

PERANCANGAN SISTEM DETEKSI DAN PEMADAM KEBAKARAN BERBASIS ARDUINO DENGAN METODE QFD

Mohammad Fahrul Ansori Ismantoko^{1,a}, Dani Kurniawan^{2,b}, Ong Andre Wahyu
Rijanto^{3,c}, M. Hasan Abdullah^{4,d}, Subaderi Subaderi^{5,e} dan
Krisnadhi Hariyanto^{6,f}

Program Studi Teknik Industri, Universitas Wijaya Putra^{1,2,3,4,5,6}
Jl. Raya Benowo No. 1-3 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia^{1,2,3,4,5,6}

[d mhasanabdullah@uwp.ac.id](mailto:mhasanabdullah@uwp.ac.id)

Abstrak.

Dengan banyaknya kasus kebakaran di lingkungan pemukiman padat penduduk di Surabaya, peneliti ingin mencegah dan mengurangi resiko kebakaran dengan mengembangkan sistem dan alat pemadam kebakaran skala rumahan. Sistem dan alat pemadam kebakaran ini dikembangkan dengan metode Quality Function Deployment (QFD). Sistem ini menggunakan mikrokontroler Arduino Uno yang terkoneksi dengan Android melalui bluetooth. Dengan tahapan penelitian menyusun pernyataan misi penelitian, mengumpulkan studi literatur dan observasi lapangan. Melakukan survey dengan menyebarkan kuisioner kepada 80 responden. Menganalisis Validitas dan Reliabilitas data hasil kuisioner. Kemudian menyusun matriks kebutuhan dan HOQ untuk menentukan target pengembangan produk. Dilanjutkan dengan pembuatan dan pemilihan desain prototipe hingga proses pembuatan prototipe dari desain terpilih. Tahap akhir penelitian dilakukan pengujian fisik, fungsi, dan analisis ekonomi prototipe yang dihasilkan.

Kata kunci: *QFD, Arduino, Kebakaran, Bluetooth, Smartphone*

Abstract.

This final project aims to realize an environmentally friendly and fuel-efficient vehicle. The increasing need for fuel oil causes several obstacles to the use of oil; for that, one way to overcome the limitations and dependence on fuel is the use of vehicles with electric energy. One solution is to use electrical energy as a source of electrical energy in transportation such as electric cars, electric motorcycles, electric trains, and many others. The electrical system has an important role in the comfort and safety of the driver of the DC motor, lithium battery, and controller as the main components. In finding the maximum load for the rider on the bicycle, 250 kg is obtained. Electric bicycles can go up to a maximum speed of 90 km/h. Furthermore, cover the maximum distance with a full battery charge of 40 km. The 72V-30Ah battery can safely drive an electric motor powered by a 2000 watt motor and a rotational speed of 1000 rpm.

Keywords: *QFD, Arduino, Fires, Bluetooth, Smartphone.*

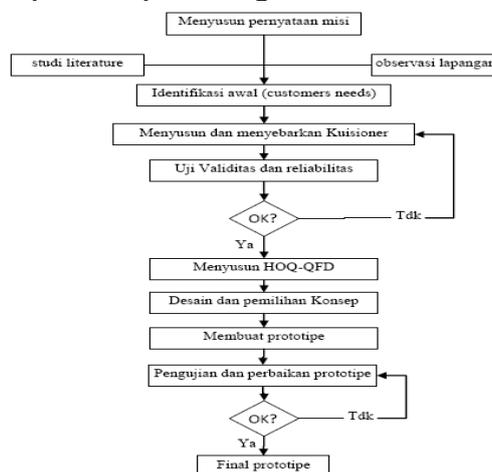
Pendahuluan.

Selama Januari hingga Agustus, telah terjadi 374 kejadian kebakaran di Surabaya. PMK Surabaya menyebut kebakaran di lahan terbuka mendominasi kejadian. Dari data Dinas PMK Surabaya, 374 kejadian kebakaran terbagi dalam 95 kebakaran bangunan, 15 kebakaran kendaraan baik roda dua dan roda empat, serta 264 kebakaran non bangunan atau lahan terbuka. Sementara untuk korban, ada 23 orang yang menjadi korban kebakaran. Rinciannya, 19 korban luka dan 4 korban meninggal. Baca artikel detiknews, "347 Kebakaran Terjadi di Surabaya Hingga Agustus, 4 Korban Meninggal" [1]. Kebakaran merupakan bencana yang disebabkan oleh api, konsleting listrik, ataupun ledakan bahan bakar yang membesar hingga dapat menghancurkan benda, kendaraan, hingga rumah. Kebakaran dapat datang kapan saja, dimana saja, dan oleh sebab apa saja. Jika kebakaran muncul ditengah-tengah pemukiman padat penduduk maka akan menyulitkan mobil pemadam kebakaran untuk menuju lokasi kebakaran. Berdasarkan latar belakang diatas, penulis menemukan beberapa kelemahan dan kekurangan dari hasil penelitian di atas. Oleh karena itu penulis ingin mengembangkan hasil penelitian sebelumnya. Dengan merancang dan membuat prototype system alarm dan pemadam kebakaran yang dapat memberikan isyarat berupa alarm dan notifikasi kepada pemilik rumah. Tak hanya itu penulis akan menambahkan sistem kontrol secara mekanik manual serta menggunakan aplikasi smartphone. Rancang bangun sistem alarm kebakaran terintegrasi berbasis arduino ini menggunakan arduino sebagai pengontrol utama dan kemudian digunakan komponen penunjang sensor asap dan sensor panas yang dipasang di beberapa titik lokasi sesuai dengan penempatannya dan diberikan alamat pada masing masing sensor, tujuannya untuk memberikan masukan pada perangkat arduino dan memberikan perintah alarm dan menyalakan lampu darurat serta digunakan LCD 16 x 2 yang berfungsi sebagai monitoring untuk kondisi normal dan menampilkan alamat atau letak lokasi dimana terjadinya deteksi kebakaran, hal ini akan mempermudah untuk segera melakukan tindakan untuk mencegah kebakaran menjadi luas, respon yang cepat dan tepat akan meminimalisir waktu untuk segera melakukan tindakan agar cikal bakal kebakaran dengan segera mungkin dapat dipadamkan dan tidak menyebar luas yang bisa menimbulkan kerugian [2].

Perancangan produk atau sistem perlu memperhatikan kebutuhan konsumen. QFD merupakan metode yang paling banyak digunakan karena mampu mengubah keinginan konsumen menjadi spesifikasi teknis yang ada pada produk hasil rancangan. QFD digunakan untuk merancang sebuah mesin [3], produk furnitur [4] dan media penunjuk [5] serta untuk melakukan perbaikan produk layanan klinik kesehatan. QFD mampu mendeteksi dan menganalisis kebutuhan konsumen secara komprehensif.

Metodologi Penelitian

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode pengembangan produk Quality Function Deployment (QFD). Dengan tahapan-tahapan sebagai berikut:



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Hasil Dan Pembahasan.

Dalam penelitian ini penulis bersama tim telah menyusun pernyataan misi penelitian yang akan dilakukan seperti pada tabel 1 berikut ini:

Tabel 1. Pernyataan Misi

Pernyataan Misi	
Sistem Alarm dan Pemadam Kebakaran berbasis Arduino dengan controlling Smartphone Android	
Deskripsi Produk	Alat ini merupakan suatu perangkat yang dapat mendeteksi terjadinya kebakaran dengan adanya sensor suhu, sensor api, dan sensor gas sehingga ketika perangkat mendeteksi adanya kebakaran maka alat akan menyalakan system alarm dan pemadam kebakaran dengan menyemprotkan air. Sistem dapat dikontrol dan dimonitoring dengan sangat mudah melalui smartphone android.
Sasaran Bisnis Kunci	<ol style="list-style-type: none"> 1. Alat dibuat dalam skala rumahan dengan harga yang terjangkau 2. Membantu mendeteksi dini tanda-tanda terjadinya kebakaran 3. Membantu memadamkan kebakaran dalam ruangan 4. Memberi peringatan kepada orang sekitar jika terjadi kebakaran 5. Membantu menghambat penyebaran kebakaran dan mengurangi tingkat resiko
Pasar Utama	Pemilik rumah di pemukiman padat dan pelaku umkm
Pasar Sekunder	Gedung, Hotel, dan industry kecil
Asumsi-asumsi dan batasan-batasan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lebih efektif digunakan dalam ruangan 2. Hidran hanya berupa penyemprot air 3. Jangkauan sensor terbatas
Pihak yang terkait	<ol style="list-style-type: none"> 1. Supliyer perangkat elektronik 2. Produsen 3. Konsumen

Setelah itu penelitian dilanjutkan dengan mencari studi literatur melalui jurnal penelitian produk serupa dan melakukan observasi lapangan untuk dilakukan identifikasi masalah lebih lanjut. Dari hasil identifikasi tersebut peneliti membuat interpretasi awal kebutuhan pelanggan terhadap system dan alat pemadam kebakaran skala rumahan. Interpretasi kebutuhan pelanggan tersusun dan tabel 2 berikut ini:

Tabel 2 Interpretasi kebutuhan pelanggan

Customer Statement	Customer Need
Saya ingin alat deteksi dan pemadam kebakaran yang sederhana	Alat deteksi dan pemadam kebakaran skala kecil/rumahan
Saya ingin alat deteksi dan pemadam kebakaran yang fleksibel	Alat deteksi dan pemadam kebakaran yang dapat dioperasikan melalui smartphone
Saya suka alat dengan ukuran kecil dan sederhana	Desain praktis
Saya suka alat dengan desain yang indah	Desain Estetis dan minimalis
Saya suka alat dengan harga murah	Harga Terjangkau
Saya ingin alat deteksi dan pemadam kebakaran yang selalu standby meskipun listrik PLN padam	Alat deteksi dan pemadam kebakaran dilengkapi dengan backup daya baterai
Saya ingin alat deteksi dan pemadam kebakaran yang mudah dioperasikan	Pengoperasian system simple dan mudah dipahami
Saya ingin alat dilengkapi dengan kontrol manual agar bisa dioperasikan jika smartphone terkendala	Sistem kontrol manual
Saya ingin ada penyemprot air	Dilengkapi dengan hidran penyemprot air
Saya ingin alat dilengkapi dengan alarm dan sirine	Dilengkapi dengan alarm dan sirine
Saya ingin alat dapat digunakan oleh banyak user	Dapat digunakan oleh lebih dari 1 user
Saya ingin alat memiliki perawatan yang mudah	Perawatan mudah

Setelah itu peneliti menyusun 12 pertanyaan yang akan disebarakan kepada 80 responden secara acak di wilayah Surabaya dan Gresik menggunakan media Google Form. Tujuan kuisisioner ini adalah untuk mengetahui pendapat pelanggan terhadap produk sisten dan alat pemadam kebakaran skala rumahan. Hasil jawaban responden akan dikumpulkan oleh peneliti dan akan di analisis

Validitas dan Reliabilitas data yang terkumpul menggunakan software SPSS. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas data responden tercantum dalam tabel 3 dan 4 berikut ini:

Tabel 3 Hasil Uji Validitas

Pertanyaan	R Hitung	R Tabel	Nilai Signifikansi	Keterangan
1	0,528	0,220	0,00000049	Valid
2	0,648	0,220	0,000000000079	Valid
3	0,593	0,220	0,0000000067	Valid
4	0,761	0,220	0,0000000000000024	Valid
5	0,508	0,220	0,0000015	Valid
6	0,629	0,220	0,00000000042	Valid
7	0,719	0,220	0,000000000000058	Valid
8	0,739	0,220	0,000000000000051	Valid
9	0,752	0,220	0,0000000000000092	Valid
10	0,766	0,220	0,0000000000000012	Valid
11	0,736	0,220	0,0000000000000077	Valid
12	0,680	0,220	0,000000000041	Valid

Dari hasil uji Validitas diatas dapat diketahui bahwa semua poin pertanyaan telah valid karena nilai R hitung lebih besar dari pada R tabel. Oleh karena itu semua poin pernyataan dapan dilanjutkan ke proses pengujian selanjutnya yaitu uji Reliabilitas:

Tabel 4 Hasil Uji Reliabilitas

Variabel	rx _y	R tabel	Keterangan
Hasil pertanyaan kuisisioner oleh calon pelanggan terhadap Sistem Deteksi dan Pemadam Kebakaran	0,910	0,220	Reliabel

Dari hasil uji Reliabilitas data diatas dapat diketahui bahwa data telah reliabel. Hasil jawaban responden inilah yang akan menjadi tolak ukur pengembangan produk yang akan peneliti buat. Kemudian peneliti mengukur tingkat kepentingan dari poin-poin pertanyaan kuisisioner berdasarkan hasil jawaban responden yang tercantum dalam tabel 5 berikut ini:

Tabel 5 Pengukuran Tingkat Kepentingan

No	Kebutuhan	Tingkat Kepentingan					N	Rata-rata	Pembulatan	Rangking
		1	2	3	4	5				
1	Alat deteksi dan pemadam kebakaran dalam ruangan skala kecil/rumahan	0	0	1	38	41	80	4,500	5	6
2	Alat deteksi dan pemadam kebakaran dalam ruangan yang dapat dioperasikan melalui smartphone	0	2	2	34	42	80	4,450	4	8
3	Memiliki desain praktis dengan ukuran yang kecil	0	1	3	36	40	80	4,438	4	10
4	Memiliki desain estetis dan minimalis	0	0	2	40	38	80	4,450	4	9
5	Memiliki harga yang terjangkau	0	0	2	27	51	80	4,613	5	2
6	Alat deteksi dan pemadam kebakaran memiliki backup daya baterai (tetap aktif walaupun listrik PLN padam)	0	0	2	26	52	80	4,625	5	1
7	Pengoperasian sistem simpel dan mudah dipahami	0	0	1	31	48	80	4,588	5	3
8	Dilengkapi dengan sistem kontrol manual (jika pada smartphone mengalami kendala, maka dapat dioperasikan secara manual)	0	1	3	36	40	80	4,438	4	11
9	Dilengkapi dengan hidrant (penyemprot air)	0	0	4	31	45	80	4,513	5	5
10	Dilengkapi dengan alarm dan sirine	0	0	1	39	40	80	4,488	4	7

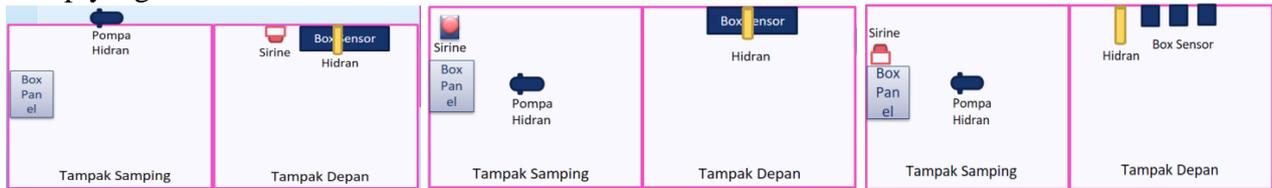
tersebut akan memenuhi kebutuhan dan keinginan pelanggan, pada tabel 7 ini akan menyajikan performansi target pada sistem deteksi dan pemadam kebakaran dengan control smartphone dalam skala rumahan.

Tabel 7 Performansi Target

No	Kebutuhan Teknis	Performansi Target	
1	User Friendly	Manual	Tombol operasi memiliki keterangan fungsi
			Tampilan LCD sederhana dan mudah dipahami
			Dilengkapi lampu indikator status
		Smartphone	Koneksi dengan sistem bluetooth
			Tampilan aplikasi sederhana dan mudah dipahami
			Sistem kontrol menggunakan tombol pada aplikasi
2	Biaya Pembuatan Produk	Rp.	8 Juta
			Komponen merakit sendiri
3	Efektifitas Produk	Sistem Kontrol	Kontrol Manual
			Kontrol Smartphone
			Kontrol darurat (Emergency)
		Daya	Power AC 220 Volt (Listrik PLN)
			Power DC 12 Volt (Baterai)
		Sensor	Sensor Api
			Sensor Suhu
			Sensor Gas
		4	Dimensi Produk
Box Sensor	18x10x5 cm		
5	Model dan Bentuk Produk	Box Panel	Box perangkat sistem dan baterai dengan tutup dan kunci, dilengkapi dengan lampu indicator dan tombol darurat dibagian pintu.
		Box Sensor	Balok tanpa tutup berwarna hitam sebagai tempat sensor
6	Keunggulan Sistem Produk	Fitur Sistem	Memiliki 3 alternatif kontrol
			Backup daya baterai
			Delay hidran 5 detik jika sensor api dan suhu mendeteksi kebakaran
			Hidran tidak menyala jika hanya sensor gas yang mendeteksi kebakaran, sistem hanya menyalakan sirine sebagai peringatan
7	Fitur Safety Produk	Sistem	Hidran tidak aktif jika hanya sensor gas yang mendeteksi kebakaran
			Jika tombol emergency di tekan maka sistem akan mengaktifkan sirine dan hidran
		Perangkat Pengaman	Backup daya baterai
			Tombol darurat
			Kontrol manual
			Sirine
			Hidran penyemprot air
8	Jenis Material	Box Panel	Plat besi

	Box Sensor	Akrilik
	Penyemprot Hidran	Kuningan

Tabel performansi target diatas disusun sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Oleh karena itu data tersebut akan menjadi acuan pembuatan konsep produk. Konsep desain produk akan dibuat sebanyak lebih dari 1 desain itu setelah itu akan diseleksi kembali dan menentukan desain konsep yang terbaik. Desain konsep dibuat secara sederhana. Berikut ini adalah beberapa alternatif desain konsep yang telah dibuat.



Gambar 3 Desain Konsep A

Gambar 4 Desain Konsep B

Gambar 5 Desain Konsep C

Dari desain konsep A, B, dan C masing-masing memiliki perbedaan yang cukup signifikan diantaranya perbedaan tersebut adalah sebagai berikut.

- Desain konsep A : Box panel berada di samping kiri, dengan pompa dibagian atas langit-langit. Dari depan terlihat box sensor, sirine, dan hidran saling bersebelahan menempel di langit-langit sebuah ruangan.
- Desain Konsep B : Box panel berada disamping kiri, dengan pompa menempel didinding bersebelahan dengan box panel. Sirine juga menempel pada dinding dan terletak diatas box panel dengan posisi vertikal. Dibagian dalam terdapat box sensor bersebelahan dengan hidran menempel di langit-langit ruangan.
- Desain Konsep C : Box panel berada disamping kiri, dengan pompa menempel di dinding bersebelahan dengan box panel. Sirine menempel diatas box panel dengan posisi horizontal. Di bagian dalam terdapat box sensor yang terpisah masing-masing sensor bersebelahan dengan hidran menempel di langit-langit ruangan.

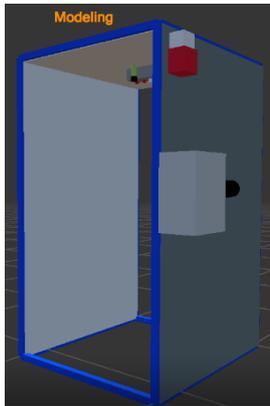
Dari 3 alternatif konsep rancangan produk , akan dipilih salah satu yang paling mengakomodasi keluhan dan kebutuhan pelanggan. Pemilihan alternatif- alternatif tersebut dilakukan dengan cara memberikan penilaian masing-masing alternatif berdasar karakteristik teknis oleh pengembang. Tahap seleksi ini dilakukan dengan cara membandingkan masing-masing rancangan desain terhadap karakteristik teknis sehingga dapat memenuhi keinginan dan kebutuhan pelanggan. Untuk menyeleksi rancangan desain dibuatlah matriks penyaringan konsep seperti pada tabel 8 dibawah ini.

Tabel 8 Matriks Penyaringan Konsep

No	Kriteria Kebutuhan	Kepentingan	Konsep A	Konsep B	Konsep C
			Nilai	Nilai	Nilai
1	Alat deteksi dan pemadam kebakaran dalam ruangan skala kecil/rumahan	5	+	+	+
2	Alat deteksi dan pemadam kebakaran dalam ruangan yang dapat dioperasikan melalui smartphone	4	+	+	+
3	Memiliki desain praktis dengan ukuran yang kecil	4	-	+	-
4	Memiliki desain estetik dan minimalis	4	-	+	-
5	Memiliki harga yang terjangkau	5	0	0	0
6	Alat deteksi dan pemadam kebakaran memiliki backup daya baterai (tetap aktif walaupun listrik PLN padam)	5	+	+	+

7	Pengoperasian sistem simpel dan mudah dipahami	5	+	+	+
8	Dilengkapi dengan sistem kontrol manual (jika pada smartphone mengalami kendala, maka dapat dioperasikan secara manual)	4	+	+	+
9	Dilengkapi dengan hidrant (penyemprot air)	5	+	+	+
10	Dilengkapi dengan alarm dan sirine	4	+	+	+
11	Dapat dioperasikan oleh lebih dari 1 user smartphone	4	+	+	+
12	Perawatan mudah	5	-	+	-
	Total (+)		8	11	8
	Total (-)		3	0	3
	Total (0)		1	1	1
	Rating Total Konsep		5	11	5
	Rating Konsep berdasarkan kepentingannya		23	49	23
	Lanjutkan?		Tidak	Ya	Tidak

Dengan terpilihnya desain konsep B maka tahapan selanjutnya adalah membuat prototype produk yang diawali dengan membuat desain 3D dan menentukan komponen seperti pada gambar dan tabel berikut ini:



Gambar 6 Desain 3D Prototype



Gambar 7 Penempatan Box Sensor dan Hidran

Tabel 9 Morfologi Komponen Prototype

Komponen	Bahan
Perangkat Arduino	Arduino Uno
Sensor Api	Flame Detectore
Sensor Suhu	NTC Thermal Sensor
Sensor Gas	MQ2
Perangkat modul bluetooth	Arduino Uno, Modul Bluetooth
Alarm dan Sirine	Mini Strobe Siren
Hidran	Taffware DP-521, Hose Nozzel ½”
Tombol Emergency	Emergency stop
Baterai	RHL45-12FR
Aplikasi Bluetooth Electronics	Bluetooth Electronics
Tombol Silent	Tactile Switch
Tombol Reset	Tactile Switch
Lampu indikator	Lampu LED
LCD	Liquid Crystal Display 20x4

Box Prototype	Rangka besi galvanis, Kalsiboard
Box Panel	Plat besi
Box Sensor	Akrilik



Gambar 8 Wairing Sistem Panel



Gambar 9 Box Prototype

Selanjutnya prototype diuji apakah dapat berfungsi dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Setelah lulus uji fisik dan fungsi, akan dianalisis secara ekonomi apakah produk siap di produksi massal. Sehingga ketika produk dipasarkan dapat menghasilkan keuntungan bagi perusahaan.

Tabel 10 Hasil Analisis Ekonomi

No	Biaya	Satuan	Jumlah
1	Biaya Produksi/unit	Rp/unit	Rp7.526.000
2	Depresiasi Peralatan (1 tahun)	Rp	Rp150.520
3	HPP	Rp	Rp7.676.520
4	Kapasitas produksi per bulan	unit	5
5	Profit (20% HPP)	Rp	Rp1.535.304
6	BEP	Bulan	6
7	Profit per 6 bulan	Rp	Rp9.211.824
8	ROI	%	120%

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian pengembangan produk yang berjudul Perancangan Sistem Alarm Dan Pemadam Kebakaran Berbasis Arduino Dengan Metode QFD. Untuk mengembangkan produk yang berguna bagi masyarakat dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Berdasarkan data kasus kebakaran pada lingkup pemukiman padat penduduk yang menimbulkan kerugian materi yang sangat banyak hingga dapat merenggut korban jiwa, dibutuhkan alat yang dapat mendeteksi dini terjadinya kebakaran yang dilengkapi dengan sistem pemadam api sederhana. Sehingga dapat mengurangi resiko akibat kebakaran.
2. Dari hasil kuisisioner yang diisi oleh 80 responden, sebagian besar menginginkan produk sistem deteksi dan pemadam kebakaran yang mudah dioperasikan dan memiliki fitur keamanan yang cukup dengan harga yang terjangkau.
3. Sistem deteksi dan pemadam kebakaran yang sedang dikembangkan memiliki keunggulan diantaranya memiliki backup daya baterai jika listrik PLN terputus, memiliki 3 sistem control seperti control smartphone, manual, dan darurat yang dapat memudahkan pengguna.
4. Perkiraan pembuatan produk alat deteksi dan pemadam kebakaran skala rumahan adalah senilai Rp. 7.526.000,00.
5. Dari total biaya yang investasikan sebelumnya untuk produk ini akan meraih *PBP (Pay Back Periode)* pada bulan ke enam. Sedangkan *ROI (Return Of Investment)* dengan hasil perhitungan dari penjumlahan harga jual dikurangi total biaya investasi kemudian dibagi total biaya

investasi dikalikan 100 % yaitu sebesar 20% tiap bulan. Dan *NPV (Net Present Value)* dalam satu tahun ialah Rp. 9.211.824.

6. Dari perhitungan tersebut pengembangan produk sistem deteksi dan pemadam kebakaran skala rumahan dapat diambil kesimpulan bahwa menguntungkan secara finansial dan menguntungkan untuk diambil sebagai ide proyek bagi sebuah perusahaan pengembang.

Daftar Pustaka

- [1] D. P. Utomo, "347 Kebakaran Terjadi di Surabaya Hingga Agustus, 4 Korban Meninggal," detikNews, 02 September 2021. [Online]. Available: <https://news.detik.com/berita-jawa-timur/d-5706418/347-kebakaran-terjadi-di-surabaya-hingga-agustus-4-korban-meninggal>. [Accessed 23 Mei 2022].
- [2] Y. R. Setiawan and H. Hutapea, "Rancang Bangun Sistem Alarm Kebakaran Terintegrasi Berbasis Arduino," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. Vol.6 No.1, no. EISSN : 2502-8464, 2021.
- [3] S. Riyadi, O. W. Andre and M. H. Abdullah, "Ice Machine Design Es Puter for Small Industries and Household with Quality Function Deployment Methode (QFD)," *Industrial Engineering Letter*, vol. 3, no. 12, pp. 24-36, 2013.
- [4] A. Ristantono, "Rancang Bangun Furniture Desain Kontemporer Dengan Menggunakan Metode Kansei Engineering," Universitas Wijaya Putra, Surabaya, 2019.
- [5] R. M. Priyatna and O. A. W. Riyanto, "Perancangan Gateway Sign Ikon Sekolah Wijaya Putra dengan Metode Quality Function Deployment," *Journal of System Engineering and Technological Innovation (JISTI)*, vol. 1, no. 01, pp. 25-32, 2022.
- [6] A. Iwan, "Rancangan Pengembangan Furnitur Kontemporer Dengan Menggunakan Metode Analytic Heirarchy Process (Ahp) Dan Quality Function Deployment (QFD)," Universitas Wijaya Putra, Surabaya, 2019.
- [7] M. H. Abdullah and A. J. Suwondo, "Evaluasi dan Perbaikan Mutu Layanan Klinik Kesehatan Menggunakan Integrasi Metode AHP-QFD," *e-Prosiding SNasTekS*, vol. 1, no. 1, pp. 253-266, 2019.