

PERANCANGAN ALAT PENGATUR KELEMBAPAN OTOMATIS PADA MESIN HATCHER TELUR BEBEK DENGAN METODE QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

Ilham Dwi Septian¹⁾, Handy Febri Satoto²⁾,

^{1,2}Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Industri, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya
email:¹ ilhamdwiseptian@gmail.com , ² handyfebri@untag-sby.ac.id

Abstract

The duck farming business is an activity where farmers process ducks to breed and maintain them to obtain benefits and results from this activity. Ducks are quite popular among various groups, from small children to the elderly. UMKM in the Jombang area are located on Jl. Gatot Subroto No. 29A Mojongapit, Jombang. These UMKM are KUB chicken farms and broiler duck hatcheries. Hatching of broiler ducks is carried out using an automatic hatching machine that can turn the eggs automatically. The UMKM hatching machine processes 500 eggs each period. If the temperature and humidity method is not checked periodically, the egg hatching yield will be 75%. If you want to increase the hatching presentation, you can check regularly to reach 80%, but this takes too much time and energy. Therefore, I will make a tool that can regulate the humidity of the incubator. In solving this problem, the QFD method is used to fulfill consumer desires in making tools. Using the QFD method will make the tool making more optimal because before the tool is made a survey is carried out to determine consumer interest. The results of this research are tool designs that are made according to consumer interests.

Keywords: hatcher, egg, QFD, duck, temperature

1. Pendahuluan

Peternakan itik merupakan suatu kegiatan dimana para peternak mengolah itik untuk ditanamkan dan dipelihara serta memperoleh manfaat dan hasil darinya. Bebek digemari semua kalangan, mulai dari anak-anak hingga orang tua. Apabila permintaan meningkat, apabila tidak diimbangi dengan produksi itik yang mencukupi maka akan terjadi kekurangan konsumsi itik.

UMKM di daerah jombang yang berlokasi di Jl.Gatot Subroto No.29A Mojongapit,Jombang. UMKM tersebut merupakan peternakan ayam KUB dan penetasan bebek pedaging. Penetasan bebek pedaging dilakukan menggunakan alat mesin tetas otomatis yang bisa membalikkan telur otomatis. UMKM tersebut di kelola oleh bapak Achmad Zubaidie selaku pemilik dari peternakan tersebut. UMKM tersebut mendapat

permasalahan dalam mengatur kelembapan yang cukup untuk mesin penetas. Menurut bapak Zubaidie untuk mencapai hasil tetas yang maksimal dibutuhkan kelembapan untuk telur usia 0-23 hari adalah 50%-55% dan untuk 24-28 hari adalah 70%-75%.



Gambar 1 UMKM Tempat Penelitian

Berdasarkan hasil pengamatan didapatkan telur pada hari ke 0-23 merupakan waktu dimana telur mengurangi cairan yang ada didalam telur tersebut, maka dari itu dibutuhkan kelembapan

hilangnya persentase daya tetas dan kualitas anak ayam. Suhu untuk inkubator dan penetasan besar adalah 39°F sedangkan yang lebih kecil beroperasi pada 100°F. Sensor suhu minimum (97°F atau 98°F) dan maksimum (102°F) perlu ditempatkan untuk mendeteksi potensi bahaya bagi embrio[3].

2.3 Arduino Uno

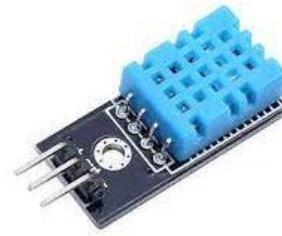
seluruh proses pada saat merancang mesin penetas telur bebek. Arduino mempunyai 14 input/output tercantum 6 output PWM, 6 input paralel, resonator kristal menggunakan frekuensi 16 MHz, port USB, charger, pin koneksi, tombol reset. Hal ini penting untuk mengembangkan desain sistem selama pembuatan sistem inkubasi[4].



Gambar 2 Arduino Uno

2.4 Sensor DHT 22

Sensor DHT22 merupakan sensor yang digunakan guna mengukur suhu serta kelembaban ruang penetasan telur bebek. Dibandingkan dengan sensor DHT11, kelebihan sensor ini adalah pembacaan suhu dan kelembaban lebih akurat. Sensor ini memiliki banyak kelebihan, antara lain kemampuannya membaca suhu dan kelembaban dengan cepat, kebal terhadap gangguan, serta harganya yang relatif murah dan terjangkau. Sensor DHT22 memiliki kalibrasi yang baik dan akurat. Nilai koefisien tersebut dapat dikirimkan ke memori melalui OTP sehingga modul sensor akan membaca koefisien tersebut pada saat dilakukan pemrosesan pada sensor tersebut. Selain itu, dimensi yang digunakan sangat kecil dan memungkinkan transmisi sinyal hingga 20 meter, menjadikan sensor ini ideal untuk berbagai aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban. [4]



Gambar 3 Sensor DHT 11

2.5 Quality Function Deployment (QFD)

Produk Fungsional Kualitas adalah pendekatan terstruktur terhadap perencanaan dan pengembangan produk yang memungkinkan tim pengembangan mengidentifikasi dengan jelas kebutuhan dan keinginan konsumen dan kemudian secara sistematis mengevaluasi setiap proposal serta kemampuan produk dan layanan. [5]. Konsep QFD pertama kali dikemukakan oleh Dr. Yoji Akao dari Jepang. Pada tahun 1966, Akao mendefinisikan QFD sebagai metode untuk mendefinisikan desain kualitas berdasarkan harapan konsumen, yang kemudian diterjemahkan ke dalam desain target dan titik kualitas kritis sehingga dapat digunakan dalam fase pengembangan produksi/jasa industri. [5]. Matrix House of Quality (HoQ) atau rumah mutu adalah bentuk yang paling dikenal dari representasi QFD. Matriks ini terdiri dari dua bagian utama, yaitu bagian horizontal dari matriks berisi informasi yang berhubungan dengan konsumen dan disebut dengan customer table, bagian vertikal dan matriks berisi informasi teknis sebagai respon bagi input konsumen dan disebut dengan technical table. [6]

Quality Function Deployment (QFD) digunakan untuk menangkap suara dan keinginan pelanggan, kemudian mengkonversikannya ke dalam strategi yang tepat serta produk dan proses yang dibutuhkan. Harapanharapan dari pelanggan diterjemahkan kedalam kebutuhan-kebutuhan yang spesifik menjadi arah perencanaan strategi dan tindakan teknik. Tindakan tindakan teknik yang dilakukan dalam Quality Function Deployment (QFD) meliputi empat proses utama, yaitu product planning, design planning, process planning dan production planning [7].

2.5.1 Tahapan QFD

1. Perencanaan produk atau House of Quality (HOQ) yang menjelaskan tujuh bagian utama dari customer needs, technical requirement, corelationship, relationship, customer competitive evaluation, competitive technical assesment dan target.

Perhitungan prioritas karakteristik teknik tersebut menggunakan persamaan berikut [8]:

$$NP_j = \sum_{i=1}^n (TK_i \times NH_{ij})$$

Keterangan :

NP_j : Nilai prioritas karakteristik teknik ke-j

TK_i : Tingkat kepentingan konsumen ke-i

NH_{ij} : Nilai hubungan karakteristik teknik ke-j dan kebutuhan konsumen ke-i

2. Perencanaan desain adalah matriks untuk mengidentifikasi faktor-faktor teknis yang kritikal terhadap pengembangan produk.
3. Perencanaan proses adalah matriks yang mengidentifikasi pengembangan proses pembuatan suatu produk
4. Perencanaan produksi yang berguna memaparkan tindakan yang perlu diambil didalam perbaikan produksi suatu produk



Gambar 4 Tahapan QFD

- Fase Pertama
Perencanaan Produk Pada fase 1 yaitu perencanaan produk yang biasa dikenal sebagai Rumah Kualitas House Of Quality (HOQ).

- Fase kedua Perencanaan desain
Pada Part ini merupakan perencanaan desain yang membutuhkan kreatifitas dan hasil ide dari setiap produk yang mau dihasilkan.
- Fase ketiga Perencanaan Proses
Pada perencanaan proses ini merupakan proses dimana desain produk tersebut harus ditentukan dengan cara menampilkan dalam bentuk flowchart agar membantu dalam proses desain.
- Fase keempat Perencanaan Produksi
Pada perencanaan produksi kali ini, akan menerjemahkan dari berbagai aspek yang digunakan untuk melihat bagaimana proses produksinya dari standar kerja, bahan baku, pelatihan mengenai pekerja, dan peralatan apa sajayang mendukung aktifitas pada setiap stasiun kerjanya.[7]

2.6 Desain alat

Membuat desain yang dirancang selama proses pembuatan. Perancangan gambar didasarkan pada data yang diperoleh setelah melakukan observasi dan penelitian literatur. Dari desain ini Anda akan mengetahui bentuk gambar komponen yang akan digunakan.[8]

2.7 Ergonomi

Menurut International Ergonomics Association, ergonomi berasal dari kata “ergonn” dan “nommos”, keduanya berasal dari bahasa Yunani dan dapat diartikan sebagai ilmu yang mempelajari berbagai aspek lingkungan kerja manusia. Anatomi, Fisiologi, Psikologi, Teknik, Manajemen, Desain atau Desain.[9]

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dirancang untuk memudahkan peneliti dalam melakukan penelitian. Penelitian ini mengangkat Metode *Quality Function Deployment* (QFD). Dengan menggunakan metode ini maka akan bisa membuat suatu pengembangan produk sesuai dengan minat dari konsumen. Penelitian ini didasari oleh Arduino Uno untuk menghasilkan produk pengatur kelembapan otomatis yang

dapat menyempromot secara otomatis. Objek penelitiannya adalah rancangan inkubator bebek. Alat ini menarik untuk digunakan karena secara otomatis mengatur kelembapan di dalam inkubator bebek, sehingga tidak perlu penyempromotan manual. Alat penelitian terdiri dari beberapa tahapan, dimulai dari kekuatan dan permasalahan, pengumpulan data, perancangan alat, pembuatan alat, validasi dan analisis instruktur atau ahli.

3.1 Studi Pustaka

Studi pustaka adalah kegiatan mengkaji secara teoritis melalui buku-buku, karya ilmiah, dan sumber-sumber lain yang relevan dengan topik atau masalah dalam objek penelitian.[10]

3.1 Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan secara langsung ditempat penelitian. Proses pengambilan data dimulai dari pertanyaan tentang permasalahan yang ada ditempat tersebut. Proses wawancara dilakukan dengan pemilik usaha penetasan bebek. Masalah pertama yang diutarakan adalah tentang suhu lingkungan yang semakin hari semakin meningkat membuat beliau kualahan untuk merawat telur yang berada dalam mesin penetas. Jika suhu lingkungan sangat panas maka telur bebek yang akan menetas membutuhkan kelembapan yang cukup untuk didapat daya tetas yang bagus. Data yang dapat saya ambil adalah terkait kelembapan dan suhu mesin tetas tersebut.

3.2 Tahapan QFD

A. Pembuatan *Voice Of Customer*

Dalam tahap ini adalah penentuan atribut untuk digunakan sebagai bentuk tanggapan terhadap konsumen tentang pengembangan alat yang akan dibuat. Selain dalam bentuk atribut juga bisa dilakukan dengan cara

membuat quisoner pertanyaan seputar alat yang akan dikembangkan.

B. Pembuatan tingkat kepentingan atribut

Pada tahap ini akan dibuat table untuk mengukur seberapa pentingnya atribut yang ada dalam pengembangan alat tersebut. Setelah dibuat tabel lalu akan dilakukan pengisian terhadap responden. Nilai kepentingan dibagi menjadi angka 1-4 yang berarti:

1 = Tidak penting 3 = Penting
2 = Cukup penting 4=Sangat penting

C. Rekapitulasi hasil kepentingan atribut

Pada tahap ini dilakukan rekap hasil dari semua responden dan dijadikan satu dalam satu tabel. Setelah semua data terkumpul dilakukan rata rata hasil dari tiap atribut dengan menggunakan rumus:

$$\text{Rata rata} = \frac{\sum \text{Responden}}{n} =$$

D. Evaluasi Produk

Pada tahap evaluasi produk dilakukan perbandingan dengan produk yang menjadi pesaing dipasaran. Yang menjadi tolak ukur perbandingan alat menggunakan data atribut yang sudah dibuat. Data tersebut dipakai sebagai acuan untuk membandingkan produk.

E. Perhitungan Objective produk

Pada tahap ini dilakukan perhitungan IR,RII,*Weight* dan %*Weigh*

Berikut adalah rumus yang digunakan:

$$IR = \frac{\text{Skor yang diinginkan}}{\text{Skor yang didapat}} =$$

$$\text{Weight} = IR \times RII =$$

$$\%weight = \frac{\text{Weight}}{\text{Total Weight}} \times 100 =$$

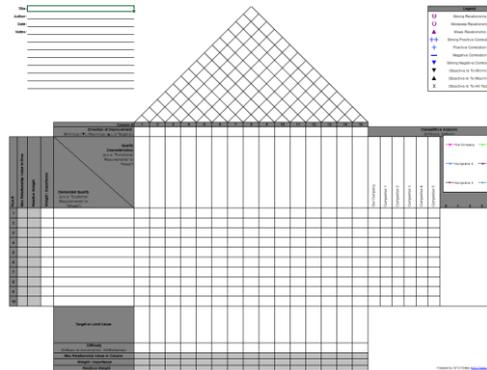
F. Penentuan Respon Teknis

Pada penentuan respon teknis dilakukan pengambilan tentang respon yang ada pada desain dari produk pesaing.

G. Membuat Matriks Hubungan (HOQ)

Pembuatan matriks hubungan antara atribut dan desain produk.Didalamnya

akan berisikan tentang seberapa pengaruh dan penting dari kedua variable.



Gambar 5 House Of Quality

H. Membuat Penyusunan Konsep
Setelah dibuat matriks interaksi selanjutnya dibuat penyusunan konsep yang dimana akan berisikan informasi tentang ukuran yang akan dipakai. Dalam penyusunan konsep maka akan bisa jadi tolak ukur untuk pembuatan desain alat yang akan dibuat.

I. Desain Alat
Desain alat dibuat menggunakan software sketch up yang dimana nantinya akan menampilkan bentuk alat yang akan diaplikasikan kedalam mesin penetasan. Data yang ditampilkan akan berupa desain 3d tampak depan,tampak samping,dan tampak belakang

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1 Pengumpulan data

Pembuatan *Voice Of Customer*

Pengambilan keinginan konsumen tentang alat yang dikembangkan.

Tabel 2 Hasil Keinginan Konsumen

NO	Pendapat Konsumen	Atribut
1	Konsumen menginginkan alat pengatur kelembapan yang berada diluar mesin penetas	Kemudahan perawatan
2	Konsumen menginginkan desain yang tidak terlalu besar	Dimensi
3	Konsumen menginginkan alat bekerja dengan baik tanpa kendala	Fitur
4	Konsumen membutuhkan display penampil suhu pada alat tersebut	Fitur tambahan
4	Konsumen menginginkan harga yang tidak terlalu mahal	Ekonomis

Pengolahan data quisoner

Setelah didapatkan data keinginan konsumen kemudian dilakukan pengambilan pendapat kepada para pekerja dan umkm lainnya.

1 = Tidak penting 3 = Penting
2 = Cukup penting 4 = Sangat penting

Tabel 3 Hasil Quisoner Pekerja

No	Atribut	Responden																					
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
1	Kemudahan perawatan	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	
2	Dimensi	2	3	3	4	3	4	3	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	
3	Fitur	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	
4	Fitur tambahan	2	2	2	3	2	3	1	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	2	2	2	
5	Ekonomis	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4

Uji Validitas Data

Uji validitas digunakan untuk mengetahui apakah data yang diambil merupakan data yang valid. Uji validitas data dilakukan menggunakan software SPSS hasil dari uji validitas data adalah sebagai berikut:

		X01	X02	X03	X04	X05	TOTAL
TOTAL	Pearson	.589**	.587**	.522**	.770**	.779**	1
	Correlation						
	Sig. (2-tailed)	.006	.007	.018	.000	.000	
	N	20	20	20	20	20	20

Gambar 6 Hasil Uji Validitas Data

Data dapat dikatakan valid dengan melihat nilai signifikansinya:

Uji Reliabelitas Data

uji reliabilitas dapat digunakan untuk mengetahui konsistensi alat ukur, apakah alat ukur tetap konsisten jika pengukuran tersebut diulang. Untuk mengetahui reliabilitas dari data digunakan software SPSS untuk mendapatkan

nilai Cronbach's Alpha. Berikut adalah hasil dari pengujian pada Software SPSS :

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.632	5

Gambar 7 Hasil Uji Reliabilitas

Setelah mendapatkan hasilnya maka hasil tersebut dibandingkan dengan nilai ketentuan pada R-tabel. Hasil dari pencarian pada R-tabel pada jumlah responden 20 dan signifikan 5% didapat 0.444. lalu dapat disimpulkan bahwa nilai R hitung > dari pada R-tabel, 0.632 > 0.444 maka data dapat dikatakan reliabel atau dapat dipercaya.

Rata Rata Hasil Responden

Setelah data terkumpul dilakukan perhitungan rata rata dari hasil responden yang didapatkan dengan menggunakan rumus:

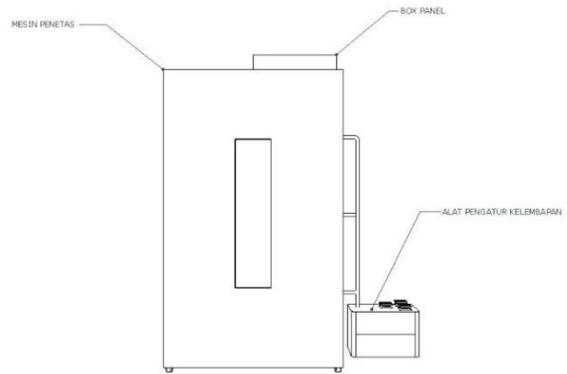
$$rata\ rata = \frac{\sum\ Nilai\ kepntingan}{Jumlah\ responden}$$

Tabel 4 Rata Rata Penilaian Responden

No	Atribut	Responden																			Average			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20		
1	Kemudahan perawatan	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3.7
2	Dimensi	2	3	3	4	3	4	3	2	3	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3.45
3	Fitur	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3.7	
4	Kapasitas produksi	2	2	2	2	3	2	3	1	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2.2	
5	Ekonomis	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3.75	

4.2 Evaluasi Produk

Pada tahap evaluasi produk dilakukan perbandingan antara produk yang dibuat dengan produk yang ada pada pasaran. Perbandingan tersebut dilakukan bertujuan untuk menjadikan produk yang dibuat ini mampu bersaing dengan produk yang ada dipasaran. Untuk perbandingan kali ini dilakukan dengan membandingkan sesama produk penetasan bebek yang ada dipasaran berikut adalah desain produk dan produk pesaing.



Gambar 8 Produk Yang Akan Dibuat



Gambar 9 Produk Pesaing

Tabel 5 Hasil Perbandingan Produk

NO	Atribut	Perbandingan			
		1	2	3	4
1	Kemudahan perawatan				
2	Dimensi produk				
3	Fitur				
4	Kapasitas produksi				
5	Ekonomis				

Keterangan	
Produk yang akan dibuat	
Produk pesaing	

4.3 Perhitungan Objective Value

Tabel 6 Hasil Perhitungan Objective Value

NO	Atribut	Evaluation Score	target score	IR	RII	Weight	Weight
1	Kemudahan perawatan	3	4	1.33	3.7	4.9	30.
2	Dimensi produk	4	3	0.75	3.45	2.6	16.
3	Fitur	4	3	0.75	3.7	2.8	17.
4	Kapasitas produksi	3	4	1.33	2.2	2.9	18.
5	Ekonomis	4	3	0.75	3.75	2.8	17.
TOTAL						16.0	10

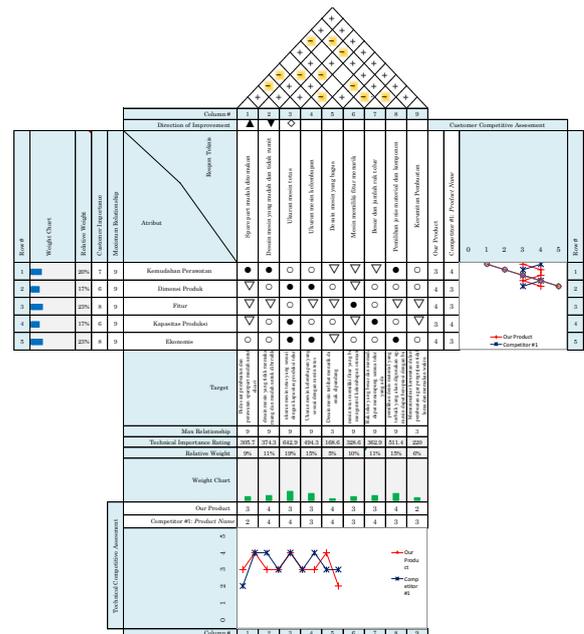
4.4 Penentuan Respon Teknis

Tabel 7 Hasil Respon Teknis

No	Atribut	Respon teknis
1	Kemudahan Perawatan	Spare part mudah ditemukan
		Desain mesin yang mudah dan tic
2	Dimensi produk	Ukuran mesin tetas
		Ukuran mesin kelembapan
3	Fitur	Desain mesin yang bagus
		Mesin mempunyai fitur menarik
4	Kapasitas produksi	Besar dan jumlah rak tempat telu
5	Ekonomis	Pemilihan jenis material dan kom
		Kerumitan pembuatan

4.5 House Of Quality

Pada tahapan *House Of Quality* dilakukan sebuah upaya untuk mengkonversikan keinginan dari kostumer terhadap persyaratan teknis atau spesifikasi teknis dari produk yang akan kita buat. Dengan digunakannya metode ini diharapkan produk yang akan kita buat sesuai dengan target yang diharapkan kostumer, dengan sebelumnya yang telah dilakukan *benchmarking* terhadap produk pesaing. Berikut adalah hasil dari HOQ:



Gambar 10 House Of Quality

4.6 Penyusunan Konsep

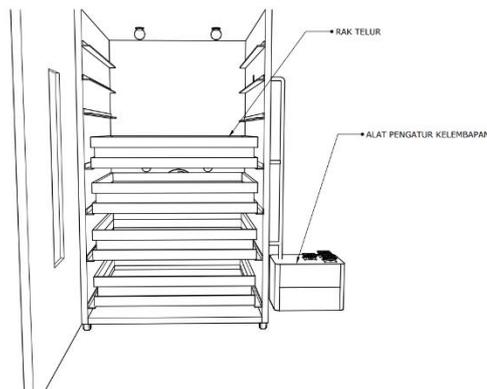
Pada tahap penyusunan konsep dilakukan sebuah pembuatan kerangka konsep alat yang akan dibuat. Dalam penyusunan konsep teradapat ukuran bentuk yang diinginkan yang nantinya akan dibuatkan gambaran desain dari alat tersebut. Berikut adalah susunan konsep yang telah dibuat:

Tabel 8 Penyusunan Konsep

No	Respon Teknis	Konsep ide
1	Ukuran Mesin Penetas	Mesin penetas memiliki ukuran Tinggi mesin 150 Cm, Lebar 90 Cm, panjang 100 cm lebar dalam mesin dibuat 78 Cm
2	Alat kelembapan	Alat kelembapan ini dirancang dengan tempat panel box dengan ukuran tinggi 10 Cm, lebar 15 Cm, panjang 15 Cm Untuk wadah air bisa digunakan box plastik Atas box plastik diberi fan kecil guna mendorong kelembapan masuk ke mesin tetas Pengantar kelembapan digunakan pipa dengan diameter 5 Cm dengan panjang 100 Cm
3	Kompleksitas produk	Alat dirakit menggunakan paku dengan material triplek yang mudah untuk dirakit Untuk perancangan otomatisnya digunakan software arduino ide untuk merancang coding an untuk menjalankan otomatisnya Alat ini sangat mudah untuk dipasang pada mesin penetas
4	Kerangka mesin tetas	kerangka mesin tetas menggunakan besi holo dengan ditutup triplek bagian luarnya
5	Rak tempat telur	Rak Tempat telur menggunakan kayu dan diberi jaring kawat untuk penutupnya Rak telur berukuran 80 Cm x 80 Cm

4.7 Desain Alat

Berikut adalah desain alat yang didapat:



Gambar 11 Desain Alat Yang Akan Dibuat

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Telur pada hari ke 0-23 itu dibutuhkan kelembapan sekitar 50%-55% saja. Jika kelembapan lebih dari itu bisa membuat rongga udara kurang bibit tenggelam dan rusak. Telur pada hari 24-28 merupakan hari dimana telur akan menetas. Dibutuhkan kelembapan 70%-75% dikarenakan pada masa tersebut bebek akan membuka cangkang dari telur tersebut.
2. Alat pengatur kelembapan otomatis juga dapat dijadikan satu solusi untuk mengatur kelembapan pada mesin tetas lebih tepat sasaran tanpa terjadinya human error atau kelalaian pada manusia yang dapat mengakibatkan telur rusak.
3. Dengan menggunakan metode QFD dapat menghasilkan rancangan desain alat sesuai dengan keinginan konsumen. Dengan metode ini juga dapat meminimalisir kesalahan dalam pengembangan sebuah alat.

5. REFRENSI

- [1] M. E. Abd El-Hack, C. B. Hurtado, D. M. Toro, M. Alagawany, E. M. Abdelfattah, and S. S. Elnesr, "Impact of environmental and incubation factors on hatchability of duck eggs," *Biol Rhythm Res*, vol. 53, no. 1, pp. 79–88, 2022, doi: 10.1080/09291016.2019.1628394.
- [2] S. Indarwati, S. M. B. Respati, and D. Darmanto, "Kebutuhan Daya Pada Air Conditioner Saat Terjadi Perbedaan Suhu Dan Kelembaban," *Jurnal Ilmiah Momentum*, vol. 15, no. 1, pp. 91–95, 2019, doi: 10.36499/jim.v15i1.2666.
- [3] A. Muhajirin, "Daya Tetas, Hasil Tetas Dan Lama Menetas Telur Itik Yang Disimpan Pada Suhu Dan Lama Penyimpanan Yang Berbeda," 2015, [Online]. Available: <http://repository.uin-suska.ac.id/6149/>
- [4] J. F. Sibarani, "Perancangan Inkubator Penetas Telur Itik Berbasis PID," pp. 1–

- 74, 2021, [Online]. Available: [http://scholar.unand.ac.id/76786/%0Ahttp://scholar.unand.ac.id/76786/5/TUGAS AKHIR FULL SKRIPSI.pdf](http://scholar.unand.ac.id/76786/%0Ahttp://scholar.unand.ac.id/76786/5/TUGAS%20AKHIR%20FULL%20SKRIPSI.pdf)
- [5] Y. S. Magita and S. M. Khoiroh, "Analisa Kepuasan Konsumen Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Produk GPS Tracker Menggunakan Metode Quality Functiondeployment (QFD) di PT MCE Surabaya," *Prosiding Senakama*, pp. 1–11, 2023.
- [6] Y. Maulana, W. A. Fahrudin, B. Aprina, Taufik, and Wahyu, *PERENCANAAN & PERANCANGAN PRODUK*. Pamulang: Unpam Press, 2022.
- [7] R. Jakaria and T. Sukmono, *PERENCANAAN DAN PERANCANGAN PRODUK*. Sidoarjo: Umsida Pers, 2021.
- [8] A. D. Saputro, H. F. Satoto, A. T. Industry, and D. T. Industri, "Rancang bangun mesin perajang tembakau dengan memperhatikan aspek ergonomi," no. Djumali 2016, 2018.
- [9] I. C. Laksana and H. F. Satoto, "Usulan Perbaikan Fasilitas Kerja pada Produksi Parutan Kelapa Berdasarkan Hasil Evaluasi QEC dan REBA," *JIEMS (Journal of Industrial Engineering and Management Systems)*, vol. 16, no. 1, pp. 137–162, 2023, doi: 10.30813/jiems.v16i1.4564.
- [10] H. F. Satoto and M. Khotib, "PERANCANGAN ALAT PEMBENTUK PASAK PERAHU DENGAN PENDEKATAN ERGONOMI GUNA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS DAN MENURUNKAN KELELAHAN KERJA," pp. 165–172, 1945.