

PERANCANGAN SAKLAR BLUETOOTH DENGAN MENGUNAKAN METODE EDP (ERGONOMIC FUNCTION DEPLOYMENT)

Andi Hepy Susanti*¹

¹Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik – Universitas Ibnu Sina, Batam

e-mail: *¹hepy@uis.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan saklar elektronik berbasis Bluetooth yang dikendalikan melalui smartphone Android dengan metode Ergonomic Function Deployment (EFD). Teknologi saklar Bluetooth ini memberikan kemudahan bagi pengguna, terutama bagi mereka yang memiliki keterbatasan fisik atau yang ingin mengontrol perangkat elektronik secara jarak jauh. Penelitian ini menggunakan modul Bluetooth HC-05 sebagai penghubung antara perangkat Android dan sistem pengendalian yang dikembangkan dengan Arduino Uno. Melalui pendekatan EFD, kebutuhan konsumen dipetakan dan diintegrasikan ke dalam desain produk yang ergonomis, memastikan aspek kenyamanan, keamanan, efisiensi, serta daya tahan dalam penggunaannya. Data dikumpulkan melalui kuesioner dan wawancara dengan responden yang terdiri dari karyawan di PT. Bumi Artha Paluta. Pengujian validitas dan reliabilitas dilakukan dengan bantuan software SPSS, yang menghasilkan nilai Cronbach's Alpha 0.702, menunjukkan bahwa instrumen penelitian reliabel. Hasil analisis menunjukkan bahwa saklar Bluetooth yang dirancang berhasil memenuhi harapan pengguna, meningkatkan kemudahan dan efisiensi dalam pengoperasian perangkat elektronik. Desain akhir juga memastikan alat ini aman dan nyaman digunakan, dengan mempertimbangkan aspek ergonomis yang sesuai dengan standar antropometri Indonesia.

Kata kunci— Saklar Bluetooth, Arduino Uno, Ergonomic Function Deployment (EFD), Android, Antropometri, Desain Ergonomis, Pengendalian Elektronik

Abstract

This research aims to design and develop a Bluetooth-based electronic switch controlled via an Android smartphone using the Ergonomic Function Deployment (EFD) method. This Bluetooth switch technology provides convenience for users, particularly those with physical limitations or those who wish to control electronic devices remotely. The study utilizes the HC-05 Bluetooth module to connect the Android device to a control system developed with Arduino Uno. Through the EFD approach, consumer needs are mapped and integrated into a product design that ensures ergonomic aspects of comfort, safety, efficiency, and durability. Data were collected through questionnaires and interviews with respondents, including employees at PT. Bumi Artha Paluta. Validity and reliability testing were conducted using SPSS software, yielding a Cronbach's Alpha value of 0.702, indicating reliable research instruments. The analysis results show that the designed Bluetooth switch meets user expectations, enhancing convenience and efficiency in operating electronic devices. The final design also ensures the tool is safe and comfortable to use, considering ergonomic aspects aligned with Indonesian anthropometric standards.

Keywords— Bluetooth switch, Arduino Uno, Ergonomic Function Deployment (EFD), Android, Anthropometry, Ergonomic Design, Electronic Control

PENDAHULUAN

Pesatnya perkembangan teknologi, terutama perangkat berbasis Android yang semakin terjangkau dan populer, telah mendorong inovasi dalam sistem kontrol jarak jauh berbasis Bluetooth. Saklar Bluetooth ini bersifat open-source, sehingga dapat dimodifikasi untuk memenuhi kebutuhan pengguna sehari-hari (Arifin & Susanto, 2021). Dalam perancangan ini, modul Bluetooth HC-05 digunakan sebagai penghubung dengan perangkat Android, yang memungkinkan pengendalian peralatan elektronik rumah dengan mudah, terutama bagi penyandang disabilitas atau orang yang sedang sakit.

Penggunaan Arduino Uno sebagai bagian dari sistem ini memperluas fungsi pengendalian elektronik melalui berbagai masukan seperti switch atau sensor, sehingga memungkinkan pengaturan alat elektronik secara fleksibel (Wijaya & Rahmawati, 2020). Di era modern, remote control berbasis inframerah (IR) sering digunakan, tetapi teknologi berbasis Bluetooth menawarkan kemudahan yang lebih baik dalam mengontrol beberapa perangkat sekaligus, tanpa harus menggunakan banyak remote.

Untuk perancangan saklar ini digunakan metode Ergonomic Function Deployment (EFD), yang merupakan pengembangan dari Quality Function Deployment (QFD). Metode ini membantu dalam memastikan kebutuhan dan kenyamanan pengguna terpenuhi, sekaligus memperhatikan aspek ergonomis dari produk. Dengan metode EFD, keputusan-keputusan desain direkam dalam matriks yang memudahkan revisi dan modifikasi di masa depan, khususnya untuk memastikan produk tetap ergonomis saat digunakan (Sari et al., 2022), Ananda & Fauzan, 2023). Desain ergonomis dari saklar ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan alat elektronik, terutama bagi pekerja kantoran di PT. Bumi Artha Paluta.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kendali peralatan elektronik berbasis Bluetooth pada smartphone Android dengan metode EFD, memberikan solusi kontrol perangkat yang modern dan ergonomis.

METODE PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data menggunakan beberapa teknik:

1. Kuesioner Terbuka
Mengumpulkan pendapat responden tentang pentingnya fitur Saklar Bluetooth menggunakan skala Likert dari 1 (Sangat Tidak Penting) hingga 5 (Sangat Penting).
2. Uji Realibilitas dan Validitas
Dilakukan menggunakan SPSS 16.0 untuk memastikan konsistensi dan ketepatan instrumen penelitian.

Metode Pengolahan dan Analisis Data

Pengujian validitas dan reliabilitas menggunakan SPSS 16.0 dengan nilai Cronbach's Alpha 0.702 yang menunjukkan bahwa data reliabel. Uji validitas menunjukkan seluruh atribut dinyatakan valid dengan nilai $R_{hitung} \geq R_{tabel}$ (0.297).

Metode EFD (Ergonomic Functional Deployment)

Metode Ergonomic Function Deployment (EFD) diterapkan untuk menerjemahkan kebutuhan konsumen ke dalam aspek ergonomis dengan mengidentifikasi atribut produk yang efektif, nyaman, aman, sehat, dan efisien.

Langkah-langkah metode EFD meliputi:

1. Identifikasi Kebutuhan Konsumen: Menentukan atribut produk berdasarkan aspek ENASE.
2. Pengukuran Harapan dan Kepuasan Konsumen: Menggunakan kuesioner skala Likert untuk mengukur tingkat kepuasan dan harapan.
3. Nilai Target (Goal) dan Rasio Perbaikan: Menghitung nilai goal dengan membandingkan tingkat harapan dan kepuasan konsumen.
4. Analisis Titik Jual (Sales Point): Mengukur kontribusi kebutuhan konsumen terhadap daya jual.
5. Raw Weight dan Normalized Raw Weight: Menentukan prioritas atribut yang perlu dipenuhi.
6. House of Ergonomic: Matriks hubungan antara kebutuhan konsumen dan aspek teknik.

Antropometri

Data antropometri standar Indonesia digunakan untuk mendesain Saklar Bluetooth agar sesuai dengan postur tubuh pengguna dan menciptakan alat yang ergonomis.

Perancangan dan Pembuatan Alat

Perancangan Saklar Bluetooth menggunakan AutoCAD untuk merancang desain fisik yang detail sebelum produksi dengan material sesungguhnya.

Pengujian Produk

Pengujian produk dilakukan untuk menilai efektivitas desain berdasarkan keluhan pengguna (mekanik) sebelum dan sesudah menggunakan alat. Jika tidak memenuhi kriteria, perbaikan akan dilakukan.

Spesifikasi Akhir Produk

Spesifikasi akhir ditentukan berdasarkan hasil pengujian dan merupakan bentuk final dari Saklar Bluetooth yang sesuai dengan kebutuhan pengguna.

Analisis

Analisis data dilakukan untuk menyelesaikan masalah yang telah dirumuskan dan untuk mengevaluasi efektivitas desain dan performa alat Saklar Bluetooth berdasarkan uji dan pengolahan data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data

Salah satu alat penting untuk bekerja, khususnya bagi mereka yang bekerja di dalam ruangan, adalah stopkontak (saklar). Dalam penelitian ini, penulis mengambil data di sebuah perusahaan yang beroperasi dengan 20 karyawan, yang bekerja selama 7 jam dari pukul 09.00 hingga 16.00 WIB, dengan libur pada hari Sabtu dan Minggu. Penulis menyampaikan perancangan alat Saklar Bluetooth kepada pimpinan perusahaan. Dari hasil wawancara dengan seluruh karyawan kantor,

Pengelolaan Data

Data ini diperoleh melalui hasil wawancara dengan para pengguna dan bersifat kualitatif, karena berupa pendapat dari pengguna. Wawancara ini hanya berkaitan dengan faktor-faktor yang berhubungan dengan alat Saklar Bluetooth yang akan dirancang. Adapun orang-orang yang diwawancarai terdiri dari:

1. Karyawan satu divisi
 2. Pimpinan Perusahaan
-

Hirarki Kebutuhan

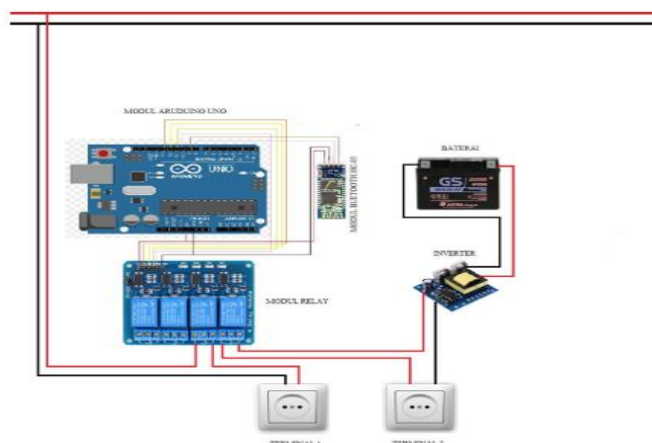
Hirarki kebutuhan berfungsi untuk mengidentifikasi kebutuhan dalam perancangan alat yang direncanakan guna mengatasi permasalahan yang ada. Dalam konteks ini, produk yang dirancang adalah alat Saklar Bluetooth, yang ditujukan sebagai alat bantu multifungsi untuk mempercepat pekerjaan, dengan fitur penggunaan baterai yang memungkinkan tetap berfungsi saat terjadi pemadaman listrik. Hasil wawancara dengan pimpinan dan karyawan mengungkapkan beberapa kebutuhan utama yang harus dipenuhi untuk mempermudah pekerjaan. Kebutuhan tersebut meliputi kemudahan dan kecepatan dalam menyelesaikan tugas, kemudahan penggunaan, daya tahan material, serta desain yang menarik.

Penulis menginterpretasikan kebutuhan pengguna ke dalam beberapa kriteria. Pertama, alat harus mempermudah pekerjaan, sehingga beban kerja menjadi lebih ringan. Kedua, alat perlu mempercepat proses pekerjaan agar dapat diselesaikan dengan lebih cepat. Ketiga, kemudahan penggunaan sangat penting, di mana alat harus sederhana dan tidak sulit untuk dioperasikan. Keempat, daya tahan material menjadi perhatian utama, sehingga alat tidak mudah penyok dan terbuat dari bahan yang kuat. Terakhir, desain yang menarik juga menjadi faktor penting, dengan penekanan pada aspek estetika seperti warna dan bentuk.

Berdasarkan kebutuhan tersebut, penulis mengelompokkan kebutuhan menjadi dua kategori: primer dan sekunder. Kebutuhan primer mencakup estetika dengan desain yang menarik, daya tahan dari material yang kuat, kemudahan penggunaan, serta efektivitas yang dapat meringankan beban kerja. Sementara itu, kebutuhan sekunder mencakup efisiensi dalam mempercepat proses pekerjaan dan keamanan alat agar aman digunakan. Dengan demikian, hirarki ini memberikan gambaran jelas tentang prioritas kebutuhan pengguna terhadap alat Saklar Bluetooth yang direncanakan.

Konsep Perancangan Alat

Konsep perancangan merupakan gagasan atau ide yang digambarkan melalui sketsa untuk menciptakan produk yang diinginkan. Dalam perancangan produk, beberapa faktor penting perlu dipertimbangkan, seperti nilai ekonomis dan ketersediaan material. Gambar 1 di bawah ini menunjukkan konsep alat Saklar Bluetooth yang akan dibuat.



Gambar 1. Alat Saklar Bluetooth

Uji Validitas dan Reabilitas

1. Uji validitas tingkat kepentingan

Sebelum instrument atau alat ukur digunakan untuk mengumpulkan data penelitian, perlu uji coba kuesioner untuk kevalidan dan reabilitas alat ukur yang digunakan. Validasi adalah suatu

ukuran yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keabsahan suatu alat ukur. Tinggi rendahnya validasi alat ukur menunjukkan sejauh mana data yang terkumpul agar tidak menyimpang dari variabel yang dimaksud. Sedangkan reabilitas menunjukkan bahwa alat ukur cukup dapat dipercaya untuk digunakan dalam penelitian ini. Uji validitas dan reabilitas alat ukur penelitian dilakukan terhadap 10 responden di luar sampel penelitian yang memiliki karakteristik serupa dengan sampel yang diamati.

Uji validitas dilakukan dengan tujuan validitas pengukuran, yaitu ketepatan variabel yang akan di ukur. Validitas data peneliti menggunakan software SPSS. Dilakukan dengan menghitung korelasi pada setiap pertanyaan dengan tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ dan jumlah sampel yang dipakai sebesar 5 orang dengan r tabel sebesar 0,361. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka dinyatakan valid. Dari hasil uji validitas, seluruh instrument kepentingan dinyatakan valid karena $r_{hitung} > r_{tabel}$ (0,361) dengan taraf signifikan 5%.

Tabel 1. Pertanyaan Tingkat Kepentingan

No.	Kode	Pernyataan
1	X 1	Menurut anda seberapa penting saklar yang dilengkapi dengan pegangan
2	X 2	Menurut anda seberapa penting saklar yang dilengkapi alat pengangkat
3	X 3	Menurut anda seberapa penting saklar yang dapat bergerak maju dan menyamping
4	X 4	Menurut anda seberapa penting dimensi saklar yang sesuai dengan konstruksi meja karyawan
5	X 5	Menurut anda seberapa penting dimensi saklar yang sesuai dengan antropometri karyawan
6	X 6	Menurut anda seberapa penting saklar yang mudah dioperasikan
7	X 7	Menurut anda seberapa penting saklar yang tidak mencederaai karyawan
8	X 8	Menurut anda seberapa penting saklar yang dapat mengurangi beban tenaga karyawan
9	X 9	Menurut anda seberapa penting saklar yang mudah perawatannya
10	X 10	Menurut anda seberapa penting harga saklar yang terjangkau

Hasil dari uji validitas instrumen dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Validitas Instrumen Tingkat Kepentingan

No	Item Pertanyaan	Corrected Item – Total Correlation (r Hitung)	r Tabel	Keputusan
1	X 1	0,746	0,361	Valid
2	X 2	0,855	0,361	Valid
3	X 3	0,983	0,361	Valid
4	X 4	0,916	0,361	Valid
5	X 5	0,864	0,361	Valid
6	X 6	0,916	0,361	Valid
7	X 7	0,971	0,361	Valid
8	X 8	0,953	0,361	Valid
9	X 9	0,953	0,361	Valid
10	X 10	0,983	0,361	Valid

Uji reabilitas tingkat kepentingan

Uji reliabilitas untuk penelitian ini dikatakan menggunakan nilai r pada kolom *Cronbach's alpha*. Jika nilai r hitung lebih besar dari pada r tabel yang sudah di uji dengan SPSS 22 maka dapat dikatakan instrumen yang dipakai reliabel. Berdasarkan hasil yang di uji

validitas, diketahui nilai *Cronbach's alpha* lebih besar dibandingkan dengan nilai r tabel (0,361) sehingga dinyatakan reliabel

Hasil dari perhitungan uji reliabilitas instrumen penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3. Hasil perhitungan Uji Reabilitas Tingkat Kepentingan

<i>Cronbach's Alpha</i>	Jumlah pertanyaan	Keterangan
0,977	10	Reliabel

Instrumen yang digunakan 10 pertanyaan memiliki nilai *Cronbach's alpha* 0,977 dinyatakan reliabel lebih besar dari 0,7. Maka dapat dilanjutkan re-design menggunakan *Ergonomic Functional Deployment*.

Uji validitas tingkat kepuasan

Uji validitas dilakukan dengan tujuan validitas pengukuran, yaitu ketepatan variabel yang akan diukur. Validitas data peneliti menggunakan software SPSS. Dilakukan dengan menghitung korelasi pada setiap pertanyaan dengan tingkat signifikan $\alpha = 0,05$ dan jumlah sampel yang dipakai sebesar 30 orang dengan r tabel sebesar 0,361. Jika $r_{hitung} > r_{tabel}$ maka dinyatakan valid. Dari hasil uji validitas, seluruh instrument kepentingan dinyatakan valid karena $r_{hitung} > r_{tabel}$ (0,361) dengan taraf signifikan 5%.

Tabel 4. Pertanyaan Tingkat Kepuasan

No.	Kode	Pernyataan
1	S 1	Apakah anda puas dengan saklar yang dilengkapi pegangan
2	S 2	Apakah anda puas dengan saklar yang dilengkapi alat pengangkat
3	S 3	Apakah anda puas dengan saklar yang dapat bergerak Maju dan menyamping
4	S 4	Apakah anda puas dengan dimensi saklar yang sesuai dengan konstruksi meja karyawan
5	S 5	Apakah anda puas dengan dimensi saklar yang sesuai Dengan antropometri karyawan
6	S 6	Apakah anda puas dengan saklar yang mudah dioperasikan
7	S 7	Apakah anda puas dengan saklar tidak mencederai karyawan
8	S 8	Apakah anda puas dengan saklar yang dapat mengurangi beban tenaga karyawan
9	S 9	Apakah anda puas dengan saklar yang mudah perawatannya
10	S 10	Apakah anda puas dengan harga saklar yang terjangkau

Hasil dari uji validitas instrumen dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Validitas Instrumen Tingkat Kepuasan

No	Item Pertanyaan	Corrected Item – Total Correlation (r Hitung)	r Tabel	Keputusan
1	Q 1	0,675	0,361	Valid
2	Q 2	0,818	0,361	Valid
3	Q 3	0,437	0,361	Valid
4	Q 4	0,818	0,361	Valid
5	Q 5	0,675	0,361	Valid
6	Q 6	0,463	0,361	Valid
7	Q 7	0,675	0,361	Valid
8	Q 8	0,505	0,361	Valid
9	Q 9	0,486	0,361	Valid
10	Q 10	0,818	0,361	Valid

Uji reabilitas tingkat kepuasan

Uji reliabilitas untuk penelitian ini dikatakan menggunakan nilai r pada kolom *Cronbach's alpha*. Jika nilai r hitung lebih besar dari pada r tabel yang sudah di uji dengan SPSS 22 maka dapat dikatakan instrumen yang dipakai reliabel. Berdasarkan hasil yang di uji validitas, diketahui nilai *Cronbach's alpha* lebih besar dibandingkan dengan nilai r tabel (0,361) sehingga dinyatakan reliabel.

Hasil dari perhitungan uji reliabilitas instrumen penelitian dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 6. Hasil Perhitungan Uji Reabilitas Tingkat Kepuasan

<i>Cronbach's Alpha</i>	Jumlah pertanyaan	Keterangan
0,847	10	Reliabel

Instrumen yang digunakan 5 pertanyaan memiliki nilai *Cronbach's alpha* 0,847 dinyatakan reliabel lebih besar dari 0,7. Maka dapat dilanjutkan ke tahap re-design menggunakan *Ergonomic Functional Deployment*.

Pengolahan Data Ergonomic Function Deployment (EFD)

Ergonomic Function Deployment (EFD) merupakan suatu pengembangan dari *Quality Function Deployment* (QFD) (Ulrich & Eppinger, 2001) yaitu menambahkan hubungan baru antara keinginan konsumen dengan aspek ergonomi

produk yang akan dirancang. Hubungan ini untuk melengkapi bentuk matriks *House of Ergonomic* yang diterjemahkan kedalam aspek – aspek ergonomi yang diinginkan. Atribut produk yang digunakan diturunkan melalui aspek ergonomi yang terdiri dari singkatan ENASE yaitu Efektif, Nyaman, Aman, Sehat dan Efisien (Suyatno, 1985).

Kebutuhan konsumen atau pengguna

Mengidentifikasi kebutuhan konsumen atau pengguna yang diperoleh dari voice of costumer yang akan dikumpulkan. Kebutuhan konsumen atau pengguna akan dituangkan dalam bentuk pernyataan dari wawancara, kemudian diterjemahkan menjadi kebutuhan konsumen yang akan disusun berdasarkan tingkat yang dibutuhkan.

Tabel 7. Daftar Pernyataan Karakteristik Produk

Variabel	Atribut	Pernyataan
Efektif	Fungsional	saklar mudah dioperasikan
Nyaman	Ukuran	Dimensi saklar yang sesuai dengan antropometri

Aman	Resiko kerja	saklar dapat mengurangi beban tenaga karyawan
Sehat	Bahan material	saklar tidak mencederai karyawan
Efisien	Ekonomis	Harga saklar terjangkau
Perawatan	Perawatan Bahan Baku	saklar mudah perawatannya Bahan kuat dan awet

Penyusunan kuesioner akan dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama kuesioner kebutuhan dan kepentingan konsumen atau pengguna, sedangkan kuesioner akhir berisi tentang pernyataan karakteristik produk. Skala yang digunakan dalam uji instrumen *Ergonomic Function Deployment* yang digunakan adalah 1 sampai 5 yang didefinisikan sebagai berikut :

1 =Sangat Tidak Setuju

3 =Tidak Setuju

3 =Setuju

4 =Lebih Setuju

5 =Sangat Setuju

Uji validitas dan reabilitas

Tabel 8. Uji Validasi Pernyataan Karakteristik Produk

No	Kode pertanyaan	Corrected Item – Total	r Tabel	Keputusan
1	P1	0,621	0,444	Valid
2	P2	0,845	0,444	Valid
3	P3	0,913	0,444	Valid
4	P4	0,718	0,444	Valid
5	P5	0,594	0,444	Valid
6	P6	0,922	0,444	Valid
7	P7	0,681	0,444	Valid
8	P8	0,877	0,444	Valid
9	P9	0,667	0,444	Valid
10	P10	0,566	0,444	Valid
11	P11	0,681	0,444	Valid

Uji validitas pada tabel 8. di atas diketahui nilai *corrected item-total correlation* pada setiap pernyataan. Nilai tersebut akan dibandingkan dengan nilai tabel r sebesar 0,444 yang memiliki Df yaitu $n-1 = 20-1 = 19$ koresponden dengan nilai signifikan 5%. Sesuai dengan ketentuan yang ada, karena nilai *corrected item- total correlation* pada tiap pernyataan $> r$ tabel maka semua pernyataan tersebut valid.

Tabel 9. Uji Reabilitas Pernyataan Karakteristik Produk

Cronbach's Alpha	N of Items
0,916	11

Dari hasil uji realibilitas pada tabel 9. didapatkan nilai *Cronbach's Alpha* = 0,916. Kriteria uji realibilitas adalah realibilitas suatu variabel jika nilai *Cronbach's Alpha* > 0,70. Maka dari semua uji di atas, jumlah kuesioner sudah cukup dan hasil kuesioner valid dan realibel dan dapat dilanjutkan ke pengolahan selanjutnya.

Menentukan target (*goal*)

Nilai goal ditetapkan untuk menentukan sasaran yang akan dicapai peneliti, yaitu dengan menilai seberapa jauh peneliti ingin memenuhi kebutuhan konsumen dengan mempertimbangkan kebutuhan konsumen tersebut dapat dipenuhi atau tidak. Menetapkan nilai goal dilakukan dengan memperhatikan nilai tingkat kepentingan dan tingkat kepuasan konsumen dengan menggunakan skala 1 sampai 5, Penilaian target atau goal dapat dilihat dari tabel berikut:

Tabel 10. Target (*goal*)

No	Pernyataan	Nilai Kinerja
1	saklar yang mudah dioperasikan	3,47
2	saklar dilengkapi dengan pegangan	4,14
3	saklar dilengkapi alat pengangkat	3,88
4	saklar yang dapat bergerak maju dan menyamping	3,80
5	Dimensi saklar yang sesuai dengan konstruksi meja karyawan	3,85
6	Dimensi saklar yang sesuai dengan antropometri karyawan	3,85
7	saklar yang dapat mengurangi beban tenaga karyawan	3,61
8	saklar yang tidak mencederai karyawan	3,80
9	Harga saklar yang terjangkau	3,66
10	saklar yang mudah perawatannya	3,63
11	Bahan baku yang kuat dan awet	3,69

Berdasarkan tabel 10. di atas diperoleh hasil nilai *goal* tertinggi yaitu sebesar 4.14 untuk kereta lalatan dilengkapi dengan pegangan pendorong dan penarik. Kemudian untuk variabel terendah didapatkan nilai *goal* sebesar 3,47 yaitu kereta yang mudah dioperasikan.

Hubungan antara respon teknis dan kebutuhan konsumen

Hubungan antara respon teknis dan kebutuhan konsumen atau pengguna dapat ditunjukkan dengan simbol yang melambangkan seberapa kuat hubungan antara respon teknis dan kebutuhan konsumen atau pengguna. Semakin banyak simbol suatu elemen pada karakteristik teknis dengan kebutuhan konsumen, maka elemen – elemen karakteristik teknis tersebut berpengaruh dalam pemenuhan kebutuhan konsumen atau pengguna. Kekuatan hubungan keduanya dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Simbol Hubungan Karakteristik Teknis dengan Kebutuhan Konsumen

Simbol	Deskripsi	Bobot
	Tidak ada hubungan	0
D	Kemungkinan ada hubungan	1
○	Hubungan biasa saja	3
◎	Hubungan kuat	9

Tabel 12. Simbol Hubungan antara Respon Teknis dengan Kebutuhan Konsumen

Product requirements	Product	Importance	Saklar yang mempunyai fitur	Saklar mempunyai sistem	Saklar mempunyai alat	Saklar mempunyai empat	Pengguna nyaman dalam	Saklar dapat membantu	Saklar aman saat	Harga kompetitif	Proses perawatan mudah	Awet dan tahan lama
Saklar yang mudah dioperasikan		3,47	◎	△	△	△	○	○				
Saklar dilengkapi pegangan		4,14	◎	◎	△	△	○	○				
Saklar dilengkapi alat pengangkat		3,96	○	◎	◎		△	○				
Saklar dapat bergerak maju dan menyamping		3,8	○			◎	○	○	△			
Dimensi saklar sesuai dengan konstruksi meja karyawan		3,85					◎	◎	△			
Dimensi saklar sesuai dengan antropometri karyawan		3,85					◎	◎	○			
Saklar dapat mengurangi beban tenaga karyawan		3,61			△	△	○	◎	○			
Saklar tidak mencederai operator		3,8					○	◎	◎			
Harga saklar terjangkau		3,66	△							◎		△
Saklar mudah perawatannya		3,				△					◎	△

	63										
Bahan kuat dan awet	3, 69								△		◎

Dari tabel 12. di atas, maka dapat dilihat hubungan antara karakteristik teknis dengan kebutuhan konsumen dengan menggunakan simbol. Setelah diketahui adanya hubungan antara karakteristik dengan kebutuhan konsumen, kemudian dihitung nilai kontribusi masing masing karakteristik teknis. Nilai kontribusi dapat dilihat pada tabel 13.

Tabel 13. Nilai Kontribusi dan Urutan Prioritas


No	Kepentingan Teknik	Nilai Hubungan	Nilai Kontribusi	Urutan Prioritas
1	saklar yang mempunyai fitur yang ergonomis	25	2,05	3
2	saklar mempunyai sistem pegangan	19	1,92	4
No	Kepentingan Teknik	Nilai Hubungan	Nilai Kontribusi	Urutan Prioritas
	knock down			
3	saklar mempunyai alat pengangkat beban	12	1,26	6
4	saklar mempunyai empat roda yang dinamis	13	1,21	7
5	Pengguna nyaman dalam bekerja dan menggunakan produk	34	3,21	2
6	saklar dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja	48	4,22	1
7	saklar aman saat digunakan	20	1,72	5
8	Harga kompetitif	10	0,83	9
9	Proses perawatan mudah dilakukan	9	0,75	10
10	Awet dan tahan lama	11	1,01	8

Berdasarkan tabel 13. di atas diperoleh hasil nilai tertinggi perhitungan kontribusi dan urutan prioritas yaitu 4,22 untuk variabel kereta dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja. Kemudian nilai variabel terendah sebesar 0,75 yaitu variabel proses perawatan mudah dilakukan.

Hubungan antar matriks kebutuhan

Dalam memperoleh hubungan antar matriks kebutuhan dilakukan dengan analisis yang bertujuan untuk mengetahui tingkat kualitas dari pertukaran sebuah karakteristik antara matriks kebutuhan satu dengan matriks kebutuhan lainnya, sehingga dapat diketahui seberapa besar nilai hubungannya seperti tabel 14. di bawah ini.

Tabel 14. Hubungan Antar Matriks Kebutuhan



Saklar yang mempunyai fitur yang ergonomis	mempunyai sistem pegangan knock down	Saklar mempunyai alat pengangkat beban yang dapat disetel / hidrolik	saklar mempunyai bentuk yang dinamis	Pengguna nyaman dalam bekerja dan	saklar dapat membantu pengguna meringankan beban dalam bekerja	saklar aman saat digunakan	Harga kompetitif	Proses perawatan mudah dilakukan	Awet dan tahan lama
--	--------------------------------------	--	--------------------------------------	-----------------------------------	--	----------------------------	------------------	----------------------------------	---------------------

Data Antropometri

Data antropometri digunakan untuk menentukan ukuran, bentuk dan dimensi produk yang akan dibuat untuk menyesuaikan fisik pengguna. Data antropometri yang digunakan adalah Tinggi siku berdiri (TSB), Diameter lingkaran genggam (DLG), Lebar jari ke 2,3,4,dan 5 (LJ), Jangkauan tangan ke depan (JTD), dan Jangkauan tangan ke samping (JTS). Data disajikan pada tabel 4.36.

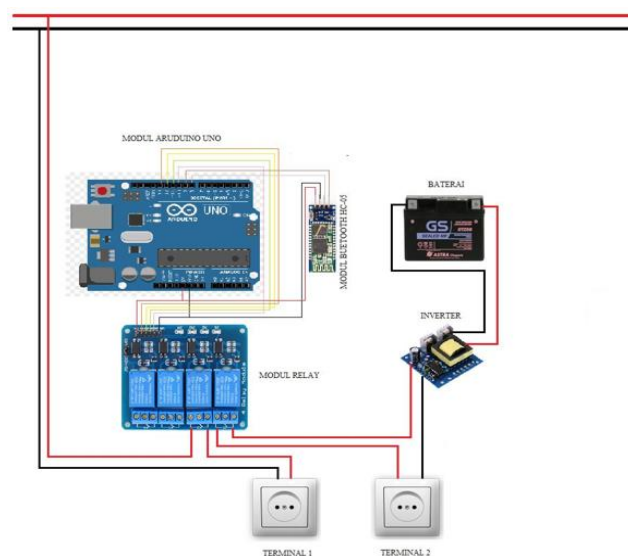
Tabel 15. Data Antropometri Indonesia

No	Dimensi	Persentil			SD
		5%	50%	95%	
1	Tinggi Siku Berdiri (TSB)	73,13	95,65	118,17	13,69
2	Diameter lingkaran genggam (DLG)	4,5	4,8	5,1	2,0
3	Lebar jari ke 2,3,4,5 (LJ)	3,69	9,43	15,17	3,49
4	Jangkauan Tangan ke depan (JTD)	48,36	66,18	84,0	10,83
5	Jangkauan Tangan ke samping (JTS)	111,41	152,71	194	25,1

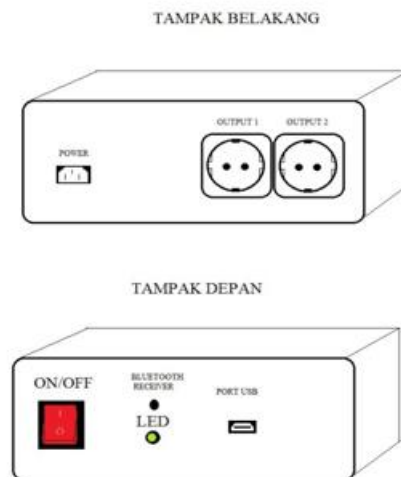
Dari tabel 15. diperoleh nilai untuk setiap dimensi. Dalam penelitian ini yang akan digunakan adalah persentil 5 dan 50, dimana persentil 5 agar siswa yang memiliki ukuran tubuh lebih kecil dapat menggunakan dengan nyaman dan persentil 50 mewakili ukuran rata-rata tubuh manusia.

Perancangan Produk

Dalam proses perancangan terdapat beberapa tahapan. Hasil dari perancangan ini adalah hasil rancangan akhir yang dibuat dalam bentuk gambar. Berikut ini adalah tahapan perancangan produk Saklar yang ergonomis.



Gambat 2. Tampak Rangkaian Dalam



Gambar 3. Tampak Depan dan Tampak Belakang

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan. Berdasarkan pernyataan-pernyataan pada hasil kuisioner, diketahui bahwa tingkat kepentingan terhadap desain ulang saklar berada pada rentang 21,7-40%, di mana responden menyatakan bahwa desain ulang tersebut sangat penting. Pada tingkat kepuasan, sebanyak 25-40% responden menyatakan sangat tidak puas dengan saklar yang ada, sehingga diperlukan perbaikan terhadap saklar tersebut. Dengan menggunakan metode Ergonomic Function Deployment untuk mengidentifikasi masalah, ditentukan beberapa parameter penyelesaian yang kemudian dilanjutkan dengan perancangan ulang saklar yang mencakup beberapa perbaikan. Pertama, ukuran saklar disesuaikan dengan antropometri pengguna dan dimensi layout meja karyawan. Kedua, terdapat penambahan pegangan yang dapat berfungsi sebagai penarik dengan sistem knockdown. Ketiga, saklar didesain menggunakan empat roda dinamis untuk fleksibilitas gerakan, yang dilengkapi dengan pengunci.

DAFTAR PUSTAKA

1. Arifin, M., & Susanto, A. (2021). Implementasi Bluetooth HC-05 untuk Pengendalian Perangkat Elektronik Berbasis Android. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komputer*, 9(2), 45-53.
2. Wijaya, H., & Rahmawati, L. (2020). Pemanfaatan Arduino Uno dalam Rancangan Sistem Kendali Jarak Jauh. *Jurnal Rekayasa Elektronika*, 8(1), 27-34.
3. Sari, D., Kartika, R., & Putra, W. (2022). Ergonomic Function Deployment untuk Pengembangan Produk Elektronik yang Efisien. *Jurnal Ergonomi dan Desain Produk*, 10(3), 123-130.
4. Ananda, R., & Fauzan, F. (2023). Perancangan Sistem Kontrol Elektronik Berbasis Bluetooth pada Perangkat Smartphone. *Jurnal Sistem dan Teknologi Terapan*, 12(1), 88-97.
5. Permana, T., & Kurniawan, B. (2021). Desain dan Implementasi Sistem Kendali Peralatan Rumah Tangga Berbasis Arduino dan Bluetooth HC-05. *Jurnal Teknologi Informasi*, 11(4), 198-210.
6. Susilo, A., & Fadillah, R. (2020). Pengembangan Aplikasi Android untuk Kendali Perangkat Elektronik dengan Bluetooth HC-05. *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Sistem*, 7(2), 65-74.

7. Rahayu, N., & Mahendra, P. (2022). Implementasi QFD dalam Rancangan Produk Berbasis Ergonomi. *Jurnal Inovasi Produk dan Teknologi*, 15(3), 98-110.
8. Saputra, J., & Setiawan, T. (2023). Peran Bluetooth dalam Pengembangan Teknologi Rumah Pintar Berbasis IoT. *Journal of Information Technology and Engineering*, 13(1), 32-40.
9. Yusra, D., & Prasetyo, E. (2022). Optimalisasi Sistem Remote Control Berbasis Android dan Bluetooth dalam Pengendalian Peralatan Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Elektro*, 9(3), 112-120.
10. Hartono, I., & Gunawan, M. (2021). Penerapan Metode Ergonomic Function Deployment dalam Perancangan Produk Elektronik. *Journal of Product Design and Innovation*, 6(2), 55-63.