

TESIS

**RANCANGAN TEMPAT SAMPAH YANG FUNGSIONAL DAN
SMART UNTUK AREA PUBLIK**

***FUNCTIONAL AND SMART TRASH BIN DESIGN FOR PUBLIC
AREAS***

FAUZIAH

D072191008



PROGRAM MAGISTER TEKNIK INDUSTRI

DEPARTEMEN TEKNIK INDUSTRI

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS HASANUDDIN

GOWA

2023

PENGAJUAN TESIS

**RANCANGAN TEMPAT SAMPAH YANG FUNGSIONAL DAN
SMART UNTUK AREA PUBLIK**

***FUNCTIONAL AND SMART TRASH BIN DESIGN FOR PUBLIC
AREAS***

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Magister
Program Studi Teknik Industri

Disusun dan Diajukan oleh :



FAUZIAH

D072191008

Kepada

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

GOWA

2023

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

**RANCANGAN TEMPAT SAMPAH YANG
FUNGSIONAL DAN SMART UNTUK AREA PUBLIK**

***FUNCTIONAL AND SMART TRASH BIN DESIGN FOR
PUBLIC AREAS***

**FAUZIAH
D072191008**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji
GOWA, 2023

Dosen Pembimbing I



Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, ST., MSc
NIP . 19750929 199903 1 002

Dosen Pembimbing II



Dr. Ir Syarifuddin M Parenreng, ST., MT
NIP . 19761021 200812 1 002

Mengertahui

Ketua Program Studi Magister Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas
Hasanuddin



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT
NIP . 19681005 196603 1 002

TESIS

RANCANGAN TEMPAT SAMPAH YANG FUNGSIONAL DAN SMART UNTUK AREA PUBLIK

FUNCTIONAL AND SMART TRASH BIN DESIGN FOR PUBLIC AREAS

FAUZIAH

D072191008

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Tesis yang dibentuk dalam rangka penyelesaian studi Program Magister Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Pada tanggal
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama



Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, ST.,MSc.,IPM

NIP . 19750929 199903 1 002

Pembimbing Pendamping



Dr. Ir Svarifuddin M Parenreng, ST.,MT.,IPU

NIP . 19761021 200812 1 002

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Hasanuddin



Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, ST.,MT.,IPM

NIP . 19730926 200012 1 002

Ketua Program Studi
S2 Teknik Industri



Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT

NIP . 19681005 196603 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS DAN PELIMPAHAN HAK CIPTA

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : **Fauziah**
Nomor Mahasiswa : **D072191008**
Program Studi : **Teknik Industri**

Dengan ini menyatakan bahwa, tesis berjudul “RANCANGAN TEMPAT SAMPAH YANG FUNGSIONAL DAN *SMART* UNTUK AREA PUBLIK” adalah benar karya saya dengan arahan komisi pembimbing (Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, ST., MSc., IPM dan Dr. Ir. Syarifuddin M Parenreng, ST., MT., IPU). Karya ilmiah ini belum diajukan dan tidak sedang diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka tesis ini. Sebagian dari tesis ini telah dipublikasi di Prosiding (Fauziah dan I Bakri, Volume 575, Halaman 012240 dan DOI 10.1088/1755-1315/575/1/012240) sebagai artikel dengan judul “*Esthetic, Integrated, Smart and Green Trash Bin For Public Space : A Review*”.

Dengan ini melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya berupa tesis ini kepada Universitas Hasanuddin.

Gowa, 9 Maret 2023

Yang menyatakan,



FAUZIAH

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Yang Maha Kuasa, atas rahmat dan karuanianya, sehingga penyusunan tesis yang berjudul “RANCANGAN TEMPAT SAMPAH YANG FUNGSIONAL DAN *SMART* UNTUK AREA PUBLIK” dapat terselesaikan. Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Magister Teknik (MT) pada jurusan Teknik Industri Fakultas Teknik Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.

Pada kesempatan ini penghargaan dan ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda tercinta Ahmad Saad dan Ibunda tercinta Fakiha R. Terima kasih atas doa, dorongan, semangat dan sumber inspirasi, sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini.

Penulis juga menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam menyelesaikan tesis ini, terutama kepada :

1. Dr. Eng. Ir. Ilham Bakri, ST., MSc, IPM, selaku pembimbing pertama atas segala waktu, bimbingannya dan masukannya selama penyusunan tesis ini.
2. Dr. Eng. Ir. Syarifuddin M Parenreng, ST., MT, IPU, selaku pembimbing kedua atas segala waktu, bimbingannya dan masukannya selama penyusunan tesis ini.
3. Dr. Ir. Sapta Asmal, ST., MT, selaku ketua program studi Teknik Industri Program Magister Universitas Hasanuddin sekaligus selaku Tim Penguji atas waktu dan segala masukan yang bermanfaat dalam penyusunan tesis ini.
4. Dr. Ir. Rosmalina Hanafi, M.Eng, selaku anggota Tim penguji atas waktunya dan segala masukan yang bermanfaat dalam penyusunan tesis ini.
5. Ir. Kifayah Amar, ST., M.Sc. Ph.D. IPU, selaku anggota Tim penguji atas waktunya dan segala masukan yang bermanfaat dalam penyusunan tesis ini.
6. Bapak Direktur beserta Staf Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin atas segala pelayanannya.
7. Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
8. Kak ade, ima, jannah, viah dan ani, selaku sahabat-sahabat yang selalu mensupport saya dalam menyelesaikan tesis ini.

9. Bapak, Ibu Dosen serta staf Pengajar Jurusan Teknik Industri Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin.
10. Kepada seluruh teman-teman Pascasarjana Teknik Industri Angkatan pertama (2019) terima kasih atas motivasi dan kebersamaannya selama ini.

Akhir kata, terima kasih atas semua dukungan yang telah diberikan. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi kita semua dan oleh karena itu, masukan dan kritikan kiranya dapat membantu pengembangan penelitian ini selanjutnya.



ABSTRAK

Fauziah. Rancangan Tempat Sampah yang Fungsional dan *Smart* Untuk Area Publik (dibimbing oleh **Ilham Bakri, Syarifuddin M Parenreng**).

Saat ini kesadaran masyarakat membuang sampah ke tempat sampah masih sangat kurang. Hal ini disebabkan oleh tempat sampah yang kotor, jorok dan berbau. Salah satu lokasi publik area yang menjadi objek penelitian ini yaitu Pantai Losari Kota Makassar. Tempat sampah di Pantai Losari sebenarnya sudah menyediakan tempat sampah yang berbeda untuk setiap jenis sampah, akan tetapi masyarakat masih membuang sampah tidak sesuai dengan wadah yang disediakan. Tempat sampah di Pantai Losari juga selalu terjadi penumpukan sehingga banyak sampah yang sudah tercecer diluar tempat sampah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang tempat sampah yang fungsional dan *smart* untuk area publik. Tempat sampah yang fungsional dan *smart* juga merupakan konsep pengembangan untuk *smart city* dalam mengelola penumpukan sampah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *QFD (Quality Function Deployment)* dengan menggunakan suara pengguna dalam memulai desainnya. Langkah yang dilakukan pertama kali yaitu melakukan interview kepada 30 responden untuk mendapatkan suara kebutuhan konsumen. Setelah itu dilakukan penyebaran kuesioner terbuka kepada 100 responden untuk mendapatkan keluhan. Hasil dari kuesioner diolah untuk dibuat *House of Quality (HOQ)* dan rancangan produk usulan. Hasil penelitian didapatkan 10 atribut kebutuhan pengguna, yaitu (1) pemberian warna pada setiap wadah tempat sampah, (2) jumlah petunjuk pada setiap wadah tempat sampah, (3) *rewards*, (4) pemilahan sampah secara otomatis, (5) waktu yang dibutuhkan untuk memilah sampah, (6) jumlah tahapan untuk membuang sampah, (7) kapasitas penampungan tempat sampah, (8) ketahanan tarik material tempat sampah, (9) ketebalan material tempat sampah dan (10) waktu yang dibutuhkan untuk membersihkan tempat sampah. Nilai tertinggi dari tingkat kepentingan pengguna yaitu pemberian warna pada setiap wadah tempat sampah sebesar 2.568, nilai tertinggi kedua yaitu jumlah petunjuk pada setiap wadah tempat sampah sebesar 2.451 dan nilai tertinggi ketiga yaitu pemberian *rewards* kepada pengguna tempat sampah sebesar 2.259.

Kata Kunci: Tempat sampah, Pantai Losari, QFD, *smart city*, *House of Quality*

ABSTRACT

Fauziah. Functional and Smart Trash Bin Design For Public Areas (supervised by **Ilham Bakri, Syarifuddin M Parenreng**)

At present, public awareness of disposing of waste in the trash is still lacking. This is caused by trash cans that are dirty, dirty and smelly. One of the public area locations that is the object of this research is Losari Beach, Makassar City. Trash bins at Losari Beach actually provide different bins for each type of waste, but people still dispose of trash according to the containers provided. Garbage bins at Losari Beach also always accumulate so that a lot of trash is scattered outside the trash cans. The aim of this research is to design a functional and smart trash can for public areas. Functional and smart trash cans are also a development concept for smart cities in managing waste accumulation. The method used in this study is the QFD (Quality Function Deployment) method by using the voice of the user in starting the design. The first step was to conduct interviews with 30 respondents to get a voice for consumer needs. After that, an open questionnaire was distributed to 100 respondents to get complaints. The results of the questionnaire are processed to create a House of Quality (HOQ) and product design proposals. The results showed 10 attributes of user needs, namely (1) giving color to each trash can container, (2) the number of instructions for each trash can container, (3) rewards, (4) automatic sorting of waste, (5) the time needed to sort waste, (6) the number of steps for disposing of waste, (7) the capacity of the trash can, (8) the tensile resistance of the trash can material, (9) the thickness of the trash can material and (10) the time needed to clean the trash. The highest score for the user's level of interest is the giving of color to each trash can container of 2,568, the second highest score is the number of instructions on each trash can container of 2,451 and the third highest value is giving rewards to trash bin users of 2,259.

Keywords: Trash can, Losari Beach, QFD, smart city, House of Quality

DAFTAR ISI

	Halaman
PENGAJUAN TESIS	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
1.5. Ruang Lingkup	4
BAB II. KAJIAN PUSTAKA	5
2.1. Penelitian – Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Definisi Fungsional	11
2.3. Tempat Sampah yang <i>Smart</i>	12
2.4. Definisi Area Publik	13
2.5. Metode <i>Quality Function Deployment</i> (QFD)	14
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1. Objek Penelitian	18
3.2. Metode Pengumpulan Data	18
3.3. Rancangan Penelitian	18
3.4. Kerangka Pikir.....	21
BAB IV. HASIL PENELITIAN	22
4.1. Pengumpulan Data	22
4.2. Pengolahan Data dan Pembuatan <i>House of Quality</i> (HOQ).....	24

4.3. <i>House of Quality</i> (HOQ)	55
4.4. Pembahasan	57
BAB V	71
KESIMPULAN	71
5.1. Kesimpulan.....	71
5.2. Saran	72
DAFTAR PUSTAKA	73
LAMPIRAN	75



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2. 1 Tempat Sampah yang Estetika	6
Tabel 2. 2 Tempat Sampah yang Terintegrasi.....	7
Tabel 2. 3 Tempat Sampah Berbasis IoT	9
Tabel 4. 1 Variabel dari <i>Voice of Customer</i> (VOC)	23
Tabel 4. 2 Nilai <i>Importance Rating</i>	28
Tabel 4. 3 Hasil Uji Validitas	26
Tabel 4. 4 Hasil Reliabilitas	27
Tabel 4. 5 Nilai Goal Kebutuhan Pelanggan	29
Tabel 4. 6 Nilai <i>Improvement Ratio</i>	30
Tabel 4. 7 Nilai <i>Sales Point</i> pada Kebutuhan Pengguna	31
Tabel 4. 8 Nilai <i>Raw Weight</i> dan Normalisasi Kebutuhan Pengguna	32
Tabel 4. 9 Nilai Frekuensi Produk A.....	33
Tabel 4. 10 Nilai Frekuensi Produk B.....	35
Tabel 4. 11 Nilai Frekuensi Produk C	36
Tabel 4. 12 Nilai Posisi Produk.....	37
Tabel 4. 13 <i>Technical Requirement</i>	39
Tabel 4. 14 Tingkat Kepentingan Karakteristik Teknis	47
Tabel 4. 15 Urutan Kepentingan Karakteristik Teknis.....	48
Tabel 4. 16 <i>Ukuran Desain Tempat Sampah Technical Requirement</i>	54
Tabel 4. 17 Spesifikasi Alat dan Bahan Desain Tempat Sampah.....	54

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. 1 Tempat sampah di Pantai Losari.....	2
Gambar 2. 1 Desain Tempat Sampah Pintar Sebelum (Kanan) dan Sesudah (Kiri) Rancangan.....	5
Gambar 2. 2 Diagram <i>House of Quality</i>	17
Gambar 4. 1 Desain Produk A	34
Gambar 4. 2 Desain Produk B	35
Gambar 4. 3 Desain Produk C.....	37
Gambar 4. 4 Nilai Posisi Desain Kompetitif Desain Tempat Sampah.....	38
Gambar 4. 5 Matriks Hubungan Konsumen dan karakteristik Teknis	42
Gambar 4. 6 Nilai matrik Hubungan Kebutuhan Pengguna dan Karakteristik Teknis.....	43
Gambar 4. 7 Matriks Korelasi	45
Gambar 4. 8 <i>House Of Quality</i>	56
Gambar 4. 9 Tempat Sampah Smart & Fungsional Untuk Area Publik	62
Gambar 4. 10 Base	63
Gambar 4. 11 Box Tempat Sampah.....	64
Gambar 4. 12 Pintu Otomatis Tempat Sampah	65
Gambar 4. 13 Dinamo Pintu	66
Gambar 4. 14 Sensor	67
Gambar 4. 15 Box Mesin Pemilah	68
Gambar 4. 16 Flowchart Tempat Sampah Smart	69

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Kuisisioner 1 Tingkat Kepentingan Pengguna.....	75
Lampiran 2. Kuisisioner 2 Tingkat Kepuasan Pengguna.....	82
Lampiran 3. Gambar 2D Tempat Sampah yang Fungsional dan <i>Smart</i> Untuk Area Publik	90
Lampiran 2. RAB Tempat Sampah <i>Smart</i>	91



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Setiap hari manusia menghasilkan sampah, baik sampah rumah tangga maupun industri yang memiliki berbagai bentuk dan jenis. Sampah bisa menjadi masalah karena mengganggu kesehatan manusia, menyebabkan bau busuk dan polusi udara. Kesadaran membuang sampah pada tempatnya saat ini dianggap sangat kurang. Ini karena tempat sampah masih menggunakan metode sederhana yaitu dengan membuka dan menutup tempat sampah secara manual. Ini akan menyebabkan tangan menjadi sangat rentan terhadap bakteri dari sampah. Serta tempat sampah yang ada sekarang kotor, jorok dan berbau.

Seiring meningkatnya populasi, modernisasi dan industrialisasi di dunia mengakibatkan sampah yang dihasilkan juga meningkat (Nwazor *et al.*, 2019). Catania dan Ventura (2014) berpendapat bahwa baik negara berkembang maupun negara maju pengelolaan sampah merupakan tantangan dalam masyarakat. Menurut laporan tinjauan Bank Dunia (Castro Lundin *et al.*, 2017), pada tahun 2012, tingkat produksi sampah perkotaan global (MSW) sekitar 1,3 miliar ton per tahun. Mustafa dan Ku Azir (2017) memperkirakan akan mencapai 2,2 miliar ton per tahun pada tahun 2025. Jadi, itu akan menciptakan kondisi yang tidak higienis untuk lingkungan sekitar dan menciptakan hal-hal kecil yang dapat menyebabkan penyebaran beberapa penyakit mematikan dan penyakit manusia. Pengumpulan sampah saat ini tidak efisien, menghabiskan waktu dan membutuhkan banyak energi manusia. Metode yang biasa digunakan seseorang untuk mengumpulkan sampah dengan mendatangi tempat-tempat yang berbeda dan memeriksa tempat-tempat sampah di setiap area publik. Proses ini agak rumit dan memerlukan waktu yang cukup lama. Dengan kemajuan teknologi dalam beberapa tahun terakhir, seharusnya metode pengelolaan sampah yang manual sudah dapat dikembangkan secara otomatis sehingga dapat mengoptimalkan pengumpulan sampah (Fadel, 2017).

Pengelolaan sampah adalah masalah yang terus tumbuh di tingkat global dan lokal serta menjadi tantangan di wilayah perkotaan di seluruh dunia dan ini menjadi

masalah kritis di negara-negara berkembang di mana peningkatan populasi yang cepat telah diamati (Ravale *et al.*, 2018). Sampah padat timbul dari aktivitas manusia dan hewan yang biasanya dibuang karena tidak berguna atau tidak diinginkan. Dengan kata lain, limbah padat dapat didefinisikan sebagai bahan limbah organik dan anorganik yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan masyarakat dan yang telah kehilangan nilainya bagi pengguna pertama. Metode yang biasa digunakan seseorang untuk mengumpulkan sampah dengan mendatangi tempat-tempat yang berbeda dan memeriksa tempat-tempat sampah di setiap area publik. Proses ini agak rumit dan memerlukan waktu yang cukup lama. Dengan kemajuan teknologi dalam beberapa tahun terakhir, seharusnya metode pengelolaan sampah yang manual sudah dapat dikembangkan secara otomatis sehingga dapat mengoptimalkan pengumpulan sampah.

Salah satu lokasi area publik yang menjadi objek penelitian ini yaitu Pantai Losari di kota Makassar yang merupakan ikon kota Makassar. Tempat sampah di Pantai Losari sebenarnya sudah menyediakan tempat sampah yang berbeda untuk setiap jenis sampah, akan tetapi masyarakat masih membuang sampah tidak sesuai dengan wadah jenis sampah yang disediakan. Tempat sampah di Pantai Losari juga selalu terjadi penumpukan sampah sehingga banyak sampah – sampah yang tercecer di luar tempat sampah. Gambar 1.1 memperlihatkan kondisi tempat sampah di Pantai Losari.



Gambar 1. 1 Tempat sampah di Pantai Losari

Rancangan tempat sampah yang fungsional dan smart ini mendukung konsep pengembangan *smart city*. *Smart city* merupakan konsep kota cerdas dengan memanfaatkan perkembangan teknologi. Salah satu komponen utama *smart city* yaitu *smart environment*. Dengan adanya *smart environment* akan membantu mengontrol kebersihan tempat sampah pada lingkungan masyarakat, mendukung kenyamanan masyarakat dan meningkatkan kesehatan masyarakat (Budiarti *et al.*, 2018).

Pada perancangan tempat sampah yang fungsional dan smart ini akan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk membangun produk yang *customer need oriented*. Menurut pendapat Khawarita Siregar dan Christopher W (2019) *Quality Function Deployment* (QFD), yaitu adalah alat utama implementasi untuk menjembatani konsumen dalam tuntutan dan elemen desain, hubungan yang diukur dengan tingkat perhatian yang dibayarkan konsumen untuk desain produk pada bobot dan prioritas. *Quality Function Deployment* (QFD) merupakan metode pengembangan produk yang menggunakan suara konsumen untuk memulai proses desainnya. Langkah yang dilakukan pertama kali yaitu melakukan penyebaran kuesioner terbuka untuk mendapatkan keluhan. Kemudian dibuat kuesioner formal dengan melihat hasil dari keluhan pengguna. Selanjutnya data *Voice of Customer* diolah untuk mendapatkan nilai kepentingan, penilaian dan harapan. Hasil dari kuesioner diolah untuk dibuat *House of Quality* (HOQ) dan rancangan produk usulan (Herawan dan Bagaskara, 2020).

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana rancangan tempat sampah yang fungsional dan *smart* untuk area publik ?

1.3. Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi kebutuhan pengguna tempat sampah yang fungsional dan *smart* untuk area publik.
2. Menentukan karakteristik teknis yang menjadi prioritas tempat sampah yang fungsional dan *smart* untuk area publik.
3. Merancang konsep tempat sampah yang fungsional dan *smart* untuk area publik.

1.4. Manfaat Penelitian

1. Dapat membantu Pemerintah kota setempat dalam pengelolaan sampah.
2. Mendukung pengembangan konsep *smart city*.

1.5. Ruang Lingkup

1. Rancangan desain tempat sampah yang fungsional dan *smart* khusus area publik.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1. Penelitian – Penelitian Terdahulu

Ada banyak penelitian yang dilakukan dalam merancang aplikasi atau sistem untuk membantu dalam menanggulangi persoalan sampah. Akan tetapi, metode dan media yang digunakan berbeda. Hal tersebut dapat disebabkan oleh kebutuhan, perilaku masyarakat, dan juga teknologi yang digunakan. Beberapa penelitian sebelumnya yang dilakukan untuk menanggulangi persoalan sampah.

Tabel 2.1 menyajikan beberapa penelitian tentang desain tempat sampah dari segi estetika. Salah satu penelitian yang mendesain tempat sampah ini mengutamakan desain hemat biaya dari tempat sampah dengan menggunakan sistem modul *Global System for Mobile* (GSM). Desain tempat sampah ini didukung juga dengan panel sel surya (Fadel, 2017).



Gambar 2. 1 Desain Tempat Sampah Pintar Sebelum (Kanan) dan Sesudah (Kiri) Rancangan.
(Sumber: Fadel, 2017)

Dari rancangan tempat sampah diatas terlihat sebagian orang akan menggunakan posisi menunduk atau membungkuk pada saat membuang sampah dimana. Celah dari pembuangan tempat sampah juga kurang besar sehingga sampah bisa saja tidak masuk dan tercecer disekitar tempat sampah. Desain ini juga tidak memiliki penutup pada celah pembuanganya sehingga dapat mengeluarkan bau dari

sampah-sampah di dalamnya. Desain ini juga menyulitkan petugas kebersihan pada saat mengambil sampah dalam tempat sampah tersebut.

Tabel 2. 1 Tempat Sampah yang Estetika

Penulis	Tujuan	Metode	Hasil	Desain
Balderas, B. J., Cabilzo, R. D., Zuñiga, M. Y., & Sedilla, K. (2020)	Untuk mengembangkan desain tempat sampah yang efektif dan meningkatkan kesadaran masyarakat untuk membuang sampah pada tempatnya.	Wawancara, survey, simulasi dan observasi dibuat dengan bantuan metodologi Kansei dan Shikake.	Tempat sampah akan mencakup di dalam kantong plastik transparan yang akan memiliki ukuran yang sama dari wadah tempat sampah.	
Nawang palupi, C. B., & Pambudi, N. F. (2016)	Mendesain ulang tempat sampah dan gerobak sampah melalui seluruh proses pengembangan produk	Konsep table kombinasi dan metode Scamper design activity.	Merancang tempat sampah dan gerobak sampah dengan konsep TSMORF1 atau konsep tempat sampah plastik dalam buka depan dan GSMORF3 atau konsep gerobak sampah besi kayu dengan bantalan yang akan dikembangkan.	
Nadia, S., Herlambang, Y., & Pambudi, T. S. (2019)	Mendesain tempat sampah yang dirancang sesuai dengan kebutuhan pembuang sampah dan kebutuhan petugas cleaning servis.	Observasi lapangan, kuisisioner dan wawancara terhadap petugas cleaning servis	Design produk tempat sampah	

Tabel 2.1 Tempat Sampah yang Estetika (lanjutan)

Penulis	Tujuan	Metode	Hasil	Desain
Fadel, F. (2017)	Untuk mendesain tempat sampah pintar hemat biaya untuk kasus lokal dan skala kecil, kampus dan rumah sakit.	Wawancara, survei dan rancangan sistem desain	Desain tempat sampah yang mengutamakan desain hemat biaya dari tempat sampah dengan menggunakan sistem modul <i>Global System for Mobile (GSM)</i> .	

Tabel 2.1 dihasilkan kesimpulan bahwa rancangan tempat sampah yang estetika harus mempertimbangkan fungsi terpenting tempat sampah seperti daya tahan, keandalan tempat sampah agar tempat sampah yang dirancang menjadi lebih fungsional. Rancangan tempat sampah juga harus memudahkan para penggunanya dalam membuang sampah tanpa harus melakukan posisi tertentu pada saat membuang sampah misalnya dalam posisi menunduk atau membungkuk dan memudahkan juga para petugas kebersihan dalam mengambil sampah-sampah tersebut dalam posisi yang nyaman.

Tabel 2.2 memaparkan tempat sampah yang terintegrasi dengan masalah pengelolaan sampah dengan mengurangi, menggunakan kembali dan mendaur ulang sampah. Salah satu penelitian dari tempat sampah pintar yang terintegrasi yaitu Bashir dan Bandy (2013) pada sistem ini peneliti memanfaatkan Radio Frequency (RF) *transmitter* dan *receiver* serta PC yang terhubung ke semua tempat sampah dengan menggunakan frekuensi radio. Sistem ini dapat memantau penuh atau tidaknya tempat sampah dengan bantuan sensor infra merah yang dipasang pada bagian atas dan tengah tempat sampah. Dengan menyediakan visualisasi dari keadaan tempat sampah sistem ini terbilang bagus namun jangkauan frekuensi radio yang digunakan mempunyai batas jarak tertentu.

Tabel 2. 2 Tempat Sampah yang Terintegrasi

Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
Sudibyo, H., Pradana, Y. S., Budiman, A., & Budhijanto, W. (2017)	Untuk mempelajari skenario terbaik yang akan diterapkan dalam pengelolaan sampah di Yogyakarta.	Menggunakan dua skenario yaitu : 1. TPST dioperasikan tetapi tanpa pengurangan limbah pada sumbernya 2. TPST dioperasikan bersama dengan pengurangan limbah organik pada sumbernya.	Dari hasil pemodelan, 1. skenario 1 dapat membuat jumlah limbah yang masuk ke Piyungan Landfill Sitestagnant tidak lebih dari 300ton/hari. 2. Skenario 2 diterapkan, jumlah sampah yang masuk ke Piyungan Landfill Sitestagnant dapat dikurangi hingga 200 ton/hari.
Farizal, F., Aji, R., Rachman, A., Nasruddin, N., & Mahlia, T. M. I. (2018)	Untuk mengetahui proporsi optimal dari MSW yang dirawat melalui 3R dan WTE program.	Konsep Reduce, Reuse & Recycle (3R) dan program Waste to Energy (WTE).	Hasil menunjukkan bahwa proporsi optimal <i>Municipal Solid Waste</i> (MSW) melalui program 3R adalah 49.90 % dan 12.37 % melalui program WTE. Ini menyisahkan limbah 37.73 % limbah yang tidak dapat diolah.
Bing, X., Bloemhof, J. M., Ramos, T. R. P., Barbosa-Povoa, A. P., Wong, C. Y., & van der Vorst, J. G. A. J. (2016)	Membandingkan literatur tentang pemodelan logistik limbah.	Literatur review	Kajian perencanaan dan pengelolaan sampah dengan mereduksi sampah di lokasi sedekat mungkin dengan sumber sampah dengan pendekatan melalui aspek hukum, kelembagaan, teknik operasional, aspek pembiayaan serta aspek peran aktif masyarakat.

Tabel 2.2 Tempat Sampah yang Terintegrasi (lanjutan)

Penulis	Tujuan	Metode	Hasil
Bashir, A., & Banday, S. A. (2013)	Mengusulkan metode canggih pengolahan limbah otomatis.	<i>Smart trash system</i>	Desain tempat sampah cerdas dengan menggunakan panel surya.

Tabel 2.3 memaparkan desain tempat sampah yang smart berbasis IoT sehingga dapat mengefesienkan biaya dan waktu dalam pengelolaan sampah. Penelitian yang dilakukan dengan sistem berbasis IoT memungkinkan pengelolaan sampah untuk memantau sampah di dalam tempat sampah dan juga pemberitahuan kondisi lengkapnya dengan menggunakan ponsel dan aplikasi Blynk (Neetha *et al.*, 2017). Sistem yang diusulkan terdiri dari sensor ultrasonik yang dapat mengukur tingkat sampah di dalam tempat sampah. Sistem menunjukkan status tempat sampah melalui LCD dan modul Wifi digunakan untuk mengirim informasi ke smartphone. Dengan demikian diharapkan sistem ini dapat membangun lingkungan yang hijau dengan memantau dan mengendalikan pengumpulan sampah secara cerdas melalui aplikasi IoT. Namun, jika jangkauan atau ketersediaan jaringan terbatas, modul WiFi tidak akan tersedia. Sistem pada desain ini juga belum dapat mengidentifikasi jenis sampah yang berbeda sehingga teknik pengumpulan sampahnya masih belum terpisah berdasarkan jenis sampah.

Tabel 2. 3 Tempat Sampah Berbasis IoT

Penulis	Komponen	Hasil
Khowshalya, R., & Vani, E. (2019)	Mikrokontroler Atmega dan LoRA	Desain tempat sampah terdiri dari sensor dan dukungan perangkat GPS untuk identifikasi lokasi. Jika tempat sampah terisi, secara otomatis menghasilkan pesan ke unit kota menggunakan modul LoRa dan modul LoRa di unit Kota menerima pesan dan informasinya ditransfer ke truk pengumpul sampah tertentu di daerah itu untuk mengumpulkan sampah dari tempat sampah yang di isi. Dilengkapi dengan sensor asap dan suhu untuk mendeteksi kebakaran di dalam tempat sampah
Pawar, S. S., Pise, S., Walke, K.,	Mikrokontroler Atmega 16, sensor IR,	Mengusulkan system pemantau pada tempat sampah berbasis IoT dengan mendeteksi tingkat level ambang sampah pada layar LCD,

Tabel 2.3 Tempat Sampah Berbasis IoT (Lanjutan)

Penulis	Komponen	Hasil
& Mohite, R. (2018)	modul wifi ESP8266, SIM 800, GSM modem, modul GPS SKG 13 BL, ThingSpeak	apabila telah mencapai batas maka pesan SMS akan dikirim ke orang yang mengangkut sampah.
Mustafa, M. R., & Ku Azir, K. N. F. (2017)	Mikrokontroler ARM MBD LPC 1768, sensor IR, modul wifi ESP8266, SIM, ThingSpeak website	Mengusulkan system pemantau pada tempat sampah berbasis IoT dengan mendeteksi tingkat level ambang sampah pada layar LCD, apabila telah mencapai batas maka data dari sensor akan dikirim ke ThingSpeak. Jadi pengelolaan sampah dapat di monitor berdasarkan tingkat kedalaman sampah pada ThingSpeak. Sistem ini memantau kedalaman sampah berdasarkan jenis sampah.
Neetha, Sharma, S., Vaishnavi, V., & Bedhi, V. (2017)	Arduino, sensor, modul wifi, cloud	Mengusulkan sistem pemantauan tempat sampah berbasis IoT dengan mendeteksi tingkat level ambang sampah pada tempat sampah dengan menggunakan ultrasonik sistem. Jika telah mencapai ambang batas maka status tempat sampah akan di unggah ke cloud dan digunakan untuk memantau tempat sampah tersebut.

Tabel 2. 3 didapatkan kesimpulan bahwa rancangan tempat sampah smart yang sudah ada menggunakan teknologi dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Namun tempat sampah smart yang ada sekarang belum melakukan teknik pemisahan sampah berdasarkan jenis sampahnya. Sehingga rancangan tempat sampah yang smart yang akan dibuat juga harus memperhatikan teknik mengidentifikasi jenis sampah sehingga akan memudahkan para petugas kebersihan untuk memisahkan sampah – sampah.

2.2. Definisi Fungsional

Sebuah produk atau brand akan sangat mudah di nilai dari segi fungsionalnya, yaitu nilai yang di dapat dari atribut produk yang memberikan kegunaan (*utility*) fungsional, yang secara langsung dapat di rasakan oleh customer (Miquel, 2007). Nilai yang paling mudah dilihat adalah nilai fungsional, yaitu nilai yang di peroleh dari kualitas produk yang memberikan kegunaan (*utility*) fungsional kepada konsumen. Menurut Oesman (2010) mengemukakan bahwa nilai fungsional berkaitan langsung dengan fungsi yang diberikan oleh produk atau layanan kepada konsumen. Jika memiliki keunggulan secara fungsional, maka sebuah merek mendominasi kategori. Menurut Surachman (2008) dan Edwar (2010) menjelaskan bahwa nilai fungsional suatu produk, didefinisikan sebagai utilitas yang berasal dari kualitas yang dirasakan dan kinerja yang diharapkan dari produk, seperti daya tahan dan kualitas teknis dan kemudahan penggunaan. Nilai fungsional yakni nilai yang diperoleh dari atribut produk yang memberikan kegunaan (*utility*) fungsional pada pelanggan. Nilai tersebut berkaitan langsung dengan fungsi yang diberikan oleh produk layanan kepada pelanggan.

Nilai fungsional terkait dengan lingkup apakah sebuah produk (barang atau jasa) mempunyai karakteristik yang diinginkan, berguna atau menampilkan fungsi yang diinginkan. Seperti yang disarankan oleh Woodruff (1997), tiga aspek kunci dari nilai fungsional adalah :

1. Benar, akurat atau fitur yang tepat, fungsi, atribut atau karakteristik (seperti estetika, kualitas, atau kreativitas).
2. Penampilan yang tepat (seperti realibilitas, kualitas kerja atau hasil dukungan pelayanan).
3. Hasil atau konsekuensi yang tepat (seperti nilai strategis, efektivitas, keuntungan operasional dan keuntungan lingkungan sekitar).

Dari beberapa definisi fungsional, dapat ditarik kesimpulan bahwa fungsional merupakan :

1. Kegunaan/*utility* (Oesman, 2010)
2. Kualitas (Edward, 2010)
3. Estetika (Woodruff, 1997)

Rancangan tempat sampah yang fungsional harus mempertimbangkan fungsi terpenting tempat sampah yaitu kegunaan dari tempat sampah, kualitas tempat

sampah dengan daya tahan, keandalan tempat sampah serta dari segi estetika yaitu keindahan dari tempat sampah sehingga membuat masyarakat tertarik untuk membuang sampah pada tempat sampah tersebut.

2.3. Tempat Sampah yang *Smart*

Khowshalya dan Vani (2019) merancang tempat sampah smart yang terdiri dari sensor dan dukungan perangkat *Global Positioning System* (GPS) untuk identifikasi lokasi. Jika tempat sampah terisi, secara otomatis menghasilkan pesan ke unit kota menggunakan modul LoRa dan modul LoRa di unit Kota menerima pesan dan informasinya ditransfer ke truk pengumpul sampah tertentu di daerah itu untuk mengumpulkan sampah dari tempat sampah yang di isi. Dilengkapi dengan sensor asap dan suhu untuk mendeteksi kebakaran di dalam tempat sampah. Pawar *et al.*, (2018) mengusulkan sistem pemantau pada tempat sampah berbasis IoT dengan mendeteksi tingkat level ambang sampah pada layar LCD, apabila telah mencapai batas maka pesan SMS akan dikirim ke orang yang mengangkut sampah. Neetha *et al.*, (2017) mengusulkan sistem pemantauan tempat sampah berbasis IoT dengan mendeteksi tingkat level ambang sampah pada tempat sampah dengan menggunakan ultrasonic system. Jika telah mencapai ambang batas maka status tempat sampah akan di unggah ke *cloud* dan digunakan untuk memantau tempat sampah tersebut.

Dari beberapa rancangan tempat sampah *smart* yang ada sekarang, belum ada tempat sampah *smart* yang melakukan pemisahan sampah berdasarkan jenis sampah. Rancangan tempat sampah smart yang akan dibuat akan melakukan teknik pemisahan sampah berdasarkan jenis sampah dengan menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT) dan tempat sampah smart yang dirancang juga akan otomatis membuka dan menutup sehingga ketika orang membuang sampah tidak perlu lagi membuka dan menutup secara manual. Perancangan tempat sampah yang smart juga salah satunya dengan mengubah sampah menjadi poin yang dapat di konversi menjadi alat transaksi pembayaran, misalnya program yang di kelolah oleh pemerintah daerah seperti pajak kendaraan, PDAM, bank sampah dan lain sebagainya. Sehingga dapat membuat masyarakat di area publik tertarik untuk membuat sampah pada tempat sampah *smart*.

Rancangan tempat sampah yang smart ini juga mendukung konsep

pengembangan *smart city*. Baik elemen pemerintah maupun elemen masyarakat sudah mulai ramai mencanangkan *smart city*. *Smart city* merupakan konsep perencanaan kota dengan memanfaatkan perkembangan teknologi, salah satu komponen utamanya adalah *smart environment* atau lingkungan pintar (Maulana *et al.*, 2018). Terciptanya suatu lingkungan pintar akan mendukung kenyamanan masyarakat serta meningkatkan kesehatan masyarakat, juga membantu mengontrol kebersihan tempat sampah pada lingkungan masyarakat.

Tempat sampah yang smart merupakan salah satu aplikasi *smart environment* di lingkungan yang dapat mendeteksi sampah berdasarkan kelompok sampah yaitu logam dan plastik (Rahmayanti *et al.*, 2018). Smart Environment didukung oleh sebuah konsep *Internet of Things* (IoT) yaitu sebuah konsep dimana suatu objek memiliki kemampuan untuk mentransfer data melalui jaringan tanpa memerlukan interaksi manusia ke manusia atau manusia ke komputer (Khan dan Agrawal, 2018). Salah satu penerapan *smart environment* yang dilakukan adalah dengan membuat sebuah tempat sampah pintar yang mampu mengontrol dan mengirimkan data saat tempat sampah sudah mengalami kepenuhan, sehingga mempermudah petugas kebersihan untuk melakukan pembersihan sampah tanpa perlu menghabiskan waktu (Farizal *et al.*, 2018). Meghana dan Nataraj (2016) membahas *internet of things* sebagai faktor utama yang memungkinkan solusi paradigma berkomunikasi antara beberapa teknologi dapat terintegral dan komprehensif, identifikasi dan mengintegrasikan untuk pelacakan teknologi sebagai sensor nirkabel dan aktuator. Di dalam makalah ini tergambar jelas IoT menjadi bagian penting untuk masa depan karena dapat menunjukkan visi yang komprehensif dari domain aplikasi serta lingkaran dalam kehidupan kita sehari-hari.

2.4. Definisi Area Publik

Area publik sebagai salah satu dari elemen-elemen kota memiliki peran yang sangat penting. Area publik berperan sebagai pusat interaksi dan komunikasi masyarakat baik formal maupun informal, individu atau kelompok. Pengertian Area publik secara singkat merupakan suatu ruang yang berfungsi untuk kegiatan-kegiatan masyarakat yang berkaitan dengan sosial, ekonomi, dan budaya. Sikap dan perilaku manusia yang dipengaruhi oleh perkembangan teknologi juga berpengaruh

terhadap tipologi ruang kota yang direncanakan (Darmawan, 2007).

Area publik adalah area yang berfungsi untuk tempat menampung aktivitas masyarakat, baik secara individu maupun secara kelompok, dimana bentuk ruang publik ini sangat tergantung pada pola dan susunan massa bangunan (Rustam Hakim dalam Darmawan, 2007). Menurut Carr dkk. dalam Darmawan (2007) tipologi ruang publik penekanan kepada karakter kegiatannya, lokasi dan proses pembentuknya. Carr dkk membagi tipologi ruang publik diantaranya adalah: jalan, taman bermain, jalur hijau, perbelanjaan dalam ruang, ruang spontan dalam lingkungan hunian, ruang terbuka komunitas, square dan plaza, pasar, tepi air.

Area publik juga dapat berperan sebagai paru-paru kota yang dapat menyegarkan kawasan tersebut. Menurut Carr dalam Darmawan (2007) secara singkat area publik memiliki 3 karakter penting yakni: memiliki makna (*meaningful*), dapat mengakomodir kebutuhan para pengguna dalam melakukan kegiatan (*responsive*), dapat menerima berbagai kegiatan masyarakat tanpa ada diskriminasi (*democratic*). Area publik yang responsif artinya dapat digunakan untuk berbagai kegiatan dan kepentingan. Sedangkan yang dimaksud dengan demokratis yaitu area publik dapat dimanfaatkan pengunjung tanpa adanya perbedaan sosial, ekonomi, dan budaya. Bahkan, unsur demokratis merupakan satu watak area publik karena ruang publik harus dapat dijangkau (aksesibel) pengunjung dengan berbagai kondisi fisiknya, termasuk para penderita cacat tubuh maupun lansia. Yang dimaksud dengan bermakna adalah pengunjung dapat memiliki rasa kepuasan dan kenyamanan baik secara sosial maupun fisik.

Dari beberapa definisi area publik dihasilkan kesimpulan bahwa area publik merupakan suatu ruang terbuka atau tertutup yang berfungsi untuk kegiatan-kegiatan masyarakat yang berkaitan dengan sosial, ekonomi, dan budaya serta area untuk tempat menampung aktivitas masyarakat, baik secara individu maupun secara kelompok.

2.5. Metode *Quality Function Deployment* (QFD)

Konsep QFD pertama kali dikemukakan oleh Dr Yoji Akao di Jepang pada 1966. Akao mendefinisikan QFD sebagai sebuah metode untuk mendefinisikan desain kualitas dengan ekspektasi konsumen, kemudian menerjemahkan ke desain target dan poin kritikal kualitas, sehingga dapat di gunakan fase pengembangan

produksi/jasa dalam sebuah industri (Franceschini dan Rossetto, 2002).

QFD adalah suatu metodologi untuk menterjemahkan kebutuhan dan keinginan konsumen kedalam suatu rancangan produk yang memiliki persyaratan teknis dan karakteristik kualitas tertentu (Akao, 1990). QFD adalah metodologi terstruktur yang digunakan dalam proses perencanaan dan pengembangan produk untuk menetapkan spesifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen serta mengevaluasi secara sistematis kapabilitas suatu produk atau jasa dalam memenuhi kebutuhan dan keinginan konsumen (Cohen, 1995).

Jadi QFD merupakan metode atau alat bantu yang digunakan dalam perancangan dan pengembangan produk yang terstruktur yang memungkinkan pengembangan produk dapat mengidentifikasi keinginan dan kebutuhan konsumen dengan jelas, kemudian mengevaluasi masing-masing kemampuan produk dalam memenuhi kebutuhan konsumen.

Rumah kualitas atau biasa disebut juga *House Of Quality* (HOQ) merupakan tahap pertama dalam penerapan metodologi QFD. Secara garis besar matriks ini merupakan upaya untuk mengkonversi *Voice Of Customer* secara langsung terhadap persyaratan teknik atau spesifikasi dari produk atau jasa yang dihasilkan. Menurut Cohen (1995), *House of Quality* (HOQ) adalah suatu kerangka kerja atas pendekatan dalam mendesain manajemen yang dikenal sebagai *Quality Function Deployment* (QFD). HOQ memperlihatkan struktur untuk mendesain dan membentuk suatu siklus dan bentuknya menyerupai sebuah rumah kunci. Dalam membangun HOQ adalah difokuskan pada kebutuhan konsumen sehingga proses desain dan pengembangannya lebih sesuai dengan apa yang diinginkan oleh konsumen dari pada dengan teknologi inovasi.

Pelaksanaan QFD pada dasarnya terdiri dari tiga tahapan, dimana semua kegiatan pada masing-masing tahapan dapat diterapkan seperti pada sebuah proyek dengan melakukan tahap perencanaan terlebih dahulu. ketiga tahapan yang dilalui tersebut adalah (Cohen, 1995) :

1. Pengumpulan *Voice of Customers*

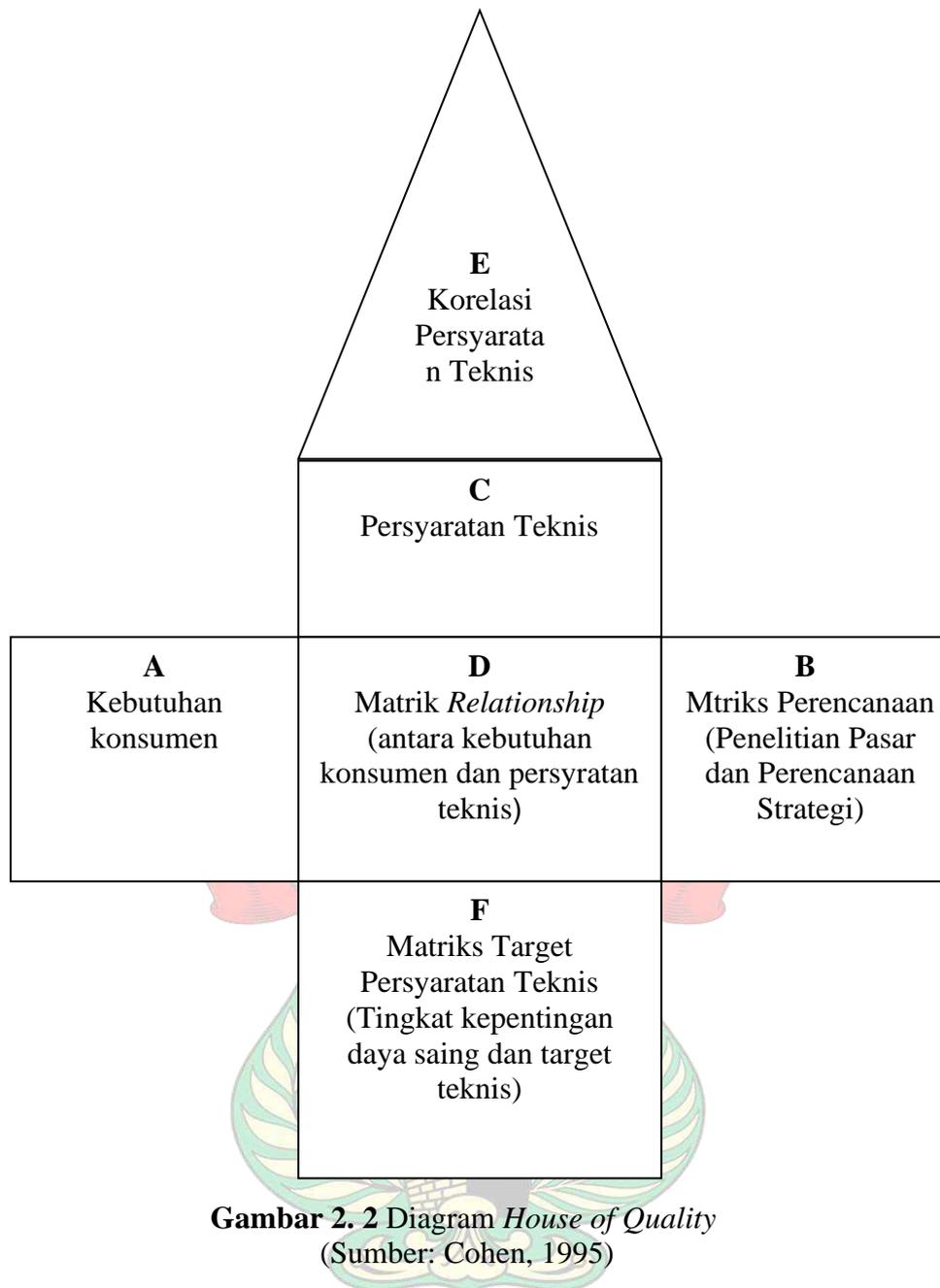
Pengumpulan *voice of customers* dilakukan dengan survei yang ditulis sebagai atribut dari produk atau jasa. Atribut ini biasanya disebut sebagai data kuantitatif. Data kualitatif secara umum diperoleh dari pembicaraan dan observasi langsung dengan konsumen, sedangkan

data kuantitatif diperoleh dari survei atau penarikan suara.

2. Penyusunan *House of Quality* (HOQ)

Pada teknis penyusunan HOQ di butuhkan hasil dari pengumpulan data yang kemudian di kelompokkan dari yang terpenting hingga yang tidak di butuhkan yang melalui seleksi dari pemberian nilai pada tiap kebutuhan pelanggan adapun langkah awal pengerjaannya adalah sebagai berikut :





Gambar 2. 2 Diagram *House of Quality*
(Sumber: Cohen, 1995)

3. Analisa dan implementasi

Tahap ini dilakukan proses pemasukan data yang telah di peroleh kedalam *House of Quality* yang kemudian dianalisa agar nantinya dapat diimplementasikan dengan baik.

Dari kedua metode Kansei Engineering dan QFD pada perancangan produk terdapat perbedaan yaitu Kansei Engineering lebih mengutamakan persaan customernya sedangkan QFD mengutamakan kebutuhan konsumen dalam merancang produk.