi pengaruh yang signifikan terhadap respon *error* atau selisih hasil pengukuran.

IV.5. Analysis of Variance Two-Ways Interactions

Uji hipotesis *two-ways interactions* untuk masing-masing faktor sebagai berikut :

a. Interaksi Faktor VAK dengan Pengguna Kacamata

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : (\omega\tau)_{ab} = 0 \quad a = 1,2,3 \quad b = 1,2$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\omega\tau)_{ab} \neq 0$$

Simbol ω dan τ merupakan deviasi dari rata-rata hasil pengukuran responden pada interaksi faktor gaya belajar dan pengguna kacamata. Seperti pada Tabel 5.1 nilai $P\text{-value} < \alpha$, maka H_0 ditolak. Artinya bahwa faktor gaya belajar berinteraksi pada faktor pengguna kacamata. Sehingga dapat diketahui bahwa memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon *error* atau selisih hasil pengukuran.

b. Interaksi Faktor VAK dengan Intensitas Suara

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : (\omega\beta)_{ac} = 0 \quad a = 1,2,3 \quad c = 1,2$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\omega\beta)_{ac} \neq 0$$

Simbol ω dan β merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor gaya belajar dan intensitas suara. Sesuai Tabel 5.1 nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Hal itu menunjukkan bahwa faktor gaya belajar tidak berinteraksi pada faktor intensitas suara. Sehingga dapat diketahui bahwa interaksi faktor gaya belajar dengan intensitas suara memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap respon *error* atau selisih hasil pengukuran.

c. Interaksi Faktor VAK dengan Waktu

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : (\omega\gamma)_{ad} = 0 \quad a = 1,2,3 \quad d = 1,2,3$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\omega\gamma)_{ad} \neq 0$$

Simbol ω dan γ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor gaya belajar dengan waktu. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Artinya bahwa faktor gaya belajar tidak berinteraksi pada faktor waktu. Sehingga dapat diketahui bahwa faktor gaya belajar dan waktu memberikan pengaruh

yang tidak signifikan terhadap respon *error* atau selisih hasil pengukuran.

d. Interaksi Faktor Pengguna Kacamata dengan Intensitas Suara.

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : (\tau\beta)_{bc} = 0 \quad b = 1,2 \quad c = 1,2$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\tau\beta)_{bc} \neq 0$$

Simbol τ dan β merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor pengguna kacamata dan intensitas suara. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Hal itu menunjukkan bahwa faktor pengguna kacamata pada masing-masing *level* (Ya dan Tidak) tidak berinteraksi pada faktor intensitas suara pada *level* masing-masing (90 dBA dan 100 dBA). Sehingga dapat diketahui bahwa faktor pengguna kacamata dan intensitas suara memberikan pengaruh yang tidak signifikan terhadap respon *error* atau selisih hasil pengukuran.

e. Interaksi Faktor Pengguna Kacamata dengan Waktu

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : (\tau\gamma)_{bd} = 0 \quad b = 1,2 \quad d = 1,2,3$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\tau\gamma)_{bd} \neq 0$$

Simbol τ dan γ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor pengguna kacamata dan waktu. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Hal itu menunjukkan bahwa faktor pengguna kacamata tidak berinteraksi pada faktor waktu. Sehingga dapat diketahui bahwa faktor pengguna kacamata dan faktor waktu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon *error* atau selisih hasil pengukuran.

f. Interaksi Faktor intensitas Suara dengan Waktu

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : (\beta\gamma)_{cd} = 0 \quad c = 1,2 \quad d = 1,2,3$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\beta\gamma)_{cd} \neq 0$$

Simbol β dan γ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor intensitas suara dan waktu. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Hal itu menunjukkan bahwa faktor intensitas suara tidak berinteraksi pada faktor waktu. Sehingga dapat diketahui bahwa faktor intensitas suara dan waktu tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon *error* atau selisih antara hasil pengukuran.

IV.6. Analysis of Variance Three-Ways

Interactions

a. Interaksi Faktor VAK*Pegguna Kacamata*Intensitas Suara

Pernyataan uji hipotesis adalah sebagai berikut :

$$H_0 : (\omega\tau\beta)_{abc} = 0 \quad a = 1,2,3 \quad b = 1,2 \quad c = 1,2$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\omega\tau\beta)_{abc} \neq 0$$

Simbol ω , τ , dan β merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor gaya belajar, pengguna kacamata dan intensitas suara. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Sehingga dapat diketahui bahwa faktor gaya belajar tidak saling berinteraksi dengan faktor pengguna kacamata dan dengan faktor intensitas suara, sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon error atau selisih hasil pengukuran.

b. Interaksi Faktor VAK*Pegguna Kacamata*Waktu

Adapun pernyataan uji hipotesis sebagai berikut

$$H_0 : (\omega\tau\gamma)_{abd} = 0 \quad a = 1,2,3 \quad b = 1,2 \quad d = 1,2,3$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\omega\tau\gamma)_{abd} \neq 0$$

Simbol ω , τ , dan γ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor gaya belajar, pengguna kacamata dan waktu. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Hal tersebut menunjukkan bahwa faktor gaya belajar tidak saling berinteraksi dengan faktor pengguna kacamata dan faktor waktu, sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon error.

c. Interaksi Faktor VAK*Intensitas Suara*Waktu

Adapun pernyataan uji hipotesis sebagai berikut

$$H_0 : (\omega\beta\gamma)_{acd} = 0 \quad a = 1,2,3 \quad c = 1,2 \quad d = 1,2,3$$

$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\omega\beta\gamma)_{acd} \neq 0$$

Simbol ω , β , dan γ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor gaya belajar, intensitas suara dan waktu. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima sehingga dapat diketahui bahwa faktor gaya belajar tidak saling berinteraksi dengan faktor intensitas suara, dan juga dengan faktor waktu, sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon error.

d. Interaksi Faktor Pengguna Kacamata*Intensitas Suara*Waktu

Adapun pernyataan uji hipotesis sebagai berikut

$$H_0 : (\tau\beta\gamma)_{bcd} = 0 \quad b = 1,2 \quad c = 1,2 \quad d = 1,2,3$$

$$H_1 = \text{paling sedikit ada satu } (\tau\beta\gamma)_{bcd} \neq 0$$

Simbol τ , β , dan γ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi pengguna kacamata, intensitas suara dan waktu. Nilai $P\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima sehingga dapat diketahui bahwa faktor pengguna kacamata tidak saling berinteraksi dengan faktor intensitas suara dan faktor waktu, Sehingga tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap respon error.

IV.7. Analysis of Variance four-Ways Interactions

Interaksi Faktor VAK*Pegguna Kacamata*Intensitas Suara*Waktu

Adapun pernyataan uji hipotesis sebagai berikut

$$H_0 : (\omega\tau\beta\gamma)_{abcd} = 0$$

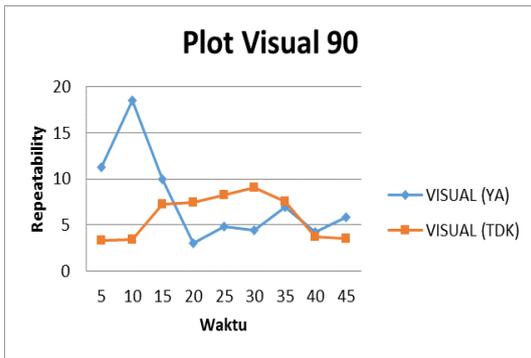
$$H_1 : \text{paling sedikit ada satu } (\omega\tau\beta\gamma)_{abcd} \neq 0$$

Simbol ω , τ , β , dan γ merupakan deviasi dari rata-rata total hasil pengukuran responden pada interaksi faktor gaya belajar, pengguna kacamata, intensitas suara dan faktor waktu. Nilai $p\text{-value} > \alpha$, maka H_0 diterima. Dapat diketahui bahwa faktor gaya belajar tidak saling berinteraksi antara faktor pengguna kacamata, faktor intensitas suara, dan faktor waktu. Sehingga tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap respon error atau selisih antara hasil pengukuran dengan ukuran asli objek.

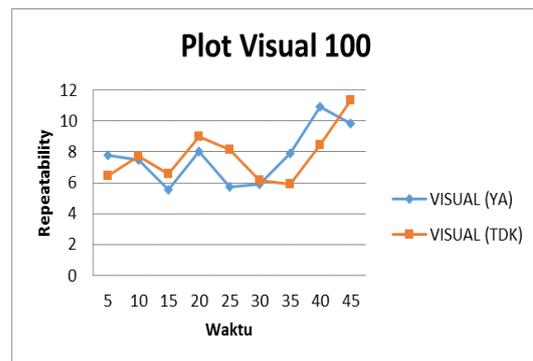
IV.8. Repeatability

Nilai *repeatability* yang diperoleh dari hasil pengolahan data pengukuran setiap tingkat intensitas suara, setiap karakter dan pengguna kacamata selama 45 menit. Didapatkan nilai *%contribution repeatability* yang di-plot-kan untuk melihat tingkat konsistensi hasil pengukuran. Dari pola akan terlihat karakteristik VAK pengguna kacama atau bukan pengguna kacamata yang memiliki tingkat konsistensi terbaik selama proses pengukuran pada intensitas suara 90 dBA dan 100 dBA. Semakin rendah persen *repeatability* yang dimiliki menunjukkan tingkat konsistensi pada proses pengukuran tinggi.

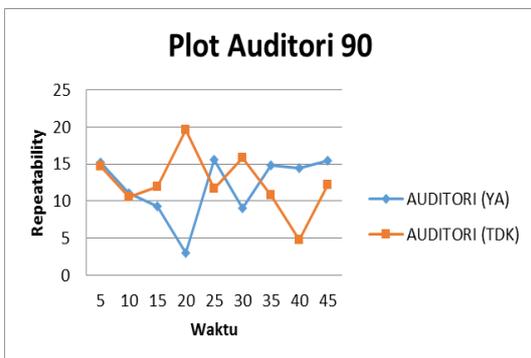
Pada Gambar 1 sampai dengan Gambar 6 dapat dilihat bahwa karakter visual pada intensitas suara 90 dBA dan 100 dBA tidak menunjukkan inrteraksi yang berbeda antara pengguna kacamata dan bukan pengguna kacamata. Karakter kinestetik menunjukkan interaksi yang berbeda pada intensitas suara 90 dBA, kinestetik pengguna kacamata lebih konsisten dibanding kinestetik bukan pengguna kacamata. Karakter auditori menunjukkan interaksi yang berbeda pada intensitas suara 100 dBA, auditori bukan pengguna kacamata lebih konsisten dibanding auditori pengguna kacamata.



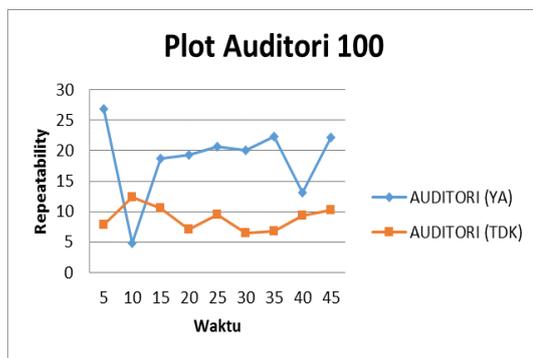
Gambar 1. Run Chart Repeatability Visual Pada Intensitas Suara 90 dBA



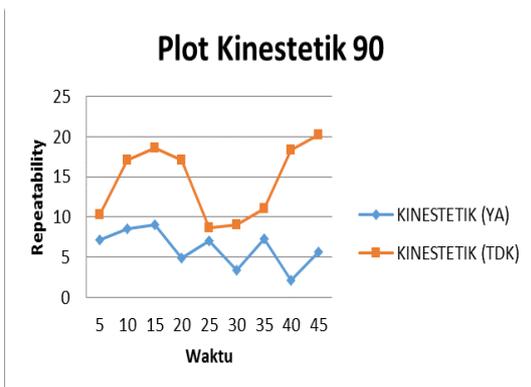
Gambar 2. Run Chart Repeatability Visual Pada Intensitas Suara 100 dBA



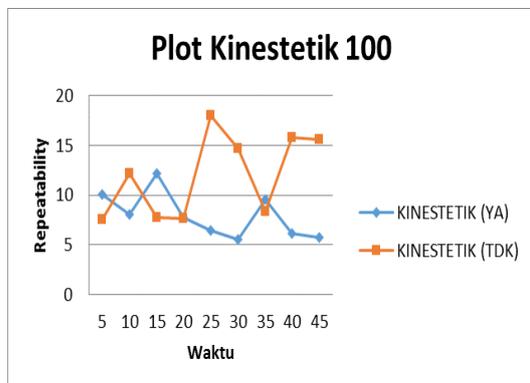
Gambar 3. Run Chart Repeatability Auditori Pada Intensitas Suara 90 dBA



Gambar 4. Run Chart Repeatability Auditori Pada Intensitas Suara 100 dBA



Gambar 5. Run Chart Repeatability Kinestetik Pada Intensitas Suara 90 dBA



Gambar 6. Run Chart Repeatability Kinestetik Pada Intensitas Suara 100 dBA

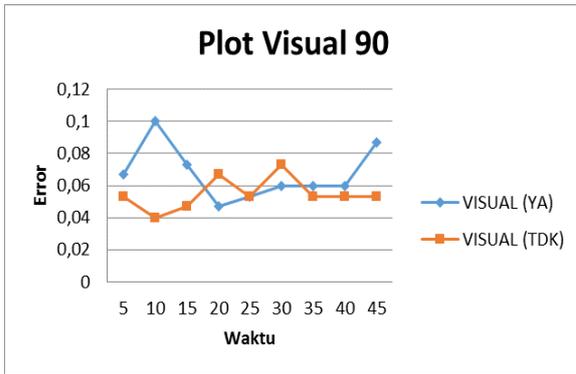
IV.9. Selisih Hasil Pengukuran

Hasil dari pengukuran yang dilakukan oleh responden dengan dua *level* intensitas suara dapat dilihat selisih hasil pengukurannya dengan membandingkan hasil pengukuran responden tersebut dengan ukuran asli objek (*error*). Semakin rendah rata-rata nilai *error* maka tingkat ketelitian akan semakin baik dan jika pola dari *error* tersebut stabil maka akan terlihat karakter yang memiliki tingkat ketelitian yang tinggi.

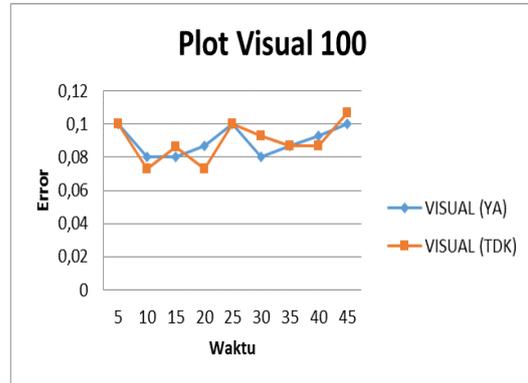
Pada Gambar 7 sampai dengan Gambar 12 dapat dilihat bahwa karakter visual pada intensitas suara 90 dBA dan 100 dBA tidak menunjukkan interaksi yang berbeda antara pengguna kaca mata dan bukan pengguna kaca mata. Karakter auditori pada intensitas suara 100 dBA menunjukkan interaksi yang berbeda antara pengguna kaca mata dan bukan pengguna kaca mata, auditori bukan pengguna kaca mata memiliki tingkat ketelitian tinggi dibanding auditori pengguna kaca mata. Karakter kinestetik menunjukkan interaksi yang berbeda antara pengguna kaca mata dan bukan pengguna kaca mata pada intensitas suara 90 dBA,

kinestetik pengguna kacamata memiliki tingkat ketelitian tinggi dibanding kinestetik bukan

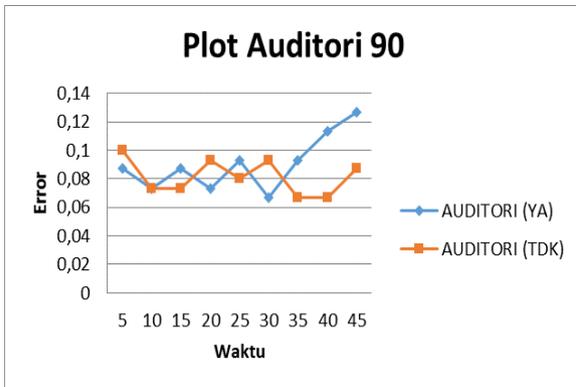
pengguna kacamata.



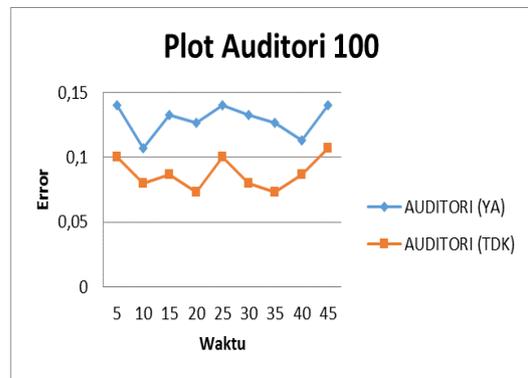
Gambar 7. Run Chart Error Visual Pada Intensitas Suara 90 dBA



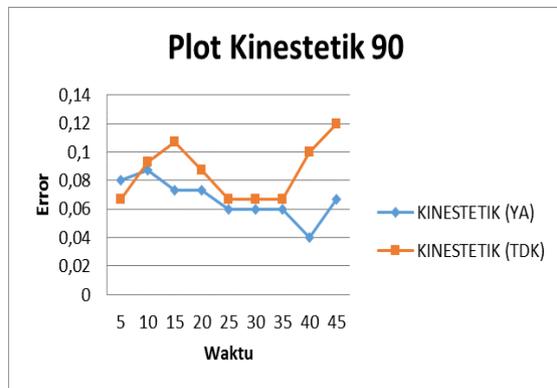
Gambar 8. Run Chart Error Visual Pada Intensitas Suara 100 dBA



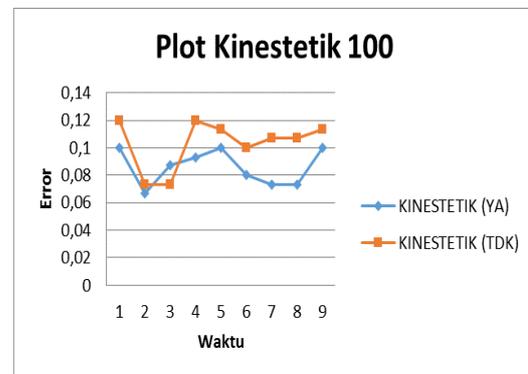
Gambar 9. Run Chart Error Auditori Pada Intensitas Suara 90 dBA



Gambar 10. Run Chart Error Auditori Pada Intensitas Suara 100 dBA



Gambar 11. Run Chart Error Kinestetik Pada Intensitas Suara 90 dBA



Gambar 12. Run Chart Error Kinestetik Pada Intensitas Suara 100 dBA

V. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengolahan dan analisa data yang telah dilakukan, diketahui bahwa factor karakteristik VAK dan Intensitas Suara secara individual berpengaruh terhadap kesalahan dalam melakukan pengukuran dimensi panjang. Berkacamata dan tidak berkacamata tidak memberikan pengaruh yang signifikan kesalahan pengukuran, tetapi terdapat interaksi antara berkacamata atau tidak berkacamata dengan karakteristik VAK.

Pengguna kacamata memiliki kesalahan pengukuran yang lebih besar pada responden dengan karakter visual dan auditory, tetapi memiliki kesalahan pengukuran yang lebih kecil pada kinestetik.

Daftar Pustaka

1. Hartanto, 2017, Pengaruh Frekuensi Suara Intensitas Suara dan Gaya Belajar Terhadap Aktivitas Pengukuran. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Palambak, 2018, Pengaruh Intensitas Suara dan Karakter Visual Auditori Kinestetik (VAK) terhadap Konsistensi Pengukuran. Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Gilakjani, Pourhossein Abbas. 2012. *Visual, Auditory, Kinaesthetic Learning Styles and Their Impacts on English Language Teaching*. Journal of Studies in Education :Macrothink Institute
4. Tabel Batas Ambang Pendengara. OSHA (*Occupational Safety Health Admistration*). <https://www.osha.gov/>.
5. R, R. G., & Vickers, R. A. (2016). *Measurement System Analysis Repeatability* dan, 5(2), 468–473.
6. Addina, S. 2014. Hubungan Tingkat Kebisingan Lalu Lintas dengan Peningkatan Tekanan Darah dan Gangguan Pendengaran pada Tukang Becak di Sekitar Terminal Purabaya Surabaya. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga.
7. Gunawan, L. 2001. *Hipertensi: Tekanan Darah Tinggi*. Yogyakarta: Percetakan Kanisius.
8. Kesehatan, D., Fakultas, L., Masyarakat, K., & Airlangga, U. (2007). Analisis dampak intensitas kebisingan terhadap gangguan pendengaran petugas, (2004), 229–237.
9. Listaningrum, A.W. 2011. Pengaruh Intensitas Kebisingan Terhadap Ambang Dengar pada Tenaga Kerja di PT Sekar Bengawan Kabupaten Karanganyar. Skripsi. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
10. Sasongko, H.A. 2000. *Kebisingan Lingkungan*. Semarang: Universitas Diponegoro.
11. Yasid, A., & Handayani, D. (2011). *PENGARUH FREKUENSI GELOMBANG BUNYI TERHADAP PERILAKU LALAT RUMAH (Musca domestica)*, 190–196.
12. Putu, N., Septia, W., Statistika, J., Matematika, F., Alam, P., & Sepuluh, I. T. (n.d.). *Measurement System Analysis Repeatability dan Reproducibility (Gauge R & R) Studi Kasus : PT . Gaya Motor (Astra Group)*, 1–6.
13. Fredianta, D., Nurul, L., & Ginting, E. (2013). *ANALISIS TINGKAT KEBISINGAN UNTUK MEREDUKSI DOSIS*, 2(1), 1–8.
14. Umar, J. (1991). *Pengantar Penilaian Pendidikan (Makalah)*. Jakarta: Puspisjan, Balitbang, Depdikbud
15. Hamalik, Oemar. (1989). *Teknik Pengukur dan Evaluasi Pendidikan*. Bandung : Mandar Maju.
16. Singarimbun M, Effendi S, 1985. *Metode Penelitian Survei*. Lembaga Penelitian, Pendidikan Dan Penerangan Ekonomi dan Sosial. Jakarta.
17. Armstrong, Bruce K., Emily White, & Rodolfo Saracci. 1994. *Prinsiples Of Exposure Measurement In Epidemiology*. Oxpord University Press. Oxpord New York Tokyo.
18. Soedjo. 2004. *Fisika Dasar*. Yokyakarta: CV ANDI OFFSET.
19. Doelle, L.L. 1972. *Environtmental Acoustic*. McGraw- Hill Publishing Company, New York.
20. Karwati, Euis dan Donni Juni Priansa. 2014. *Manajemen Kelas (Classroom Management) Guru Profesional yang Inspiratif, Kreatif, Menyenangkan, dan Berprestasi*. Bandung: Alfabeta
21. Nugroho, Andhini, Aini, Rizal, Faizal. 2019. *Penelitian Terhadap Ergonomi Penggunaan*