

JIPTEK: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik dan Kejuruan

Jurnal Homepage: <https://jurnal.uns.ac.id/jptk>

Perancangan Penyiraman Toilet Otomatis untuk Menjaga Kebersihan di Sekolah

Deny Nusyirwan^{1*}, Reinaldy², Prasetya Perwira Putra Perdana³

^{1*}Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Indonesia

^{2,3}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji, Indonesia

Email: denynusyirwan@umrah.ac.id

ABSTRAK

Siswa di sekolah pada umumnya memiliki berbagai aktivitas seperti belajar, olahraga, dan bermain. Saat melakukan aktivitas tersebut, beberapa siswa kadang ingin buang air kecil atau besar. Namun, mereka sering enggan menggunakan toilet sekolah karena kondisinya kotor, bau, pintu rusak, lampu tidak ada atau rusak, serta lantai yang berkerak. Banyak siswa memilih menahan buang air kecil atau besar daripada menggunakan toilet tersebut. Penyebab utama toilet yang kotor adalah perilaku siswa yang tidak menyiram setelah menggunakannya. Untuk mengatasi masalah ini, dirancang penyiram kloset otomatis berbasis sensor dengan sistem kerja praktis dan modern menggunakan mikrokontroler Arduino. Proses desain rekayasa dilakukan dengan pendekatan yang memperhatikan kebutuhan pengguna sebagai prioritas, menggunakan observasi etnografis untuk menghasilkan solusi berbasis teknologi yang sesuai kebutuhan. Stanford *Design School* memperkenalkan *Design Thinking* dalam proses inovasi, yang dimulai dengan observasi sosial, *brainstorming*, hingga menemukan inovasi teknologi yang tepat. Perakitan prototipe dan uji fungsi bersama calon perngguna adalah bagian akhir dari proses.

Kata kunci: arduino, kebersihan, sekolah, siswa

ABSTRACT

Students at school generally have various activities such as studying, sports, and playing. While doing these activities, some students sometimes need to urinate or defecate. However, they are often reluctant to use the school toilet because it is dirty, smelly, the door is broken, the lights are missing or broken, and the floor is crusty. Many students choose to hold their urination or defecation rather than use the toilet. The main cause of dirty toilets is the behavior of students who do not flush after using them. To overcome this problem, a sensor-based automatic toilet flush with a practical and modern working system using an Arduino microcontroller was designed. The engineering design process is carried out with an approach that considers user needs as a priority, using ethnographic observations to produce technology-based solutions that fit the needs. Stanford Design School introduces Design Thinking in the innovation process, which starts with social observation, brainstorming, to find the right technological innovation. Prototype assembly and functional testing with potential users is the final part of the process.

Keywords: arduino, cleanliness, school, student

PENDAHULUAN

Kebersihan merupakan pangkal kesehatan, dengan lingkungan yang bersih tentu akan dapat mengurangi timbulnya penyakit. Salah satu lokasi yang menjadi perhatian adalah WC/Toilet di sekolah. Diperlukan cara terhadap para siswa untuk menjaga WC di lingkungan sekolah untuk tetap bersih dan nyaman, salah satunya adalah dengan menumbuhkan kesadaran dari para siswa itu sendiri dan menetapkan peraturan. Tumbuhnya kerak-kerak pada lantai dan dinding, WC menjadi bau, kotor akan dapat menimbulkan sumber-sumber penyakit/bakteri. Untuk itu kita harus selalu menjaga kebersihan WC sekolah.

Beberapa permasalahan yang ditemukan di lingkungan sekolah terkait dengan WC, diantaranya siswa tidak mau ke WC di sekolah karena kondisi yang tidak higienis, tidak terjamin bersih dan kering. Toilet sering kali kurang ventilasi dan cahaya sehingga lembab dan jamur mudah tumbuh subur di dalamnya. Lantai toilet sekolah pun banyak yang kemiringannya kurang pas. Alhasil, toilet menjadi becek. Selanjutnya adalah Lantai toilet di sekolah kotor dan air bak yang tidak bersih, air yang kotor dan telah terkontaminasi bakteri, tidak layak dipergunakan untuk membasuh. Sehingga anak menggunakan tisu untuk menyeka kotorannya.

Kajian Pustaka

Di dalam penelitian ini, telah dilakukan kajian terhadap penelitian terdahulu yang akan

dipergunakan sebagai batasan terhadap penelitian yang akan dilakukan, selain itu kajian pustaka juga akan menjelaskan mengenai purwarupa yang akan dirancang.

Penelitian terdahulu

Orang lanjut usia memerlukan bantuan untuk melakukan kegiatan, salah satu yang perlu menjadi perhatian adalah ketika akan mempergunakan kamar mandi. Oleh sebab itu, Febry Hario Wibowo (2017) dengan judul penelitian *Prototype Smart Bathroom Based Arduino Uno* telah merancang sebuah alat yang berfungsi untuk mensimulasikan kamar mandi otomatis. Sensor Ultrasonik akan mengatur lampu pada kamar mandi yang akan menyala apabila mendeteksi ada yang masuk, wastafel akan mengalirkan air apabila mendeteksi ada yang mendekat dengan jarak tertentu, *shower* akan berfungsi juga secara otomatis, sedangkan toilet akan mengalirkan air dengan memanfaatkan fungsi sensor LDR (Wibowo, 2017).

Pada tugas akhir dengan judul Implementasi Toilet Pintar Berbasis Mikrokontroler, Adilla *et. all* (2017) juga melihat penting nya memberikan bantuan kepada lansia yang sering lupa ketika selesai mempergunakan toilet. Di dalam perancangannya, mempergunakan sensor PIR yang akan menghidupkan lampu di dalam kamar mandi dan mengaktifkan fungsi pada toilet. Setelah sensor tidak mendeteksi adanya pengguna di dalam kamar mandi, maka *servo* akan mengaktifkan fungsi *flush* pad toilet dan mematikan lampu.

Zakaria et al. (2018) telah melakukan penelitian dengan judul *Evaluation of a smart*

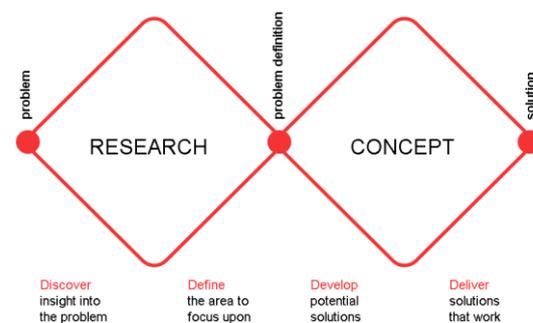
toilet in an emergency camp, International Journal of Disaster Risk Reduction. Penelitian yang dilaksanakan di Philipina telah mengintegrasikan toilet pintar untuk mengurangi pemakaian air yang dipergunakan untuk membersihkan kotaran dan teknologi ICT untuk mendapatkan informasi mengenai jumlah pengguna dan air yang dipergunakan. Dari hasil penelitian ini, dapat dilihat manfaat terhadap pengurangan biaya terkait operasional dan perawatan. Pada akhirnya akan dapat mendukung tujuan *sustainability*.

METODE PENELITIAN

Insinyur merancang dan menciptakan produk, sistem, dan infrastruktur yang dapat berdampak langsung pada kualitas hidup masyarakat. Insinyur berperan di dalam masyarakat pada setiap lapisan dengan tujuan menemukan solusi yang sesuai dengan menghasilkan inovasi melalui sistem yang saling terkait (Joore & Brezet, 2015). Hal ini menjadikan kemampuan merancang dan kreatifitas menjadi kompetensi penting dalam dunia industri. Sebagaimana pada perusahaan-perusahaan terkemuka yang memiliki "*Chief Design Officer*" yang berpengaruh dalam menentukan perkembangan ekonomi pada perusahaan melalui keterlibatan secara langsung dalam setiap diskusi strategis yang dilakukan pada internal maupun eksternal perusahaan. Oleh sebab itu menjadi penting dalam menumbuhkan "kreativitas" di sekolah pada tingkat menengah dan perguruan tinggi untuk menggiatkan dan perluasan inovasi-inovasi di tingkat selanjutnya (Collins, 2015). Design Thinking adalah proses menghasilkan inovasi

dengan memahami kebutuhan pengguna yang dilakukan dengan memperhatikan kelayakan teknis dan ekonomis nantinya (Pereira & Russo, 2018).

Selain itu, proses Desain Rekayasa merupakan proses dalam rekayasa yang memperhatikan keperluan pengguna sebagai prioritas, pendekatan observasi secara etnografi menjadi modal dasar dalam menghasilkan solusi inovasi berbasis teknologi yang dibutuhkan masyarakat. Stanford *Design School* memperkenalkan *Design Thinking* di dalam melakukan proses inovasi. Dimulai dengan observasi secara sosial di masyarakat, proses brainstorming untuk menemukan inovasi teknologi yang sesuai. Perakitan prototipe dan uji fungsi bersama calon pengguna adalah bagian akhir dari proses *Design Thinking* ini. Silakan lihat gambar 1.



Gambar 1. Tahapan pada Proses Desain Rekayasa (<https://scripte.matthias-edler-golla.de/sose19/interface-design/einfuehrung/double-diamond-design-council>)

Insinyur memulai proses Desain dengan mengajukan pertanyaan tentang masalah yang ingin mereka pecahkan. Pertanyaan-pertanyaan ini melibatkan identifikasi masalah yang harus dipecahkan dan memutuskan desain mana yang akan memberikan solusi terbaik. Insinyur harus

mempertimbangkan audiens (untuk siapa solusi yang dihasilkan, dan apakah proyek tersebut memiliki persyaratan atau batasan yang perlu diperhatikan). Adapun pada tujuan akhir proyek juga dibahas pada tahap proses desain ini. Langkah ini mengharuskan individu atau tim untuk menampilkan kembali masalah utama dan solusi utama berupa prototipe guna mengumpulkan umpan balik terbaik untuk solusinya.

Dalam melakukan observasi, selain menggunakan kamera untuk merekam gambar, mungkin ada gunanya membawa buku catatan. Buku catatan akan berfungsi sebagai peta pikiran, yang akan membantu mengelompokkan pemikiran untuk berbagai ide. Perlu diingat, bahwa langkah ini adalah “siapa” yang membutuhkan “apa”, dan “mengapa” mereka membutuhkannya. Insinyur memulai proses dengan mengajukan pertanyaan tentang masalah yang ingin mereka pecahkan. Pertanyaan-pertanyaan ini melibatkan identifikasi masalah yang harus dipecahkan dan memutuskan desain mana yang akan memberikan solusi terbaik. Insinyur harus mempertimbangkan audiens (untuk siapa solusi yang dihasilkan, dan apakah proyek tersebut memiliki persyaratan atau batasan yang perlu diperhatikan). Adapun pada tujuan akhir proyek juga dibahas pada tahap proses desain ini. Langkah ini mengharuskan individu atau tim untuk menampilkan kembali masalah utama dan solusi utama berupa prototipe guna mengumpulkan umpan balik terbaik untuk solusinya. Lokasi penelitian dilakukan di SDN 003 Binaan Tanjung pinang, Kepulauan Riau dapat dilihat pada lihat gambar 2.



Gambar 2. Lokasi SDN 003 Binaan Tanjung pinang (Valentin & Gomez-Corona, 2018)

Sedangkan, pada gambar 3 menampilkan aktifitas peneliti mengumpulkan informasi.



Gambar 3. Mengumpulkan Informasi Mengenai Permasalahan yang Terdapat di Sekolah Melalui Siswa Adapun langkah-langkah penelitian

adalah sebagai berikut:

Etnografi

Seringkali dalam bidang rekayasa untuk pengembangan global, perancang produk tidak memiliki waktu atau sumber daya untuk melakukan studi adopsi teknologi jangka panjang dengan ukuran sampel yang besar untuk setiap iterasi desain mereka, oleh karena itu harus bergantung pada studi yang lebih pendek dan bertarget yang mengukur segi teknis maupun parameter-parameter dari calon pengguna. Etnografi adalah salah satu metode handal untuk observasi karakteristik pengguna masa depan (Forsythe, 1995) Etnografi semakin menarik diterapkan pada bidang penelitian di industri, perguruan tinggi maupun di masyarakat, di mana antropolog telah memanfaatkan metode ini sejak lama (Valentin & Gomez-Corona, 2018) Etnografi mempelajari tentang kebiasaan dan budaya di suatu daerah secara kualitatif (Ottrey et al., 2018).

Teknik etnografi melibatkan pengamatan terhadap aktivitas orang-orang selama jangka waktu tertentu, sering kali dilengkapi dengan rekaman video atau audio. Penyelidikan budaya adalah salah satu cara untuk mengakses lingkungan yang sulit untuk diamati secara langsung untuk menangkap lebih banyak “kehidupan yang dirasakan”. Dibutuhkan kepercayaan dan keterbukaan dari masyarakat terhadap peneliti, oleh sebab itu partisipasi secara aktif dan kebersamaan dalam aktifitas menjadi tolak ukur keberhasilan metode ini (Wagner et al., 2012).

Curahan Gagasan Permasalahan Dan Menentukan Masalah Utama

Kreativitas telah menjadi keterampilan

yang diperlukan bagi para insinyur dan merupakan bagian dari pelatihan dasar mereka, salah satu tantangan dalam pendidikan teknik adalah membekali siswa dengan pemahaman yang baik tentang kreativitas. Curahan gagasan permasalahan (*Brainstorming*) adalah sebuah metode yang dipergunakan secara luas di dunia industri untuk menghasilkan inovasi yang sesuai dengan kebutuhan calon pengguna (Zainol et al., 2012). Pada gambar 4 menampilkan aktifitas Brainstorming dari hasil observasi.



Gambar 4. Proses Pengumpulan Masalah

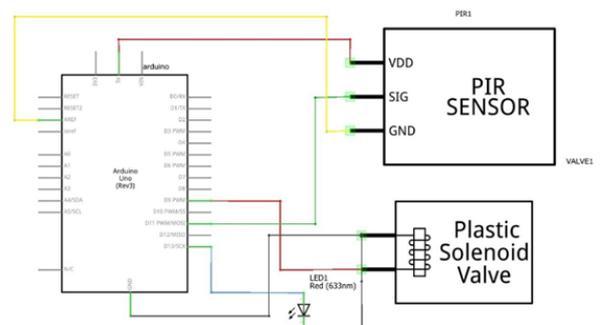
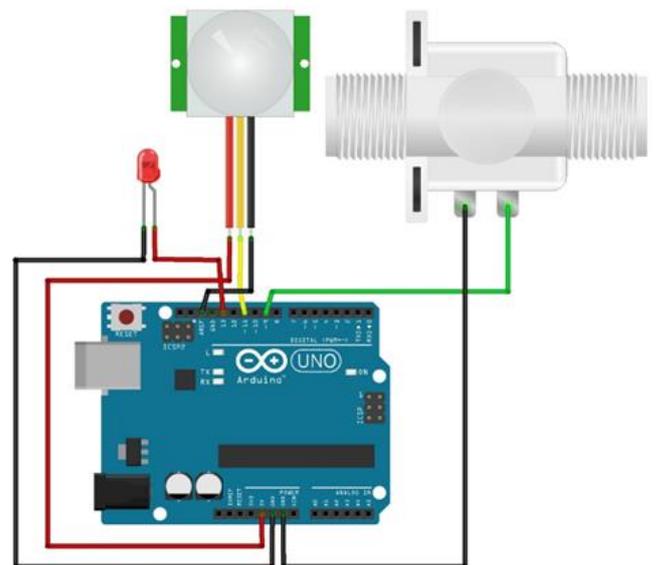
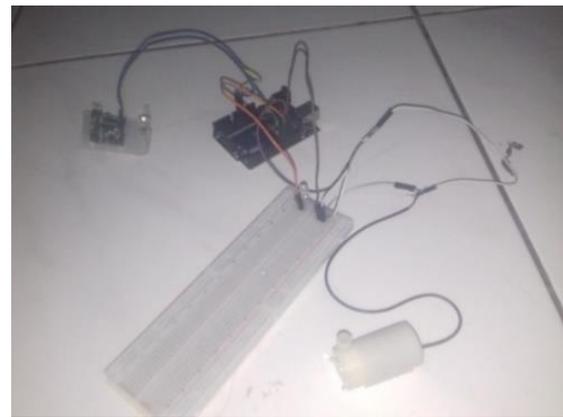
Pelatihan kreativitas telah banyak diintegrasikan ke dalam pendidikan teknik sebagai sarana untuk mempersiapkan siswa menjadi kekuatan inovatif dalam industri. Namun, sebagian besar Brainstorming adalah pendekatan pengambilan keputusan secara kolektif. Selain itu mendorong pengembangan kreativitas kelompok dengan cara membagikan

ide secara spontan untuk mencapai solusi. Setelah berempati dengan pengguna, Insinyur dapat melanjutkan ke tahap kedua dari proses *Design Thinking* dan menentukan masalah yang ingin diselesaikan oleh pengguna. Dimulai dengan menuangkan pemikiran dan pengalaman nyata dan visual yang ada di sekitar lokasi observasi untuk memberi informasi dan menginspirasi tim desain. Selanjutnya mengelompokkan temuan-temuan ini untuk mengeksplorasi tema dan pola yang muncul, dan berusaha untuk mengidentifikasi kebutuhan manusia yang berarti dan wawasan yang akan menginformasikan solusi desain. Metode ini harus melibatkan siapa saja yang mengambil bagian dalam tahap empati proyek desain, dan memakan waktu tidak lebih dari 20-30 menit.

Penting untuk tidak mengabaikan ide apa pun selama fase brainstorming. Dapatkan sebanyak mungkin solusi potensial, karena ide-ide baru dapat membantu memicu ide-ide yang lebih baik lagi. Terkadang solusi paling kreatif terhadap suatu masalah adalah kombinasi dari banyak ide berbeda yang disatukan,

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN Purwarupa

Selama fase prototipe, dirancang beberapa variasi solusi potensial yang sederhana untuk masalah tersebut. Dengan memiliki versi prototipe yang berbeda memberikan kesempatan untuk menguji dan selanjutnya melakukan penyempurnaan. Prototipe sering kali diuji oleh desainer lain, anggota tim di luar departemen desain awal, dan pelanggan tepercaya.



fritzing

Gambar 5. Konsep Prototipe Sederhana dan Rangkaian Elektronika Penyiraman Toilet Otomatis

Prototipe memiliki beberapa versi produk memberi kesempatan untuk mengubah dan menyempurnakan desain sebelum mengujinya dengan pengguna sebenarnya. Selama proses ini, penting untuk mendokumentasikan pengujian yang menggunakan produk akhir. Ini akan memberi

Anda informasi berharga mengenai bagian mana dari solusi yang baik, dan mana yang memerlukan lebih banyak perubahan. gambar 5 menampilkan sebuah prototipe sederhana dengan bahan yang mudah didapatkan dan berbiaya murah. Hal ini bertujuan untuk memberikan kemudahan melakukan perubahan secara cepat di dalam proses perancangan apabila diperlukan beberapa penyempurnaan sebelum masuk ke dalam tahapan desain selanjutnya (Zhang et al., 2012). Purwarupa dalam tahapan ini pada umumnya disebut *low fidelity prototipe* (Nusyirwan, 2017). Manfaat utama dari prototipe dengan ketelitian rendah adalah pembuatannya cepat, mudah, dan terjangkau. Sangat mudah untuk membuat perubahan dan menguji iterasi baru, siapa pun dapat memproduksinya, dan hal ini mendorong *Design Thinking* karena prototipe jelas belum selesai.

Komponen purwarupa

Adapun komponen yang diperlukan untuk pembuatan purwarupa adalah sebagai berikut :

Arduino adalah platform sumber terbuka yang menyediakan cara sederhana dan mudah diakses bagi siapa saja untuk membangun proyek elektronik interaktif. Pada intinya, Arduino terdiri dari papan kecil berbasis mikrokontroler, berbagai komponen *input* dan *output*, dan lingkungan pengembangan perangkat lunak yang memudahkan untuk memprogram papan dan berinteraksi dengan komponen lainnya (Al-Obaidy et al., 2017). Platform Arduino dirancang agar mudah digunakan dan mudah didekati, menjadikannya pilihan ideal bagi mereka yang baru mengenal elektronik atau pemrograman. Inti dari platform

Arduino adalah papan mikrokontroler, yang hadir dalam berbagai ukuran dan konfigurasi untuk memenuhi berbagai proyek dan kebutuhan. Beberapa papan yang paling populer termasuk Arduino Uno, Mega, dan Nano. Papan ini memiliki berbagai pin input dan output, serta antarmuka komunikasi internal seperti USB, *Serial*, dan *Ethernet*. Pengguna tidak perlu terlalu khawatir melakukan kesalahan untuk mengutak-atik Arduino UNO karena skenario terburuk adalah mengganti chip dan memulai dari awal lagi. Dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Arduino Uno

Breadboard tersedia dalam berbagai ukuran dan ukurannya tergantung pada spesifikasi proyek yang harus dikerjakan dengan menggunakan *breadboard*. Disarankan agar ukuran besar digunakan jika proyek mencakup beberapa perangkat dan ukuran kecil untuk proyek yang memerlukan peralatan lebih sedikit. Breadboard juga digunakan untuk menguji suatu rangkaian dan untuk menemukan masalah apa pun pada rangkaian tersebut sebelum rangkaian tersebut dibuat pada papan canggih lainnya yang dikenal sebagai *Printed Circuit Board (PCB)*. Papan tempat memotong roti terdiri dari strip logam yang tertanam di badan plastik. Garis-garis ini juga dirancang oleh komputer seperti desain papan sirkuit yang dicetak oleh komputer yang memerlukan penyolderan untuk

menghubungkan perangkat. Dengan kata lain, *Breadboard* juga merupakan papan cetak, tetapi tidak memerlukan penyolderan perangkat untuk sambungannya. Perangkat hanya dihubungkan menggunakan kabel *jumper* (Kondaveeti, 2021), Silakan lihat pada gambar 7.



Gambar 7. *BreadBoard*

Kabel *jumper* memiliki panjang 100mm/200mm/300mm dan tersedia dalam 'strip' sebanyak 40 (4 buah masing-masing sepuluh warna pelangi), dengan rangkaian yang tertata rapi untuk mendapatkan hasil terbaik ketika memasangnya dalam satu garis (Potorti, 2023). Silakan lihat gambar 8 .



Gambar 8. Kabel *Jumper*

Pompa air mini biasanya digunakan untuk memompa air minum, tanaman air mancur. Silakan lihat pada gambar 9.



Gambar 9. Pompa air mini

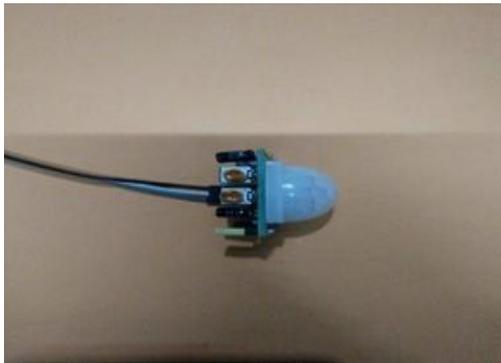
Semua dioda memancarkan foton (partikel energi elektromagnetik), tetapi hanya jenis dioda tertentu yang memancarkan energi elektromagnetik tersebut sebagai cahaya, bukan panas. Bentuk dioda jenis ini dikenal dengan sebutan LED (*Light Emitting Diode*), di mana lebih mirip dengan sebuah bohlam kecil. Silakan lihat gambar 10.



Gambar 10. LED

Passive Infrared Sensor (PIR) adalah sensor elektronik yang mengukur cahaya inframerah (IR) yang memancar dari objek dalam bidang pandangnya. Umumnya sensor PIR dapat mendeteksi pergerakan hewan/manusia dalam rentang kebutuhan. PIR terbuat dari sensor piroelektrik, yang mampu mendeteksi berbagai tingkat radiasi inframerah. Detektor itu sendiri tidak memancarkan energi apa pun tetapi menerimanya secara pasif. Ini mendeteksi radiasi inframerah dari lingkungan. Begitu ada radiasi inframerah dari partikel tubuh manusia dengan suhu, pemfokusan pada sistem optik menyebabkan perangkat piroelektrik

menghasilkan sinyal listrik secara tiba-tiba. Silakan lihat pada gambar 11.



Gambar 11. Sensor PIR

Sakelar biasanya dioperasikan secara manual oleh aktuator fisik atau operator manusia. Sebaliknya, *relay* dikendalikan oleh sinyal listrik, biasanya dari sistem kendali digital atau analog. Hal ini memungkinkan fleksibilitas yang lebih besar untuk aplikasi otomatisasi dan kendali jarak jauh. Silakan lihat pada gambar 12.



Gambar 12. Relay

Pengujian Kegunaan

Pengujian terhadap prototipe sederhana adalah proses pengujian versi awal suatu produk atau fitur dengan pengguna sebenarnya. Tujuan pengujian prototipe adalah untuk memvalidasi desain sebelum pengembangan dimulai dan mengidentifikasi masalah sejak dini, sehingga dapat membangun produk yang memenuhi kebutuhan dan harapan pengguna. Selain itu, dapat membantu peningkatan kualitas dan ergonomis produk terhadap rencana rancangan

awal produk (Bastien, 2010), Pada tabel 1 menampilkan hasil pengujian kegunaan.

Dengan kurangnya pasokan di pasar dengan latar belakang keterbatasan kemampuan teknik maupun fasilitas, telah menimbulkan tujuan dari pemasaran adalah harga yang sesuai untuk suatu produk. Produk dalam situasi ini sudah diproduksi dan siap dijual. Para ekonom berbicara tentang tanah, tenaga kerja, dan modal sebagai satu-satunya kekuatan pendorong produksi – siapa yang memiliki, siapa yang memiliki pasar. Jika kita rangkum era tersebut maka akan berbunyi seperti ini: “Kalau kita bisa membangunkannya, kita bisa menjualnya!”. Kemampuan fisik dan teknis dalam menciptakan produk merupakan kunci untuk memasuki suatu pasar. Namun seiring waktu, banyak hal mulai berubah. Pelanggan mendapat kekuatan untuk memilih dari berbagai produk untuk memenuhi kebutuhan mereka dengan lebih baik. Hal ini merupakan hasil dari revolusi industri yang mampu melakukan produksi barang secara massal dan penemuan-penemuan baru dalam solusi logistik dan penyimpanan. Oleh karena itu, terdapat lebih banyak barang di pasaran dibandingkan sebelumnya, dan barang tersebut dapat dikirim ke tempat yang belum pernah dikirimkan sebelumnya. Ini adalah perubahan penting pertama yang perlu kita ingat peralihan ke pasar permintaan.

Bagi dunia usaha, hal ini berarti peralihan ke paradigma baru. Kini, untuk menjual di pasar mereka perlu merancang produk yang memenuhi ekspektasi. Hal ini dapat diringkas sebagai “Jika orang membelinya, kami akan membangunkannya.” Dengan mengamati dan menganalisis perilaku pengguna, preferensi, dan titik kesulitan,

desainer dapat membuat keputusan yang tepat untuk membuat desain yang berpusat pada pengguna.

Dengan demikian, keterlibatan calon pengguna di dalam proses perancangan menjadi bagian penting di dalam sebuah inovasi produk (Johnson et al., 1989). Pengalaman, pandangan dan aspek emosi yang positif pengguna ketika berinteraksi dengan produk adalah bagian dari proses (von Saucken et al., 2014).

Tabel 1. Hasil Pengujian Kegunaan

No.	PERTANYAAN	4	3	2	1
		SANGAT BAIK	BAIK	CUKUP	KURANG
1	PURWARUPA INI MUDAH DIGUNAKAN	■			
2	INOVASI MENARIK		■		
3	INOVASI BERGUNA UNTUK MASYARAKAT		■		
4	INOVASI DAPAT BERFUNGSI		■		
5	SISTEM SUDAH OPTIMAL	■			

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Desain Rekayasa merupakan proses dalam rekayasa yang memperhatikan keperluan pengguna sebagai prioritas, pendekatan observasi secara etnografi menjadi modal dasar dalam menghasilkan solusi inovasi berbasis teknologi yang dibutuhkan masyarakat. Stanford *Design School* memperkenalkan *Design Thinking* di dalam melakukan proses inovasi. Dimulai dengan observasi secara sosial di masyarakat, proses *brainstorming* untuk menemukan inovasi teknologi yang sesuai. Perakitan prototipe dan uji fungsi bersama calon pengguna adalah bagian akhir dari proses. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa inovasi

yang dihasilkan sudah berfungsi optimal dan mudah dipergunakan. Selain itu, inovasi ini sesuai dengan kebutuhan.

Saran

Inovasi berbasis mikrokontroler untuk menghasilkan teknologi cerdas perlu disebar luaskan melalui sosialisasi dan pelatihan-pelatihan. Teknologi yang mudah dipergunakan dan di implementasikan merupakan solusi untuk otomatisasi berbagai pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara manual. Oleh sebab itu, perlu kerjasama yang baik antara perguruan tinggi dan sekolah maupun pemerintah daerah setempat.

DAFTAR PUSTAKA

- Adilia,,F., Rakhmatsyah, A., and Putrada A., G., (2017) Implementasi Toilet Pintar Berbasis Mikrokontroler, Tugas Akhir S1, Universitas Telkom
- Al-Obaidy, F., Yazdani, F., and Mohammadi, F.,A., (2017). Intelligent Testing For Arduino UNO Based On Thermal Image. *Computers & Electrical Engineering*, 58, 88-100.
<https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2017.01.014>
- Bastien, J., M., C., (2010). Usability Testing: A Review Of Some Methodological And Technical Aspects Of The Method. *International Journal of Medical Informatics*, 79(4), e18-e23.
<https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2008.12.004>
- Collins, P., K., (2015), Building a Local Design and Entrepreneurship Ecosystem, *Procedia Technology*, 258:262.
<https://doi.org/10.1016/j.protcy.2015.07.041>
- Einführung Interface Design [Daring], Tersedia pada : <https://scripte.matthias-edler-golla.de/sose19/interface-design/einfuehrung/double-diamond-design-council>. Diakses : 23 Januari 2024]

- Forsythe, D., E., (1995). Using Ethnography In The Design Of An Explanation System. *Expert Systems with Applications*, 8(4), 403-417. [https://doi.org/10.1016/0957-4174\(94\)E0032-P](https://doi.org/10.1016/0957-4174(94)E0032-P)
- Johnson, G., I., Clegg, C., W., and Ravden, S., J., (1989). Towards Practical User Experience Evaluation Methods. *Applied Ergonomics*, 20(4), 255-260. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(89\)90187-7](https://doi.org/10.1016/0003-6870(89)90187-7)
- Joore, P., and Brezet, H., (2015). A Multilevel Design Model: The Mutual Relationship Between Product-Service System Development And Societal Change Processes. *Journal of Cleaner Production*, 97, 92-105. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(89\)90187-7](https://doi.org/10.1016/0003-6870(89)90187-7)
- Kondaveeti, H., K., Kumaravelu, N., K., Vanambathina, S., D., Mathe, S., E., and Vappangi, S., (2021). A Systematic Literature Review On Prototyping With Arduino: Applications, Challenges, Advantages, And Limitations. *Computer Science Review*, 40, 100364. <https://doi.org/10.1016/j.cosrev.2021.100364>
- Nusyirwan, D., (2017). Engineering Design Process Engineering Student Centered Experience Learning (ESCEL) di Jurusan Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH). *Jurnal Sustainable : Jurnal Hasil Penelitian dan Industri Terapan*, 6(1):24-35. <https://doi.org/10.31629/sustainable.v7i1.444>
- Ottrey, E., Jong, J., and Porter, J., (2018). Ethnography in Nutrition and Dietetics Research: A Systematic Review. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 118(10):1903-1942.e10. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2018.06.002>
- Pereira, J., C., and Russo, R. F.S.M., (2018). Design Thinking Integrated in Agile Software Development: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science*, 138:(775-782). <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.101>
- Potorti, F., La Rosa, D., and Palumbo, F., (2023). Enerduino-Pro: Smart Meter Led Probe Using Arduino, *HardwareX*, 15, pp. e00461. <https://doi.org/10.1016/j.ohx.2023.e00461>
- Valentin, D., and Gomez-Corona, C., (2018). Methods in Consumer Research, 1, 103-123. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102089-0.00005-4>
- von Saucken, C., Lachner, F., and Lindemann, U., (2014). Principles for User Experience What We Can Learn from Bad Examples. International Conference on Kansei Engineering & Emotion Research.
- Wagner, C., Kawulich, B., and Garner, M., (2012). "Collecting Data Through Observation", *Doing Social Research: A global context, McGraw Hill*
- Wibowo, F., H., (2017). Prototype Smart Bathroom Based Arduino Uno, *Jurnal e-JPTE*, Universitas Negeri Yogyakarta, Vol 7, No 1, pp 33-41
- Zainol, A., S., Wan Mohd Yusof, W., Z., Mastor, K., A., Sanusi, Z., M., and Ramlie, N., M., (2012). Using Group Brainstorming in Industrial Design Context: Factors. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.07.010>
- Zakaria, F., Ćurko, J., Muratbegovic, A., Garcia, H., A., Hooijmans, C., M., and Brdjanovic, D., (2018). Evaluation of a smart toilet in an emergency camp, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, Vol. 27, pp 512-523. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2017.11.015>
- Zhang, T., Rau, P., P., Salvendy, G., and Zhou, J., (2012). Comparing Low and High-Fidelity Prototypes in Mobile Phone Evaluation. *International Journal of Technology Diffusion*, 3(4), 1-19. <https://doi.org/10.4018/jtd.2012100101>