



PAPER – OPEN ACCESS

# Perancangan Sensor pH Meter Menggunakan Arduino Uno dan Internet of Things dengan Metode Quality Function Deployment (QFD) dan Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)

Author : Raihan Fatahillah, dkk  
DOI : 10.32734/ee.v6i1.1924  
Electronic ISSN : 2654-7031  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 6 Issue 1 – 2023 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



# Perancangan Sensor pH Meter Menggunakan Arduino Uno dan *Internet of Things* dengan Metode *Quality Function Deployment* (QFD) dan *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ)

Raihan Fatahillah\*, Iswulandari Siregar, Aqil Nazhif Rahman, Saradinda Simbolon, Farhan Abiyahda Khalif

*Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,  
Jl. Dr. T. Mansyur No.9, Padang Bulan, Medan 20222, Sumatera Utara, Indonesia.*

raihanfatahillah98@gmail.com, wulansrg29maret@gmail.com, aqilnazhif7@gmail.com, saradindas@gmail.com, farhankhalif204@gmail.com

## Abstrak

Produk yang dibahas pada penelitian ini adalah *Smart pH Meter* menggunakan metode perancangan produk dengan *Quality Function Deployment* (QFD) dan *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ). pH meter merupakan suatu alat yang penting dan digunakan dalam mengukur kualitas minuman, terkhusus pada air mineral. Alat tersebut dibutuhkan, mengingat banyak tenaga dan waktu yang diperlukan dalam menjaga kualitas air mineral tetap terjaga. *Smart pH Meter* bertujuan untuk merancang suatu sistem pemantauan dan pengendalian pH air secara otomatis berbasis Arduino Uno dan *Internet of Things*. Pada UKM galon air biasa yang menjual air dengan harga yang lebih terjangkau biasanya tidak memperhatikan pH air yang akan mereka jual ke masyarakat, karena keterbatasan pelaku usaha untuk memahami bagaimana cara mengukur pH air galon yang akan pelaku usaha jual kepada masyarakat. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti memiliki ide untuk mengembangkan alat pH meter otomatis berbasis Arduino Uno dan *Internet of Things* menggunakan aplikasi Telegram untuk membantu penjual air galon dalam menghitung pH air yang akan dijual. Dengan menggunakan basis Arduino Uno dan *Internet of Things*, penjual akan lebih mudah dan lebih memahami bagaimana cara menggunakan pH meter untuk mengukur pH air yang baik untuk dikonsumsi masyarakat. Penelitian ini bertujuan menentukan variabel-variabel pokok yang dibutuhkan oleh calon pelanggan menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD) dan mengidentifikasi lebih lanjut terhadap strategi kreatif yang efektif dan efisien untuk diimplementasikan menggunakan *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ).

Kata Kunci: pH Meter; Arduino Uno; *Internet of Things* (IoT); QFD; TRIZ

## Abstract

*The product discussed in this study is the Smart pH Meter using the product design method with Quality Function Deployment (QFD) and Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ). The pH meter is an important tool and is used to measure the quality of drinks, especially mineral water. This tool is needed, considering the amount of effort and time needed to maintain the quality of mineral water. The Smart pH Meter aims to design a water pH monitoring and control system automatically based on Arduino Uno and the Internet of Things. In ordinary water gallon SMEs that sell water at a more affordable price, they usually don't pay attention to the pH of the water that they will sell to the public, because of the limitations of business actors to understand how to*

measure the pH of gallons of water that business actors will sell to the public. Based on these problems, the researchers had the idea to develop an automatic pH meter tool based on Arduino Uno and the Internet of Things using the Telegram application to help gallon water sellers calculate the pH of the water to be sold. By using the Arduino Uno and Internet of Things base, sellers will find it easier and better understand how to use a pH meter to measure the pH of water that is good for consumption by the public. This study aims to determine the main variables needed by prospective customers using the Quality Function Deployment (QFD) and to further identify effective and efficient creative strategies to be implemented using the Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ).

**Keywords:** pH Meter; Arduino Uno; Internet of Things (IoT); QFD; TRIZ

## 1. Pendahuluan

Sebuah rancangan adalah lebih dari sekadar aktivitas merancang. Terdapat empat elemen di balik proses dan hasil rancangannya, yaitu, penjelajahan, pembangkitan, evaluasi, dan komunikasi. *Quality Function Deployment* (QFD) digunakan sebagai penghubung antara kebutuhan pelanggan dengan karakteristik teknis dalam setiap tahapan proses produksi barang atau jasa guna meningkatkan kualitas hasil produksi tersebut [1].

Pada UKM galon air biasa yang menjual air dengan harga yang lebih terjangkau biasanya tidak memperhatikan pH air yang akan penjual jualkan ke masyarakat, karena keterbatasan pelaku usaha untuk memahami bagaimana cara mengukur pH air galon yang akan pelaku usaha jual kepada masyarakat. Dewasa ini, pemanfaatan teknologi sudah mandarah daging dalam membantu pekerjaan dan keseharian manusia. Teknologi pertukaran informasi yang canggih, yang memungkinkan interaksi bukan hanya *people-to-machine*, tetapi juga *machine-to-machine*, telah memicu lahirnya *Internet of Things* (IoT). IoT melalui perangkat keras dengan spesifikasi dan fungsi yang beragam, bertugas untuk menerima informasi dan/atau menjalankan perintah dari jarak jauh (Muslim dan Nahar, (2017) [2].

Air adalah sumber daya alam (SDA) yang digunakan dalam menunjang kehidupan manusia. Karena perannya yang sangat penting, menjaga air menjadi hal yang krusial dilakukan oleh seluruh makhluk hidup. Tahap awal yang rasional dalam mengelola dan mengembangkan sumber daya air adalah dengan memantau kualitas air. Perkembangan teknologi jaringan sensor nirkabel yang pesat menawarkan metode baru dalam mengumpulkan, mentransmisi, dan mengolah data secara *real-time*. Sistem ini menggunakan sejumlah sensor yang beragam untuk mengumpulkan data mengenai berbagai parameter karakteristik air, termasuk pH, suhu, konduktivitas, kekeruhan, dan lain-lain (Hariyadi, Mahyessie dan Putri, 2020) [3].

*Concurrent engineering* merupakan pendekatan sistematis terkait desain produk yang terintegrasi dan bersamaan serta proses terkaitnya, termasuk manufaktur dan dukungan. Pendekatan ini mendorong para pengembang untuk menipusisir secara interaktif semua elemen proses pengembangan produk mulai dari desain hingga pembuangan, termasuk persyaratan pelanggan, kualitas produk, biaya manufaktur, dan waktu produksi. Meskipun pendekatan ini diterima secara luas, tingkat implementasi sekitar 50% dilaporkan [4]. Fase pertama, *project planning phase*, memiliki tiga tahap pengembangan yang terdiri dari identifikasi kebutuhan, pemaparan spesifikasi produk, dan rencana pengembangan. Fase ini bertujuan untuk menyusun berkas perencanaan proyek untuk fase kedua, yaitu *the conceptual design phase* (terdiri dari lima tahap dan diawali dengan pendefinisian produk dan fungsinya). Fase *the design phase* sebagai fase ketiga sekaligus pokok dari metodologi pengembangan *concurrent engineering*, merupakan fase yang mempertimbangkan seluruh gagasan pada fase sebelumnya. [5].

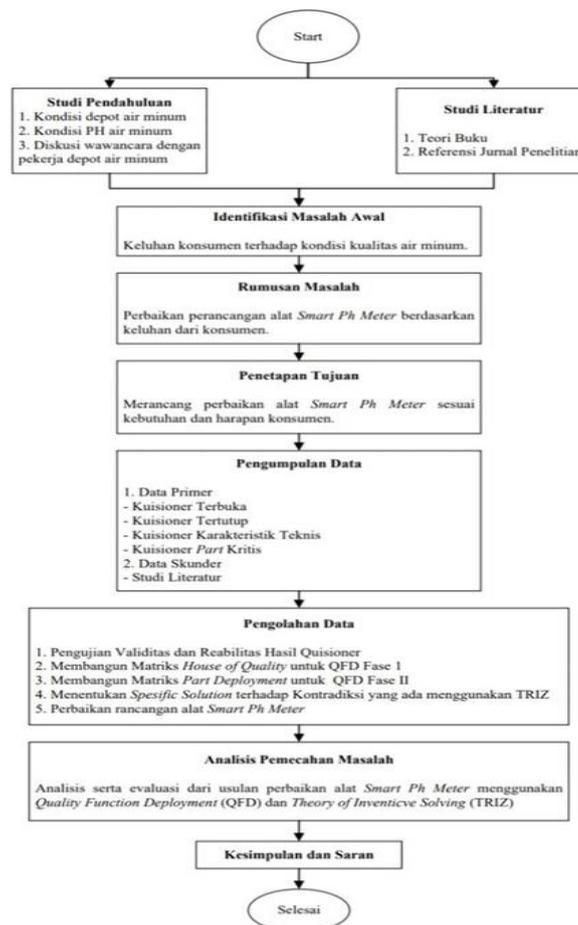
QFD adalah pendekatan terstruktur dalam perancangan dan pengembangan produk dengan mengidentifikasi kebutuhan dan harapan *customer*, juga mengevaluasi secara terstruktur seberapa baik produk atau jasa dapat memenuhi hal tersebut. Guna memperoleh strategi yang kreatif, dilakukan identifikasi lebih lanjut terhadap variabel-variabel pokok tersebut menggunakan *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ). Dengan menggabungkan seluruh permasalahan dan *resolution tools* yang memiliki berbagai paten, TRIZ memberikan metode penyelesaian masalah yang kreatif dan terorganisir [6].

TRIZ, dalam bahasa Rusia *Teoriya Reheniya Izobreatatelskikh Zadact*, atau *Theory of Inventive Problem Solving* dalam bahasa Inggris, adalah kombinasi berbagai ilmu pengetahuan alam (fisika, kimia, biologi dan sebagainya), ilmu pengetahuan manusia (sosiologi dan psikologi), serta ilmu pengetahuan tentang objek buatan (desain, metode rekayasa, *root cause*, dan sebagainya) menurut Rantanen dan Domb (2002) [7].

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi prioritas karakteristik teknik produk menggunakan QFD fase I, QFD fase II, dan *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ), serta memahami langkah-langkahnya dengan pendekatan *concurrent engineering*. Dengan memanfaatkan informasi yang tersedia, proses perancangan memiliki tujuan untuk menganalisis, mengevaluasi, memperbaiki, dan merekayasa sistem (fisik atau nonfisik) yang ideal untuk masa mendatang [8].

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini berlokasi di UKM depot air minum di daerah Medan Amplas, Kota Medan. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Maret – April 2023. Objek penelitian adalah spesifikasi daripada produk alat *Smart pH Meter* dengan Arduino dan *Internet of Things* yang berguna untuk menghitung pH air. Pendekatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan melakukan pengumpulan data melalui kegiatan penyebaran kuesioner dan wawancara terhadap responden, yaitu tukang depot air minum. Pengolahan data dalam penelitian ini menggunakan *House of Quality* (HOQ) dan TRIZ. Pengolahan data dalam rancangan perbaikan alat *Smart pH Meter* dengan Arduino dan *Internet of Things* dapat dilihat melalui blok pengolahan data di bawah ini.



Gambar 1. Blok Pengolahan Data

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Karakteristik Teknis Produk

Karakteristik teknis produk *Smart* pH Meter dengan Arduino dan *Internet of Things* dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik Teknis Produk

No.	Karakteristik Teknis
1.	Warna Produk
2.	Bentuk Produk
3.	Lama Perakitan
4.	Lama Pengukuran
5.	Ukuran Plastik
6.	Lama Pemotongan
7.	Panjang Kabel

#### 3.2. Part Kritis Produk

*Part* kritis produk *Smart* pH Meter dengan Arduino dan *Internet of Things* dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 2. Part Kritis Produk

No.	<i>Part</i> Kritis
1.	Kualitas Bahan Utama
2.	Konsumsi Daya
3.	Ukuran dan Berat

#### 3.3. Uji Validitas

Uji validitas setiap atribut produk *Smart* pH Meter dengan Arduino dan *Internet of Things* dapat dilihat sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil Uji Validitas Atribut Produk *Smart* pH Meter dengan Arduino dan *Internet of Things*

Atribut	$r_{hitung}$	$r_{tabel}$	Kesimpulan
Warna	0,4685	0,3610	<i>Valid</i>
Bentuk	0,4905	0,3610	<i>Valid</i>
Ukuran	0,6253	0,3610	<i>Valid</i>
Panjang Kabel	0,5899	0,3610	<i>Valid</i>
Letak LCD	0,5726	0,3610	<i>Valid</i>
Berat	0,4758	0,3610	<i>Valid</i>
Daya	0,3685	0,3610	<i>Valid</i>
Produk	0,4010	0,3610	<i>Valid</i>
Tingkat Keamanan	0,4413	0,3610	<i>Valid</i>
Utama	0,6692	0,3610	<i>Valid</i>

3.4. Uji Reliabilitas

Rekapitulasi nilai  $\sigma_x^2$  produk *Smart pH Meter* dengan *Arduino* dan *Internet of Things* dapat dilihat sebagai berikut.

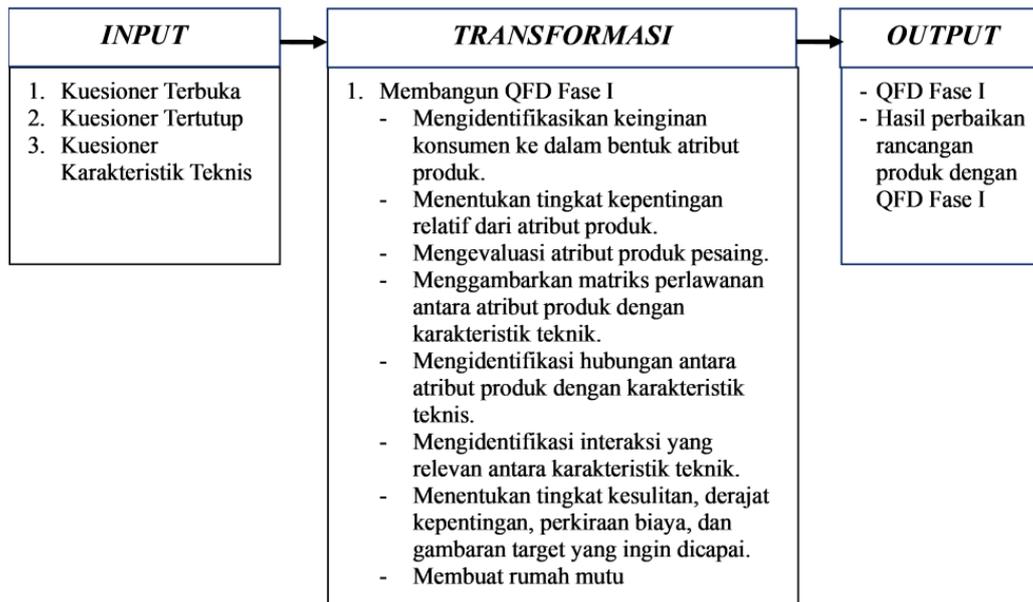
Tabel 4. Rekapitulasi Nilai Uji Reliabilitas Produk *Smart pH Meter* dengan *Arduino* dan *Internet of Things*

Atribut	$\sigma_x^2$ hitung
Bahan/Material	1,3600
Tingkat Keamanan	1,7822
Warna Material	0,6489
Ukuran	1,0500
Berat Produk	1,0933
Bentuk Produk	1,5122
Panjang Kabel	1,5656
Letak LCD	1,2889
Ukuran daya	1,8767
Fungsi Utama	1,1600

Melalui perhitungan di atas, diperoleh bahwa data bersifat *reliable*, karena nilai  $\sigma_x^2$  hitung  $>$   $r_{kritis}$ , yaitu sebesar 0,6605 ( $0,6605 > 0,361$ ).

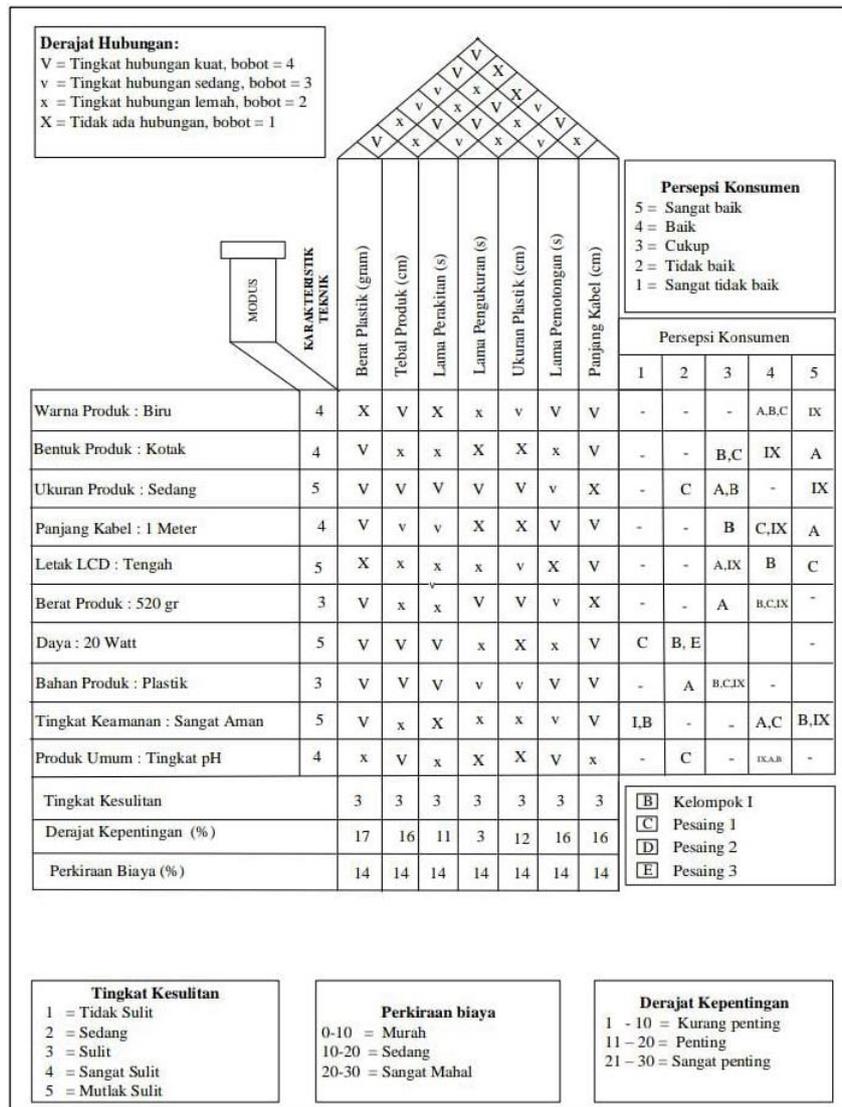
3.5. Fase Project Planning

Pada fase *project planning*, digunakan tools *Quality Function Deployment (QFD)* fase I dengan membangun *House of Quality (HoQ)*. *Input*, transformasi, *output* QFD fase I dapat dilihat melalui *flowchart* berikut.



Gambar 2. *Input*, Transformasi, *Output* QFD Fase I

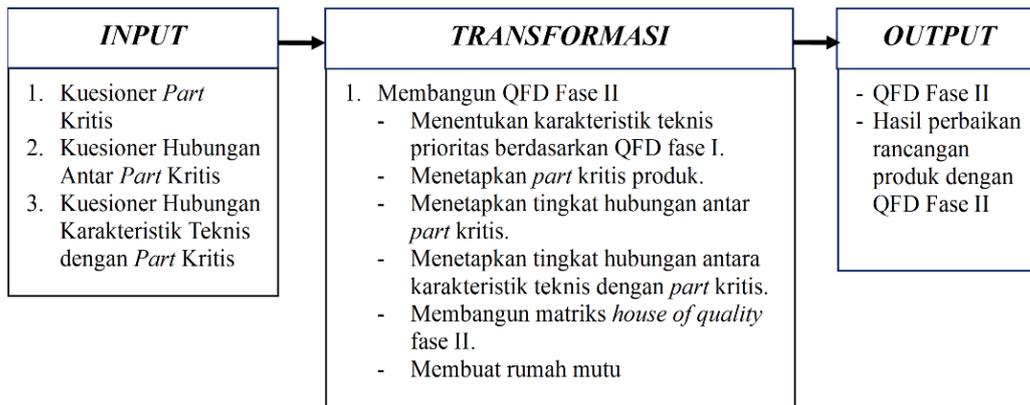
Hasil *House of Quality (HoQ)* fase I dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3. House of Quality (HoQ) Fase I

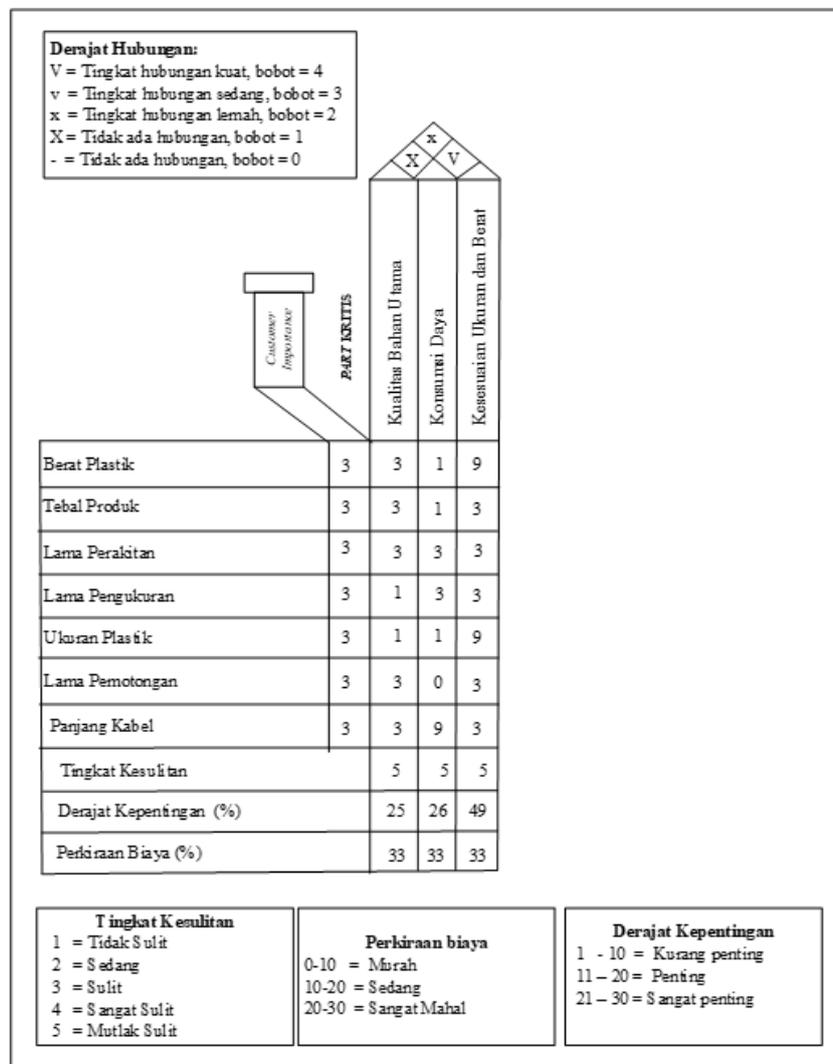
### 3.6. Fase Conceptual Design

Pada fase *conceptual design*, digunakan *tools Quality Function Deployment (QFD)* fase II dengan membangun *House of Quality (HoQ)*. *Input*, transformasi, *output* QFD fase II dapat dilihat melalui *flowchart* berikut.



Gambar 4. *Input, Transformasi, Output* QFD Fase II

Hasil *House of Quality* (HoQ) fase II dapat dilihat sebagai berikut.

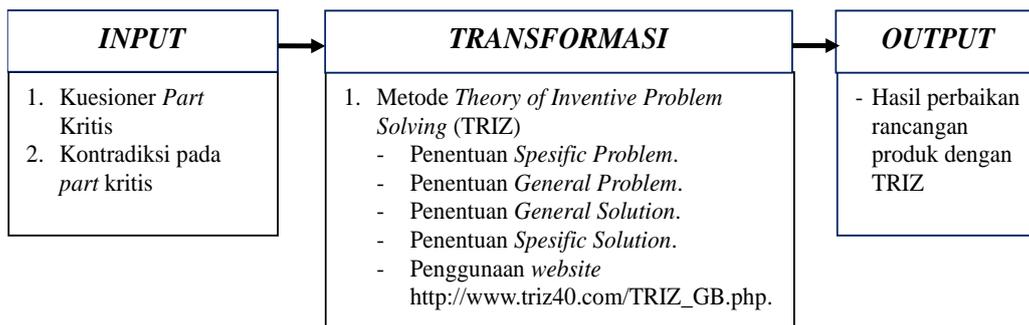


Gambar 5. *House of Quality* (HoQ) Fase II

Hasil *House of Quality* fase II menunjukkan bahwa *part* kritis memiliki nilai tingkat kesulitan dari yang tertinggi ke yang terendah, yaitu kualitas bahan utama, konsumsi daya, ukuran, dan berat. Hal ini berarti bahwa terdapat 2 *part* kritis yang menjadi prioritas untuk melakukan perbaikan terhadap alat *Smart pH Meter* dengan *Arduino* dan *Internet of Things*, yaitu kualitas bahan utama dan konsumsi daya. Kualitas bahan utama penting untuk segera dilakukan perbaikan karena berpengaruh pada berat produk dan pengurangan biaya.

### 3.7. Theory of Inventive Problem Solving (TRIZ)

Berdasarkan hasil *part deployment*, didapatkan bahwa terdapat 2 *part* kritis yang saling berlawanan. Kontradiksi ini dapat diselesaikan melalui pendekatan *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ). *Input*, transformasi, *output* TRIZ dapat dilihat melalui *flowchart* berikut.



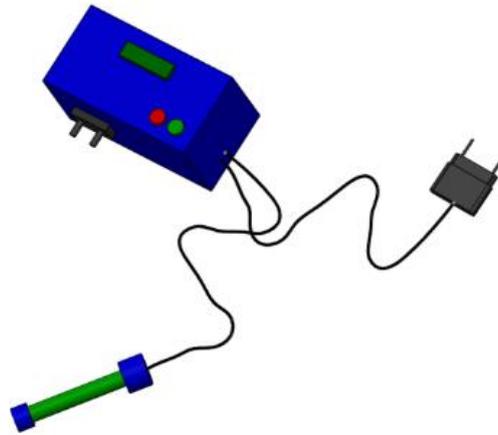
Gambar 6. *Input*, Transformasi, *Output* TRIZ

*General solution* ditentukan menurut *The 40 Principle of TRIZ*. Pengembangan *general problem* menjadi *general solution* dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengembangan *General Problem* Menjadi *General Solution*

	<i>Useful Feature</i>	<i>Harmful Feature</i>
<i>Spesific Problem</i>	Konsumsi daya	Kesesuaian ukuran dan berat
<i>General Problem</i>	<i>Ease of manufacture</i> (32)	<i>Power</i> (21)
	Jika konsumsi daya diubah, komponen yang digunakan juga akan diubah	Ukuran dan berat produk akan berubah jika dilakukan perubahan komponen

Adapun solusi yang diberikan berdasarkan metode *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ) terhadap masalah kontradiksi *part* kritis, antara lain menambahkan tombol *on/off* agar pengguna mengetahui apakah alat ini sedang hidup atau sudah mati sehingga daya tahan baterai lebih lama dan dapat mengurangi risiko kerusakan dan mengubah bahan produk agar lebih ringan dan tahan lama. Hasil akhir dari rancangan alat *Smart pH Meter* dapat dilihat melalui gambar di bawah ini.



Gambar 7. Hasil Akhir Rancangan Alat *Smart* pH Meter dengan Arduino dan *Internet of Things*

#### 4. Kesimpulan

Hasil perbaikan rancangan alat *Smart* pH Meter dengan Arduino dan *Internet of Things* menggunakan *Quality Function Deployment* fase I menunjukkan bahwa karakteristik teknis prioritas adalah bahan produk, Perbaikan yang dilakukan adalah dengan mengganti bahan produk akrilik menjadi plastik. Hasil perbaikan rancangan *Smart* pH Meter dengan Arduino dan *Internet of Things* menggunakan *Quality Function Deployment* fase II menunjukkan bahwa *part* kritis yang menjadi prioritas adalah konsumsi daya tahan baterai. Konsumsi daya tahan baterai diperbaiki dengan penghematan penggunaan, jika tidak diperlukan karena akan berpengaruh pada waktu pemrograman dan kapasitas baterai. Hasil perbaikan rancangan alat *Smart* pH Meter dengan Arduino dan *Internet of Things* menggunakan *Theory of Inventive Problem Solving* (TRIZ) dengan mengidentifikasi adanya kontradiksi antara 2 *part* kritis, yaitu kualitas bahan dan berat. Solusi untuk penyelesaian kontradiksi dengan menggunakan *contradiction matrix* berdasarkan *The 40 Principles of TRIZ*, yaitu *segmentation*. Aplikasi dari *segmentation* adalah mencabut colokan jika tidak digunakan dengan menambahkan tombol *on/off*, sehingga daya tahan baterai lebih lama dan dapat mengurangi risiko kerusakan.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan keluarga yang telah memotivasi penulis dalam proses penelitian ini, kepada ibu Ir. Rosnani Ginting, M.T., Ph.D, IPU, ASEAN Eng. yang bersedia membimbing dalam melakukan penelitian ini, juga kepada seluruh pihak yang berkontribusi dalam setiap proses penelitian ini sehingga penelitian ini dapat dipublikasikan sebagai sebuah karya ilmiah.

#### Referensi

- [1] Arianty, Arianty. 2013. *Analisis Perbedaan Pasar Tradisional Ditinjau Dari Strategi Tata Letak (Lay Out) Dan Kualitas Pelayanan Untuk Meningkatkan Posisi Tawar Pasar Tradisional*. Jurnal Manajemen & Bisnis.
- [2] Yulianti, Farida, dkk. 2019. *Manajemen Pemasaran*. Banjarmasin: Deepublish.
- [3] Selang, Christian A.D. *Bauran Pemasaran (Marketing Mix) Pengaruhnya terhadap Loyalitas Konsumen pada Fresh Mart Bahu Mall Manado*. Jurnal EMBA. 1(3).
- [4] Siyoto, Sandu. *Dasar Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Literasi Media.
- [5] Susan Skalak .2002. *Implementing Concurrent Engineering in Small Companies*. Virginia: Marcel Dekker Inc. Abubakar, Rifa'i. 2021. *Pengantar Metodologi Penelitian*. SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta
- [6] Garaika, Darmanah. 2019. *Metodologi Penelitian*. Lampung: CV. Hira Tech
- [7] Abubakar, Rifa'i. 2021. *Pengantar Metodologi Penelitian*. SUKA-Press UIN Sunan Kalijaga. Yogyakarta
- [8] Putri. Angelica Dwi, dkk. 2018. *Perbaikan Kualitas dengan Menggunakan Metode TRIZ untuk Meminimasi Cacat pada Proses Pembuatan Al-Qur'an di PT Sigma Exa Grafika*. Jurnal Prosiding Teknik Industri. Vol. 4. No. 2.