

Pengukuran Performa Pitch-Roll dan Pitch-Yaw pada Sensor Inertia untuk Pengganti Mouse bagi Difabel

by Romy Budhi

Submission date: 10-Feb-2022 03:46PM (UTC-0600)

Submission ID: 1759570714

File name: C.1.c.6.2._Romy_Budhi-Smartics-HCI_Romy_Budhi_Widodo.pdf (456.32K)

Word count: 3268

Character count: 19373

Pengukuran Performa Pitch-Roll dan Pitch-Yaw pada Sensor Inertia untuk Pengganti *Mouse* bagi Difabel

Rhesdyan Wicaksono¹, Suherman¹, Romy Budhi Widodo², Reyna Marsya Quita³

^{1,2}Universitas Ma Chung, Jl. Villa Puncak Tidar N-01, Malang 65151

¹Telp. +62-341- 550171; Fax. +62-341-550175

³Informatics Engineering Study Program, Faculty of Science and Technology

e-mail: ¹rhesdyan@gmail.com, ^{*2}romy.budhi@machung.ac.id, ³reynaquita2905@gmail.com

Abstrak

Interaksi manusia dan komputer (*Human Computer Interaction* – HCI) adalah suatu ilmu yang mengkaji tentang interaksi antara manusia dengan komputer meliputi perancangan, evaluasi dan implementasi *interface* komputer agar mudah digunakan oleh manusia. Dengan dua kemajuan dibidang teknologi dan *human computer interaction* ini diharapkan dapat digunakan untuk membantu orang – orang yang memiliki keterbatasan yaitu penyandang disabilitas. Seseorang yang memiliki keterbatasan fisik seharusnya dibantu agar dapat tetap produktif meskipun dengan segala keterbatasan yang ada. Penelitian ini bertujuan membandingkan *gesture pitch-roll* dan *pitch-yaw* pada penggunaan sensor inersia untuk mengemulasikan gerakan kursor *mouse* yang dapat dimanfaatkan oleh penyandang disabilitas, dimana tidak dapat mengoperasikan *mouse* dalam kondisi normal. Setiap *gesture* akan dievaluasi menggunakan prosedur dalam ISO 9241-411 tentang evaluasi *pointing device*. Performansi kuantitatif yang diukur meliputi *throughput* dan *movement time*, sedangkan evaluasi kualitatif menggunakan angket uji kenyamanan. Hasil *throughput* untuk *mouse* sebesar 5.063 bps, untuk *pitch-roll* sebesar 1.114 bps sedangkan untuk *pitch-yaw* sebesar 1.116 bps. Hasil analisis statistik menyatakan terdapat perbedaan signifikan antara *mouse* dan kedua *gesture* sensor. Namun antar *gesture* tidak ditemukan perbedaan secara signifikan.

Kata kunci — Difabel, Fitts' Law, Interaksi manusia dan komputer, ISO 9241-411.

Abstract

Human Computer Interaction (HCI) is a study which examines the interaction between human and computer covering the design, evaluation and implementation of computer interface so that helped people to use computer. With two advances in the field of technology and human computer interaction, the result is expected to be used to help people who have the disability. A person with physical limitations should be helped to remain productive despite all the limitations. This paper presents the comparison between pitch-roll and pitch-yaw gesture using an inertia sensor put on the back of the hand. The purpose of these gestures is to emulate the mouse's cursor on the computer display on free body position, therefore it could be used for disable which have difficulty in sitting position. The performance of each gesture was evaluated using evaluation procedure as in ISO 9241-411 and the method of Fitts' Law. The quantitative performance was measured through throughput and movement time, while the qualitative assessment worked by comfortability questionnaires. The throughput result of mouse is at 5,063 bps, pitch-roll is at 1,114 bps while for pitch-yaw is at 1,116 bps. The result shows that there is a statistical significant difference between mouse and sensor, however there is no statistical performance differences among the gestures.

Keywords — Disabled, Fitts' Law, Human-Computer Interaction, ISO 9241-411.

Pengukuran Performa Pitch-Roll dan Pitch-Yaw Pada Sensor Inertia Untuk Pengganti Mouse Bagi Difabel

Rhesdyan Wicaksono Suherman¹, Romy Budhi Widodo², Reyna Marsya Quita³

1. PENDAHULUAN

Interaksi manusia dan komputer (*Human Computer Interaction* – HCI) adalah suatu ilmu yang mengkaji tentang interaksi antara manusia dengan komputer meliputi perancangan, evaluasi dan implementasi *interface* komputer agar mudah digunakan oleh manusia. Interaksi manusia dengan komputer merupakan serangkaian proses dan dialog yang dilakukan manusia untuk berinteraksi dengan saling memberikan *input* dan *feedback* melalui *interface* agar memperoleh *output* yang sesuai. Contoh interaksi dasar yaitu ketika kita menggunakan *mouse* yang telah didesain secara ergonomis sesuai dengan kenyamanan fisik tangan manusia untuk memberikan *input* kepada komputer agar melakukan perintah tertentu.

Masukan ke komputer dapat berwujud pointing device yang memerlukan evaluasi. ISO 9241-411 merupakan sebuah standar pengujian pointing device. Berbagai penelitian telah menggunakan standar tersebut seperti terdapat pada [1] yang membandingkan relatif dan absolute pointing device. Natapov, dkk [2] juga menggunakan standar ini untuk membandingkan Wii remote dan Wii classic controller. Sedangkan dalam [3] dibahas evaluasi performansi dari *mouse*, *trackball*, *joystick*, dan *touch pad*. *Pointing device* jenis laser pointer juga dibahas dan dievaluasi pada [4], [5]. Berdasarkan atas penelitian-penelitian terdahulu, ISO menjadi perhatian peneliti dalam memenuhi standar pengujian performansi.

Usaha-usaha menggantikan *mouse* telah dilakukan diantaranya penggunaan jenis sarung tangan *mouse* dengan sensor akselerasi dan serat optik [6], [7]; dan juga usaha penggunaan ultrasonik dan magnetic tracker [6], [8]. Namun belum ada pembahasan *gesture* yang digunakan dan evaluasinya.

Salah satu bagian tubuh yang dapat dimanfaatkan untuk meng-emulasi gerakan *mouse* pada keadaan tidak duduk adalah pergelangan tangan. Gerakan pergelangan tangan yang menyerupai orientasi *pitch* dan *yaw* dibahas dalam [9], demikian juga gerakan lengan bawah yang menyerupai

orientasi *roll* dibahas dalam [10]. Gerakan anggota tubuh dalam tiga derajat kebebasan merupakan kandidat yang tepat untuk dipakai menggantikan gerakan kursor *mouse*.

Dengan kemajuan di bidang teknologi dan *human computer interaction* ini diharapkan dapat digunakan untuk membantu orang yang memiliki keterbatasan yaitu penyandang disabilitas. Komputer adalah salah satu media yang dapat digunakan untuk melakukan produktivitas sehari – hari. Salah satu alat untuk memberikan perintah untuk komputer adalah menggunakan *mouse*. Bagi mereka yang tidak dapat duduk akibat sakit atau lainnya, sehingga harus berada di tempat tidur, tentunya akan kesulitan apabila harus menggunakan *mouse* optik biasa.

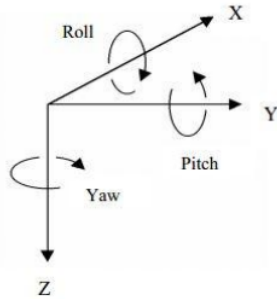
Oleh karena itu melalui penelitian ini akan dilakukan riset untuk membandingkan antara *mouse* konvensional dan penggunaan sensor *inertia* dengan *gesture pitch-roll* dan *pitch-yaw* sebagai pengganti gerakan kursor *mouse*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Inertial Sensor

Sensor *inertial* adalah sensor yang menggabungkan tiga buah sensor, yaitu *accelerometer*, *gyroscope* dan *magnetometer*. Sensor ini dapat mengeliminasi kelemahan – kelemahan tiap-tiap sensor dengan menggabungkannya. Alat ini dapat memperkirakan posisi relatif, kecepatan dan akselerasi dari sebuah gerakan.

Sensor ini bekerja dengan mempertahankan *6-degree-of-freedom* (DOF) yang memperkirakan gerakan posisi (X Y Z) serta orientasinya (*roll*, *pitch*, *yaw*). Sistem ini bekerja secara terus menerus dengan melakukan perhitungan secara konstan dari orientasinya. Selain itu, sistem ini juga melakukan perhitungan untuk mempertahankan sikap motor 6-DOF dengan tetap melakukan perhitungan kecepatan dan akselerasi [11].



Gambar 1 Output perhitungan yang dihasilkan oleh inertial sensor [11]

2.2 Implementasi ISO 9241-411 dan Fitts' Law

Pada tes yang dilakukan, akan digunakan *multidirectional tapping test* dengan memperhatikan standar yang telah ditetapkan oleh ISO. Salah satu variabel ukuran ISO adalah *Throughput* (TP). TP ini diukur dengan satuan *bits per second* (bps) dan mencakup perhitungan kecepatan dan akurasi dari perangkat yang digunakan dalam satu dimensi. *Throughput* memanfaatkan perhitungan *movement time* (t_m) dengan *effective index of difficulty* (ID_e).

$$TP = \frac{ID_e}{t_m}$$

$$ID_e = \log_2 \frac{d + w_e}{w_e}; \quad w_e = 4.133 \cdot s_x \quad (1)$$

Movement time dihitung dari klik target satu ke target berikutnya. *Movement time* dihitung mulai klik pada target 1 hingga 25 dan diambil nilai rata-ratanya. ID_e mengukur seberapa tingkat kesulitan efektif sesuai posisi klik oleh subyek saat pengujian dan satuan yang digunakan adalah *bits*. Sedangkan d merupakan jarak pergerakan menuju target (pada Gambar 2, d adalah diameter lingkaran besar) dan w_e adalah *effective target width* yang dikaitkan dengan entropi, dimana berisi kumpulan koordinat yang dipilih dari subyek dalam *pointing/tapping test*.

Dalam pengambilan data, terdapat empat buah tingkat kesulitan. Dalam empat mode ini terdapat nilai ID_e yang berbeda – beda. Contoh perhitungannya untuk yang *levels high* dengan $d = 800 \text{ pixel}$ dan $w = 12 \text{ pixel}$ adalah sebagai berikut:

$$\log_2 \frac{800 + 12}{12} = 6.06 (ID_1) \quad (2)$$

Secara detail perancangan *index of difficulty* pada penelitian ini sebagai berikut.

Tabel 1 Rancangan desain *Index of Difficulty*

d^a (pixel)	w^b (pixel)	ID_e^c (bits)	<i>Index of difficulty levels</i>
800	12	6.06	<i>High</i> ($ID > 6$)
600	20	4.95	<i>Medium</i> ($4 < ID \leq 6$)
600	60	3.45	<i>Low</i> ($3 < ID \leq 4$)
350	50	3	<i>Very low</i> ($ID \leq 3$)

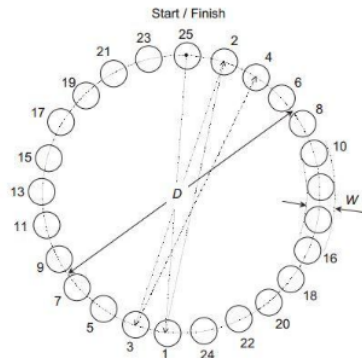
^a Jarak antar target yang bersilangan

^b *Target width*

^c *Index of difficulty*

Pada penelitian ini *ID very low* disebut mode 1, level *low* disebut mode 2, level *medium* disebut mode 3, dan level *high* disebut mode 4. Sedangkan *pointing device* yang diujicobakan adalah *mouse*, sensor dengan gesture *pitch-roll*, dan sensor dengan gesture *pitch-yaw*, sehingga disebut ada tiga piranti. Pada pengambilan data, setiap subyek melakukan *trial* sebanyak 3 kali pada setiap mode dalam satu blok, sedangkan untuk setiap piranti akan diuji sebanyak 3 blok. Perhitungan total jumlah pengulangan tes yang dilakukan setiap subyek sebanyak 3 piranti, 4 mode, 3 blok, dan 3 trial per blok; sehingga keseluruhan berjumlah 108 tes per subyek. Dalam melakukan tes, untuk mengurangi *learning effects* dari subyek, maka dalam pemilihan mode akan dilakukan secara acak tiap bloknya. Perancangan pengambilan data akan

mengikuti standar ISO untuk *multidirectional-tapping test* seperti juga digunakan pada [12], [13].



Gambar 2 Contoh rancangan *multidirectional tapping test* [13]

Dari rancangan tersebut, subyek akan mengklik target sesuai dengan urutan angka yang tertera pada Gambar 2.

Setelah menyelesaikan tes maka subyek mengisi angket untuk uji kenyamanan (*comfortability*) dan kelelahan (*fatigueness*) setiap piranti dengan tujuan untuk mendapatkan data kualitatif. Skala yang digunakan dalam angket adalah Likert 0 sampai dengan 7. Nilai 7 merupakan nilai tertinggi untuk kenyamanan dan terendah untuk kelelahan; sedangkan nilai 1 merupakan nilai terendah untuk kenyamanan dan tertinggi untuk kelelahan. Angket kedua adalah angket yang mengukur usaha (*effort*) yang digunakan untuk tiap piranti pada lengan, bahu, dan leher dengan skala maksimal 10 (Borg scale). Nilai 10 menyatakan dibutuhkan usaha yang paling besar, sedangkan nilai 0 menyatakan tidak ada usaha sama sekali untuk menggerakkan piranti yang sedang diuji.

2.3 Prosedur

Dua belas subyek dengan rata-rata umur 25 tahun diambil dari mahasiswa dan alumni. Semua subyek melakukan pengambilan data secara individual dengan jarak 50cm dari monitor. Pengambilan data dan perekaman dengan software mencakup: koordinat klik pada target, jumlah error, dan perekaman waktu (t_m). Sedangkan TP dihitung secara *offline* saat analisis data.

Sensor dipasang di punggung tangan menggunakan perban. Setiap mode akan diacak tiap bloknnya. Dalam pengambilan data menggunakan sensor dilakukan kalibrasi sudut (*levelling*) terlebih dahulu untuk menyesuaikan dengan kenyamanan pengguna. Pada saat tes, subyek diminta untuk meng-klik target berwarna merah lalu secara bergantian target tersebut berganti sesuai urutan nomor pada Gambar 2 hingga 25 target selesai. Saat itu waktu juga dicatat dengan software C#. Semua tes dilakukan dengan duduk di kursi dan diperbolehkan istirahat sebentar apabila telah menyelesaikan tes setiap bloknnya. Namun pada hari yang sama diharusnya menyelesaikan tes minimal satu piranti. Setelah menyelesaikan satu piranti, subyek diminta mengisi kuesioner.

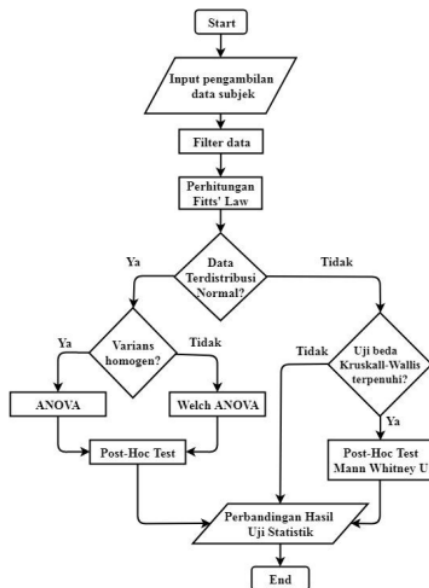
2.3 Apparatus

Proses pengambilan data dilakukan dengan komputer berspesifikasi sebagai berikut:

- Pentium® Dual-Core CPU 2.70 Ghz
- RAM 4 Gb
- VGA Intel G41 Express
- Windows 8.1 Enterprise 32-bit (6.3, Build 9600)
- Keyboard Microsoft® Wired Keyboard 500
- Mouse Logitech M100
- Monitor LG Flatron L177WSB
- Resolusi Monitor 1440x900 (60Hz)
- Intersense Inertia Cube 4

2.4 Diagram alir penelitian

Untuk memudahkan penjelasan langkah – langkah dari penelitian ini akan digambarkan *flowchart* pada Gambar 3. Pada Gambar 3 dijelaskan urutan mulai dari pengambilan data kemudian melakukan proses perhitungan Fitts' Law hingga melakukan uji statistik dan dilakukan komparasi antar piranti untuk mengetahui tingkat signifikansi perbedaannya.



1
Gambar 3 Flowchart penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pemrosesan Data Kuantitatif

Setelah selesai pengumpulan data, dilakukan pemrosesan data dari hasil tes agar dapat siap untuk dianalisis dengan menggunakan statistik. Apabila setiap subyek melakukan 108 tes maka akan diperoleh data sebanyak 1.296 untuk 12 subyek. Lalu setelah itu dilakukan perhitungan Fitt's Law untuk mendapatkan nilai *TP* (throughput) dan t_m (movement time). Hasil pengolahan data dijabarkan pada tabel 2.

Tabel 2 Hasil pengolahan data menggunakan Fitt's Law

Type	TP mean (bps)	t_m mean (detik)
Mouse	5.063	0.8749
Pitch-Roll	1.114	3.0644
Pitch-Yaw	1.116	2.9245

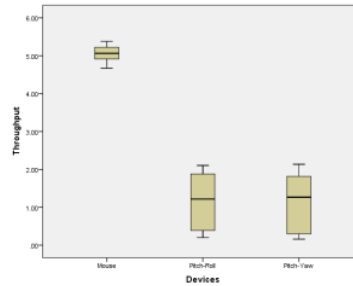
Dari hasil perhitungan Fitt's law diatas akan dilakukan uji statistik untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang signifikan

Pengukuran Efektivitas Efisiensi Pitch-Roll dan Pitch-Yaw Pada Sensor Inertia Untuk Pengganti Mouse Bagi Difabel

Rhesdyan Wicaksono Suherman¹, Romy Budhi Widodo²

secara statistik. Analisis untuk data kuantitatif akan dibagi dari sisi *TP* dan t_m . Pengujian statistik diolah menggunakan software IBM SPSS Statistic 20.

12 Yang pertama untuk pengujian *TP* akan dilakukan uji normalitas untuk mengetahui apakah data terdistribusi dengan normal. Sebaran data dari *TP* ditampilkan di Gambar 4.



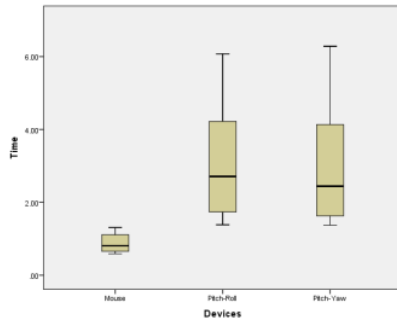
Gambar 4 Boxplot dari data *TP*

Dari Gambar 4 dapat dilihat persebaran dari kuartil pertama (Q_1) yang memotong 25% dari data terendah lalu median (Q_2) atau nilai tengah dan kuartil tertinggi (Q_3) yang memotong 25% dari data tertinggi. Setelah itu akan dilakukan uji normalitas dengan menggunakan Shapiro-Wilk. Hasil dari Shapiro-Wilk Test adalah data dari *TP* tidak terdistribusi normal karena nilai signifikan dari *pitch-yaw* kurang dari 0.05. Dari hasil tersebut akan dilakukan *non-parametric test* yaitu Kruskal-Wallis agar dapat diketahui terdapat perbedaan yang signifikan antar *devices*. Hasilnya nilai signifikan dari Kruskal-Wallis kurang dari 0.05 yang berarti terdapat perbedaan signifikan. Namun untuk mengetahui dimana letak perbedaan signifikan harus dilakukan *post-hoc test* menggunakan Mann-Whitney U Test. Tes ini akan dilakukan 3 kali untuk membandingkan antar satu dengan lainnya.

Dari hasil Mann-Whitney U Test dapat diambil kesimpulan bahwa pada *pitch-roll* dan *pitch-yaw* tidak terdapat perbedaan secara signifikan karena nilai *p* yang sebesar 0.862 dan tidak memenuhi syarat untuk berbeda secara signifikan karena lebih besar dari 0.05 sedangkan perbedaan signifikan

hanya terdapat pada *mouse* dengan kedua sensor karena nilai p kurang dari 0.05.

Setelah menguji TP , langkah selanjutnya adalah menguji t_m . Gambar 5 menunjukkan *boxplot* dari data t_m .



Gambar 5 *Boxplot* dari data t_m

Setelah itu akan dilakukan uji normalitas dengan menggunakan Shapiro-Wilk. Hasil dari Shapiro-Wilk Test adalah data dari t_m terdistribusi normal karena nilai signifikan lebih dari 0.05. Dari hasil tersebut akan dilakukan tes homogenitas varian dengan menggunakan Levene Test untuk mengetahui tingkat homogenitas varian. Hasilnya nilai signifikan dari Levene Test kurang dari 0.05 yang berarti terdapat perbedaan signifikan, yang berarti varian dari tiap kategori tidak sama sehingga nilai variannya berbeda. Karena hasil dari Levene Test dinyatakan tidak lolos maka tes selanjutnya untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan secara signifikan t_m antar *devices* adalah uji dengan menggunakan Welch ANOVA. Hasil dari Welch ANOVA dapat diketahui terdapat perbedaan signifikan karena nilai p kurang dari 0.05. Namun untuk mengetahui perbedaan itu terdapat pada *devices* mana diperlukan *post-hoc test* untuk membacanya. *Post-hoc test* yang digunakan yaitu Games-Howell Post-Hoc Test. Dari hasil *post-hoc test* dapat disimpulkan bahwa perbedaan signifikan untuk t_m hanya ada pada *mouse* dengan sensor karena nilai p kurang dari 0.05 sedangkan pada *pitch-roll* dengan *pitch-yaw* nilainya diatas 0.05 sehingga tidak terdapat perbedaan signifikan.

3.3 Pemrosesan Data Kualitatif

Dari setiap subyek akan diambil rata-rata untuk mengetahui tingkat *comfortability* dan *fatigue* dari tiap *devices*. Hasil dari rata-rata *assessment of comfortability and fatigue* dapat dilihat pada Tabel 3. Untuk *comfort* dan *fatigue* digunakan skala maksimal 7 untuk paling nyaman, sedangkan untuk *effort* digunakan skala maksimal 10 (Borg scale) untuk menyatakan dibutuhkan usaha yang besar.

Tabel 3. Hasil dari *assessment of effort & fatigue*

Type	Comfort (mean)	Fatigue (mean)	Effort (mean)
Mouse	6.58	6.33	1.06
Pitch-Roll	3.48	3.93	4.94
Pitch-Yaw	4.02	4.70	3.39

Dapat disimpulkan dari hasil diatas bahwa *mouse* sebagai perangkat konvensional tentu memiliki tingkat *comfortability* urutan pertama. Urutan kedua oleh *pitch-yaw* dengan nilai rata – rata 4.02 dan urutan ketiga yaitu *pitch-roll* yang memiliki tingkat *comfortability* dengan nilai rata – rata dibawah 3.5. Hal yang sama berlaku pada *fatigue test* dimana *mouse* terbukti tidak membebani subyek dan diikuti *pitch-yaw* kemudian *pitch-roll*.

Berikutnya merupakan *assessment of effort* untuk mengukur seberapa besar *effort* yang dilakukan untuk menggunakan tiap piranti. Untuk pengolahannya, sama seperti *comfortability and fatigue test* yaitu rata-rata untuk setiap subyek. Dari hasil di Tabel 3, dapat disimpulkan melalui *Borg scale* bahwa *mouse* memiliki *effort* paling terendah pengoperasiannya. Nilai 1.06 mengacu pada kategori *very weak effort* sedangkan untuk *pitch-yaw* dengan nilai 3.39 dapat dikategorikan *moderate effort* dan yang terakhir *pitch-roll* dikategorikan *strong effort* (4.94).

4. SIMPULAN

22

Penelitian ini menghasilkan beberapa simpulan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa orientasi *pitch-yaw* dan *pitch-roll* dapat digunakan untuk meng-emulasi gerakan kursor *mouse*. Dan memberikan kontribusi tentang perbandingan kedua *gesture* tersebut.
2. Perhitungan rata - rata *TP* (*Throughput*) dan t_m (*movement time*) untuk *mouse* adalah 5.063 bps dan 0.874 detik lalu untuk *pitch-roll* 1.114 bps dan 3.064 s sedangkan untuk *pitch-yaw* 1.116 bps dan 2.924 detik. Dari perhitungan tersebut secara statistik dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan signifikan antara *mouse* dengan *pitch-roll* maupun *pitch-yaw*.
3. Tidak ditemukan perbedaan signifikan secara statistik pada perhitungan *TP* (*Throughput*) dan t_m (*movement time*) antara *pitch-roll* dengan *pitch-yaw* meskipun hasil performansi *pitch-yaw* diatas *pitch-roll*.
4. Untuk tingkat *comfortability* dan *fatigue*, *mouse* sebagai perangkat konvensional memiliki tingkat kenyamanan paling tinggi dan tidak membebani pengguna, *mouse* memiliki rata-rata nilai 6.58 (*comfort*) dan 6.33 (*fatigue*), sedangkan untuk *pitch-yaw* diurutkan kedua dengan nilai 4.02 (*comfort*) dan 4.70 (*fatigue*) sedangkan *pitch-roll* diurutkan ketiga dengan nilai 3.48 (*comfort*) dan 3.98 (*fatigue*).
5. Untuk tingkat *effort* yang dibutuhkan dalam pengoperasian, *mouse* tetap menjadi alat yang paling efektif dengan sedikit *effort* dengan nilai 1.06 (*very weak effort*) yang dibutuhkan dan *pitch-yaw* terbukti lebih memerlukan *effort* dengan nilai 3.39 (*moderate effort*) jika dibandingkan dengan *mouse* sedangkan *pitch-roll* diperlukan *effort* paling tinggi dengan nilai 4.94 (*strong effort*).

5. SARAN

Untuk pengembangan penelitian selanjutnya dapat dilakukan pengembangan

Pengukuran Efektivitas Efisiensi Pitch-Roll dan Pitch-Yaw Pada Sensor Inertia Untuk Pengganti Mouse Bagi Difabel
 Rhedyan Wicaksono Suherman¹, Romy Budhi Widodo²

prototipe untuk mewujudkan *mouse* bagi difabel; dengan memanfaatkan *gesture* *pitch-yaw* maupun *pitch-roll*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. L. Norman and K. D. Norman, "Comparison of Relative Versus Absolute Pointing Devices," *Human-Computer Interact. Lab*, pp. 1–17, 2010.
- [2] D. Natapov, S. J. Castellucci, and I. S. MacKenzie, "ISO 9241-9 Evaluation of Video Game Controllers," *Proc. Graph. Interface Conf.*, pp. 223–230, 2009.
- [3] I. S. MacKenzie, T. Kauppinen, and M. Silfverberg, "Accuracy measures for evaluating computer pointing devices," *Proc. SIGCHI Conf. Hum. factors Comput. Syst. - CHI '01*, pp. 9–16, 2001.
- [4] J.-Y. Oh and W. Stuerzlinger, "Laser Pointers as Collaborative Pointing Devices," *Proc. Graph. Interface Conf.*, pp. 141–149, 2002.
- [5] R. B. Widodo and T. Matsumaru, "Measuring the performance of laser spot clicking techniques," in *2013 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, ROBIO 2013*, 2013.
- [6] T. G. Zimmerman, J. Lanier, C. Blanchard, S. Bryson, and Y. Harvill, "A hand gesture interface device," *ACM SIGCHI Bull.*, vol. 17, no. SI, pp. 189–192, 1986.
- [7] K. S. J. Peng, J. K.; Fisher, B.; Hollar, S.; Pister, "Acceleration sensing glove (ASG)," in *Wearable Computers*, 2002, pp. 178–180.
- [8] J. Z. Zimmerman, Thomas G.; Lanier, "Computer data entry and manipulation apparatus and method," 1989.
- [9] D. H. Gates, L. S. Walters, J. Cowley, J. M. Wilken, and L. Resnik, "Range of motion requirements for upper-limb activities of daily living," *Am. J.*

- [10] *Occup. Ther.*, vol. 70, no. 1, 2016.
Nelson D.L.; Mitchell M.A.;
Groszewski P.G.; Pennick S.L.;
Manske P.R., "Wrist Range of
Motion in Activities of Daily
Living," in *Advances in the
Biomechanics of the Hand and
Wrist. NATO ASI Series (Series A:
Life Sciences)*, Schuind F.; An K.N.;
Cooney W.P.; Garcia-Elias M., Ed.
Springer, Boston, MA, 1994, p. vol.
256.
- [11] D. B. Setiawan, Joga Dharma;
Widodo, Achmad; Nugroho,
"Perancangan dan Pembuatan
Platform Validasi Inertial
Measurement Unit (IMU)," *Rotasi*,
vol. 13, no. 1, pp. 1–7, 2011.
- [12] I. S. Mackenzie, "Fitts' Law," in
*Handbook of human-computer
interaction*, vol. 1, Wiley, 2018, pp.
349–370.
- [13] R. W. Soukoreff and I. S.
MacKenzie, "Towards a standard
for pointing device evaluation,
perspectives on 27 years of Fitts'
law research in HCI," *Int. J. Hum.
Comput. Stud.*, vol. 61, no. 6, pp.
751–789, 2004.

Pengukuran Performa Pitch-Roll dan Pitch-Yaw pada Sensor Inertia untuk Pengganti Mouse bagi Difabel

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

4%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	123dok.com Internet Source	1%
2	www.slideshare.net Internet Source	1%
3	ichbinfania.wordpress.com Internet Source	1%
4	ryanputra94.wordpress.com Internet Source	1%
5	docplayer.info Internet Source	1%
6	www.petskita.com Internet Source	1%
7	Submitted to Universitas Dian Nuswantoro Student Paper	1%
8	jurnal.kwikkiangie.ac.id Internet Source	1%
9	www.machung.ac.id Internet Source	1%

10

Romy Budhi Widodo, Reyna Marsya Quita, Rhesdyan Setiawan, Chikamune Wada. "A study of hand-movement gestures to substitute for mouse-cursor placement using an inertial sensor", Journal of Sensors and Sensor Systems, 2019

Publication

<1 %

11

desif1d3mi04.blogspot.com

Internet Source

<1 %

12

core.ac.uk

Internet Source

<1 %

13

kealper.com

Internet Source

<1 %

14

sh.diva-portal.org

Internet Source

<1 %

15

id.scribd.com

Internet Source

<1 %

16

www.warnetku.com

Internet Source

<1 %

17

Nikolaos Papatheodorou, Alexandros Pino, Georgios TH. Kouroupetroglou, Vasilios Constantinides et al. "Upper Limb Motor Skills Performance Evaluation Based on Point-and-Click Cursor Trajectory Analysis: Application in Early Multiple Sclerosis Detection", IEEE Access, 2019

<1 %

18	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper	<1 %
19	eprints.lancs.ac.uk Internet Source	<1 %
20	instruktur78komputer.blogspot.com Internet Source	<1 %
21	p3m.ppns.ac.id Internet Source	<1 %
22	simki.unpkediri.ac.id Internet Source	<1 %
23	text-id.123dok.com Internet Source	<1 %
24	www.j-sens-sens-syst.net Internet Source	<1 %

Exclude quotes On

Exclude matches Off

Exclude bibliography On

Pengukuran Performa Pitch-Roll dan Pitch-Yaw pada Sensor Inertia untuk Pengganti Mouse bagi Difabel

GRADEMARK REPORT

FINAL GRADE

/0

GENERAL COMMENTS

Instructor

PAGE 1

PAGE 2

PAGE 3

PAGE 4

PAGE 5

PAGE 6

PAGE 7

PAGE 8
