

---

## Pengembangan Perangkat Penggerak Kursor bagi Tunadaksa Berbasis Wireless dengan Konektivitas Sinyal Radio dan Bluetooth

Yoga Cahyo Utomo<sup>1\*</sup>, Romy Budhi Widodo<sup>1</sup>, Mochamad Subianto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Studi Human-Machine Interaction, Teknik Informatika, Universitas Ma Chung

<sup>2</sup>Teknik Informatika, Universitas Ma Chung, Jalan Villa Puncak Tidar N-01, Malang, Indonesia, 65151

**Correspondence:** Yoga Cahyo Utomo (yga.cahyo@gmail.com)

(Received: 23 07 22 – Revised: 01 08 22 - Accepted: 04 08 22 - Published: 09 09 22)

**Abstrak.** Penyandang disabilitas di Indonesia berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020 berjumlah 22,5 juta jiwa atau sekitar 5% dari jumlah penduduk Indonesia dan dari 22,5 juta penyandang disabilitas terdapat 17,74 juta yang bekerja. Pada perusahaan komputer banyak dimanfaatkan untuk berbagai hal seperti mengolah data dengan *microsoft excel*. Bagi penyandang tunadaksa mengoperasikan komputer dibutuhkan alat bantu tambahan. Pada penelitian ini pengembangan dilakukan untuk menambahkan fungsi tetikus seperti melakukan klik kanan, menggulir halaman, dan fitur *wireless*. Pengujian dilakukan oleh partisipan sebanyak 6 orang *non*-disabilitas guna mendapatkan data kualitatif dan kuantitatif, pengujian ini menggunakan format ISO 9241-411, pengujian tersebut akan membandingkan prototipe 1 (perangkat yang sudah diperbarui) dengan prototipe 2 (perangkat yang belum diperbarui). Pengujian kuantitatif dilakukan menggunakan perangkat lunak *Fitts' Law* yang memiliki 4 tingkat kesulitan yang akan diulang sebanyak 3 kali, lalu akan diambil data *Time of Movement* dan *Throughput*. Pengujian kualitatif dilakukan dengan pengisian kuesioner setelah pengujian kuantitatif guna mengetahui tingkat kenyamanan dan tingkat kelelahan menggunakan perangkat. Hasil pengujian statistik menggunakan *Wilcoxon Signed Rank* tidak ada perbedaan yang signifikan untuk nilai *Throughput* dan *Time of Movement* kedua perangkat yang berarti setelah ditambahkan fitur *wireless* tidak mempengaruhi performa dan akurasi. Hasil kuisisioner dapat disimpulkan untuk tingkat kenyamanan prototipe 1 lebih unggul dari prototipe 2 karena sudah *wireless* dan untuk tingkat kelelahan antara dua perangkat tidak ada perbedaan. Hasil pengujian fungsi tambahan untuk klik kanan dan menggulir layar dilakukan dengan mengerjakan permasalahan sederhana menggunakan *microsoft excel* dan dapat disimpulkan untuk semua fungsi tambahan tersebut bekerja dengan baik.

**Kata kunci:** *disabilitas , inertial sensor , tetikus, fitts' law , ISO 9241-411*

---

**Citation Format:** Utomo, Y.C., Widodo, R.B., & Subianto, M. (2022). Pengembangan Perangkat Penggerak Kursor bagi Tunadaksa Berbasis Wireless dengan Konektivitas Sinyal Radio dan Bluetooth. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Ma Chung*, 89-98.

---

---

## PENDAHULUAN

Penyandang disabilitas di Indonesia berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2020 berjumlah 22,5 juta jiwa atau sekitar 5% dari jumlah penduduk Indonesia, dan dari 22,5 juta penyandang disabilitas terdapat 17,74 juta yang bekerja, hal ini bisa dipengaruhi oleh keterbatasan yang dimiliki dalam melakukan pekerjaan yang dirasa sulit untuk dilakukan, karena tidak adanya fasilitas yang mendukung penyandang disabilitas untuk melakukan kegiatan dalam dunia kerja. Dari data dan keterangan di atas, terlihat bahwa tingkat pengangguran penyandang disabilitas bisa dibilang lumayan tinggi. Hal tersebut yang mendasari penulis untuk melakukan penelitian ini.

Fokus dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan alat yang dapat mempermudah penyandang disabilitas yang tidak mempunyai lengan atau bisa disebut tunadaksa dalam pengoperasian komputer dengan alat bantu untuk menggerakkan pointer atau biasa disebut *mouse*. Pada penelitian sebelumnya terdapat berbagai komponen dan cara kerja yang berbeda-beda. Penelitian mouse disabilitas dengan Arduino, sensor flex, dan sensor EMG, untuk cara kerjanya yaitu dengan meluruskan lengan atas untuk klik kanan dengan *sensor flex* dan untuk melakukan fungsi klik kiri menggunakan *sensor EMG* dengan cara mengangkat sedikit lengan bawah atau mengkontraksi otot *bicep*, sensor yang digunakan untuk menggerakkan kursor pada prototipe tersebut yaitu GY-951 yang dihubungkan ke Arduino Uno (Widodo *et al.*, 2019)

Prototipe pada penelitian ini berbeda dari sebelumnya, prototipe yang digunakan adalah *smartphone android* yang dipasangkan pada lengan bagian atas dengan bantuan *smartphone holder*, smartphone yang digunakan harus memiliki sensor *gyroscope* supaya bisa membaca gerakan pengguna untuk mengontrol kursor dengan gerakan *flexion*, *extension*, *inward*, dan *outward* lalu untuk fungsi klik menggunakan JST (jaringan syaraf tiruan) (Sugihono *et al.*, 2018).

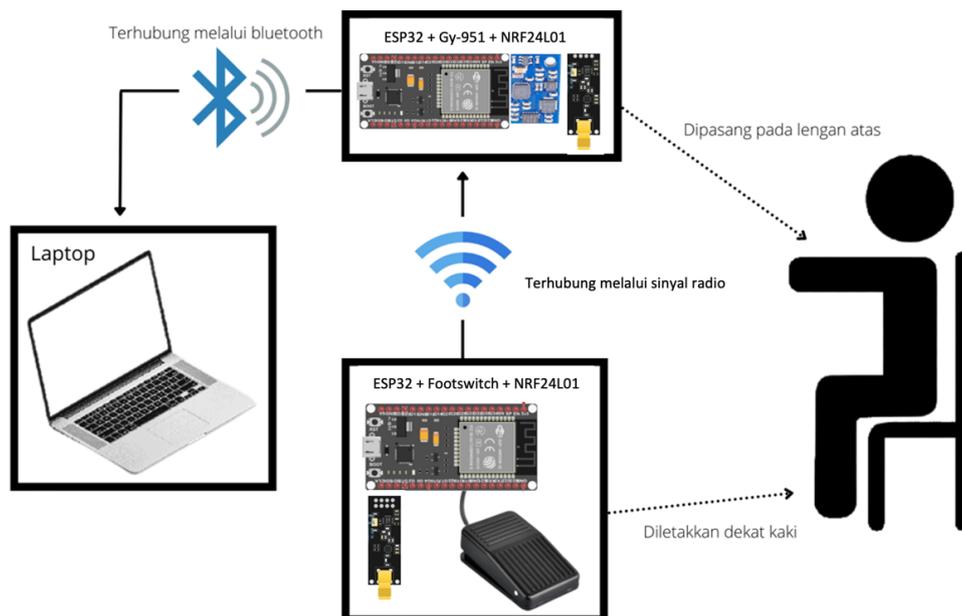
Pada penelitian mouse dengan ESP32 (Giovanno *et al.*, 2021) prototipe yang dibuat sudah dapat digunakan untuk menggerakkan pointer dan melakukan klik kiri, namun fungsi mouse lain seperti melakukan klik kanan dan menggulir halaman pada layar atau biasa disebut dengan *scroll* belum ada pada penelitian tersebut, selain itu untuk klik kiri masih menggunakan media kabel yang dihubungkan ke mikrokontroller *ESP32* yang mengakibatkan pengguna kurang bisa menggerakkan *mouse* secara bebas.

## MASALAH

Identifikasi masalah pada penelitian adalah diperlukannya perangkat penggerak kursor untuk mengoperasikan komputer yang dapat digunakan penyandang disabilitas tunadaksa untuk keperluan di dunia kerja dengan fungsi yang sama dengan perangkat tetikus konvensional.

## METODE PELAKSANAAN

### Analisis Kebutuhan

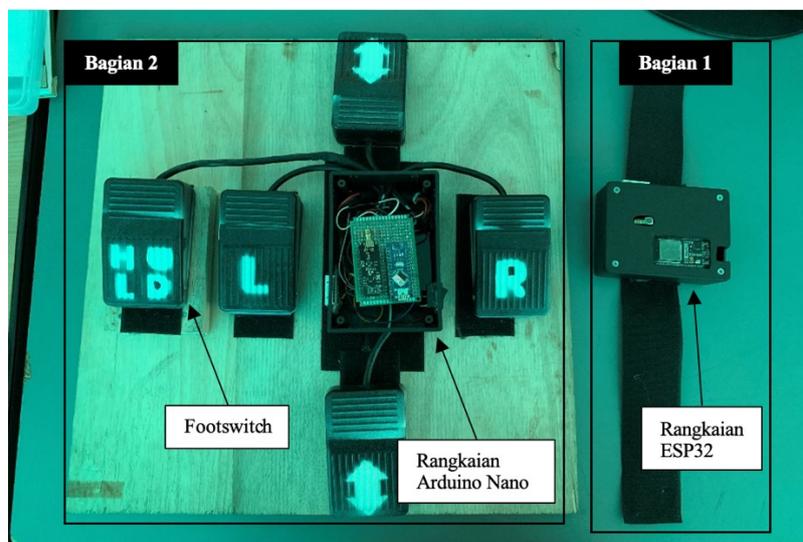


**Gambar 1.** Sistem prototipe (Sumber: perancangan)

Pada Gambar 1 mengilustrasikan komponen-komponen yang dibutuhkan dalam pengoperasian prototipe ini. Untuk dapat mengoperasikan kursor diperlukan sensor inersia (dalam penelitian ini menggunakan GY-951) untuk mendeteksi gerakan yang akan mengoperasikan mouse. Fungsi lain untuk klik kiri, klik kanan, dan scroll dibutuhkan komponen saklar kaki (*footswitch*) yang akan diletakkan di lantai untuk dioperasikan menggunakan kaki penyandang tunadaksa. *Footswitch* yang digunakan tersebut dirangkai dengan mikrokontroler Arduino Nano, saat *Footswitch* dioperasikan data akan dibaca Arduino Nano lalu dikirimkan melalui komunikasi radio nRF24L01 ke ESP-32 dirangkai dengan nRF24L01 yang terhubung dengan sensor GY-951. Penggunaan 2 mikrokontroler bermaksud supaya pada prototipe ini dapat dioperasikan secara *wireless*.

## Prototipe Perangkat

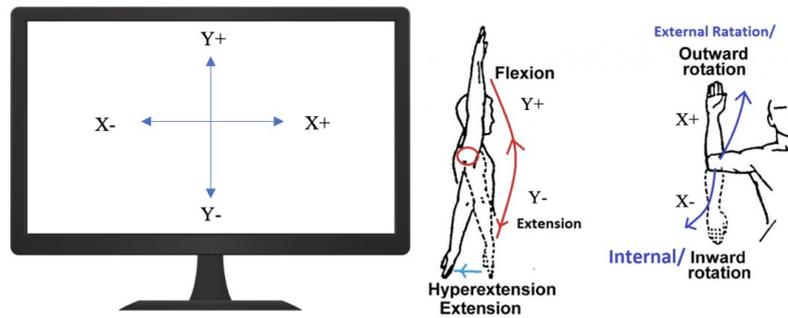
Alat dan perlengkapan yang digunakan adalah laptop yang terkoneksi *Bluetooth* dengan prototipe untuk menerima data dari rangkaian prototipe untuk bisa melakukan fungsi klik dan menggerakkan kursor. Pada prototipe ini dibagi menjadi 2 bagian berdasarkan fungsinya, untuk fungsi klik kanan, klik kiri, *scroll up*, *scroll down* di ilustrasikan pada Gambar 2 bagian 2, pada bagian 2 diletakkan didekat kaki untuk melakukan perintah klik saat *footswitch* diinjak. Lalu untuk fungsi menggerakkan kursor di ilustrasikan pada Gambar 2 bagian 1, pada bagian 1 dipasangkan dilengan atas pengguna untuk menggerakkan kursor.



**Gambar 2.** Prototipe tetikus tunadaksa (Sumber: dokumentasi pribadi)

## Translasi Data

Pada prototipe tetikus tunadaksa ini data yang diterima personal komputer berupa nilai *pitch* dan *roll* yang didapatkan dari sensor GY-951 untuk menggerakkan kursor dan data 1(*high*) atau 0(*low*) dari *footswitch* yang bertugas menjalankan fungsi klik, jika data yang diterima 1(*high*) maka fungsi akan dijalankan, jika data yang diterima 0(*low*) maka tidak menjalankan fungsi. Data tersebut akan ditranslasikan dengan perangkat lunak yang dibuat menggunakan python untuk dapat mengoperasikan kursor pada komputer pengguna.



**Gambar 3.** Gerakan yang diterima sensor

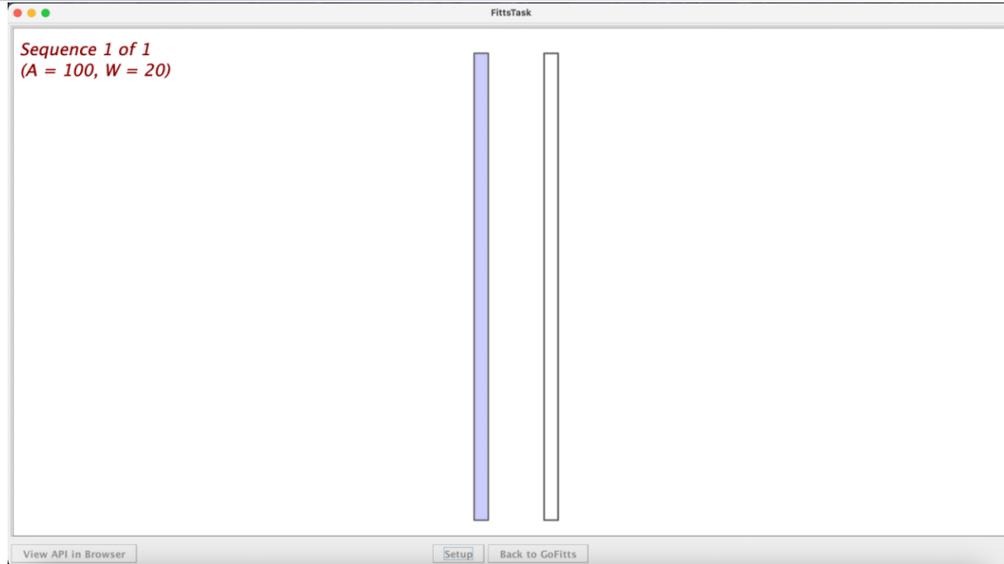
*Flexion* dan *extension* merupakan gerakan secara sadar manusia untuk mengangkat lengan untuk bergerak keatas dan bergerak kebawah, untuk gerakan lengan menuju keatas disebut *flexion* dan untuk gerakan lengan menuju kebawah disebut *extension* (Rotteveel & Phaf, 2004).

*Inward* dan *outward* merupakan gerakan lengan manusia secara sadar dengan cara memutar, Gerakan ini mempunyai derajat maksimal dalam sudut putarnya yaitu 90 derajat untuk gerakan *outward* dan 70 derajat untuk gerakan *inward*, gerakan tersebut berpusat di bahu sebagai porosnya, derajat maksimal yang dimaksud adalah jika gerakan memutar lengan melebihi derajat maksimal tersebut maka akan timbul rasa sakit dan dapat berakibat cedera pada lengan yang digerakkan. Untuk gerakan lengan memutar ke arah luar disebut *outward* dan untuk gerakan lengan ke memutar arah dalam disebut *inward* (L. Hovelius, 2009).

Pada Gambar 3 merupakan ilustrasi gerakan yang diterima prototipe untuk menggerakkan kursor, gerakan *flexion* kursor akan bergerak ke sumbu Y+ atau mengarah keatas, gerakan *extension* kursor akan bergerak ke sumbu Y- atau mengarah kebawah, gerakan *outward* maka kursor akan bergerak ke sumbu X- atau mengarah kekiri, dan gerakan *inward* kursor akan bergerak ke sumbu X+ atau mengarah kekanan.

### **Pengujian Data**

Tahap pengujian prototipe dilakukan dengan pengujian kualitatif dan pengujian kuantitatif untuk membandingkan prototipe 1(perangkat yang sudah dikembangkan) dan prototipe 2(perangkat sebelum. dikembangkan). Untuk pengujian kuantitatif terdapat uji parametrik dan non parametrik, untuk data yang akan diuji didapatkan dari hasil pengujian dengan perangkat lunak Fitts'Law yang diilustrasikan pada Gambar 4, pada pengujian tersebut terdapat empat tingkat kesulitan seperti yang dianjurkan dalam pengujian perangkat sesuai standar ISO 9241-411 (ISO, 2012). yang dimuat pada Tabel 1.

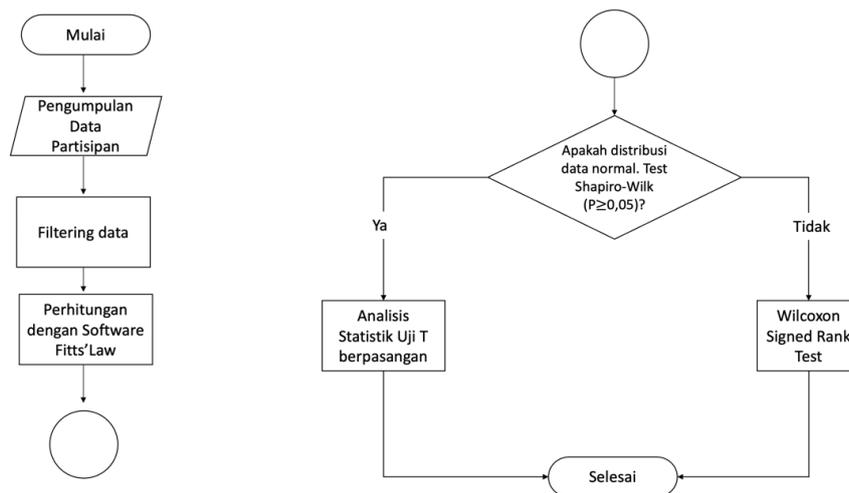


**Gambar 4.** Tampilan perangkat lunak Fitts’Law

**Tabel 1.** Tingkat kesulitan perangkat lunak Fitts’Law

Tingkat Kesulitan	A (Jarak)	W (Lebar Kotak)	ID (Indeks Kesulitan)
A	650	10	6.04
B	500	30	4.14
C	400	40	3.45
D	200	80	1.8

Lalu untuk pengujian kualitatif didapatkan dari kuesioner dan hasil wawancara dengan partisipan setelah melakukan pengujian menggunakan perangkat lunak Fitts’Law.



**Gambar 5.** Diagram pengujian kuantitatif

Alur pengujian kuantitatif dapat dilihat pada Gambar 5. Setelah data partisipan yang didapatkan dari perhitungan *Fitts’Law* data tersebut diolah menggunakan perangkat lunak SPSS dengan metode uji Shapiro-Wilk untuk menguji distribusi data normal,

Wilcoxon Signed Rank untuk uji beda non parametrik, dan Uji T berpasangan untuk uji beda parametrik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengambilan Data

Proses pengambilan data dilakukan dengan 6 partisipan. Untuk usia memiliki rata-rata umur 24,8 tahun dengan standar deviasi 4,7 dan jenis kelamin untuk ke-6 partisipan adalah laki-laki. Untuk data lengkap setiap partisipan yang meliputi usia sampai hasil dari pengujian kuisioner *Edinburgh Handedness Inventor* tercantum pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Data partisipan pengujian

Partisipan	Usia	Jenis Kelamin	<i>Inventory Test Edinburgh Handedness Inventor</i>
1	25	Laki-laki	<i>right-handed</i>
2	22	Laki-laki	<i>right-handed</i>
3	22	Laki-laki	<i>right-handed</i>
4	24	Laki-laki	<i>right-handed</i>
5	21	Laki-laki	<i>right-handed</i>
6	35	Laki-laki	<i>right-handed</i>

Partisipan akan menguji prototipe 1 dan prototipe 2 dalam pertemuan yang berbeda untuk menghindari faktor kelelahan pemakaian perangkat, setiap prototipe dilakukan pengujian empat tingkat kesulitan yang akan diulang tiga kali.

### Penyajian Data

Hasil pengujian menggunakan perangkat lunak Fitts'Law disajikan dalam bentuk tabel yang dimuat pada Tabel 3.

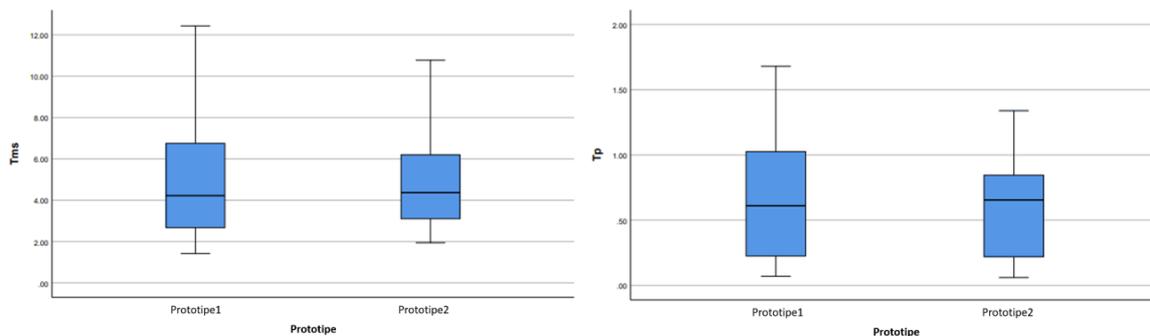
**Tabel 3.** Data kuantitatif

Perangkat	Block	Level	A	W	We	IDe	Tm (s)	Tp (bps)
Prototipe 1 (ESP32 + GY-951 + nRF24L01)	1	1	650	10	466,94	2,33	8,76	0,23
		2	500	30	307,5	2,08	6,49	0,36
		3	400	40	189,65	2,86	4,07	0,75
		4	200	80	95,61	1,93	2,508	0,75
	2	1	650	10	521,28	1,8	8,97	0,19
		2	500	30	64	4,1	5,4	0,75
		3	400	40	108,86	3,18	4,26	0,806
		4	200	80	50,61	2,36	2,36	1,01
	3	1	650	10	506,1	2,36	7,8	0,26
		2	500	30	252,75	2,41	4,41	0,64
		3	400	40	37,6	3,55	4,18	1,09
		4	200	80	84,95	1,9	1,88	1,04

Perangkat	Block	Level	A	W	We	IDe	Tm (s)	Tp (bps)
Mean							5,09	0,66
Prototipe 2 (ESP32 + GY-951)	1	1	650	10	464,9	1,65	7,69	0,22
		2	500	30	365,21	1,5	4,87	0,3
		3	400	40	149,41	2,65	4,36	0,63
		4	200	80	80,83	1,8	2,72	0,69
	2	1	650	10	415,93	1,76	6,96	0,26
		2	500	30	145,75	3,38	4,69	0,69
		3	400	40	76,98	3,4	4,08	0,87
		4	200	80	76,8	1,81	2,54	0,72
	3	1	650	10	483,2	1,85	6,67	0,255
		2	500	30	91,63	3,76	6,67	0,25
		3	400	40	82,66	3,25	3,55	0,95
		4	200	80	93,08	1,65	2,5	0,65
Mean							4,68	0,58

### Hasil Analisis Data Kuantitatif

Hasil data pengujian Fitts'Law diambil data Tm(kecepatan partisipan menyelesaikan tes) dan Tp(Kecaptan tranfer data), kedua variabel tersebut yang akan menjadi acuan untuk pengujian dengan Fitts'Law, Sebaran data Tm dan Tp di digambarkan dengan boxplot yang dimuat pada gambar 6.



**Gambar 6.** Box plot Tm & Tp

Pengujian kuantitatif memberikan hasil seperti berikut:

1. Waktu yang dibutuhkan partisipan dalam menyelesaikan tugas Tm (*Time of Movement*) tidak ada perbedaan yang signifikan antara prototipe 1 dan prototipe 2.
2. Tp (kecepatan transfer informasi) tidak ada perbedaan yang signifikan antara prototipe 1 dan prototipe 2.

Dari hasil pengujian kuantitatif dapat disimpulkan bahwa penambahan fitur wireless dan fungsi klik tidak mempengaruhi akurasi dan performa dari prototipe 1.

## Hasil Analisis Data Kualitatif

**Tabel 4.** Hasil kuesioner prototipe 1

Partisipan	Prototipe 1											
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
P01	5	5	1	4	5	6	5	6	7	3	3	7
P02	2	4	2	5	6	3	4	7	7	4	7	7
P03	2	5	1	5	6	4	5	7	7	6	3	6
P04	3	5	2	4	5	3	4	7	6	4	5	7
P05	4	5	2	5	5	6	4	7	6	6	5	7
P06	4	6	6	5	6	5	6	7	7	3	2	5
Mean	3,3	5	2,3	4,6	5,5	4,5	4,6	6,8	6,6	4,3	4,1	6,5

**Tabel 5.** Hasil kuesioner prototipe 2

Partisipan	Prototipe 2											
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12
P01	6	5	5	6	6	6	6	6	5	5	5	5
P02	2	7	1	6	7	3	6	7	7	5	1	7
P03	5	7	6	5	5	6	5	7	5	4	2	5
P04	4	6	3	5	6	4	6	7	6	5	4	7
P05	6	5	3	5	5	5	3	7	7	2	6	7
P06	5	6	5	5	6	6	5	7	7	6	6	7
Mean	4,6	6	3,8	5,3	5,8	5	5,1	6,8	6,1	4,5	4	6,3

Pada Tabel 4 dan Tabel 5 merupakan data dari kuisisioner uji kenyamanan dan tingkat kelelahan, dari data yang diperoleh dan hasil wawancara kepada partisipan untuk penggunaan prototipe 1 dan prototipe 2 dapat disimpulkan tidak berbeda jauh dalam penggunaannya, hal tersebut dapat dilihat dari rata-rata tiap butir pertanyaan pada Tabel 4 dan Tabel 5. Hasil yang didapatkan dari setiap kuisisioner dan wawancara dengan partisipan menyatakan tidak berbeda jauh karena kedua prototipe tersebut penggunaannya sama-sama gerakkan oleh lengan atas dan untuk gerakkan yang dilakukan untuk menggerakkan kursor juga sama akan tetapi untuk prorotipe 1 lebih unggul dari pada prototipe 2 untuk tingkat kenyamanan karena sudah memiliki fitur *wireless*.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Pengembangan prototipe yang sudah dilakukan bekerja dengan baik sebagai pengganti perangkat tetikus konvensional bagi penyandang tunadaksa.
2. Prototipe yang dikembangkan memiliki performa yang kurang lebih sama dengan prototipe yang belum dikembangkan meskipun ditambahkan komponen untuk fungsi *wireless*, hal tersebut dibuktikan dengan nilai *Throughput* dan nilai *Time of Movement*

yang tidak berbeda signifikan setelah diuji menggunakan pengujian statistika di perangkat lunak SPSS.

3. Penambahan fitur untuk klik kanan, *scroll up*, dan *scroll down* bisa berjalan dengan baik sesuai fungsinya.
4. Penambahan fitur wireless sesuai dengan pengujian kualitatif yang dilakukan dengan pengisian kuesioner dan wawancara dapat disimpulkan bahwa prototipe 1 lebih nyaman karena tidak terdapat kabel yang dapat mengganggu saat menggerakkan kursor

## DAFTAR PUSTAKA

- Giovanno, Y., Widodo, R. B., & Kelana, O. H. (2021). Rancang bangun perangkat keras penunjuk menggunakan lengan atas dengan konektivitas bluetooth. *Prosiding Seminar Nasional Universitas Ma Chung*, 81-90.
- Widodo, R. B., Haryasena, A. B., Setiawan, H., Subianto, M., & Irawan, P. L. (2019). The IMU and bend sensor as a pointing device and click method. *International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, 1-4.
- ISO. (2012). Evaluation methods for the design of physical input devices. 1-6.
- Sugihono, H., Widodo, R. B., & Kelana, O. H. (2018). Study of the android and ANN-based upper-arm mouse. *5th International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Informatics*, 1-18.
- Rotteveel, M., & Phaf, R. (2004). Automatic affective evaluation does not automatically predispose for arm flexion and extension. 156-172.
- L. Hovelius, B. A. (2009). Bristow-latarjet procedure for recurrent anterior dislocation of the shoulder. *Acta orthop*, 2-8.



© 2022 by authors. Content on this article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International license. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).