



PAPER – OPEN ACCESS

Perbaikan Rancangan Produk Smart Gas Leak Detector Dengan Metode Nigel Cross

Author : Victor Frans, dkk
DOI : 10.32734/ee.v7i1.2299
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 7 Issue 1 – 2024 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Perbaikan Rancangan Produk Smart Gas Leak Detector Dengan Metode Nigel Cross Victor Frans*, Diana Aurora Ressian, Felita Ivana Lordian, Herbert Erico Khoman, Dyandra Atara Pasya

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Jl. Dr. T. Mansyur No. 9, Kota Medan 20222, Indonesia

tanjiro2002@gmail.com, ermadwiiy@gmail.com, idantaringan9@gmail.com

Abstrak

Peranan LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) sangat penting dalam kehidupan manusia baik di rumah maupun industri saat ini, dan gas LPG tidak hanya murah tetapi juga mudah digunakan. Namun, jika ditangani dengan tidak benar, LPG dapat mempengaruhi kesehatan banyak orang dan dapat menyebabkan kerusakan serius, terutama jika tidak diketahui adanya kebocoran dari tabung atau ruang penyimpanan LPG. Untuk mencegah terjadinya hal tersebut maka dibuat suatu produk yang disebut dengan *Smart Gas Leak Detector*. Alat ini berfungsi untuk mendeteksi kebocoran gas untuk dan mencegah terjadinya kebakaran. Metode *Nigel Cross* merupakan metode alternatif selain *Quality Function Deployment* dan metode *Pahl & Beitz*. Langkah-langkah dalam perancangan produk menurut *Nigel Cross* ada sebanyak tujuh langkah yang masing-masing mempunyai metode tersendiri, yaitu klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, menyusun kebutuhan, menetapkan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan rincian perbaikan. Setelah dilakukan survei pasar, pembagian kuesioner terbuka dan tertutup, didapatkan bahwa konsumen lebih menyukai *Smart Gas Leak Detector* yang memiliki spesifikasi yang sedikit berbeda dari hasil *brainstorming* yang telah dilakukan terlebih dahulu. Perbedaan tersebut berada pada spesifikasi warna emergency lamp, waktu nyala speaker, waktu nyala alarm, ukuran LCD, dimensi produk, warna produk, dan bentuk produk yang akan digunakan pada *Smart Gas Leak Detector*. Dari penjelasan di atas, maka dibutuhkan perancangan ulang produk *Smart Gas Leak Detector*. Adapun metode perancangan ulang yang digunakan yaitu metode *Nigel Cross*.

Kata Kunci: Alat Pendeteksi Kebocoran Gas; LPG; *Nigel Cross*, Perancangan dan Pengembangan Produk

Abstract

The role of LPG (liquefied petroleum gas) is very important in human life both at home and in industry today, and LPG gas is not only cheap but also easy to use. However, if handled improperly, LPG can affect the health of many people and can cause serious damage, especially if there is no known leak from the LPG cylinder or storage compartment. To prevent this from happening, a product called the Smart Gas Leak Detector was made. This tool serves to detect gas leaks for and prevent fires. The Nigel Cross method is an alternative method to Quality Function Deployment and the Pahl & Beitz method. According to Nigel Cross, there are seven steps in product design, each of which has its own method, namely classification of objectives, determining functions, compiling requirements, determining characteristics, generating alternatives, evaluating alternatives, and details of improvements. After conducting a market survey, distributing open and closed questionnaires, it was found that consumers prefer the Smart Gas Leak Detector which has slightly different specifications from the results of the brainstorming that has been done previously. The differences are in the emergency lamp color specifications, speaker flash time, alarm flash time, LCD size, product dimensions, product color, and product shape that will be used in the Smart Gas Leak Detector. From the explanation above, it is necessary to redesign the Smart Gas Leak Detector product. The redesign method used is the Nigel Cross method.

Keywords: *Smart Gas Leak Detector; LPG; Nigel Cross; Product Design and Development*

1. Pendahuluan

LPG (*Liquefied Petroleum Gas*) merupakan campuran etana dan butana cair pada suhu kamar dan tekanan sedang. Ada dua jenis LPG yang umum dijumpai di Indonesia, yaitu LPG propana dan LPG campuran yang biasanya digunakan sehari-hari. LPG campuran tersusun atas sekitar 99% gas propana (C_3H_8) dan butana (C_4H_{10}), selebihnya merupakan sejumlah kecil hidrokarbon ringan lainnya. Umumnya, ditambahkan etil atau butil merkaptan pada LPG untuk memberikan bau yang unik dan memudahkan deteksi kebocoran gas. LPG disebut gas cair karena gas dapat berubah wujud menjadi cair dengan menaikkan tekanan dan menurunkan suhunya [1].

LPG memiliki peran vital dalam keseharian manusia, baik untuk keperluan rumah maupun industri saat ini. Selain harganya yang murah, LPG juga mudah dalam penggunaannya. Namun, jika ditangani dengan tidak benar, LPG dapat mempengaruhi kesehatan banyak orang dan dapat menyebabkan kerusakan serius, terutama jika tidak diketahui adanya kebocoran dari tabung maupun ruang penyimpanannya. Kebocoran ini menjadi salah satu penyebab kebakaran hingga saat ini [2]. Ada beberapa cara dalam mendeteksi kebocoran gas, yaitu dengan indera penciuman dengan mengenali bau gas yang bocor maupun dengan bantuan pendeteksi kebocoran gas yang dapat langsung memberitahu pengguna apabila terjadi kebocoran melalui bunyi peringatan [3].

Smart Gas Leak Detector adalah alat yang dirancang untuk mendeteksi kebocoran gas LPG, karena tidak semua kebocoran dapat terdeteksi melalui indera penciuman. Alat ini dilengkapi dengan sensor MQ2, sensor *flame detector*, dan *buzzer*. Sensor MQ2 digunakan sebagai sensor yang akan mendeteksi kebocoran gas nantinya yang harus dilengkapi dengan *buzzer* sebagai bunyi peringatan saat sensor mendeteksi adanya kebocoran [4]. Sensor *flame detector* digunakan untuk mendeteksi apabila kebocoran gas yang terjadi akan menyebabkan kebakaran [5]

Metode *Nigel Cross* adalah pendekatan alternatif terhadap *Quality Function Deployment* (QFD) dan metode Pahl & Beitz. Perancangan produk terdiri dari tujuh langkah, masing-masing dengan metodologinya sendiri, menurut *Nigel Cross*, meliputi klarifikasi tujuan, penetapan fungsi, penyusunan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan rincian perbaikan [6]. Klarifikasi tujuan bertujuan memastikan tujuan perancangan menggunakan pohon tujuan (*objectives tree*). Pohon tujuan, dengan bentuk diagram yang menggambarkan korelasi antara tujuan dan sub-tujuannya, akan membantu kita menentukan tujuan dan sub-tujuan desain produk serta hubungan keduanya [7]. Maksud dari permasalahan saat ini yang memiliki banyak tingkatan perbedaan, secara luas maupun spesifik, dapat diamati melalui pohon tujuan. Perancang memperoleh banyak wawasan melalui setiap level masalah. Selanjutnya, dilakukan langkah penetapan fungsi untuk menetapkan fungsi dan batasan dari sistem desain produk baru menggunakan metode analisis fungsional [8]. Setelah menetapkan fungsi desain dan kebutuhan fungsi produk, ditentukan penetapan kebutuhan dengan tujuan memberikan desain produk yang lebih akurat dengan menguraikan setiap kebutuhan berdasarkan spesifikasi dalam proses produksi [9]. Kenyataannya, banyak pekerjaan desain melibatkan penyesuaian dalam menciptakan desain suatu produk menjadi kenyataan daripada menghasilkan konsep desain yang baru dan revolusioner. Penyesuaian ini berupaya menjadikan suatu produk menjadi lebih baik, lebih murah, lebih ringan, dan lebih menarik, melalui dua kategori modifikasi pada umumnya, yaitu modifikasi guna penurunan biaya produksi dan modifikasi guna peningkatan nilai produk [10]. Dari penjelasan di atas, maka dibutuhkan perancangan ulang produk *Smart Gas Leak Detector*. Adapun metode perancangan ulang yang digunakan yaitu metode *Nigel Cross*.

2. Metodologi Penelitian

Metode penelitian menggambarkan tahapan pelaksanaan penelitian untuk menjamin kelancaran operasi dan pencapaian tujuan penelitian yang telah ditentukan sebelumnya.

2.1. Data Produk Akhir

Adapun spesifikasi daripada rancangan akhir *Smart Gas Leak Detector* adalah sebagai berikut.

- Dimensi produk adalah 20 cm × 10 cm × 20 cm.
- Berat produk kurang dari 1 kg.
- Produk berbentuk balok.
- Ditambahkan *speaker* pada produk.
- Ditambahkan *emergency lamp* pada produk.
- Ditambahkan tombol *on/off* LED pada produk.
- Ditambahkan tombol volume untuk mengatur tingkat kebisingan suara.
- Ditambahkan LCD pada produk untuk mengetahui durasi terjadinya kebocoran.
- Produk berwarna merah agar mudah dikenali.
- Ditambahkan *slot* untuk mengisi daya produk.

2.2. Rekapitulasi Kuesioner AHP

Rekapitulasi dari kuesioner AHP dijelaskan seperti berikut.

- Level II
Pada level II, dilakukan perbandingan antar atribut primer, yaitu desain, bahan, dan fungsi.
- Level III
Pada level III, dilakukan perbandingan antar atribut sekunder, yaitu ukuran LCD, bahan produk, dimensi produk, sumber energi produk, bentuk produk, dan fungsi tambahan.

2.3. Brainstorming

Setelah dilakukan *brainstorming* terhadap produk *Smart Gas Leak Detector*, didapatkan spesifikasi hasil *brainstorming* dalam perancangan produk *Smart Gas Leak Detector* sebagai berikut.

- Dimensi produk adalah 20 cm × 10 cm × 20 cm.
- Berat produk kurang dari 1 kg.
- Produk berbentuk balok.
- Ditambahkan *speaker* pada produk.
- Ditambahkan *emergency lamp* pada produk.
- Ditambahkan tombol *on/off* LED pada produk.

- Ditambahkan tombol volume untuk mengatur tingkat kebisingan suara.
- Ditambahkan LCD pada produk untuk mengetahui durasi terjadinya kebocoran.
- Produk berwarna merah agak mudah dikenali.
- Ditambahkan *slot* untuk mengisi daya produk.

2.4. Nigel Cross

2.4.1. Klarifikasi Tujuan

Dalam klarifikasi tujuan, hubungan antar cabang dalam pohon tujuan menunjukkan bagaimana mencapai tujuan tertentu, dengan langkah-langkah sebagai berikut.

- Merancang daftar tujuan perancangan.
- Menyusun daftar tujuan dari *higher-level* menuju *lower-level*.
- Menggambarkan diagram pohon tujuan guna menunjukkan hierarki hubungan-hubungan.

2.4.2. Penetapan Fungsi

Metode analisis fungsional memperhitungkan faktor-faktor seperti tujuan utama produk dan persyaratan agar produk akhir/sistem dapat dipenuhi, apapun komponen fisik yang ingin digunakan. Dengan membangun batasan pada sektor-sektor peletakan fungsi pengganti yang saling berhubungan, dapat ditentukan tingkat permasalahannya.

2.4.3. Penyusunan Kebutuhan

Saat menentukan kebutuhan suatu produk, seorang insinyur harus menyadari batasan kinerja dan apa yang perlu dicapai dalam hal spesifikasi, karena hal ini membatasi solusi yang dapat disetujui. Hal ini bertujuan untuk mencegah spesifikasi ini digunakan secara luas dan menghasilkan solusi yang tidak sesuai.

2.4.4. Penentuan Karakteristik

Tujuan yang dapat dicapai dengan karakteristik teknis produk ditetapkan guna memenuhi keinginan pelanggan. *Quality Function Deployment* (QFD) adalah pendekatan yang digunakan.

2.4.5. Pembangkitan Alternatif

Tujuan dari pembangkitan alternatif adalah menghimpun sebanyak mungkin alternatif yang dapat menjadi solusi potensial, memilahnya, dan memilih solusi terbaik dalam memecahkan masalah. Pembangkitan alternatif dengan *Morphological Charts* mengikuti langkah-langkah sebagai berikut.

- Buat ciri atau fungsi suatu produk dalam bentuk daftar/tabel.
- Buat daftar ciri atau fungsi yang mungkin dapat dicapai.
- Gambar grafik dengan seluruh sub-fungsi yang memungkinkan di dalamnya.
- Identifikasi kelayakan kombinasi setiap sub-solusi.

2.4.6. Evaluasi Alternatif

Evaluasi alternatif adalah kegiatan pemilihan alternatif terbaik dari serangkaian alternatif yang tersedia untuk menghasilkan suatu desain yang dapat memenuhi kebutuhan konsumen dengan metode *Weighted Objective*. Evaluasi alternatif terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut.

- Membuat daftar tujuan perancangan, yaitu modifikasi dari tujuan awal dengan pohon tujuan.
- Menyusun daftar tujuan dan sub-tujuan dari tingkat tinggi ke tingkat rendah.
- Membuat bobot relatif masing-masing tujuan dengan memanfaatkan selisih nilai tiap pohon tujuan hingga diperoleh jumlah bobot bernilai 1.
- Merancang parameter pelaksanaan/nilai kegunaan setiap tujuan (kualitatif dan kuantitatif) dengan perbandingan yang lebih ringkas.
- Menghitung dan membandingkan nilai relatif tiap alternatif perancangan, dengan alternatif terbaik adalah alternatif yang memiliki jumlah nilai terbesar. Perancangan ini dapat dikembangkan dengan melakukan perbandingan dan analisis profil nilai dibanding hanya sekadar memilih nilai terbesar.

2.4.7. Rincian Perbaikan

Kenyataannya, banyak aktivitas desain melibatkan penyesuaian dalam menciptakan desain suatu produk menjadi kenyataan daripada menghasilkan konsep desain yang baru dan revolusioner. Penyesuaian ini berupaya menjadikan suatu produk menjadi lebih baik, lebih murah, lebih ringan, dan lebih menarik, melalui dua kategori modifikasi pada umumnya, yaitu modifikasi guna penurunan biaya produksi dan modifikasi guna peningkatan nilai produk

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Spesifikasi Hasil Brainstorming

Berikut adalah tabel spesifikasi produk hasil *brainstorming* yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Hasil *Brainstorming*

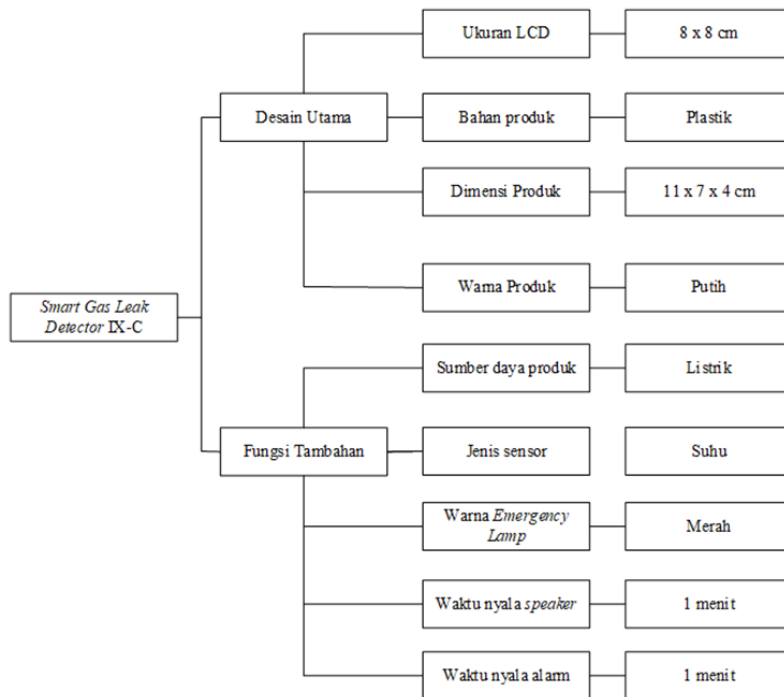
No.	Atribut	Spesifikasi
1.	Warna <i>Emergency Lamp</i>	Merah
2.	Waktu Nyala <i>Speaker</i>	3 menit
3.	Lama Nyala <i>Alarm</i>	3 menit
4.	Ukuran LCD	3 cm x 5 cm
5.	Bahan Produk	Plastik
6.	Dimensi Produk	20 cm x 10 cm x 10 cm
7.	Warna Produk	Merah
8.	Sumber Energi Produk	Listrik
9.	Bentuk Produk	Kubus
10.	Fungsi Tambahan	Deteksi Suhu

3.1.1. Hasil Tahapan Klarifikasi Tujuan

Langkah-langkah dalam klarifikasi tujuan pembuatan *Smart Gas Leak Detector* adalah sebagai berikut:

Daftar tujuan perancangan produk *Smart Gas Leak Detector* secara keseluruhan terdiri atas, warna *emergency lamp* merah, waktu nyala speaker selama 3 menit, waktu nyala alarm selamat 3 menit, ukuran LCD sebesar 3 cm x 5 cm, bahan produk yaitu piasyik, dimensi produk 20 cm x 10 cm x 10 cm, warna produk merah, sumber energy produk listrik, bentuk produk kubus dan fungsi tambahan yaitu deteksi suhu.

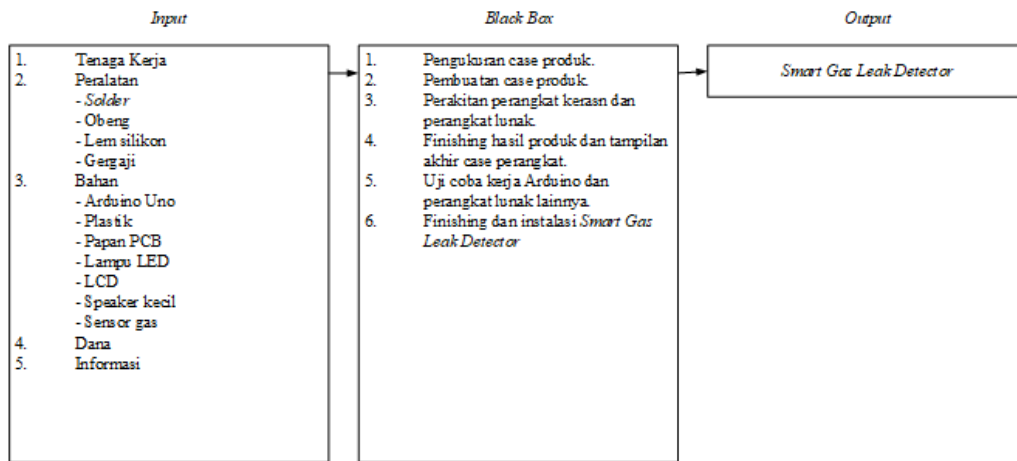
Susun daftar tujuan dan sub-tujuan perancangan dari tingkat tinggi ke tingkat yang lebih rendah.



Gambar 1. Diagram Pohon Tujuan Produk *Smart Gas Leak Detector*

3.1.2. Hasil Tahapan Penetapan Fungsi

Metode *blackbox* yang diterapkan pada produk *Smart Gas Leak Detector* disajikan melalui Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Blackbox *Smart Gas Leak Detector*

3.2. Hasil Tahapan Penyusunan Kebutuhan

Spesifikasi yang telah ditentukan dengan *Performance Specification Model* disajikan melalui Tabel 2.

Tabel 2. Spesifikasi *Smart Gas Leak Detector*

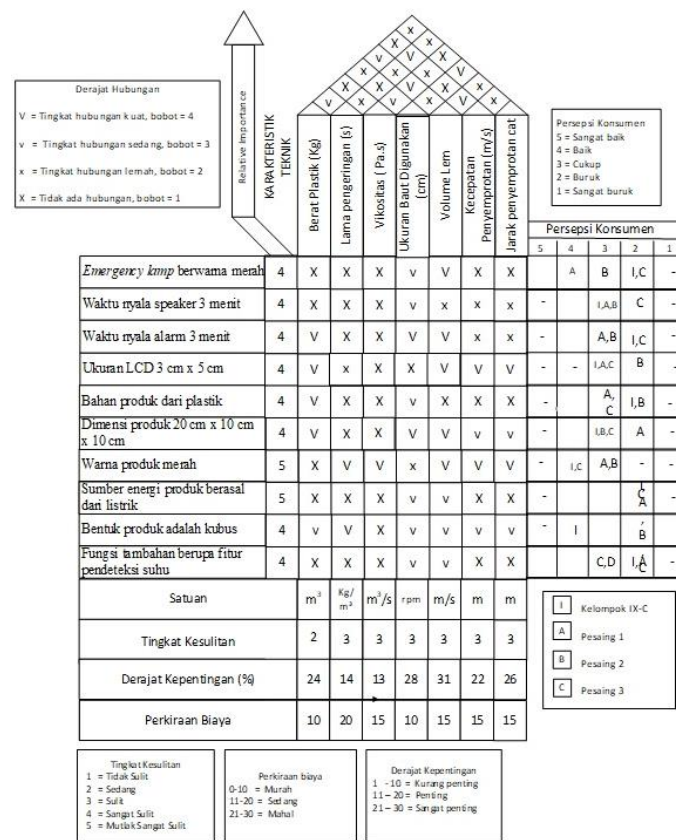
No.	Brainstorming	D/W	Keinginan Konsumen
1.	<i>Emergency lamp</i> berwarna merah	W	<i>Emergency lamp</i> berwarna merah
2.	Waktu nyala speaker 3 menit	W	Waktu nyala speaker 1 menit
3.	Waktu nyala alarm 3 menit	D	Waktu nyala alarm selama gas bocor
4.	Ukuran LCD 3 cm x 5 cm	W	Ukuran LCD adalah 8 cm x 8 cm

5.	Bahan produk dari plastik	W	Bahan produk dari plastik
6.	Dimensi produk 20 cm × 10 cm × 10 cm	D	Dimensi produk 11 cm × 7 cm × 4 cm
7.	Warna produk merah	D	Warna produk hitam
8.	Sumber energi produk berasal dari listrik	W	Sumber energi produk berasal dari listrik
9.	Bentuk produk adalah kubu	W	Bentuk produk adalah balok
10.	Fungsi tambahan berupa fitur pendeteksi suhu	D	Fungsi tambahan berupa fitur pendeteksi suhu.

Dapat diamati bahwa $W > D$, dengan 6 *wish* dan 4 *demand*. Hal tersebut menandakan perancang cukup andal dalam mendesain produk karena telah memenuhi sebagian besar keinginan konsumen.

3.3. Hasil Tahapan Penentuan Karakteristik

Seluruh karakteristik teknis, atribut yang diinginkan konsumen, serta posisi Smart Gas Leak Detector terhadap atribut yang sama dimuat dalam rumah mutu yang dirancang melalui pendekatan QFD. House of Quality (HoQ) produk Smart Gas Leak Detector disajikan melalui Gambar 3.



Gambar 3. Quality Function Deployment (QFD) Produk Smart Gas Leak Detector

Kesimpulan dari QFD produk *Smart Gas Leak Detector* di atas adalah sebagai berikut.

- Warna *emergency lamp* produk *Smart Gas Leak Detector* adalah merah.
- Waktu nyala *speaker* produk *Smart Gas Leak Detector* adalah 3 menit.
- Waktu nyala alarm produk *Smart Gas Leak Detector* adalah 3 menit.
- Ukuran LCD produk *Smart Gas Leak Detector* adalah 3 cm × 5 cm
- Bahan produk *Smart Gas Leak Detector* adalah dari plastik.
- Dimensi produk *Smart Gas Leak Detector* adalah 20 cm × 10 cm × 10 cm.
- Warna produk *Smart Gas Leak Detector* adalah merah.
- Sumber energi produk *Smart Gas Leak Detector* berasal dari listrik.
- Bentuk produk *Smart Gas Leak Detector* adalah kubus.
- Fungsi tambahan produk *Smart Gas Leak Detector* berupa fitur pendeteksi suhu.

3.4. Hasil Tahapan Pembangkitan Alternatif

Morphological Chart yang digunakan untuk membangkitkan alternatif disajikan melalui Tabel 3.

Tabel 3. Morphological Chart Produk Smart Gas Leak Detector

No	Karakteristik	Cara Mencapai Fungsi		
		1	2	3
1	Ukuran LCD	8x8 cm	7x5 cm	3x5 cm
2	Bahan Produk	plastik	aluminium	kayu
3	Dimensi Produk	20x10x10	11x7x4	5x6x7
4	Warna Produk	merah	putih	hitam
5	Sumber Daya Produk	listrik	baterai li-ion	baterai li-po
6	Bentuk Produk	balok	kubus	tabung
7	Jenis Sensor	sumbu	api	touchscreen
8	Warna Emergency Lamp	Merah	hijau	putih
9	Waktu Nyala Speaker	1 menit	2 menit	3 menit
10	Waktu Nyala Alarm	Selama gas bocor	1 menit	3 menit

Alternatif 1

Alternatif 2

Alternatif 3

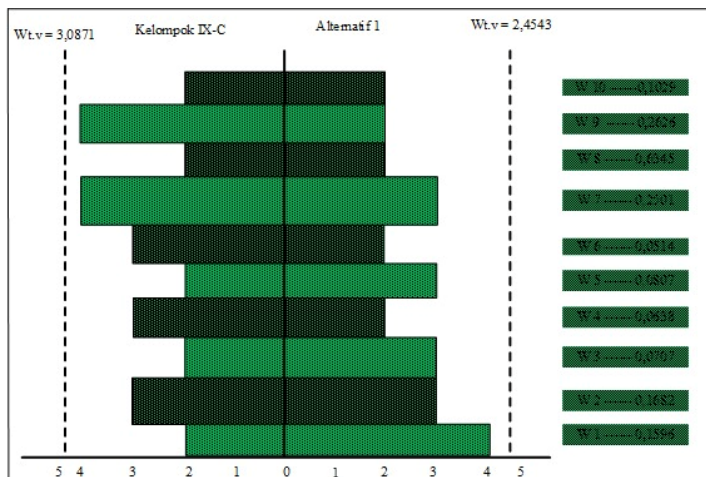
3.5. Hasil Tahapan Evaluasi Alternatif

Perbandingan nilai atribut untuk setiap alternatif produk Smart Gas Leak Detector disajikan melalui Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Nilai Atribut untuk Setiap Alternatif

No	Kriteria Evaluasi			Alternatif Smart Gas Leak Detector		Alternatif 1		Alternatif 2		Alternatif 3					
	Tujuan	Wt	Parameter	Ket	Nilai (v)	Wt.v	Ket	Nilai (v)	Wt.v	Ket	Nilai (v)	Wt.v			
1	Ukuran LCD	0,2172	Kontras	Sangat Baik	4	0,8686	Kurang Baik	2	0,4343	Cukup Baik	3	0,6515	Sangat Baik	5	1,0858
2	Bahan Produk	0,0489	Ukuran	Cukup Baik	3	0,1468	Cukup Baik	3	0,1468	Cukup Baik	3	0,1468	Kurang Baik	2	0,0979
3	Dimensi Produk	0,0981	Ukuran	Kurang Baik	2	0,1961	Cukup Baik	3	0,2942	Cukup Baik	3	0,2942	Kurang Baik	2	0,1961
4	Warna Produk	0,1094	Ukuran	Cukup Baik	3	0,3283	Kurang Baik	2	0,2189	Cukup Baik	3	0,3283	Cukup Baik	3	0,3283
5	Sumber Daya Produk	0,0509	Ukuran	Kurang Baik	2	0,1018	Cukup Baik	3	0,1527	Kurang Baik	2	0,1018	Cukup Baik	3	0,1527
6	Jenis Sensor	0,1368	Intensitas	Sangat Baik	5	0,6842	Baik	4	0,5473	Cukup Baik	3	0,4105	Kurang Baik	2	0,2737
7	Warna Emergency Lamp	0,1774	Kualitas	Baik	4	0,7095	Cukup Baik	3	0,5321	Cukup Baik	3	0,5321	Baik	4	0,7095
8	Waktu Nyala Speaker	0,0808	Kesesuaian	Kurang Baik	2	0,1615	Kurang Baik	2	0,1615	Kurang Baik	2	0,1615	Kurang Baik	2	0,1615
9	Waktu Nyala Alarm	0,0805	Kesesuaian	Baik	4	0,3222	Kurang Baik	2	0,1611	Kurang Baik	2	0,1611	Cukup Baik	3	0,1611
Total					29	3,5190		24	2,6489		24	1,4742		25	1,6200

Gantt chart yang menunjukkan perbandingan antara rancangan Smart Gas Leak Detector dengan alternatif 1 disajikan melalui Gambar 4.



Gambar 4. Profil Nilai Perbandingan Alternatif Produk Smart Gas Leak Detector dengan Alternatif 1

Dari perhitungan luas *gap* antara produk *Smart Gas Leak Detector* dan alternatif 1, diperoleh kesimpulan luas *gap* produk *Smart Gas Leak Detector*, yaitu 10,0306, lebih kecil dari luas *gap* alternatif 1, yaitu 10,7581. Produk yang terpilih adalah produk *Smart Gas Leak Detector* yang telah dirancang.

3.6. Hasil Tahapan Rincian Perbaikan

Hasil evaluasi harga komponen *Smart Gas Leak Detector* disajikan melalui Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Harga Komponen *Smart Gas Leak Detector*

No.	Komponen	Harga Komponen (Rp)	Jumlah Komponen yang Dibutuhkan	Total Harga (Rp)
1.	Plastik	16.000/ <i>pcs</i> (14 × 8 × 6 cm)	1 <i>pcs</i>	16.000
2.	Sensor Suhu	85.000/unit	1 unit	85.000
3.	Sensor MQ-6	50.000/unit	1 unit	50.000
4.	LCD	50.000/unit	1 unit	50.000
5.	Papan PCB	21.900/unit	1 unit	21.900
6.	<i>Arduino UNO</i>	75.000/unit	1 unit	75.000
7.	Lampu LED	12.000/unit	1 unit	12.000
8.	<i>Mini Speaker</i>	7.900/unit	1 unit	7.900
9.	Baut	22.000/kg	0,2 kg	4.400
10.	Cat <i>Pylox</i>	15.000/kaleng (150 ml)	1 kaleng	15.000
11.	<i>Slot USB</i>	7.500/unit	2 unit	15.000
12.	Kabel NYA	5.000/meter	1 meter	5.000
13.	Timah	12.000/ <i>roll</i>	1 <i>roll</i>	12.000
14.	Lem Silikon	18.500/botol	2 botol	37.000
15.	Meteran	58.900/unit	1 unit	58.900
16.	Penggaris	3.000/unit	1 unit	3.000
17.	Gunting	6.000/unit	1 unit	6.000
18.	Gergaji Ukir	55.000/unit	1 unit	55.000
19.	<i>Mini Power Supply DC</i>	100.000/unit	1 unit	100.000
20.	Obeng	42.000/unit	2 unit	84.000
21.	Baterai 9 Volt	25.000/unit	2 unit	50.000
22.	LCD	50.000/unit	1 unit	50.000
Total				1.010.200

4. Kesimpulan

Perancangan produk *Smart Gas Leak Detector* menggunakan 7 langkah *Nigel Cross*, yaitu klarifikasi tujuan, penentuan fungsi, penyusunan kebutuhan, penentuan karakteristik, pembangkitan alternatif, evaluasi alternatif, dan pengembangan rancangan. Analisis dilakukan menggunakan *SolidWorks* guna memperoleh hasil *mass properties* dan *simulation* produk *Smart Gas Leak Detector*. Berdasarkan hasil *mass properties*, diperoleh *mass properties* sebesar 0.02208 kg dan volume sebesar 1.84e-005 cm³. Sedangkan berdasarkan hasil *SimulationXpress*, diperoleh *case* produk *Smart Gas Leak Detector* memiliki *modulus Young* sebesar 2.1e+11 N/m² dan *yield strength* sebesar 6.204e+08 N/m².

Referensi

- [1] Christian Joko, dkk. (2013) "Protipe Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor Gas MQ2, Boar Arduino Duemilanove, Buzzer, dan Arduino GSM Shield pada PT Alfa Retailindo (Carrefour Pasar Minggu)." *Jurnal TICOM* 2 (1): 58–64. ISSN 2302-3252.
- [2] Ferdian Mifza. (2017) "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG dengan Sensor MQ-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android sebagai Media Informasi. *Jurnal Informatika Mulawarman*. 12 (1): 1-12.
- [3] Intan Nur Fauziah, Harliana, & Muhamad Bagas Gigih. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor MQ-6 Berbasis Arduino. *Jurnal Ilmiah INTECH: Information Technology Journal of UMUS*, 2(01): 41–50.

- [4] Putra, M.F., Kridalaksana, A.H., Arifin, Z., 2017, Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Dengan Sensor Mq-6 Berbasis Mikrokontroler Melalui Smartphone Android Sebagai Media Informasi, *Jurnal Informatika Mulawarman*, 12(1): 1-6.
- [5] Christian, J., Komar, N., 2013, Prototype Sistem Pendeteksi Kebocoran Gas LPG Menggunakan Sensor Gas MQ2, Board Arduino Duemilanove, Buzzer, dan Arduino GSM Shield Pada PT. Alfa Retailindo (Carrefour Pasar Minggu), *Jurnal TICOM*, 1(2): 58-64.
- [6] Dharma, Genta, dkk. Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross. *Jurnal OPSI*. 11(1): 65-67.
- [7] Sulaiman, Fahmi. (2017) "Desain Produk: Rancangan Tempat Lilin Multifungsi Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross" *Jurnal Teknovasi*, 04 (01): 33.
- [8] Suprayitno, Edi, dkk. (2018) "Perancangan Ulang Body Kit Preamplifier Gitar Bass Elektrik Menggunakan Metode Nigel Cross" *Jurnal OPSI*, 11 (2): 152.
- [9] Fahrudin, Wakhit Ahmad. (2019) "Rancangan Desain Produk Rak Pot Bunga Dengan Pendekatan 7 Langkah Nigel Cross" *Jurnal TEKNOLOGI*, 2 (2): 104-105.
- [10] Dharma, Genta Oryza, dkk. (2018) "Perancangan Ulang Headset dan Penutup Mata untuk Tidur Menggunakan Metode Nigel Cross" *Jurnal Optimasi Sistem Industri*, 11 (1): 68.