

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Persaingan yang ketat antar pebisnis makanan membuat pebisnis harus menciptakan peluang dan strategi untuk memperlihatkan keunikan sebagai bentuk daya tarik bisnis. Pemilik bisnis makanan diharapkan dapat memberikan kepuasan kepada pelanggan agar dapat memberikan *feedback* yang menguntungkan[1]. Dalam meningkatkan kepuasan dari pelanggan, banyak tempat makan yang menyediakan fasilitas layanan antar (*delivery service*). Fasilitas layanan antar ini tidak lepas dari penggunaan kotak pengantar makanan (*box delivery*)[2].

Box motor delivery merupakan sebuah kotak yang dipasang dan diletakkan di atas sepeda motor. *Box motor delivery* hadir sebagai inovasi yang muncul dalam industry pengiriman barang. Tujuan dari *box motor delivery* adalah memudahkan membawa, mengangkut, serta meletakkan barang dalam jumlah banyak saat berkendara menggunakan sepeda motor. Selain itu, *box motor delivery* juga memudahkan pengiriman barang bagi kurir dengan mudah. Idealnya *box motor delivery* adalah menjaga kualitas dan keamanan ketika pengantaran dilakukan, agar barang yang dikirim menggunakan *box delivery* tiba dengan kondisi yang sama seperti sebelum pengiriman[3]. *Box delivery* banyak digunakan oleh kurir makanan sebagai sarana menyimpan makanan yang dipesan pelanggan secara *online*. Selain itu *box delivery* juga digunakan untuk fasilitas promosi tempat makanan.

Meskipun banyak kegunaan yang diperoleh dari *box motor delivery*, terdapat permasalahan yaitu kurangnya pengamanan terhadap makanan yang berada di dalam *box motor delivery* yang mengakibatkan meningkatnya resiko pencurian dan kerusakan makanan didalamnya, seperti suhu makanan yang berubah selama pengiriman, sehingga makanan dalam *box* tidak lagi *fresh* setelah sampai di tangan konsumen. Kerusakan makanan yang akan dikirimkan mengakibatkan menurunnya kualitas makanan yang diantar menggunakan *box motor delivery* selama perjalanan berlangsung.

Salah satu hal terpenting dalam pengiriman makanan adalah menjaga suhu makanan agar tetap segar. Jika suhu makanan tidak dipertahankan dengan baik selama proses pengiriman, kualitasnya dapat menurun secara signifikan, yang tidak hanya mempengaruhi rasa dan tekstur, tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen. Selain itu, ketika kurir meninggalkan sepeda motor terlalu lama, ada saja oknum yang tidak bertanggung jawab membuka *box delivery* tersebut dan mengambil makanan didalamnya menjadikan minimnya keamanan pada *box delivery*.

Dengan adanya penurunan terhadap kualitas makanan yang dikirimkan akibat kurangnya pengamanan dapat menyebabkan turunnya kepuasan pelanggan terhadap makanan yang diterima. Kurir akan menerima kritikan dan rating buruk dari pelanggan dan pihak restoran. Selain itu perusahaan makanan atau restoran juga akan menerima kritikan buruk dari pelanggan karena makanan yang diterima berkualitas buruk.

Dari permasalahan tersebut, pihak yang terlibat dalam mengatasi masalah ini adalah kurir makanan yang menggunakan kotak (*box delivery*) dalam pengantaran makanannya. Jika masalah kurangnya keamanan makanan pada *box motor delivery* dapat dicegah maka akan membuat pengguna jasa dan kurir merasa aman terhadap makanan yang akan dikirimkan dan dapat meminimalisir terjadinya kerusakan makanan selama perjalanan.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Agam Rouf Romadlon dan Junaidi Hidayat, diketahui bahwa *box delivery* yang sudah digunakan oleh perusahaan-perusahaan makanan yang ada belum berfungsi maksimal untuk menjaga makanan agar tidak rusak dan terjaga dengan baik. Selanjutnya hasil observasi dan pengamatan yang dijumpai pada wilayah Gresik dan Surabaya, didapati sebagian kurir makanan sering mengabaikan hal penting saat melakukan pengantaran makanan. Terdapat kurir yang tidak menggunakan *box delivery* yang telah disediakan pihak perusahaan dan ada yang tetap menggunakannya. Alasan dari kurir yang tidak menggunakan *box delivery* karena takut dan khawatir jika

terjadi hal-hal yang tidak diharapkan, seperti tumpahnya makanan atau minuman[3].

Ukuran *box motor delivery* yang digunakan disesuaikan berdasarkan kapasitas mesin dan ukuran *body* motor. Untuk ukuran motor dengan mesin dibawah 150 cc, ukuran *box* yang ideal adalah di bawah 40 liter, sedangkan untuk ukuran motor dengan mesin di atas 150 cc, dapat menggunakan *box* diatas 40 liter[4]. *Box* motor berkapasitas di bawah 40 liter mampu menampung beban mencapai 3 kilogram, sedangkan *box* berukuran lebih dari 40 liter mampu menampung barang dengan berat hingga 5 kilogram[4].

Rata-rata ukuran *box* motor yang digunakan berukuran antara 60 cm x 40 cm x 40 cm. Berdasarkan penelitian tentang pengiriman makanan, sekitar 30% pengiriman mengalami kerusakan akibat kurangnya sistem pengamanan dalam *box delivery*. Kerusakan ini mencakup tumpahan makanan hingga rusaknya barang-barang elektronik, yang menunjukkan pentingnya peningkatan keamanan dalam *box* pengiriman[5]. Berdasarkan hal ini, sistem perlindungan yang lebih baik dibutuhkan untuk menjaga kualitas barang selama proses pengiriman. Selain itu, penelitian juga menunjukkan bahwa *box delivery* tanpa sistem pengamanan yang memadai meningkatkan risiko pencurian hingga 25%. Barang-barang yang tidak terlindungi dengan baik menjadi lebih rentan terhadap pencurian selama proses pengiriman, sehingga merugikan pengirim maupun penerima[5]. Hal ini menekankan pentingnya fitur keamanan dalam *box delivery* untuk mencegah kerugian.

Di era digital dan e-commerce, ekspektasi konsumen terhadap kualitas pengiriman terutama untuk produk sensitif seperti makanan, semakin tinggi. Ulasan negatif dan keluhan pelanggan akibat kerusakan makanan yang disebabkan oleh kurangnya penanganan yang tepat termasuk kontrol suhu dapat merusak reputasi merek dan menyebabkan kerugian pelanggan yang signifikan. Sebuah survei menunjukkan bahwa lebih dari 60% konsumen cenderung tidak akan berbelanja lagi dari perusahaan yang memberikan pengalaman pengiriman buruk[5]. Penelitian menyoroti besarnya kerugian ekonomi global yang diakibatkan oleh kerusakan dan pemborosan makanan, terutama pada produk-produk yang membutuhkan kontrol

suhu ketat. Sebuah studi menunjukkan bahwa sekitar sepertiga dari seluruh makanan yang diproduksi untuk konsumsi manusia hilang atau terbuang setiap tahun[5].

Solusi yang telah ada yaitu menggunakan kotak *styrofoam* untuk membungkus makanan dalam *box*. Kelebihan dari penggunaan kotak *styrofoam* adalah dapat memberikan isolasi termal yang menjaga suhu makanan tetap stabil baik panas maupun dingin dalam waktu tertentu. Namun, penggunaan *styrofoam* mengakibatkan pencemaran lingkungan karena bahannya yang sulit terurai. Selain itu, penggunaan kotak *styrofoam* hanya sekali pakai yang menyebabkan banyaknya sampah yang mencemari lingkungan.

Solusi lain yang telah ada yaitu penggunaan bahan pengaman seperti *plastic wrap*. Kelebihan penggunaan *plastic wrap* adalah dapat melapisi makanan agar makanan tidak tumpah dan berserakan. Namun, kekurangan dari *plastic wrap*, tidak dapat menjaga makanan agar tidak rusak dan penggunaannya hanya sekali pakai, sehingga jika menggunakan *plastic wrap* berkelanjutan akan menambah limbah plastik yang merusak lingkungan. *Plastic wrap* juga tidak dapat menjaga suhu dari makanan.

Penelitian pernah dilakukan oleh Fadly Ahmad Kurniawan Nasution dan Muhammad Arifin yang berfokus pada alat atau teknologi praktis yang memiliki ukuran pas untuk diletakkan diatas sepeda motor dan bagaimana alat tersebut dapat menyimpan makanan dan menghangatkan makanan serta menjaga suhu makanan selama pengantaran[2]. Penelitian lainnya juga pernah dilakukan oleh Bayu Gusti Pratama. Penelitian yang dilakukan berfokus untuk menjaga agar makanan di dalam *box* tidak tumpah saat perjalanan sampai ke tangan konsumen[6].

1.1.2 Analisis Masalah

Minimnya sistem pengamanan pada *box motor delivery* dapat menyebabkan kerugian ekonomi yang cukup besar. Kerusakan makanan, atau bahkan pencurian makanan, mengharuskan perusahaan pengiriman mengganti makanan yang rusak atau hilang. Hal ini tidak hanya meningkatkan biaya operasional tetapi juga menurunkan keuntungan. Pelanggan yang merasa dirugikan karena pengiriman

yang tidak aman merasa enggan menggunakan jasa tersebut lagi, sehingga mengakibatkan berkurangnya pendapatan jangka panjang bagi perusahaan atau pebisnis makanan. Selain itu, peningkatan biaya pengamanan *box* motor juga dapat menaikkan harga layanan pengiriman, sehingga tidak terjangkau bagi konsumen.

Aspek lingkungan dari kurangnya pengamanan dalam *box motor delivery* juga tidak bisa diabaikan. Ketika makanan rusak selama pengiriman, mengakibatkan makanan harus dibuang. Makanan yang dibuang karena rusak akan menjadi limbah organik yang menambah beban tempat pembuangan sampah. Selain itu, penggunaan kemasan seperti *plastic wrap* dan *styrofoam*, mengakibatkan masalah limbah plastik yang mencemari lingkungan. Diperlukannya pembaharuan untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan.

Berdasarkan aspek sustainabilitas, banyak kemasan yang digunakan saat ini menggunakan kemasan sekali pakai seperti *plastic wrap* dan *styrofoam*. Perusahaan perlu mencari alternatif kemasan lain dengan bahan yang tahan lama, mudah dicari, dan tidak mudah rusak.

1.1.3 Kebutuhan Yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, sistem yang dirancang harus memenuhi kriteria:

1. Sistem yang dirancang hanya dapat dibuka oleh kurir yang sedang bertugas. Sistem harus memastikan keamanan makanan dengan cara hanya kurir yang dapat membuka *box* tersebut. Hal ini bertujuan untuk mencegah orang yang tidak mempunyai akses membuka dan mengambil makanan di dalam *box*.
2. Sistem yang dirancang dapat memberikan peringatan kepada kurir jika terdeteksi adanya buka paksa sistem. Jika orang yang tidak mempunyai akses mencoba membuka paksa pintu *box*, sistem akan memberikan peringatan kepada kurir. Hal ini dilakukan untuk membantu kurir mengambil tindakan cepat agar tidak sembarangan orang yang dapat membuka *box*.

3. Sistem yang dirancang dapat membaca dan mengukur suhu dalam *box*. Sistem dapat memantau suhu makanan dan suhu dalam menyesuaikan suhu *box* dengan suhu makanan agar makanan tetap *fresh* dikonsumsi sampai ke konsumen.
4. Sistem yang dirancang dapat menjaga suhu makanan dalam *box* agar tetap *fresh*. Tujuannya agar makanan tetap segar selama perjalanan hingga sampai ke tangan konsumen.
5. Sistem yang dirancang dapat memonitor suhu dan dapat mengontrol suhu dengan memanfaatkan teknologi yang memberikan kemudahan bagi pengguna.

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan kebutuhan yang harus dipenuhi, tujuan yang dicapai untuk menjadi solusi dari masalah yaitu alat yang dirancang dapat meningkatkan keamanan pada *box motor delivery*, menjaga agar makanan di dalam *box* tetap *fresh* dengan menjaga suhu dalam *box*.

1.2 Solusi

1.2.1 Karakteristik Produk

Sistem yang akan dibuat memiliki beberapa karakteristik produk, yaitu:

1. Fitur Dasar

Fitur utama dari produk adalah adanya sistem penguncian otomatis yang hanya bisa diakses oleh kurir makanan untuk mencegah akses mencurigakan dan meningkatkan keamanan makanan selama peniriman. Produk akan memberikan peringatan kepada kurir jika terdapat upaya membuka *box* secara paksa. Selain itu, produk juga didesain untuk memastikan kualitas makanan terjaga dengan baik dengan menjaga suhu makanan di dalamnya.

a. *Sensing Capability*

Sistem dilengkapi dengan sensor yang dapat mendeteksi suhu di dalam box serta mendeteksi jika adanya indikasi kemalingan.

b. *Notifikasi Capability*

Sistem akan memberitahu informasi status keamanan box secara real-time kepada kurir

c. *Computing Methode*

Sistem akan mempunyai metode komputasi untuk memproses data dari sensor

d. *Compability Capability*

Sistem terintegrasi antara mikrokontroler dengan platform dan perangkat yang akan digunakan

e. *Security Capability*

Sistem akan memastikan hanya kurir dan pihak yang berwenang dapat membuka box untuk keamanan makanan

f. *Temperatur Detector*

Sistem dilengkapi dengan pemantauan dan pengaturan suhu sesuai kondisi suhu makanan secara cepat dan *real-time* untuk menjaga kualitas makanan selama pengiriman

g. *User Friendly*

Sistem yang ditawarkan memberikan kemudahan dalam penggunaannya bagi kurir makanan dan pebisnis atau perusahaan makanan.

2. Fitur Tambahan

a. Biaya yang diperlukan untuk merancang dan mengembangkan solusi yang ditawarkan rendah.

b. Solusi yang ditawarkan mudah diproduksi dan memungkinkan untuk diproduksi dalam jumlah banyak.

c. Solusi yang ditawarkan menggunakan bahan yang tahan air untuk menghadapi perubahan cuaca terutama hujan

d. Solusi yang ditawarkan menggunakan bahan yang tahan lama, mudah dicari, dan tidak mudah rusak.

- e. Solusi yang ditawarkan tidak menghabiskan banyak sumber daya energi dan tidak merusak lingkungan
- f. Solusi yang ditawarkan dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan oleh satu orang dengan jam kerja 12 jam per minggu

1.2.2 Usulan Solusi

1.2.2.1 Solusi 1: Sistem Keamanan Box dengan RFID dan Kontrol Suhu Berbasis *Fuzzy Logic*

Sistem hanya dapat dibuka oleh kurir yang memiliki akses untuk membukanya. Untuk membuka *box*, kurir harus mempunyai kartu atau *tag* RFID (*Radio Frequency Identification*) yang sudah diverifikasi sesuai identitas kurir. Sehingga sistem hanya dapat dibuka oleh kurir yang memiliki akses untuk membukanya. RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah teknologi *Auto-ID* (*Automatic Identification*) untuk mengidentifikasi objek secara otomatis tanpa campur tangan manusia. Proses ini memanfaatkan gelombang elektromagnetik dan memerlukan dua komponen utama, yaitu *tag* dan *reader*. RFID *tag* berisi informasi unik. RFID *reader* merupakan alat yang membaca informasi dari *tag* RFID[7]. Jika terdeteksi adanya aksi buka paksa pada *box*, sistem akan memberitahu kurir berupa notifikasi sebagai peringatan. Dengan sistem ini dapat mencegah pencurian makanan karena pembukaan *box* yang tidak sah selama pengiriman.

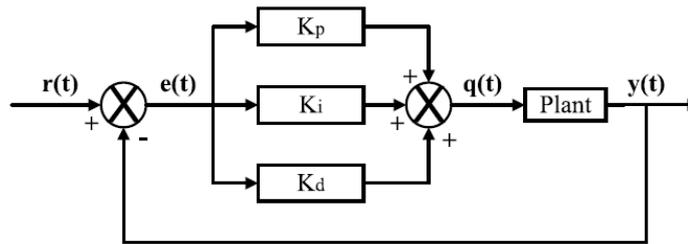
Box dilengkapi dengan sensor suhu yang secara *real-time* memantau kondisi makanan di dalamnya. Data suhu yang dikumpulkan akan diproses menggunakan algoritma *fuzzy logic*. *Fuzzy logic* adalah bagian dari kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) yang digunakan untuk mengendalikan sistem dengan pola yang tidak teratur atau sulit diprediksi. Pendekatan ini memanfaatkan kumpulan aturan sederhana, sehingga lebih fleksibel dalam menghadapi ketidakpastian. *Fuzzy logic* adalah metode yang mempertimbangkan nilai antara 0 dan 1, tidak hanya benar atau salah seperti logika tradisional[8]. Dalam kontrol suhu, *fuzzy logic* menganalisis data dari sensor suhu dan menyesuaikan kerja pemanas dan pendingin secara bertahap, berdasarkan aturan yang fleksibel. Jika suhu dalam *box* berubah, sistem *fuzzy logic* akan menyesuaikan suhu dengan cara mengaktifkan pemanas dan

pendingin untuk menjaga suhu tetap stabil, sehingga kualitas makanan tetap terjaga hingga sampai ke tangan konsumen.

1.2.2.2 Solusi 2: Sistem Keamanan Box dengan RFID dan Kontrol Suhu Berbasis PID (*Proportional-Integral-Derivative*)

Kurir makanan menggunakan kartu RFID agar *box* bisa terbuka untuk mencegah akses oleh pihak yang tidak berwenang agar tidak dapat membuka *box* secara sembarangan. RFID (*Radio Frequency Identification*) adalah teknologi otomatis untuk mengenali objek tanpa perlu interaksi manual. Teknologi ini bekerja dengan gelombang elektromagnetik dan membutuhkan dua komponen utama, diantaranya *tag* dan *reader*. RFID *tag* berisi informasi unik. RFID *reader* berfungsi untuk membaca data dari *tag* dan memastikan informasi dapat diakses dengan mudah[7]. Sistem keamanan berbasis RFID melindungi makanan dari pencurian, karena hanya kurir atau pihak berwenang yang dapat mengakses *box*. Jika ada upaya pembukaan paksa tanpa memvalidasi RFID, sistem akan mengirimkan peringatan kepada kurir untuk tindakan segera.

Sensor suhu di dalam *box* akan memantau suhu makanan selama perjalanan. Sistem melakukan kontrol suhu berbasis PID yang secara otomatis memantau dan menyesuaikan suhu dalam *box*, sehingga dapat menjaga suhu makanan tetap dalam kondisi optimal. Sistem kontrol PID adalah sistem kendali berjenis *close loop* yang menggabungkan tiga komponen, yaitu *proportional*(P), *integral*(I), dan *derivative*(D). Masing-masing komponen memiliki kelebihan dan kekurangan dalam merespons perubahan. Tujuan dari penggabungan ini adalah untuk memastikan sistem dapat mencapai titik setelan (*setpoint*) dengan optimal. Dalam penerapannya, nilai Kp, Ki, dan Kd harus diatur agar respon output sesuai dengan yang diharapkan[9]. Gambar 1.1 berikut ini menunjukkan struktur basis sistem kontrol PID[10].



Gambar 1. 1 Struktur Basis Sistem Kontrol PID

Sistem PID akan merespon perubahan suhu secara *real-time* berdasarkan suhu yang terbaca oleh sensor suhu dengan mengaktifkan pemanas atau pendingin, sehingga makanan tetap segar dan aman saat tiba di tangan konsumen. Perubahan suhu dapat menurunkan kualitas makanan dan meningkatkan risiko kerusakan makanan.

1.2.2.3 Solusi 3: Sistem Keamanan Box dengan *Fingerprint* dan Kontrol Suhu Berbasis *Fuzzy Logic*

Box motor delivery dilengkapi dengan teknologi pendeteksian *fingerprint* untuk keamanan makanan dalam *box*. Sebelum membuka *box*, kurir harus menempelkan sidik jarinya pada sensor *fingerprint* yang terpasang di *box*. *Fingerprint* adalah salah satu bentuk biometrik yang menggunakan ciri fisik seseorang untuk identifikasi. Verifikasi dilakukan dengan membandingkan pola sidik jari melalui sensor khusus[11]. Sistem ini memastikan bahwa hanya kurir yang terdaftar dan bertugas yang bisa membuka *box* untuk mencegah akses dari pihak tak berwenang. Saat kurir ingin membuka *box* untuk mengambil atau meletakkan barang, kurir harus memverifikasi identitasnya melalui pemindai sidik jari. Jika ada upaya pembukaan paksa, sistem akan mengirimkan peringatan otomatis kepada kurir, memberikan informasi bahwa *box* sedang dalam kondisi bahaya.

Sistem membaca suhu makanan menggunakan sensor suhu. Sistem kontrol suhu berbasis *fuzzy logic* akan memonitor suhu dalam *box* dan menyesuaikan suhu agar tetap stabil. *Fuzzy logic* merupakan cabang kecerdasan buatan (AI) yang berfungsi untuk mengontrol sistem dengan pola yang tidak teratur atau sulit diprediksi. Teknologi ini menggunakan aturan-aturan sederhana sebagai panduan, menggantikan rumus matematika yang kompleks, sehingga lebih adaptif dalam menghadapi kondisi yang tidak pasti. Algoritma *fuzzy logic* adalah metode pemrosesan data yang menggunakan kebenaran dengan rentang nilai 0 dan 1, tidak

hanya benar atau salah seperti pada logika tradisional[8]. Kontrol suhu berbasis *fuzzy logic* akan mengaktifkan pemanas dan pendingin dari analisa data suhu yang terbaca dari sensor suhu. Metode ini dapat menjaga makanan tetap pada suhu optimal sepanjang perjalanan, sehingga makanan tetap *fresh* saat tiba di tangan konsumen.

1.2.2.4 Solusi 4: Sistem Keamanan Box dengan *Fingerprint* dan Kontrol Suhu Berbasis PID (*Proportional-Integral-Derivative*)

Sistem keamanan box dengan *fingerprint* yang terintegrasi dengan pengaturan suhu berbasis PID dirancang untuk menjaga keamanan dan kualitas makanan selama pengiriman dengan motor. Kurir membuka *box* menggunakan sidik jari yang telah disimpan sebelumnya untuk bisa membuka *box*. *Fingerprint* merupakan salah satu metode biometrik yang memanfaatkan karakteristik fisik unik setiap orang untuk proses identifikasi. Teknologi ini bekerja dengan membaca dan membandingkan pola sidik jari menggunakan sensor khusus[11]. Teknologi *fingerprint* memastikan bahwa hanya pengguna yang terverifikasi dapat membuka *box*, mengurangi risiko pencurian makanan. Jika ada pihak yang membuka *box* secara paksa, sistem akan memberi penringatan kepada kurir untuk mengambil tindakan.

Sensor suhu di dalam *box* bekerja untuk memantau suhu makanan selama perjalanan. Selama perjalanan, pengaturan suhu berbasis PID akan secara otomatis mengontrol dan mempertahankan suhu di dalam *box* secara *real-time*, dengan mengaktifkan pemanas dan pendingin menyesuaikan suhu dalam *box* dengan suhu makanan agar makanan tetap *fresh* hingga sampai ke tangan konsumen. Metode PID adalah sistem *close loop* yang mengombinasikan tiga elemen utama, diantaranya *proportional*(P), *integral*(I), dan *derivative*(D). Setiap elemen memiliki keunggulan dan keterbatasan dalam merespon perubahan. Penggabungan ketiga elemen bertujuan untuk membantu sistem mencapai setpoint secara optimal. Agar hasil *output* sesuai dengan yang diinginkan, perlu dilakukan penyesuaian pada nilai K_p , K_i , dan K_d [9].

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Berdasarkan solusi-solusi yang telah diberikan, berikut merupakan analisis usulan solusi dengan menggunakan *House of Quality* (HoQ).

Tabel 1. 1 *House of Quality*

Fitur Dasar	Fitur Tambahan	Priority	Sensing Capability	Notification Capability	Computing Methode	Compability Capability	Security Capability	Temperature Detector	User Friendly	Importance Rating	Percentage Rating	Solusi 1 (RFID + Fuzzy logic)	Solusi 2 (RFID + PID)	Solusi 3 (Fingerprint + Fuzzy logic)	Solusi 4 (Fingerprint + PID)
			▲	○	○	○	○	○	○	○			○	○	○
Low Cost		4	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	4	17%	○	○	▲	▲
Mudah Diproduksi		4	○	○	○	○	○	○	○	4	17%	▲	○	▲	○
Tahan Air		3	○	○	○	○	○	○	○	3	13%	○	○	○	○
Tahan Lama		3	○	○	○	○	○	○	○	3	13%	○	○	○	○
Sumber Daya Rendah		5	▲	▲	▲	▲	▲	▲	○	5	21%	○	○	▲	▲
Selesai 6 Bulan		5	○	○	○	○	○	○	○	5	21%	○	○	▲	○
Jumlah		24								24	100%	2,92	3,25	0,88	1,63
<i>Importance Rating</i>			84	63	55	69	84	84	99	538					
<i>Percentage Rating</i>			15,61%	11,71%	10,22%	12,83%	15,61%	15,61%	18,40%	100%					
Solusi 1 (RFID + Fuzzy logic)			○	○	○	○	▲	▲	○	3,13					
Solusi 2 (RFID + PID)			○	○	○	○	▲	▲	○	3,44					
Solusi 3 (Fingerprint + Fuzzy logic)			○	○	○	▲	○	▲	▲	2,81					
Solusi 4 (Fingerprint + PID)			○	○	○	○	○	○	▲	3,38					

Tabel 1. 2 Keterangan Hubungan Simbol HoQ

Simbol	Nilai	Hubungan
●	5	Berhubungan erat
○	3	Berhubungan normal
▲	1	Berhubungan jauh
Kosong	0	Tidak berhubungan

House of Quality (HoQ) digunakan untuk menganalisis dan memprioritaskan usulan solusi. Tabel 1.1 memperlihatkan usulan solusi dianalisa berdasarkan pemenuhan fitur dasar dan fitur tambahan yang digunakan. Setiap hubungan diberi simbol yang dapat dilihat keterangannya pada tabel 1.2.

Harga sistem diberi hubungan erat dengan fitur *user friendly* karena semakin sedikit biaya yang diperlukan, maka semakin mudah untuk diproduksi oleh pengguna karna tidak terbebani dengan biaya yang tinggi. Harga sistem memiliki hubungan yang jauh dengan 6 fitur dasar (*sensing capability, notification capability, computing methode, compability capability, security capability, dan temperature detector*) karena untuk memanfaatkan kemampuan dan spesifikasi yang tinggi dari fitur dasar tersebut membutuhkan biaya yang lebih tinggi.

Fitur mudah diproduksi memiliki hubungan yang erat dengan 6 fitur dasar (*sensing capability, notification capability, compability capability, security capability, temperature detector, dan user friendly*) karena kemudahan produksi dapat memastikan 6 fitur tersebut dapat diimplementasikan dengan mudah dan efisien. Fitur mudah diproduksi memiliki hubungan yang normal dengan *computing methode* karena komputasi memerlukan komponen dan juga algoritma yang tidak sederhana.

Fitur tahan air berhubungan erat dengan 3 fitur dasar (*sensing capability, security capability, dan temperature detector*) untuk memastikan bahwa ketiga fitur ini tetap berfungsi dengan baik dalam perubahan kondisi lingkungan terutama ketika hujan tanpa mengurangi keandalan sistem. Fitur tahan lama berhubungan erat dengan dengan 4 fitur dasar (*sensing capability, compability capability, security capability, dan temperature detector*) karena fitur ini memerlukan akurasi dan keandalan jangka panjang agar sistem tetap berfungsi optimal. Fitur tahan lama berhubungan normal dengan dengan 3 fitur dasar (*notification capability, computing methode, dan user friendly*) karena fitur ini lebih banyak dipengaruhi oleh performa *software* dan interaksi pengguna.

Penggunaan sumber daya rendah berhubungan erat dengan *user friendly*, karena perangkat yang hemat daya lebih nyaman digunakan tanpa perlu sering diisi ulang. Namun, untuk 6 fitur lainnya (*sensing capability, notification capability, computing methode, compability capability, security capability, dan temperature detector*) berhubungan jauh dengan sumber daya rendah karna diperlukannya sumber daya yang lebih tinggi untuk mengoperasikan fitur ini. Seluruh fitur dasar berhubungan erat dengan penyelesaian sistem dalam 6 bulan, karena seluruhnya harus dapat diselesaikan dengan cepat dan dalam waktu yang telah ditentukan.

Berikut perhitungan menggunakan *house of quality* keempat solusi terhadap fitur dasar yaitu:

$$\begin{aligned} & 1. \text{ Solusi 1} \\ & = (5 \times 15,61\%) + (5 \times 11,71\%) + (5 \times 10,22\%) + (3 \times 12,83\%) + (1 \times 15,61\%) + \\ & (1 \times 15,61\%) + (3 \times 18,40\%) \\ & = 3,13 \end{aligned}$$

2. Solusi 2

$$\begin{aligned} &= (5 \times 15,61\%) + (5 \times 11,71\%) + (5 \times 10,22\%) + (3 \times 12,83\%) + (1 \times 15,61\%) + \\ &(3 \times 15,61\%) + (3 \times 18,40\%) \\ &= 3,44 \end{aligned}$$

3. Solusi 3

$$\begin{aligned} &= ((5 \times 15,61\%) + (5 \times 11,71\%) + (5 \times 10,22\%) + (1 \times 12,83\%) + (3 \times 15,61\%) + \\ &(1 \times 15,61\%) + (1 \times 18,40\%) \\ &= 2,81 \end{aligned}$$

4. Solusi 4

$$\begin{aligned} &= (5 \times 15,61\%) + (5 \times 11,71\%) + (5 \times 10,22\%) + (3 \times 12,83\%) + (3 \times 15,61\%) + \\ &(3 \times 15,61\%) + (1 \times 18,40\%) \\ &= 3,38 \end{aligned}$$

Keempat solusi yang ditawarkan, berhubungan erat dengan *sensing capability*, *notification capability*, dan *computing methode* karena sistem yang ditawarkan dilengkapi sensor, sistem akan memberi peringatan ketika adanya terdeteksi indikasi buka paksa, dan menggunakan metode komputasi yang akan memproses data dari sensor.

Solusi 1 yaitu sistem keamanan *box* dengan RFID dan kontrol suhu berbasis *fuzzy logic*. Dari perhitungan *house of quality* berdasarkan fitur utama, untuk solusi 1 diperoleh 3,13. Solusi 1 berhubungan normal dengan *compability capability* dan *user friendly* karena RFID dan *fuzzy logic* mudah diintegrasikan pada berbagai platform serta sistem lebih mudah digunakan oleh pengguna. Dari fitur *security capability* dan *temperature detector* berhubungan jauh karena *tag* RFID mudah hilang jika tidak dijaga dengan baik dan kontrol suhu menggunakan *fuzzy logic* kurang efisien.

Solusi 2 yaitu sistem keamanan *box* dengan RFID dan kontrol suhu berbasis PID. Dari perhitungan *house of quality* berdasarkan fitur utama, untuk solusi 2 diperoleh 3,44. Solusi 2 mudah diintegrasikan pada berbagai *platform* serta sistem lebih mudah digunakan oleh pengguna. Metode PID lebih efisien digunakan untuk kontrol suhu. Tag RFID lebih mudah hilang menyebabkan kurangnya tingkat keamanan.

Solusi 3 yaitu sistem keamanan *box* dengan *fingerprint* dan kontrol suhu berbasis *fuzzy logic*. Dari perhitungan *house of quality* berdasarkan fitur utama, untuk solusi 3 diperoleh 2,81. Tingkat keamanan solusi 3 lebih baik karena menggunakan sidik jari. Solusi ini lebih sulit digunakan dan diintegrasikan. Metode *fuzzy logic* kurang efisien digunakan untuk kontrol suhu.

Solusi 4 yaitu sistem keamanan *box* dengan *fingerprint* dan kontrol suhu berbasis PID. Dari perhitungan *house of quality* berdasarkan fitur utama, untuk solusi 4 diperoleh 3,38. Sistem mudah diintegrasikan namun sulit digunakan. *Fingerprint* memberikan tingkat keamanan yang lebih baik. Kontrol suhu menggunakan metode PID lebih efisien.

Karena perbedaan hubungan keempat usulan solusi dengan fitur tambahan tidak mencapai 1, maka dibutuhkan perhitungan hubungan keempat usulan solusi dengan fitur tambahan. Berikut perhitungan menggunakan *house of quality* keempat solusi terhadap fitur tambahan yaitu:

1. Solusi 1

$$\begin{aligned} &= (3 \times 17\%) + (1 \times 17\%) + (5 \times 13\%) + (3 \times 13\%) + (3 \times 21\%) + (3 \times 21\%) \\ &= 2,92 \end{aligned}$$

2. Solusi 2

$$\begin{aligned} &= (3 \times 17\%) + (3 \times 17\%) + (5 \times 13\%) + (3 \times 13\%) + (3 \times 21\%) + (3 \times 21\%) \\ &= 3,25 \end{aligned}$$

3. Solusi 3

$$\begin{aligned} &= (1 \times 17\%) + (1 \times 17\%) + (0 \times 13\%) + (1 \times 13\%) + (1 \times 21\%) + (1 \times 21\%) \\ &= 0,88 \end{aligned}$$

4. Solusi 4

$$\begin{aligned} &= (1 \times 17\%) + (3 \times 17\%) + (0 \times 13\%) + (1 \times 13\%) + (1 \times 21\%) + (3 \times 21\%) \\ &= 1,63 \end{aligned}$$

Solusi 1 dapat dibuat dengan harga yang terjangkau namun lebih sulit diproduksi karena metode *fuzzy logic* sulit digunakan untuk kontrol suhu. Penggunaan RFID membuat sistem tahan terhadap air sehingga membuatnya lebih tahan lama. Penggunaan sumber daya pada solusi 1 lumayan rendah dan sistem dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan.

Solusi 2 memiliki harga yang terjangkau untuk pembuatannya dan lebih mudah diproduksi karena metode PID untuk kontrol suhu lebih mudah diimplementasikan. Sistem tahan terhadap air karena menggunakan RFID sehingga lebih tahan lama. Penggunaan sumber daya lumayan rendah dan sistem dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan.

Solusi 3 memiliki harga yang lebih dan sulit diproduksi karena metode *fuzzy logic* sulit digunakan untuk kontrol suhu. Penggunaan *fingerprint* tidak tahan terhadap air sehingga tidak tahan lama. Penggunaan sumber daya pada solusi 3 lebih tinggi karena *fingerprint* lebih boros daya dan sistem membutuhkan banyak waktu untuk diimplementasikan.

Solusi 4 memiliki harga yang lebih mahal namun lebih mudah diproduksi karena metode PID lebih mudah digunakan untuk kontrol suhu. Sistem tidak tahan air karena menggunakan *fingerprint* sehingga tidak tahan lama. Solusi 4 menggunakan sumber daya yang lebih besar karena *fingerprint* lebih boros daya dan sistem dapat diselesaikan dalam waktu 6 bulan.

Total jumlah pemenuhan hubungan antar keempat usulan solusi dengan fitur dasar dan fitur tambahan yaitu:

$$\begin{aligned} 1. \text{ Solusi 1} \\ &= 3,13 + 2,92 \\ &= 6,05 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \text{ Solusi 2} \\ &= 3,44 + 3,25 \\ &= 6,69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \text{ Solusi 3} \\ &= 2,81 + 0,88 \\ &= 3,69 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4. \text{ Solusi 4} \\ &= 3,38 + 1,63 \\ &= 5,01 \end{aligned}$$

Setelah dijumlahkan, diperoleh bahwa solusi 2 yaitu sistem keamanan *box* dengan RFID dan kontrol suhu berbasis PID memiliki nilai yang paling tinggi diantara solusi lainnya.

1.2.4 Solusi Yang Dipilih

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan menggunakan *house of quality* (HoQ) dengan menganalisa hubungan seluruh usulan solusi terhadap fitur dasar dan fitur tambahan, diperoleh solusi 2 yaitu sistem keamanan *box* dengan RFID dan kontrol suhu berbasis PID merupakan solusi terbaik untuk menyelesaikan masalah. Solusi 2 memiliki nilai yang lebih tinggi dan lebih unggul dibandingkan solusi lainnya. Dilihat dari keterhubungan solusi dengan fitur dasar, solusi 2 menempati nilai yang paling tinggi. Begitu juga ketika dianalisa berdasarkan fitur tambahan, solusi 2 juga menempati urutan tertinggi diantara solusi lainnya. Solusi 2 dipilih karena sistem menggunakan RFID yang dapat memastikan hanya kurir dan pihak berwenang yang dapat membuka *box*. Ketika terdeteksi adanya buka paksa pada *box*, sistem akan memberikan peringatan kepada kurir agar segera mengambil tindakan untuk mencegah pencurian makanan. Selain itu, solusi 2 menggunakan metode PID, dimana sistem dapat mengendalikan dan mengontrol suhu dalam ruangan dengan menghasilkan suhu panas yang sesuai dan juga suhu dingin yang sesuai dengan kondisi suhu makanan pada *box* agar suhu dalam ruangan *box* dapat menyesuaikan suhu makanan yang diantarkan sehingga makanan akan tetap *fresh* setelah sampai ke tangan konsumen. Dengan terpilihnya solusi 2 diharapkan dapat menyelesaikan masalah diangkat pada topik ini.