Penerapan Quality Function Deployment (QFD) dalam Perancangan Sistem Filtrasi Air Bekas Wudu di Masjid Al Muhajirin

Safwanizhan[1]*, Niken Parwati[1], Nita Noriko[1], Ibrahim Hasan[1], Mochammad Khadaffi[1]
[1]*Teknik Industri, Sains dan Teknologi, Universitas Al-Azhar Indonesia, Indonesia*

ABSTRAK

Air bekas wudu merupakan salah satu sumber graywater yang masih memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali melalui proses pengolahan yang tepat. Namun, di sebagian besar masjid air bekas wudu masih langsung dialirkan ke saluran pembuangan sehingga pemanfaatannya belum optimal. Penelitian ini bertujuan merancang sistem filtrasi air bekas wudu yang terintegrasi dengan pemanfaatan air hujan menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD) sebagai dasar penyusunan spesifikasi teknis sesuai kebutuhan pengguna. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara terhadap pengurus Masjid Al Muhajirin yang terdiri atas pengurus masjid dan marbot untuk mengidentifikasi Voice of Customer (VOC). Data tersebut kemudian diolah menggunakan House of Quality (HoQ) guna menentukan tingkat kepentingan kebutuhan pengguna, menerjemahkannya ke dalam *Technical Requirement*, serta menetapkan prioritas pengembangan sistem. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa atribut air hasil filter layak pakai memperoleh nilai importance rating tertinggi sebesar 5 sehingga menjadi prioritas utama dalam perancangan. Prioritas tersebut diterjemahkan ke dalam kebutuhan teknis berupa kualitas air keluaran yang bersih, jernih, dan tidak berbau. Berdasarkan hasil HoQ, dihasilkan rekomendasi rancangan *prototype* sistem filtrasi yang dilengkapi unit filtrasi, lampu UV, pompa, sensor ketinggian air, *solenoid valve*, dan sistem kontrol otomatis berbasis mikrokontroler, serta terintegrasi dengan penampungan air hujan dan sumur resapan. Rancangan yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem pemanfaatan ulang air wudu yang lebih efisien, mudah dioperasikan, dan mendukung konservasi air di lingkungan masjid.

ABSTRACT

Water used for wudu is a source of graywater that has the potential to be reused through proper treatment processes. However, in most mosques, water used for wudu is still directly discharged into the sewer system, so its utilization is not yet optimal. This study aims to design a wudu wastewater filtration system integrated with rainwater utilization using the Quality Function Deployment (QFD) method as the basis for developing technical specifications tailored to user needs. Data collection was conducted through interviews with the management of the Al Muhajirin Mosque to identify the Voice of the Customer (VOC). The data was then processed using the House of Quality (HoQ) to determine the level of importance of user needs, translate them into Technical Requirements, and establish priorities for system development. The analysis results show that the attribute "potable filtered water" received the highest importance rating of 5, making it the top priority in the design. This priority translates into Technical Requirements for clean, clear, and odorless treated water. Based on the HoQ results, recommendations were made for the design of

KONTAK
safwanizhan.2003@gmail.com

KATA KUNCI
Graywater reuse, Quality function deployment, Water filtration system

a prototype filtration system equipped with a filtration unit, a UV lamp, a pump, a water level sensor, a solenoid valve, and a microcontroller-based automatic control system, as well as integrated with a rainwater storage tank and an infiltration well. The resulting design is expected to serve as a reference for the development of wudu water reuse systems that are more efficient, easy to operate, and support water conservation in mosque environments.

PENDAHULUAN

Air bekas wudu berpotensi dimanfaatkan kembali setelah melalui proses pengolahan yang sesuai sehingga dapat mendukung konservasi air (Aditya *et al.*, 2025) . Di Masjid Al Muhajirin, air bekas wudu masih dibuang langsung ke saluran pembuangan, sementara ketersediaan air bersih mengalami penurunan pada musim kemarau. Kondisi ini menunjukkan perlunya perancangan sistem filtrasi yang sesuai dengan kebutuhan pengguna dan kondisi masjid.

Quality Function Deployment (QFD) merupakan metode untuk menerjemahkan kebutuhan pengguna menjadi karakteristik teknis sebagai dasar pengembangan produk. Metode ini telah diterapkan dalam perancangan produk untuk menentukan prioritas berdasarkan kebutuhan pengguna (Azizah *et al.*, 2018) . Salah satu perangkat QFD adalah House of Quality (HoQ), yang menghubungkan Voice of Customer (VoC) dengan *Technical Requirement* untuk menentukan prioritas teknis perancangan (Kurniawan *et al.*, 2024) . Penggunaan HoQ juga dapat membantu mengidentifikasi karakteristik produk yang perlu diprioritaskan (Lutanto *et al.*, 2025) .

Penerapan QFD dan HoQ pada penelitian terdahulu menunjukkan bahwa kebutuhan pengguna dapat diterjemahkan menjadi respons teknis yang terarah, baik pada pengembangan produk maupun peningkatan kualitas layanan (Zulkarnain *et al.*, 2023; Juniarti *et al.*, 2021) . Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menerapkan QFD melalui HoQ untuk mengidentifikasi kebutuhan pengelola Masjid Al Muhajirin dan menentukan prioritas karakteristik teknis dalam perancangan sistem filtrasi air bekas wudu yang terintegrasi dengan pemanfaatan air hujan.

METODE

Metode penelitian dilakukan di Masjid Al Muhajirin, Kecamatan Duren Sawit, Jakarta Timur, menggunakan metode Quality Function Deployment (QFD). Data diperoleh melalui observasi kondisi aktual, wawancara dengan pengurus dan marbot masjid, serta studi literatur dan dokumentasi. Hasil wawancara dirumuskan menjadi atribut Voice of Customer (VoC), kemudian diberi bobot kepentingan untuk memperoleh nilai *Importance Rating*.

Atribut VoC selanjutnya diterjemahkan menjadi *Technical Requirement* dan disusun dalam matriks House of Quality (HoQ). Hubungan antara VoC dan *Technical Requirement* dinilai menggunakan skala 9, 3, dan 1 untuk hubungan kuat, sedang, dan lemah. Tahap berikutnya adalah menghitung *Absolute Importance* dan *Relative Importance* untuk menentukan urutan prioritas karakteristik teknis. Hasil pemeringkatan digunakan sebagai dasar dalam menetapkan spesifikasi dan rancangan sistem filtrasi air wudu terintegrasi air hujan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan data dilakukan melalui metode wawancara untuk mengetahui kebutuhan pengguna terkait sistem filtrasi. Data yang diperoleh tersebut selanjutnya divalidasi sebagai parameter acuan dalam proses perancangan *prototype* alat.

Identifikasi Kebutuhan Pengguna

Identifikasi Voice of Customer dilakukan melalui wawancara dengan pengurus masjid dan marbot untuk memperoleh kebutuhan pengguna terhadap sistem filtrasi yang akan dirancang. Kebutuhan yang diperoleh kemudian dirumuskan menjadi atribut kebutuhan dan diberi bobot berdasarkan tingkat kepentingannya sebagai masukan dalam penyusunan House of Quality (HoQ). Hasil identifikasi kebutuhan pengguna ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Voice of Customer

No	Atribut Kebutuhan	Pemilik Masjid	Marbot
1	Filter mudah digunakan dan dirawat	4	5
2	Memiliki sistem kerja otomatis	3	5
4	Media filter dapat tahan lama	4	4
5	Tidak merusak estetika masjid	5	3
6	Harga pembuatan terjangkau	5	4
7	Desain hemat tempat	4	3
8	Filter mudah dibersihkan	3	5
9	Air hasil filter layak pakai	5	5

Tabel 2. Skala Kepentingan Bobot Voice of Customer

Skala kepentingan	Keterangan
1	Tidak Penting
2	Kurang Penting
3	Cukup Penting
4	Penting
5	Sangat Penting

Tabel 1 merupakan tabel Voice of Customer dan pembobotan berdasarkan skala kepentingannya terhadap kebutuhan fungsional alat yang akan dibuat, Dengan nilai bobot pada Tabel 2, satu sampai lima dengan keterangan dimulai dari tidak penting hingga sangat penting. Dari wawancara yang telat dilakukan, menunjukkan hasil atribut kebutuhan yang ditetapkan dan menjadi dasar fungsi yang diinginkan dalam perancangan *prototype* alat.

Setelah dilakukannya pengumpulan data untuk menentukan atribut kebutuhan dan bobot kepentingan untuk setiap atribut kebutuhan, kemudian data tersebut akan diolah menggunakan metode QFD.

Importance Rating

Tabel 3. Perhitungan Nilai *Importance Rating*

No	Atribut Kebutuhan	Pemilik Masjid	Marbot	Nilai Akhir
1	Filter mudah digunakan dan dirawat	4	5	4.5
2	Memiliki sistem kerja otomatis	3	5	4
4	Media filter dapat tahan lama	4	4	4
5	Tidak merusak estetika masjid	5	3	4
6	Harga pembuatan terjangkau	5	4	4.5
7	Desain hemat tempat	4	3	3.5
8	Filter mudah dibersihkan	3	5	4
9	Air hasil filter layak pakai	5	5	5

Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan nilai importance rating untuk setiap atribut kebutuhan berdasarkan bobot yang diberikan user. Nilai *importance rating* diperoleh dari rata-rata bobot yang diberikan oleh seluruh responden untuk setiap atribut kebutuhan yang kemudian digunakan untuk menghitung nilai *Absolute Importance* pada HoQ.

Technical Requirement

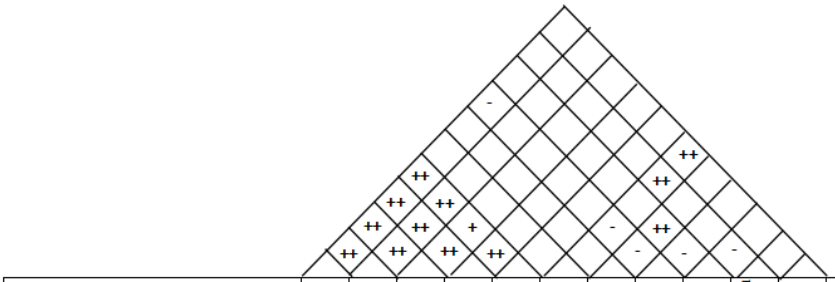
Tabel 4. Penetapan *Technical Requirement*

No	Atribut Kebutuhan	*Technical Requirement*
1	Filter mudah digunakan dan dirawat	Sistem bekerja secara otomatis, tidak ada proses yang dilakukan secara manual
2	Memiliki sistem kerja otomatis	Menggunakan arduino sebagai tempat kontrol utama sistem
		Menggunakan sensor level air (*water level flow*)
		Menggunakan solenoid valve untuk mengatur buka-tutup saluran
		Menggunakan relay
3	Media filter dapat tahan lama	Ketahanan filter 3-5 bulan
4	Tidak merusak estetika masjid	Sistem ditanam di dalam tanah
5	Harga pembuatan terjangkau	Biaya pembuatan < Rp. 15.000.000
6	Desain hemat tempat	Luas sistem < 3m x 2m
7	Filter mudah dibersihkan	Hanya perlu dibersihkan apabila housing berlumut
8	Air hasil filter layak pakai	Bersih, jernih, dan tidak berbau

Dalam Tabel 4, telah ditetapkan minimal satu technical requirement untuk memperjelas output bentuk teknis pada masing-masing poin Voice of Customer. Seperti pada atribut kebutuhan kedua yaitu memiliki sistem kerja otomatis lalu diperjelas dengan *Technical Requirement* menggunakan arduino, sensor level air, dan *solenoid valve.*

House of Quality (HoQ)

Sebuah diagram matriks yang digunakan pada metode QFD untuk menerjemahkan keinginan pelanggan. Berikut adalah diagram HoQ pada penelitian ini.



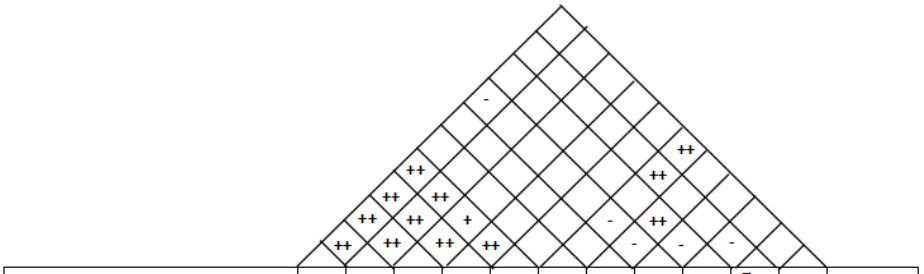
User Needs	Sistem otomatis	Arduino nano	Sensor level air	Solenoid valve	Relay	Ketahanan filter	Penempatan sistem	Biaya pembuatan	Dimensi	Waktu pembersihan	Kualitas air output	Importance Rating
Filter mudah digunakan dan dirawat	○	●	●	●	◦					○	●	4.5
Memiliki sistem kerja otomatis	○	○	○	○	○			●				4
Media filter dapat tahan lama						○		●		◦	○	4
Tidak merusak estetika masjid							○	◦	○			4
Harga pembuatan terjangkau		◦			◦	●		○	●			4.5
Desain hemat tempat							●		○			3.5
Filter mudah dibersihkan	●					◦				○	●	4
Air hasil filter layak pakai						○				◦	○	5

Gambar 1. Tabel Matriks Korelasi dan Hubungan

Tabel 5. Keterangan Simbol Korelasi dan Hubungan

Simbol	Keterangan	
◦	Hubungan Lemah	1
●	Hubungan Sedang	3
◯	Hubungan Kuat	9
++	Korelasi Positif Kuat	
+	Korelasi Positif	
-	Korelasi Negatif	

Pada Gambar 1, ditampilkan korelasi setiap poin *Technical Requirement* juga ditentukan untuk mengetahui apakah saling mendukung atau justru saling bertentangan ketika alat dirancang. Selain itu, hasil dari hubungan antara Voice of Customer (*user needs*) dengan *Technical Requirement* dilakukan untuk menentukan tingkat hubungan tersebut dengan besaran masing-masing nilai yang diberikan yaitu 9, 3, 1 akan digunakan untuk menghitung nilai *Absolute Importance*



User Needs	Sistem otomatis	Arduino nano	Sensor level air	Solenoid valve	Relay	Ketahanan filter	Penempatan sistem	Biaya pembuatan	Dimensi	Waktu pembersihan	Kualitas air output	Importance Rating
Filter mudah digunakan dan dirawat	9	3	3	3	1					9	3	4.5
Memiliki sistem kerja otomatis	9	9	9	9	9			3				4
Media filter dapat tahan lama						9		3		1	9	4
Tidak merusak estetika masjid							9	1	9			4
Harga pembuatan terjangkau		1			1	3		9	3			4.5
Desain hemat tempat							3		9			3.5
Filter mudah dibersihkan	3					1				9	3	4
Air hasil filter layak pakai						9				1	9	5
Absolute Importance	88.5	54	49.5	49.5	45	98.5	46.5	68.5	81	85.5	107	773
Relative Importance (%)	11.4	6.99	6.4	6.4	5.82	12.7	6.02	8.86	10.5	11.1	13.8	100
Prioritas (Ranking)	3	7	8	8	11	2	10	6	5	4	1	Total

Gambar 2. Penetapan Prioritas *Technical Requirement*

Perhitungan pada Gambar 2 menampilkan nilai prioritas technical requirement didapatkan dari hasil perhitungan nilai *Absolute Importance* kemudian ditegaskan dengan persentase nilai *Relative Importance*. Prioritas utama pada perancangan ini yaitu pada hasil kualitas air *output*-nya dengan capaian dapat digunakan kembali untuk berwudu.

Spesifikasi Desain

Setelah mengetahui prioritas dari hasil perhitungan HoQ, dilanjut dengan menetapkan komponen-komponen yang dibutuhkan dalam perancangan alat serta menjelaskan fungsi dari setiap komponennya. Spesifikasi desain ini merupakan gambaran awal.

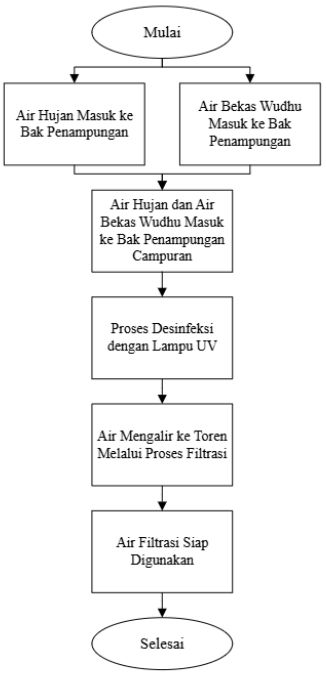
Tabel 6. Tabel Spesifikasi Kebutuhan *Prototype*

Komponen	Bahan/tipe	Fungsi
Filter	Filter kasar	Menyaring kotoran berukuran besar seperti daun, pasir, dan partikel padat
	Filter karbon	Mengurangi bau, warna, dan kandungan organik dalam air serta meningkatkan kualitas air hasil filtrasi.
Pompa air	-	Memindahkan air dari bak campuran air hujan dan air bekas wudu menuju toren penyimpanan.
Bak penampung air	Bata hebel	Struktur utama bak penampungan air yang untuk menyimpan air selama proses pengolahan.
	Semen	Memperkuat konstruksi bak agar kedap air.
	Keramik	Melapisi permukaan bak agar lebih kedap air, mudah dibersihkan, dan tahan terhadap lumut.
	Toren air	Menyimpan air hasil filtrasi yang siap digunakan kembali.
Sistem otomatis	Arduino nano	Mikrokontroler yang mengendalikan seluruh proses otomatisasi sistem.
	Relay	Saklar elektronik yang menghubungkan atau memutus daya ke pompa dan perangkat lainnya.
	Adaptor	Menyuplai daya listrik ke arduino dan komponen elektronik sistem.
	Water level sensor	Mendeteksi ketinggian air pada bak penampungan sebagai input kontrol otomatis.
	Solenoid valve	Membuka dan menutup aliran air secara otomatis berdasarkan perintah sistem kontrol.
	Lampu UV	Membantu mengurangi mikroorganisme dan bakteri pada air sebelum proses pemanfaatan kembali.
Saluran air	Pipa PVC	Menyalurkan air antar bak, unit filtrasi, dan toren penyimpanan.
	Elbow PVC	Mengubah arah aliran pipa sesuai kebutuhan desain sistem.
	Pelampung Toren	Mengontrol ketinggian air pada toren dan mencegah terjadinya luapan air.
	Keran air	Mengatur keluarnya air hasil filtrasi untuk pengambilan air

Dalam Tabel 6 telah ditentukan bahan-bahan yang dibutuhkan untuk membuat setiap bagian komponen sistem *prototype*-nya mulai dari kebutuhan filter, pompa air, bak penampung air, sistem otomatis, dan kebutuhan bahan saluran air dengan masing-masing spesifikasi bahan dan tipenya, juga disertai penjelasan fungsinya.

Flowchart Sistem Filter

Rencana alur sistem *prototype* ini dijelaskan secara garis besar untuk menetapkan tahapan apa saja yang akan dilakukan selama proses filtrasi air berjalan dari awal hingga akhir.

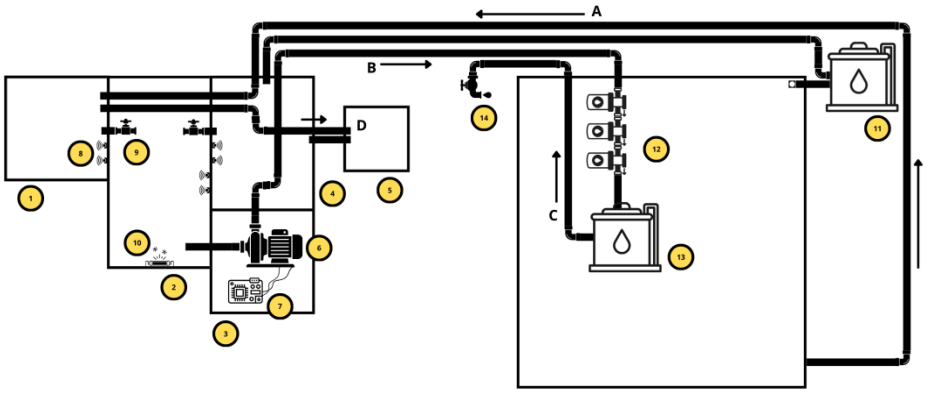


Gambar 3. *Flowchart* Sistem Filtrasi

Berdasarkan Gambar 3, proses filtrasi diawali dengan penampungan air bekas wudu dan air hujan pada bak penampungan masing-masing. Ketika volume air telah mencapai batas yang ditentukan, kedua sumber air dialirkan menuju bak pencampuran untuk menjalani proses desinfeksi menggunakan lampu UV. Selanjutnya, air dipompa menuju unit filtrasi sebelum ditampung pada toren penyimpanan akhir. Melalui rangkaian proses tersebut, diharapkan air hasil filtrasi memiliki kualitas yang bersih, jernih, dan tidak berbau sehingga dapat dimanfaatkan kembali sesuai tujuan perancangan.

Desain Arsitektur Sistem Filtrasi Air

Berdasarkan rancangan *flowchart* sistem yang sudah dibuat, kemudian peneliti membuat rancangan desain arsitektur sistem yang menyesuaikan kondisi aktual masjid.

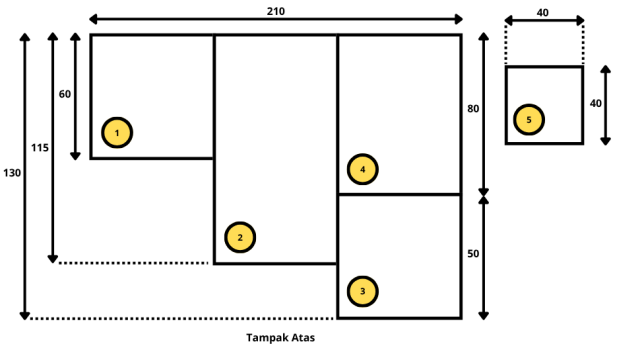


Gambar 4. Desain Alur Keseluruhan Sistem

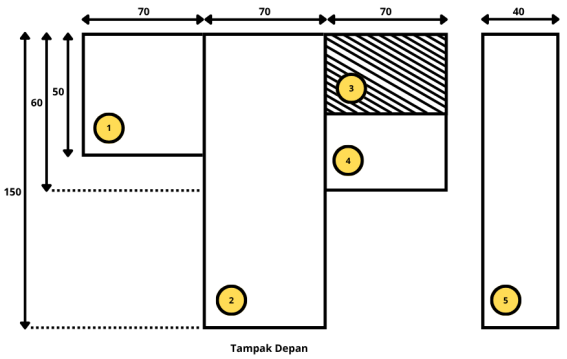
Tabel 7. Keterangan Komponen Desain Arsitektur

No	Nama Komponen
1	Bak penampungan air bekas wudu
2	Bak pencampuran
3	Ruang sistem kontrol dan pompa
4	Bak penampungan air hujan
5	Sumur resapan
6	Pompa air
7	Box kontrol otomatis
8	Sensor level ketinggian air
9	Solenoid valve
10	Lampu UV
11	Toren penyimpanan air hujan
12	Unit filtrasi
13	Toren penyimpanan air filtrasi
14	Keran air

Gambar 4 merupakan desain arsitektur sistem yang menyesuaikan kondisi aktual masjid sehingga hasil perancangan tidak akan mengganggu aktivitas atau mengganggu kenyamanan pengguna masjid. Komponen-komponen yang dibutuhkan diberi tanda nomor dan dijelaskan pada Tabel 7. Alur flow air ditandai mula-mula pada bagian A yaitu jalur masuknya air bekas wudu dan air hujan, kemudian pada bagian B air dialirkan menggunakan pompa menuju toren hasil pengolahan air melalui proses filtrasi, dan pada bagian C air menuju keran untuk digunakan. Bagian D adalah jalur penghubung bak penampungan apabila volume air sudah mencapai batasnya, air tidak akan terbuang sia-sia ke saluran pembuangan melainkan diarahkan menuju sumur resapan.



Gambar 5. Tampak Atas Ukuran Bak Penampungan



Gambar 6. Tampak Depan Ukuran Bak Penampungan

Gambar 5 dan Gambar 6 adalah detail ukuran yang ditetapkan sebagai tempat penampungan air bekas wudu (nomor 1), penampungan air hujan (nomor 4), penampungan campuran (nomor 2), dan sumur resapan (nomor 5). Sumur resapan dibuat untuk mengantisipasi apabila tempat penampungan air meluap dan tetap dapat dimanfaatkan tanpa harus membuangnya ke saluran pembuangan. Selain itu, ruang sistem kontrol dan pompa juga diletakkan dalam area terpisah yaitu pada nomor 3 untuk memisahkannya dengan area genangan air.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menerapkan metode Quality Function Deployment (QFD) dalam proses perancangan sistem filtrasi air bekas wudu yang terintegrasi dengan pemanfaatan air hujan di Masjid Al Muhajirin. Melalui identifikasi Voice of Customer (VOC), diperoleh delapan atribut kebutuhan pengguna yang kemudian diterjemahkan ke dalam *technical requirement* menggunakan House of Quality (HoQ). Hasil analisis menunjukkan bahwa atribut air hasil filter layak pakai menjadi prioritas utama dalam perancangan sehingga spesifikasi teknis sistem difokuskan pada pencapaian kualitas air yang bersih, jernih, dan tidak berbau. Berdasarkan hasil tersebut, dihasilkan rekomendasi rancangan *prototype* yang terdiri atas unit filtrasi, lampu UV, sistem kontrol otomatis berbasis arduino, sensor level air, *solenoid valve*, pompa, serta sistem penampungan air hujan dan sumur resapan yang disesuaikan dengan kondisi aktual Masjid Al Muhajirin. Rancangan yang dihasilkan diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem pemanfaatan ulang air wudu yang lebih efisien, mudah dioperasikan, dan mendukung upaya konservasi air di lingkungan masjid. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pembuatan dan pengujian *prototype* untuk mengevaluasi kualitas air hasil filtrasi serta kinerja sistem otomatis yang telah dirancang.

REFERENSI

Aditya, S., Yulianti, D., & Bhagya, T. G. (2025). Water filter design using the quality function deployment (QFD) method in Cibiru district. *SAINTEKS : Jurnal Sain Dan Teknik*, *7*(01), 131–145. https://doi.org/10.37577/sainteks.v7i01.869

Azizah, I. N., Lestari, R. N., & Purba, H. H. (2018). Penerapan metode quality function deployment dalam memenuhi kepuasan konsumen pada industri komponen otomotif. *Jurnal Teknik Industri*, *19*(2), 127–136. https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol19.no2.127-136

Juniarti, A. D., Zakaria, T. Z., & Sadiyah, H. S. (2021). ANALISA kualitas pelayanan untuk meningkatkan kepuasan pelanggan dengan metode quality function deployment (QFD): (Studi kasus: PT. Surya Makmur Suplindo). *Jurnal Intent: Jurnal Industri Dan Teknologi Terpadu*, *4*(2), 109–130. https://ejournal.lppm-unbaja.ac.id/index.php/intent/article/view/1848

Kurniawan, Y. J., Muzaki, M., Sari, N. P., Firmansyah, H. I., & Takwim, R. A. (2024). Analisis penerapan quality function deployment (QFD) sebagai metode pengembangan produk mesin perajang apel untuk keripik buah. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *19*(1), 1–10. https://doi.org/10.32497/jrm.v19i1.4670

Lutanto, A., Sakarinto, W., Maula, M. I., Nugroho, K. C., & Hilmy, F. (2025). Pendekatan quality function deployment dengan house of quality untuk menganalisis mutu produk: studi kasus radiator cover merek ARM. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *20*(1), 27–36. https://doi.org/10.32497/jrm.v20i1.6198

Zulkarnain, Z., Apriyanti, Y., Aulia, A. D., Pratiwi, W., & Imam, S. (2023). House of quality sebagai pengendalian kualitas produk pada kemasan karton lipat. *Jurnal PASTI (Penelitian Dan Aplikasi Sistem Dan Teknik Industri)*, *17*(1), 115–125. https://doi.org/10.22441/pasti.2023.v17i1.011