

Perancangan Prototype Smart Lock Door Multi Sensor Berbasis Arduino Uno Menggunakan Metode VDI 2221 (*Verein Deutcher Ingeniure*)

Misbakhul Munir

Universitas Teknologi Yogyakarta

Alamat: Jl. Glagahsari No. 63, D.I. Yogyakarta 55164

Korespondensi penulis: rudinmunir19@email.com

Abstract. *The development of an automation system is one of the efforts for efficiency and effectiveness in the use of technology, this can be applied to apartment unit doors. A security system on the door, the process of opening or locking the door is usually done manually using a key. Smart Lock Door is a development of conventional door locks or padlocks by carrying out several additional sensor developments. This study uses Arduino Uno as a microcontroller as a selenoid brain by carrying out several programming commands. The addition of smoke sensors and fire sensors is used to make it easier for workers to a work accident occurs to get out of the work room. Smart Lock Door is an additional emergency facility in the workspace. The method used is the VDI 2221 method by approaching the product to be made by carrying out several questionnaire collection processes, with the aim that we can realize the user's wishes for the product and making it easier for users to operate the Smart lock door device. Tool testing against the VDI 2221 method is also very influential with the success rate of the Smart lock door tool.*

Keywords: *Automation, Smart Lock Door, Work Accident, VDI 2221.*

Abstrak. Satu diantara usaha guna efisiensi serta efektivitas pada pemanfaatan teknologi ialah pengembangan sistem otomasi, contoh penerapannya ialah pada pintu unit apartemen. Hal ini merupakan sistem keamanan yang ada pada pintu di mana biasanya untuk proses membuka atau menutup kunci pintu dilakukan dengan manual yaitu memakai anak kunci. Smart Lock Door merupakan pengembangan dari kunci pintu atau gembok konvensional dengan melakukan beberapa pengembangan penambahan sensor. Penelitian ini menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler sebagai otak selenoid dengan melakukan beberapa perintah pemrograman. Penambahan sensor asap dan sensor api di gunakan untuk memudahkan pekerja ketika terjadi kecelakaan kerja keluar dari ruangan kerja. Smart Lock Door merupakan penambah fasilitas emergency pada ruangan kerja. Metode yang di gunakan adalah metode VDI 2221 dengan melakukan pendekatan terhadap produk yang akan di buat dengan melakukan beberapa proses pengumpulan kuisisioner, dengan tujuan kita dapat merealisasikan keinginan pengguna terhadap produk dan memudahkan pengguna dalam pengoperasian alat Smart lock door. Pengujian alat terhadap metode VDI 2221 juga sangat berpengaruh dengan tingkat keberhasilan alat Smart lock door.

Kata kunci: Otomasi, Smart Lock Door, Kecelakaan Kerja, VDI 2221

LATAR BELAKANG

Pada era elektronika yang semakin berkembang maka kebutuhan manusia akan pengendali jarak jauh semakin meningkat juga. Pengembangan sistem otomasi menjadi satu diantara usaha guna efisiensi serta efektivitas pada pemanfaatan teknologi, yang demikian ini bisa dipakai pada pintu unit apartemen. Yaitu sebuah sistem keamanan pada pintu di mana yang biasanya proses buka dan kunci pintu dilakukan dengan manual dengan memakai kunci atau beberapa sensor tertentu.

Pada tahun 2002 di kota Semarang pernah terjadi kebakaran di sebuah laboratorium pengelasan lebih tepatnya di SMK Perintis 29. Kebakaran yang disebabkan pada kebocoran tabung las membuat sebagian bangunan laboratorium terbakar. Kejadian tersebut berlangsung Ditengah kegiatan praktikum di SMK Perintis 29. Korban kecelakaan terjadi karena adanya kepanikan dalam terjadinya kebakaran yang membuat siswa susah untuk keluar dari ruangan. Karena kondisi pintu tertutup oleh kepulan asap yang membuat jarak pandang ruangan sangat pendek. Kurangnya alat pendukung Emergency pada ruangan laboratorium menyebabkan beberapa siswa terluka pada saat kejadian tersebut berlangsung. Dalam insiden tersebut didapati ada 5 siswa yang mengalami luka dan tidak ada korban jiwa pada kejadian tersebut. SMK Negeri 7 memiliki banyak jurusan salah satu jurusan yang memiliki peluang besar mengalami bahaya kebakaran ialah jurusan permesinan, yang demikian ini didasarkan pada hasil wawancara kepala sekolah tersebut yang dipakai sebagai studi pendahuluan. Permesinan sendiri memiliki arti sebuah proses pengubahan bahan baku dijadikan produk yang biasanya meliputi manufaktur barang, dan desain yang dilakukan memakai metode teknik serta produksi. Dari beberapa ulasan rangkaian rumusan masalah yang ada pembuatan produk smart lockdown memiliki nilai fungsi penertingan di mana ia menjadi alat bantu kebutuhan darurat apabila terjadi sebuah kecelakaan kerja di lingkungan laboratorium kimia ataupun laboratorium medis, ruangan pengecatan powder coating, bank dll. Karena dalam laboratorium memiliki risiko kebakaran.

KAJIAN TEORITIS

Perancangan ialah sebuah proses yang memiliki tujuan guna menilai, menganalisis, menyusun, serta memperbaiki sebuah sistem, baik sistem non fisik ataupun fisik yang optimum pada waktu yang akan datang dengan memakai informasi yang disediakan. Perancangan sebuah alat masih termasuk pada metode teknik sehingga untuk langkah-langkah dalam pembuatan perancangannya harus sesuai dengan metode teknik. Perancangan teknik ialah

sebuah kegiatan yang memiliki maksud tertentu di mana menjadi sebuah tujuan atas pemenuhan kebutuhan manusia, diutamakan yang bisa diterima oleh faktor teknologi peradaban manusia saat ini. Didasarkan pada beberapa pendapat tersebut didapati tiga hal penting pada perancangan yakni aktivitas yang memiliki tujuan tertentu, sasaran pemenuhan kebutuhan manusia serta didasarkan pada sebuah pertimbangan teknologi. Ketika akan menciptakan sebuah perancangan alat atau produk maka diperlukan pengetahuan tentang karakteristik perancangan (Halawa, 2016).

Sebuah desain seharusnya memperhatikan aspek-aspek penting dalam desain yang meliputi kepraktisan, kenyamanan, kemudahan pada pemakaian, kemudahan pada perawatannya, kemudahan pada perbaikan, serta keselamatan atau keamanannya. Kemudian sebuah desain jika didasarkan pada fungsinya harus mempertimbangkan kehandalan, kelayakan, struktur pemakaian atau sistem tenaga, serta spesifikasi material. Hal yang demikian ini yang akhirnya membuat insinyur dari Jerman menciptakan sebuah metode perancangan produk yang sering disebut sebagai metode VDI 2221, yang bisa didefinisikan sebagai sebuah pendekatan sistematis pada desain untuk sistem teknik serta produk teknik yang telah dijabarkan oleh G. Pahl dan W. Beitz (VDI = Verein Deutscher Ingenieure/ Persatuan Insinyur Jerman). Besar harapan dengan adanya metode ini akan memudahkan seorang insinyur guna memahami sistematisa perancangan tanpa harus belajar secara detail.

METODE PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian Metode VDI 2221



ANALYSIS DAN PEMBAHASAN

1. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data pada penelitian ini yakni dilakukan penyebaran kuisisioner terhadap siswa SMA Angkasa Adisutjipto Yogyakarta yang berhubungan langsung dengan beberapa laboratorium kimia, fisika dan biologi. Pengambilan Kuisisioner juga kami lakukan di beberapa lingkungan kerja seperti tempat produksi handy craft di Bantul dan beberapa instansi Bank. Kuisisioner yang di berikan meliputi kuisisioner tahap I (kuisisioner terbuka) dan Kuisisioner tahap II (kuisisioner tertutup).

a. Kuisisioner Terbuka

Adanya kuesioner 1 memiliki tujuan guna mengumpulkan data keinginan konsumen memakai pertanyaan-pertanyaan terbuka. Gimana pertanyaan-pertanyaan yang akan diajukan pada responden ialah pertanyaan yang bebas yang bisa ditentukan sendiri jawabannya. Dalam kuisisioner penelitian alat *Smart lock Dor* di lakukan pengisian dengan jumlah 20 orang yang terdiri dari pekerja pabrik, siswa, dan staff banks sebagai berikut:

Tabel 1.1 Pertanyaan Kuisisioner Terbuka

No.	Pertanyaan Kuisisioner Terbuka
1	Apa pendapat saudara mengenai alat smart lock door sebagai media pembantu kecelakaan kerja?
2	Aktivitas seperti apa yang saudara inginkan untuk kinerja smart lock door?
3	Mengapa harus di buat smart lock door sebagai alat pembantu kecelakaan kerja?
4	Apakah sangat di perlukan pengembangan alat pembantu? kecelakaan kerja di dalam ruang yang memiliki resiko kecelakaan tinggi?
5	Sensor seperti apa yang saudara inginkan sebagai media pembantu kecelakaan kerja?

(Sumber: Pengolahan Data,2023)

Data- data di atas didapat dari kuisisioner tahap pertama yang bersifat terbuka, sehingga responden dapat memberikan jawaban dari kuisisioner menurut sudut pandang responden sebagai operator.

b. Kuisisioner Tertutup

Pada tahap II atau yang di sebut dengan kuisisioner tertutup di lakukan terhadap responden yang sama pada kuisisioner tahap I. Dari hasil kuisisioner dapat di ketahui tingkat keinginan dan kebutuhan para pengguna sebagai acuan rancangan produk. Dari kebutuhan tersebut menjadi acuan pertanyaan pada kuisisioner kedua dan juga merupakan kuisisioner perbandingan antara alat yang di gunakan saat ini dengan alat yang sedang di desain. Adapun pertanyaan dan rekap hasil kuisisioner sebagai berikut:

Tabel 1.2 Atribut Kebutuhan dan Keinginan Fungsional

Kode	Karakteristik Kualitas Fungsional
Q1	Ukuran alat smart lock dor 34 cm x 32 cm x 28 cm
Q2	Pengguna produk mudah dalam pengoprasian alat dan nyaman ketika sedang di gunakan.
Q3	Box plastik Arduino 10 cm x 8 cm x 3 cm
Q4	Daya listrik yang di gunakan relatif kecil.
Q5	Proses perakitan mudah
Q6	Bila terjadi kerusakan mudah di perbaiki di tempat
Q7	Biaya pembuatan dan perawatan tidak terlalu mahal

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Setelah melakukan penentuan atribut kebutuhan dan keinginan pekerja yang ada di tempat laboratorium, ruangan produksi, dan bank, selanjutnya adalah pengumpulan data dan nilai dari kuisisioner dua yang di berikan kepada 25 responden. Di bawah ini ialah hasil dari pengambilan kuesioner yang telah dilakukan.

Tabel 1. 3 Nilai Kuisisioner Atribut Fungsional

No	Nama	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
1	Andin Afriani	SS						
2	Alfian Saputra	S	S	SS	TT	SS	S	S
3	Yordan Fernandes	SS	SS	S	TT	SS	SS	SS
4	Brian Surya D	S	SS	TT	SS	SS	TT	S
5	Rosmila Apia Warami	S	S	S	SS	TT	S	S
6	Kefin Dwi Fernanda	S	S	S	SS	TT	S	S
7	Galudra P	SS						
8	Yoga Prima	S	SS	SS	SS	S	SS	S
9	Rizky Estu	S	S	SS	SS	SS	SS	S

10	Yohanes Baptista	S	SS	SS	SS	SS	SS	S
11	Wildan Imam	TT	S	TT	TT	SS	SS	TT
12	Ghofar Wardoyo	S	S	S	SS	SS	SS	S
13	Mahardika Wisnu	SS	S	SS	SS	SS	S	SS
14	Hendri Aryo Tejo	S	S	S	TT	TT	S	S
15	Afriyan Risang P	SS	SS	S	SS	S	SS	S
16	Maulana Raja Ali P	SS						
17	Hubayaning Laksito Aji	SS						
18	Satnu Dwi Kuncoro	SS	S	SS	S	S	S	SS
19	Gilang Pramono	SS	SS	SS	SS	S	SS	SS
20	Rizal Aryanto	SS	SS	SS	SS	SS	S	SS

(Sumber : Pengolahan Data, 2023)

Tabel di atas merupakan atribut kebutuhan dan keinginan yang nantinya akan di olah di pengolahan data untuk mendapatkan nilai atribut fungsional.

Pengolahan Data

Tahapan sebelumnya ialah membuat sebuah pengolahan data dari data-data yang sudah didapatkan yaitu berupa data dari kuesioner satu dan juga kuesioner dua. Pada pengolahan data ada beberapa tahapan antara lain adalah menggunakan model KANO yang dipakai guna menganalisa kebutuhan pelanggan pada tingkat kepuasan konsumen pada alat *smart lock dor* yang akan di rancang melalui pengolahan data hasil kuisioner yang di berikan pada responden.

2. Uji Validitas dan Realibilitas

Uji validitas serta realibilitas dilakukan berdasarkan hasil rekapitulasi dari data kuesioner tertutup. Berikut merupakan rekapitulasi bobot dari hasil kuesioner tertutup.

Tabel 2.1 Rekapitulasi Bobot Kuisisioner

No.	Nama	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7
1	Andin Afriani	5	5	5	5	5	5	5
2	Alfian Saputra	4	4	5	3	5	4	4
3	Yordan Fernandes	5	5	4	3	5	5	5
4	Brian Surya D	4	5	3	5	5	3	4
5	Rosmila Apia Warami	4	4	4	5	3	4	4
6	Kefin Dwi Fernanda	4	4	4	5	3	4	4
7	Galudra P	5	5	5	5	5	5	5
8	Yoga Prima	4	5	5	5	4	5	4
9	Rizky Estu	4	4	5	5	5	5	4
10	Yohanes Baptista	4	5	5	5	5	5	4
11	Wildan Imam	3	4	3	3	5	5	3
12	Ghofar Wardoyo	4	4	4	5	5	5	4
13	Mahardika Wisnu	5	4	5	5	5	4	5
14	Hendri Aryo Tejo	4	4	4	3	3	4	4
15	Afriyan Risang P	5	5	4	5	4	5	4
16	Maulana Raja Ali P	5	5	5	5	5	5	5
17	Hubayaning Laksito Aji	5	5	5	5	5	5	5
18	Satnu Dwi Kuncoro	5	4	5	4	4	4	5
19	Gilang Pramono	5	5	5	5	4	5	5
20	Rizal Aryanto	5	5	5	5	5	4	5

(Sumber: Pengolahan Data,2023)

a. Uji Validitas

Uji validitas ialah sebuah pengujian yang akan dilakukan guna mendapatkan pengetahuan tentang kecermatan sebuah instrumen yang dipakai mengukur atribut fungsional. Dalam hal ini nilai pengukuran dilakukan pada data kuesioner tingkat kepentingan responden yang berjumlah 20. Berikut adalah langkah-langkah dan analisis uji validitas serta uji reliabilitas memakai SPSS.

1. Menggunakan *Corelation Product* momen untuk menguji validitas
2. Menjumlahkan data yang akan di uji dengan menggunakan *Transform* kemudian pilih *Compute* lalu pilih variabel yang akan di jumlahkan dan ketik nama variabel yang menjadi tujuan (total) kemudian klik OK.
3. Lakukan korelasi dengan cara pilih *Corelate* kemudian pilih *Bivariate* dan pilih *Person Corelation* dan masukan semua variabel yang akan di uji, termasuk (variabel N Total)kedalam kotak variabel (s) lalu klik OK.

Uji signifikasi dilakukan dengan cara membuat perbandingan dari nilai r hitung dengan nilai r tabel guna degree of freedom (df) = n-, yang pada hal ini yakni jumlah sampel, di mana dalam penelitian ini jumlah sampel (n) = 20 serta besarnya df bisa dihitung yaitu $20-2 = 18$ serta alpSa 0,05/5%, sehingga diperoleh r tabel = 0,468. Dengan ketetapan r tabel dapat di lihat pada tabel nilai – nilai r produk moment 4.6 di bawah ini:

Tabel 2.2 Uji Validitas

Kode	Karakteristik Kualitas Fungsional	R Hasil	R Tabel	Uji Validitas
Q1	Kemudahan saat menggunakan Smart Lock Dor	0,7825	0,468	Valid
Q2	Ukuran alat smart lock dor 34 cm x 32 cm x 28 cm	0,68232	0,468	Valid
Q3	Smart Lock Dor menggunakan Voltase kecil	0,7266	0,468	Valid
Q4	Smart lock Dor mudah di pindahkan	0,5733	0,468	Valid
Q5	Kekokohan kontruksi alat	0,5164	0,468	Valid
Q6	Bahan perancangan alat menggunakan box plastik dengan ukuran 10 cm x 8 cm x 3 cm	0,4872	0,468	Valid
Q7	Bentuk Smart lock dor berbentuk kotak.	0,7762	0,468	Valid

(Sumber: Pengolahan Data,2023)

3. Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas ialah sebuah cara guna menguji konsentrasi pengukuran untuk mengetahui sebuah data tetap konsisten atau tidak ketika dilakukan pengukuran ulang. Ketika melakukan tahapan ini uji validitas dilihat nilai konsistensinya, data yang diolah ialah data hasil dari kuesioner dengan 20 responden. Di bawah ini ialah hasil uji reliabilitas yang telah dilakukan.

Tabel 2.3 Uji Reliabilitas Case Processing Summary

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	20	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	20	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Sumber: Pengolahan Data, 2023

Dari tabel di atas bisa diketahui mengenai jumlah sampel/responden (N) yang akan dianalisis menggunakan program SPSS yaitu sejumlah 20 responden. Karena tidak ada data kosong sehingga jumlah validnya ialah 100%.

Tabel 2.4 Uji Reliability Statistic

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.752	7

(Sumber: Pengolahan Data, 2023)

Uji reliabilitas yang dipakai peneliti ialah uji statistika Cronbach Alpha. Di mana hasil uji dari Cronbach Alpha bisa menentukan sebuah kuesioner sudah reliabel atau belum. Sebuah kuesioner bisa disebut reliabel ketika nilai Cronbach Alpha Coefficient $0,70$ (Budiman & Riyanto, 2013).

Dari tabel *output* yang ke dua dapat diketahui ada *N of items* (banyaknya item atau butir pertanyaan angket) ada 7 buah items dengan nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0.757 . karena nilai *Cronbach's Alpha* $0.757 > 0.70$, maka sebagaimana dasar pengambilan keputusan dalam uji reliabilitas di atas dapat disimpulkan bahwa ke-7 atau semua item pertanyaan angket (kuesioner) adalah reliabel atau konsisten.

Tabel 2.5 Uji Reliabilitas Item Total Statistic

Q1	27.0500	6.261	.680	.679
Q2	26.9500	6.892	.571	.708
Q3	27.0000	6.211	.583	.696
Q4	26.9500	6.576	.337	.762
Q5	27.0000	6.947	.289	.767
Q6	26.9500	7.313	.307	.754
Q7	27.1000	6.305	.673	.681

(Sumber: Pengolahan Data,2023)

Berdasarkan hasil tabel output untuk ke-7 item pertanyaan angket (kuisisioner) untuk nilai Cronbach's Alpha > 0,70. Maka dapat di simpulkan bahwa ke-7 item pertanyaan angket (kuisisioner) adalah reliabel dan selanjutnya bisa di gunakan pada tahap penelitian.

4. Klasifikasi Tugas

spesifikasinya. Berikut ini daftar kehendak dalam pembuatan *smart lock dor* dapat di lihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2.7 Spesifikasi Produk

Parameter	Spesifikasi	D/W
Geometri	Dimensi <i>Smart Lock Dor</i> Tinggi Alat : 32 cm Lebar Alat : 32 cm Tebal Alat : 28 cm	D
	Dimensi Rancangan mengikuti tinggi slot pintu (fleksibel) dengan ukuran box Arduino 10 cm x 8 cm x 3 cm	D
Ergonomi	Pengguna produk mudah dalam pengoprasian alat dan nyaman ketika sedang di gunakan.	D
	Dapat di pindahkan	D
	Bentuk sederhana	D
	Safety	D
Material	Box plastik arduino	D
	Besi Hollow kerangka <i>proyotype</i>	D
	Karton ketebalan 3mm	W
Energi	Daya yang di dapat berasal dari motor listrik	D
	Daya listrik yang di gunakan relatif kecil.	D
Perakitan	Proses perakitan mudah	D
	Komponen Tidak Rumit	D
	Tidak Terlalu Komplek	D
Perawatan	Bila terjadi kerusakan mudah di perbaiki di tempat	D
	Part mudah di ganti dan di perbaiki	D
Biaya	Biaya pembuatan dan perawatan tidak terlalu mahal	D
	Biaya perawatan murah	W

Sumber: Pengolahan Data,2023

Keterangan :

D = Permintaan yang merupakan kehendak yang harus di penuhi.

W= Harapan yang merupakan kehendak yang akan di ambil bilamana merugikan.

Hasil dari tabel di atas dapat diketahui bahwa permintaan (*demand*) berjumlah 16 dan keinginan (*whises*) berjumlah 2.

5. Prinsip Solusi dsn Strukturnya

Setelah prinsip solusi sub fungsi maka harus dilaksanakan variasi dari prinsip solusi. Pada tahap ini prinsip solusi akan dilihat apakah telah memenuhi beberapa aspek yang telah ditentukan, jika memenuhi maka diberi tanda (+) dan jika tidak memenuhi maka diberi tanda (-), hal ini yang menyebabkan adanya sebuah jalur kombinasi. Pada tabel 4.18 akan di tunjukan variasi prinsip solusi dari alat *smart lock door*.

Tabel 6.1 Pemilihan Varian Solusi

Selection Chart									
Varian di evaluasi dengan kriteria solusi							Keputusan tanda solusi varian (SV)		
(+)							(+)		
(-)							(-)		
(?)							(?)		
(!)							(!)		
Varian Prinsip Solusi	Sesuai dengan Fungsi Keseluruhan								
	Sesuai dengan daftar kehendak								
	Secara prinsip dapat di wujudkan								
	Dalam batasan biaya produksi								
	Pengetahuan tentang konsep memadahi								
	Sesuai dengan keinginan pembuat								
	Memenuhi syarat keamanan								
									Keterangan
V1	-	-	+	+	+	-	-	Tidak Sesuai	+
V2	+	-	+	+	-	-	-	Tidak Sesuai	!
V3	+	+	+	+	+	+	+	Sesuai	!

(Sumber : Pengolahan Data,2023)

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tabel uji validitas menggunakan SPSS, 7 butir pertanyaan dikatakan valid karena nilai-nilai signifikasinya lebih besar dari 0,468 atau $r\text{-hitung tabel} > r\text{-tabel}$. Kemudian uji reabilitas bisa dikatakan reliabel didasarkan pada tabel 4.8 dapat diketahui buah pertanyaan yang mempunyai nilai cronbach's alpha sebesar 0,752 dan R tabel 0,468 dikarenakan nilai cronbach alpha $0,752 > 0,468$. Sehingga didasarkan pada dasar penentuan keputusan pada uji reliabilitas dapat disimpulkan bahwasanya ketujuh atau seluruh pertanyaan kuisioner iyalah konsisten atau reliabel.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah di lakukan, proses smart lock door menggunakan sensor gas Mq2, sensor Infrared, dan relay di gunakan sebagai sensor pembaca ketika terjadi kecelakaan kerja seperti adanya indikasi api serta asap atau gas berbahaya pada ruangan yang secara otomatis akan membuka solenoid door lock, Arduino di gunakan untuk input program mikro kontroler dan mengubahnya menjadi output seperti membuka dan menutup solenoid door lock ketika sensor membaca adanya api dan asap atau gas berbahaya. Dengan metode VDI 2221 maka dapat di simpulkan bahwa alat smart lock door mudah di oprasikan oleh pengguna, pengguna yang akan mengoprasikan alat hanya perlu menghubungkan adaptor ke stop kontak dan melakukan penyesuaian solenoid door lock pada penempatan pintu ruangan dan alat smart lock dor selanjutnya akan menyala secara otomatis.

Dari penelitian yang sudah dilakukan maka bisa disampaikan beberapa saran diantaranya di bawah ini.

1. Untuk mengembangkan alat ini dapat menambahkan beberapa sensor pembaca kecelakaan kerja yang lain.
2. Pengembangan produk dan metode selanjutnya sangat di perlukan untuk pembaruan sistem yang lebih bagus lagi.

DAFTAR REFERENSI

- Anggraini, D., Suroto, S., & Wahyuni, I. (2016). Analisis Tingkat Pengetahuan Siswa Terhadap Tanggap Darurat Kebakaran Pada SMK Negeri 7 Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 4(3), 362-371.
- Arias, K., Ríos, M. S., Cortez, F. J. B., Sierra, G. L., GARCÍA, R. G., & Patiño, D. M. (2018). *Estudio de las actividades relevantes en el diseño de productos. Modelo VDI 2221 frente al modelo metodológico I+ P+ D3. Artículo de revisión. Revista Espacios*, 39(09), 3-5.
- Arief, R. K. (2018). Metode Desain Vdi 2221 Untuk Merancangskid Mpfm Single Line. *Rang Teknik Journal*, 1(2).
- Asfarisya, F. N., & Koesyanto, H. (2021). Implementasi Sistem Tanggap Darurat berdasarkan *National Fire Protection Association (NFPA) 1600* di PT. LG Electronics Indonesia. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*, 1(2), 223-233.
- Bale, J., Tarigan, B. V., & Siagian, W. B. O. (2021, September). *Embodiment design of Moringa Oleifera rotary dryer using VDI 2221 method. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 2017, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.*
- Cupu, D. R. P., & Syamza, N. (2021). *Design of disc on disc wear test equipment using VDI 2221 method. Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace-science and engineering-*, 65(3), 100-106.
- Cupu, D. R. P., & Syamza, N. (2021). *Design of disc on disc wear test equipment using VDI 2221 method. Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace-science and engineering-*, 65(3), 100-106.
- Dermawan, R., & Hadi, V. (2022). Pengembangan Mesin Pengupas Kulit Kopi Menggunakan Metode VDI 2221. *Presisi*, 24(2), 54-63.
- Geramitcioski, T., Mitrevski, V., & Mijakovski, V. (2018, July). *Design of a small press for extracting essential oil according VDI 2221. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 393, No. 1, p. 012131). IOP Publishing.*
- Hazarah, A. (2017). Rancang Bangun Smart Door Lock Menggunakan QR Codedan Solenoid. *Jurnal Teknologi Informasi dan Terapan*, 4(1).
- Jufri, A. (2016). Rancang Bangun dan Implementasi Kunci Pintu ElektronikMenggunakan Arduino dan Android. *JURNAL STT STIKMAINTERNASIONAL*, 7(1), 40-51.
- Michael, V., Halim, A., & Irawan, A. P. (2020, December). *Design of pick and place and color sorting system using VDI 2221. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 1007, No. 1, p. 012165). IOP Publishing.*
- Pradana, V., & Wiharto, H. L. (2020). Rancang Bangun Smart Locker Menggunakan Rfid Berbasis Arduino Uno. *Jurnal EL Sains P-ISSN*, 2527,6336.
- Santoso, K. N., Daywin, F. J., Adianto, L. G., Doaly, C. O., & Irawan, A. P. (2021). *Modification design of Melanger machine with reverse engineering method and VDI 2221. In Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag. (pp. 2711-2721).*
- Siregar, S. A. K. (2021). Perancangan Sepeda Listrik 350 W dengan Metode VDI 2221 untuk Ibu Rumah Tangga Perumahan. In Seminar Nasional Energi, Telekomunikasi dan Otomasi (SNETO) (pp. 9-17).