

Perancangan Sistem *Monitoring* Untuk Mengurangi Cacat Gosong Pada Produk Wadah Telur (*Egg Tray*) Menggunakan Metode *Quality Function Deployment* (QFD) Di CV Maju Bersama

1st Muhammad Ridho

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

ridhonasra@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Wiyono

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

wiyono@telkomuniversity.ac.id

3rd Sheila Amalia Salma

Fakultas Rekayasa Industri
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

sheilaamalias@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Kecacatan yang sering timbul pada produk wadah telur dari hasil produksi pabrik antara lain penyok, berlubang, dan cacat warna (gosong). CV Maju Bersama merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang industri manufaktur, khususnya membuat wadah telur (*egg tray*). Proses produksi wadah telur merupakan salah satu faktor penting yang sangat mempengaruhi kualitas produk dari hasil produksi. Berdasarkan data yang diperoleh, persentase produk cacat berada diatas 1% sementara batas tingkat maksimum kecacatan produksi yang diinginkan oleh perusahaan adalah <1%. Penyebab kecacatan produk wadah telur antara lain adalah disebabkan oleh faktor manusia dan metode. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi penyebab produk cacat dan memberikan usulan perbaikan terhadap kualitas produk wadah telur yang tepat bagi perusahaan. Metode yang digunakan yaitu *Quality Function Deployment* (QFD). Berdasarkan penelitian yang dilakukan, nilai persentase cacat terbesar dibandingkan jenis cacat lainnya yaitu cacat gosong sebesar 70% dari jumlah produk yang defect. Diperlukannya perbaikan menggunakan beberapa tools untuk meminimasi jumlah produk defect pada proses pengovenan dengan menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD), yang dibantu dengan menggunakan analisis fishbone, alternatif solusi, 5 why's dan 5W-1H terkait dengan objek yang diteliti yang akhirnya peneliti dapat menentukan usulan rancangan perbaikan kualitas hasil produksi yaitu dengan membuat alat system monitoring menggunakan sensor pada mesin oven distasiun kerja proses pengovenan yang berpengaruh terhadap kualitas produk akhir dari produksi wadah telur.

Kata kunci— QFD, defect, kualitas produk, *eggtray*, sensor, fishbone, 5W-1H

I. PENDAHULUAN

Data yang dirilis Badan Pusat Statistik (BPS) terhadap produksi telur dari ayam petelur di Provinsi Sumatera Barat pada tahun 2020 sebesar 129.223.606,00 ton telur, meningkat tajam dari tahun sebelumnya. Pada tahun 2019 terdapat bahwa produksi telur unggas dari ayam petelur sebesar 84.140,93 ton. Semakin tahun produksi telur ayam pada setiap daerah

semakin meningkat khususnya di provinsi Sumatera Barat, maka dari itu kebutuhan *egg tray* atau wadah telur semakin dibutuhkan dalam memasarkan telur kepada konsumen.

CV Maju Bersama merupakan salah satu industri manufaktur yang bergerak dibidang pembuatan *egg tray* atau wadah telur. CV Maju Bersama berlokasi di Payobasung, Payakumbuh Timur, Kota Payakumbuh, Sumatera Barat 26216. Perusahaan ini bergerak di bidang produksi daur ulang limbah karton menjadi wadah telur guna memenuhi kebutuhan para peternak ayam petelur yang ada di Sumatera Barat. Karena masih sedikitnya pesaing usaha *egg tray* atau wadah telur maka dari itu CV Maju Bersama menekan angka produksi *egg tray* atau wadah telur agar dapat memenuhi kebutuhan para petani ayam petelur untuk wadah telur sebelum telur dijual. Karena CV Maju Bersama menekan angka produksi wadah telur dalam jumlah yang banyak terdapat berbagai kesalahan yang dapat menyebabkan menurunnya kualitas produk yang dihasilkan. Proses produksi merupakan salah satu faktor yang penting dalam mempengaruhi kualitas dari sebuah produk. Apabila suatu proses produksi berlangsung dan berjalan dengan baik maka tingkat kecacatan dari produk yang dihasilkan kecil. Tingkat kecacatan dari produk *egg tray* pada proses produksi yang berlangsung di CV Maju Bersama diketahui dari data kecacatan produksi produk wadah telur CV Maju Bersama.

Dapat dilihat persentase rata-rata dari kecacatan produksi produk wadah telur sebesar 1,5%, sementara batas tingkat maksimum kecacatan produksi yang diinginkan oleh perusahaan adalah <1%. Untuk itu perlu dilakukannya perbaikan terhadap proses produksi karena kecacatan produk tersebut sangat mempengaruhi besarnya output yang dihasilkan oleh perusahaan. Kecacatan yang sering muncul pada produksi wadah telur seperti penyok, berlubang, dan warna (gosong).

II. KAJIAN TEORI

A. Pengendalian Kualitas

Pengendalian kualitas adalah suatu teknik dan tindakan yang terencana yang dilakukan guna mencapai, mempertahankan dan meningkatkan kualitas [1].

B. Pengembangan Produk

Pengembangan produk merupakan serangkaian aktivitas yang dimulai dari perancangan hingga produksi dan penjualan suatu produk dengan memahami peluang di pasar [2].

C. Diagram SIPOC

Diagram SIPOC (*Supplier, Input, Process, Output dan Customer*) merupakan salah satu teknik yang menampilkan aliran kerja secara luas dan sering digunakan untuk proses perbaikan kualitas [3].

D. Critical to Quality (CTQ)

Critical to Quality (CTQ) merupakan atribut-atribut yang berkaitan dengan suatu produk, proses, atau praktek-praktek yang berdampak langsung terhadap kebutuhan dan kepuasan pelanggan. [4].

E. Cause and Effect Diagram

Cause and Effect Diagram atau sering disebut sebagai diagram sebab akibat dan diagram *fishbone* (tulang ikan) digunakan untuk menganalisis faktor-faktor yang menjadi penyebab kerusakan produk suatu perusahaan [5].

F. Diagram Pareto

Diagram Pareto merupakan sebuah diagram yang digunakan sebagai metode dalam mengorganisasikan kesalahan, atau cacat untuk membantu fokus atas usaha penyelesaian masalah [6].

G. Quality Function Deployment (QFD)

Quality Function Deployment (QFD) adalah pendekatan secara sistematis yang menentukan tuntutan atau permintaan konsumen kemudian menterjemahkan tuntutan tersebut secara akurat kedalam aspek teknis, manufacturing, dan perencanaan produksi yang tepat [7].

H. House of Quality (HoQ)

House of Quality (HOQ) merupakan bentuk yang paling sering dikenal dari representasi QFD [4].

I. Dimensi Kualitas Produk

Dimensi kualitas terdiri dari dua bagian, yaitu kualitas desain dan kualitas kesesuaian [8].

J. Alat Pendukung Pengembangan Produk

Kuesioner merupakan alat pengumpulan data menggunakan metode survei atau observasi langsung di lapangan guna memperoleh opini dari responden [9].

K. Penentuan Jumlah Sampel

Tidak terdapat aturan pasti dalam menentukan jumlah sampel, agar sampel dapat mewakili populasi. Namun, jumlah sampel berkaitan dengan perhitungan statistika [10].

L. Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan chip mikrokomputer yang secara fisik berupa sebuah IC (*Integrated Circuit*) [11].

M. Sensor MAX6675

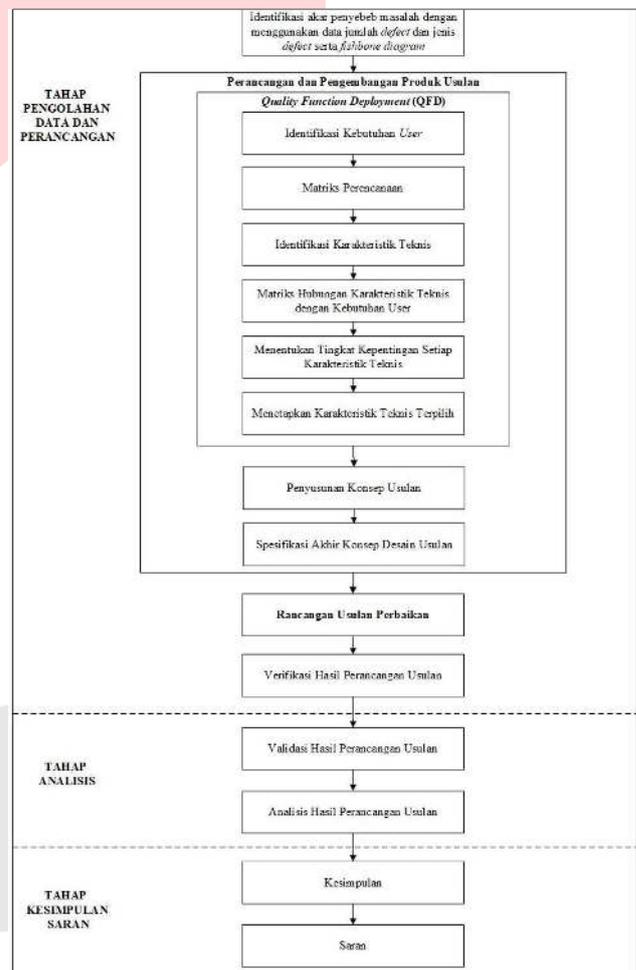
Sensor MAX6675 adalah sensor pendeteksi suhu dari 0°C sampai 1024°C [12].

N. Arduino Nano

Mikrokontroler Arduino Nano digunakan sebagai unit kontrol untuk pemrosesan kontrol on-off dan penentu operasi yang dijalankan sistem. Arduino Nano salah satu mikrokontroler yang ukurannya sangat kecil, cukup lengkap dan dapat digunakan pada *breadboard* [11].

III. METODE

Sistematika perancangan merupakan alur perancangan secara sistematis yang digunakan untuk meminimasi gap pada penerapan hasil rancangan yang terjadi di CV Maju Bersama untuk mencapai tujuan penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



GAMBAR 1.
METODOLOGI PERANCANGAN

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dalam bentuk dua jenis data yaitu data primer berupa uraian alur proses produksi dan data sekunder berupa data atribut kualitas, jumlah produksi dan jumlah produk yang cacat. Pengumpulan data dilakukan pada periode Oktober 2020 – Oktober 2021. Jenis data berupa jumlah hasil produksi, jumlah cacat produk hasil produksi,

dan data terkait dengan kualitas hasil produksi di CV Maju Bersama. Data diperoleh dengan melakukan observasi langsung di lantai produksi perusahaan, kepala shift lantai produksi, dan manajer perusahaan.

B. Identifikasi Kebutuhan User

Untuk mengetahui kebutuhan dari user terhadap alat pendeteksi suhu oven pada penelitian ini dilakukan dengan mengambil data berupa *Voice of Customer (Voice of User)*. *Voice of Customer (Voice of User)* ini didapatkan melalui wawancara dengan operator produksi pada stasiun kerja proses pengovenan.

C. Perancangan Wawancara

Tahap awal yang dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan *user* adalah dengan merancang untuk proses wawancara. Pertanyaan yang dirancang merupakan pertanyaan terbuka yang memberikan peluang bagi responden untuk memberikan informasi mengenai atribut kebutuhan dari alat pendeteksi suhu oven. Secara garis besar, perancangan wawancara terdiri dari:

1. Bagian pembuka terdiri dari nama responden dan jabatan.
2. Bagian isi dari wawancara yang terdiri dari pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan pendapat dan saran responden terhadap alat pendeteksi suhu oven.
3. Bagian penutup, berisi ucapan terimakasih kepada responden atas ketersediaan waktunya untuk diwawancara.

D. Penentuan Responden Wawancara

Penentuan responden untuk dilakukannya wawancara berjumlah 2 orang yang bekerja di stasiun kerja proses pengovenan yang digunakan sebagai objek utama pengguna alat pendeteksi suhu mesin pengovenan.

E. Pelaksanaan Wawancara

Pelaksanaan wawancara dilakukan dengan menemui responden yaitu operator pada stasiun kerja proses pengovenan secara langsung. Wawancara dilakukan dengan pertanyaan yang sudah disiapkan sebelumnya.

F. Pengolahan Hasil Wawancara

Hasil wawancara yang telah diperoleh kemudian diterjemahkan menjadi atribut kebutuhan pada desain alat pendeteksi suhu mesin oven. *Customer statement* didapatkan melalui wawancara dengan operator mesin oven yang akan diminta pendapatnya mengenai kondisi eksisting yang bermasalah pada proses pengovenan. Wawancara dilakukan hanya ke seorang operator saja dengan kriteria operator yang sudah berpengalaman.

Data ukuran mesin oven digunakan untuk menjadi acuan dalam dimensi produk usulan monitoring sensor alarm yang akan dibuat agar mendapatkan ukuran yang proporsional. Berikut spesifikasi dari dimensi mesin oven yang ada di CV Maju Bersama:

TABEL I.
DATA SPESIFIKASI MESIN OVEN DI CV MAJU BERSAMA

No	Spesifikasi	Dimensi	Satuan
1	Panjang Mesin Oven	7,6	Meter

2	Lebar Mesin Oven	2	Meter
3	Tinggi Mesin Oven	2,9	Meter
4	Panjang Pintu Oven	2,4	Meter
5	Lebar Pintu Oven	0,8	Meter

G. Spesifikasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Dalam perancangan sistem *monitoring* ini membutuhkan *personal computer* dengan spesifikasi sebagai berikut:

TABEL 2.
SPESIFIKASI PERSONAL COMPUTER

Spesifikasi	Keterangan
Sistem Operasi	Windows 11 Pro 64-bit (10.0, Build 22000)
Processor	Intel(R) Core(TM) i5-8250U CPU @ 1.60GHz (8 CPUs), ~1.8GHz
RAM	8192 MB
VGA	Radeon (TM) 520
HDD	1 TB

Dalam proses perancangan alat membutuhkan sensor dengan spesifikasi sebagai berikut:

TABEL 3.
SPESIFIKASI SENSOR

Spesifikasi	Keterangan
Brand	Thermocouple Sensor
Type	MAX6675 Module + K Type

H. Spesifikasi Perangkat Lunak (*Software*)

Dalam proses perancangan ini menggunakan beberapa *software* dan *library* yang diinstal pada PC, dengan spesifikasi sebagai berikut:

TABEL 4.
SPESIFIKASI SOFTWARE DAN LIBRARY

Software/Library	Versi
Inventor Professional	24.0.16800.0000 (2020)
Arduino IDE	Sensor MAX6675 1.0.1
Liquid Crystal	1.2

I. Proses Perancangan

Pada bagian proses perancangan akan diberikan usulan perbaikan berdasarkan penyebab masalah melalui alternatif solusi yang diperoleh dari analisis *fishbone diagram* serta menetapkan penyebab yang diprioritaskan untuk dilakukan perbaikan proses pengovenan untuk mengurangi cacat gosong akibat suhu oven yang terlalu panas. Proses perancangan alat bantu *monitoring* pendeteksi suhu oven dengan menggunakan sistem sensor dilakukan analisis dengan 5W-1H untuk mengetahui hal-hal yang akan dijadikan tujuan dalam perancangan alat.

J. Target Spesifikasi Produk

Pada tahapan ini dilakukan pembentukan spesifikasi produk yang menyesuaikan dengan kebutuhan dari *user* operator, *benchmarking*, dan pemilihan produk yang dikembangkan. Untuk membentuk target spesifikasi teknik dilakukan tahapan proses untuk menentukan atribut produk.

K. Metode *Quality Function Deployment (QFD)*

Proses pengolahan data dalam metode *Quality Function Deployment* menggunakan *tool* berupa *House of Quality* (HOQ) yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu membuat *planning matrix*, *technical response*, *relationship matrix*, *technical correlation*, dan *technical matrix*.

L. Menentukan Nilai *Weighted Average Performance* (WAP)

Proses pengolahan data dalam metode *Quality Function Deployment* menggunakan *tool* berupa *House of Quality* (HOQ) yang terdiri dari beberapa tahapan, yaitu membuat *planning matrix*, *technical response*, *relationship matrix*, *technical correlation*, dan *technical matrix*.

M. Proses Pengolahan Matriks Perencanaan

Pengolahan matriks perencanaan bertujuan untuk menentukan dan memenuhi prioritas *user needs* dengan mempertimbangkan perbandingan antara tujuan performansi produk yang akan dikembangkan dengan ukuran kebutuhan *user* terhadap produk.

N. Penentuan Karakteristik Teknis

Karakteristik teknis didapat dari proses mengidentifikasi atribut kebutuhan pelanggan melalui pencarian studi lapangan dan studi literatur. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan, diperoleh delapan karakteristik teknis.

O. *Direction of Goodness* Karakteristik Teknis

Direction of Goodness didapatkan dari proses identifikasi karakteristik teknis dengan mengukur performansi arah peningkatan yang dapat dicapai dari setiap karakteristik teknis.

TABEL 5. *DIRECTION OF GOODNESS* KARAKTERISTIK TEKNIS

No	Karakteristik Teknis	<i>Direction of Goodness</i>
1	Jenis mikrokontroler	MTB
2	Jenis sensor	TB
3	Warna lampu	LTB
4	Fitur bunyi suara alarm	TB
5	Fitur layar	TB
6	Tombol pengoperasian	TB
7	Jenis bahan material	LTB
8	Ukuran produk	MTB

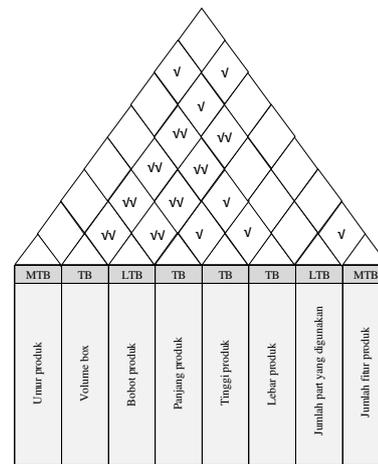
P. Penentuan Matriks Hubungan

Matriks hubungan digunakan untuk menggambarkan kekuatan hubungan antara kebutuhan atau atribut kebutuhan pelanggan dengan karakteristik teknis melalui pemberian nilai pada matriks hubungan

Q. Penentuan Korelasi Antar Karakteristik Teknis

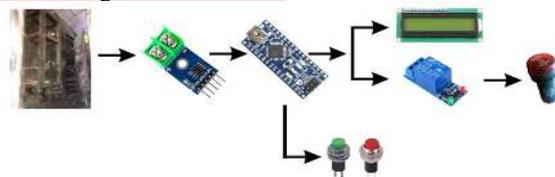
Korelasi antar karakteristik teknis dilakukan dengan memberikan simbol-simbol tertentu yang dengan mempertimbangkan apakah pemenuhan satu target karakteristik teknis akan mempengaruhi karakteristik teknis lainnya. Penentuan korelasi antar karakteristik teknis dapat dilihat pada Tabel 6.

TABEL 6. KORELASI ANTAR KARAKTERISTIK TEKNIS (*METRIC*)



R. 18 Blok Diagram Sistem

Dalam menjelaskan cara kerja sistem penggunaan sensor pada oven, digunakan pemetaan hubungan antara input, proses, dan output yang digambarkan dalam rancangan blok diagram sebagai berikut :



GAMBAR 2. BLOK DIAGRAM SISTEM

Berdasarkan pada gambar diatas dapat diketahui bahwa input dari sistem kerja sensor suhu berupa panas suhu oven, sensor suhu MAX6675, dan *push button* batas suhu yang selanjutnya diproses oleh Arduino Mikrokontroler Nano yang kemudian menghasilkan output yaitu angka suhu pada LCD, lampu indikator menyala (*relay*), dan *buzzer* menyala.

S. *Flowchart* Diagram Sistem Tahap Perancangan Alat

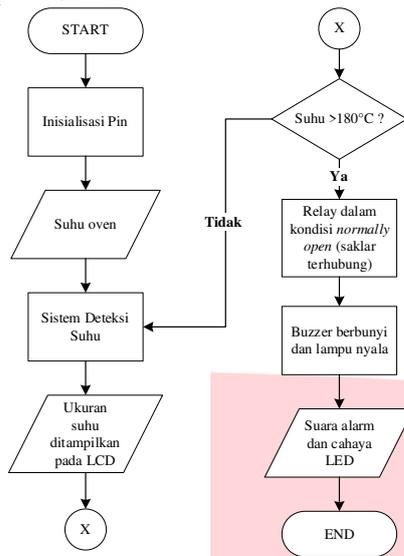
Sistem tahapan perancangan alat monitoring menggunakan sensor akan dijelaskan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 3.



GAMBAR 3. *FLOWCHART* DIAGRAM SISTEM TAHAP PERANCANGAN ALAT

T. *Flowchart* Diagram Sistem Sensor

Sistem perancangan kerja alat monitoring menggunakan sensor pendeteksi suhu oven akan dijelaskan dalam bentuk *flowchart* pada Gambar 4.

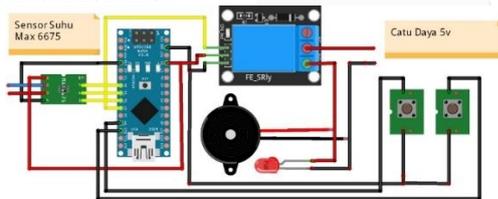


GAMBAR 4. FLOWCHART DIAGRAM SISTEM KERJA SENSOR

Setelah sistem deteksi suhu mendapatkan suhu oven, maka LCD akan menampilkan ukuran suhu dengan kondisi apabila suhu >180 derajat maka relay dalam kondisi *normally open* dengan saklar terhubung, apabila suhu <180 derajat akan diproses kembali pada sistem deteksi suhu. Pada kondisi suhu >180 derajat buzzer akan berbunyi dan LCD dalam kondisi menyala.

U. Menghubungkan Sensor MAX6675 dengan Arduino Nano

Perancangan ini menggunakan sensor MAX6675, yang mana sensor terhubung ke mikrokontroler arduino nano. Arduino nano terhubung juga dengan relay, *button* 1 dan *button* 2. Kemudian relay, buzzer dan LED terhubung langsung ke catu daya. Semua komponen dihubungkan dengan kabel konektor.



GAMBAR 5. KONFIGURASI RANGKAIAN SENSOR MAX6675 DENGAN ARDUINO NANO

V. Perancangan Mekanik Sensor MAX6675

Perancangan dan pembuatan mekanik sistem terdiri dari sensor MAX6675, *buzzer*, LCD, LED, *push button*. Box dibentuk dan didesain dengan ukuran 185mm x 115mm x 65mm agar semua komponen dapat terintegrasi satu sama lain. Desain dan bentuk ini sangat khusus untuk penempatan dari LED, LCD, *buzzer*, *push button*, dan sensor MAX6675. Bentuk yang didesain khusus untuk sensor MAX6675 dan hasil desain 3D dari alat hasil rancangan, yang dapat dilihat pada gambar berikut:



GAMBAR 1. DESAIN 3D ALAT HASIL RANCANGAN

W. Hasil Rancangan

Karakteristik teknis didapat dari proses mengidentifikasi atribut kebutuhan pelanggan melalui pencarian studi lapangan dan studi literatur. Berdasarkan identifikasi yang dilakukan, diperoleh delapan karakteristik teknis.

TABEL 7. PERSENTASE UTILISASI (USULAN)

Summary			
	Operator	Tungku Pembakaran	Oven
<i>Idle Time</i>	45	12	111
<i>Working Time</i>	441	474	375
<i>Total Cycle Time</i>	486	486	486
<i>Utilization in percent</i>	91%	98%	77%

Berdasarkan Tabel 7. nilai *idle time* pada operator berkurang dikarenakan sistem kerja sensor yang dapat meningkatkan utilisasi pekerja dan meningkatkan *working time* bagi operator dalam melakukan pekerjaan. Hal ini menyatakan bahwa tingkat utilisasi (dalam persen) meningkat secara signifikan dengan nilai 91% pada operator. Sedangkan tingkat utilisasi pada tungku pembakaran sebesar 98% dan pada oven sebesar 77%.

X. Verifikasi Hasil Rancangan

Verifikasi perancangan merupakan pemeriksaan hasil rancangan terhadap kesalahan /error yang dilakukan secara sistematis dan memeriksa kesesuaian hasil rancangan dengan spesifikasi dan standar-standar yang terkait. Tahap verifikasi fitur hasil rancangan usulan diperiksa mengenai kesesuaian maupun kesalahan yang terdapat pada rancangan usulan dengan melakukan pemeriksaan apakah hasil rancangan telah sesuai dengan spesifikasi dan standar-standar yang terkait agar memperbaiki hasil produksi pada stasiun kerja proses pengovenan di mesin oven yang ada di CV Maju Bersama.

TABEL 8. VERIFIKASI SPESIFIKASI RANCANGAN ALAT BANTU SISTEM MONITORING SUHU OVEN

<i>Need Statement</i>	Karakteristik Teknis	Spesifikasi Hasil Rancangan	Kesesuaian
Produk dapat berjalan dan mendeteksi perubahan suhu mesin oven secara otomatis saat dioperasikan	Jenis mikrokontroler	Arduino Nano	Sesuai
	Jenis sensor	MAX6675 + K Type Thermocouple sensor	Sesuai
Produk memiliki fitur pemberitahuan ke user untuk mengontrol suhu mesin oven	Warna lampu	Merah	Sesuai
	Fitur bunyi suara alarm	Pilot lamp led buzzer alarm	Sesuai
	Fitur layar	LCD 16x2 blue screen	Sesuai
Produk mudah digunakan dan dioperasikan	Tombol pengoperasian	2 (Push button Up dan Down Batas Suhu)	Sesuai
Produk	Jenis bahan	Box berbahan	Sesuai

menggunakan material dan part yang aman serta tahan lama	material	plastik sebagai wadah dari komponen alat	
Produk memiliki ukuran yang proporsional	Ukuran produk	(185 x 115 x 65) mm	Sesuai

Dari Tabel 8. dapat diketahui bahwa rancangan alat bantu sistem *monitoring* suhu pada mesin oven sudah sesuai dengan target spesifikasi awal yang telah ditetapkan, selain itu rancangan fitur buzzer dan lampu alarm yang terintegrasi dengan pembacaan suhu oleh sensir di mesin oven sudah berjalan otomatis.

Berikut merupakan verifikasi pengujian fungsi alat pada mesin pengovenan dapat dilihat pada Tabel 9.

TABEL 9.
HASIL PENGUJIAN ALAT

No	Skenario Pengujian	Hasil yang diharapkan	Hasil	Status
1	Sensor MAX6675 dapat mendeteksi suhu didalam oven	Berhasil mendeteksi suhu didalam oven	Sensor MAX6675 berhasil mendeteksi suhu didalam oven	Sensor MAX6675 mendeteksi suhu didalam oven
2	Sensor MAX6675 dapat mengukur suhu didalam oven dengan menampilkan langsung data pengukuran di LCD	Sensor MAX6675 akan mengirimkan hasil pendeteksian suhu pada LCD	Sensor MAX6675 berhasil melakukan pembacaan suhu	Sensor MAX6675 berhasil melakukan pendeteksian suhu didalam oven dan mengirimkan data untuk ditampilkan langsung pada layar LCD
3	Buzzer dapat berbunyi setelah menerima data dikirimkan dari Sensor MAX6675 bahwa suhu didalam oven melebihi batas yang ditentukan	Buzzer akan berbunyi setelah Sensor MAX6675 mengirimkan hasil pendeteksian suhu didalam oven melebihi batas suhu yang ditentukan	Buzzer berbunyi	Buzzer berhasil mengeluarkan suara sirine dengan pembacaan suhu diatas batas suhu yang ditentukan 190 derajat celcius
4	Lampu alarm dapat hidup setelah menerima data dari Sensor MAX6675 bahwa suhu didalam oven melebihi batas yang ditentukan	Lampu alarm akan hidup setelah Sensor MAX6675 mengirimkan hasil pendeteksian suhu didalam oven yang melebihi batas yang ditentukan	Lampu alarm berhasil hidup	Lampu alarm berhasil hidup ketika suhu didalam oven melebihi batas yang ditentukan 180 derajat celcius

Pengujian hasil rancangan dilakukan dengan melakukan implementasi terhadap hasil rancangan yaitu alat dengan

sensor pendeteksi suhu oven (*oven temperature sensor*) pada stasiun kerja proses pengovenan di mesin oven. Percobaan alat dilakukan selama 25 hari kerja dalam satu bulan terhadap mesin oven pada CV Maju Bersama serta dilakukan rekam data mengenai jumlah cacat gosong yang ditemukan pada saat proses percobaan hasil rancangan berupa alat pendeteksi suhu oven, Berdasarkan hasil pengambilan data dengan melakukan implementasi terhadap alat selama 25 hari kerja industri pada stasiun kerja proses pengovenan dapat disimpulkan bahwa cacat gosong berkurang signifikan dan tingkat produktivitas perusahaan meningkat.

V. VALIDASI DAN EVALUASI HASIL RANCANGAN

A. Pengujian Sensor MAX6675

Pengujian sensor MAX6675 dilakukan dengan membandingkan suhu yang terbaca oleh sensor dengan suhu yang terbaca oleh termometer digital. dari perbandingan tersebut didapat hasil pengujian sensor suhu MAX6675 bahwa dari 10 kali pengambilan data antara pembacaan sensor MAX6675 dengan termometer analog didapatkan nilai |Error| Rata-rata sebesar 0,41 °C.

B. Pengujian Respon Buzzer dan LED

Pengujian *buzzer* dan led dilakukan untuk mengetahui kemampuan respon *buzzer* dan led secara bersamaan terhadap batas suhu yang ditentukan terhadap sensor. Pengujian dilakukan dengan pengambilan suhu menggunakan MAX6675 yang mana batas suhu yang ditentukan akan terintegrasi langsung dengan *buzzer* dan LED. Bahwa dari 11 kali pengambilan data dengan rentang suhu sensor sebesar 100 °C - 200 °C didapatkan bahwa buzzer berbunyi dan LED menyala.

C. Evaluasi Hasil Rancangan

Hasil rancangan berupa perancangan alat untuk monitoring perubahan suhu pada mesin pengovenan digunakan untuk melihat seberapa besar peran dan kegunaan dari alat yang telah dibuat untuk membantu operator dalam bekerja yakni pada proses pengovenan *egg tray*. Berikut hasil dari evaluasi hasil rancangan berupa analisis perbandingan sebelum dan sesudah diimplementasikannya hasil rancangan pada proses pengovenan di CV Maju Bersama, dapat dilihat pada Tabel 10.

TABEL 10.
PERBANDINGAN SEBELUM DAN SESUDAH IMPLEMENTASI RANCANGAN

No	Sebelum	Sesudah
1.	Tidak adanya alat untuk memonitoring perubahan suhu pada mesin pengovenan.	Alat monitoring suhu ada mesin pengovenan telah ada.
2.	Operator produksi melakukan proses pengovenan secara manual dan tidak terstandarisasi.	Operator produksi pada proses pengovenan dapat melakukan pekerjaan dengan cepat dan tanggap
3.	Proses pengovenan <i>egg tray</i> tidak berjalan lancar dikarenakan panas oven yang tidak stabil	Proses pengovenan <i>egg tray</i> telah terstruktur dan terarah.
4.	Produk <i>egg tray</i> cacat gosong banyak.	Produk <i>egg tray</i> cacat gosong berkurang.
5.	Operator produksi pada stasiun kerja pengovenan banyak	Tingkat utilisasi terhadap <i>working time</i> meningkat

mengganggu (<i>waiting</i>)	dengan <i>idle time</i> yang berkurang.
-------------------------------	---

D. Analisis Perancangan Alat

Berdasarkan hasil pengujian alat terhadap mesin pengovenan, dimana operator mengatakan bahwa alat hasil rancangan berupa sensor untuk melakukan pemantauan terhadap perubahan suhu pada mesin pengovenan dapat mudah dipahami. Hal ini menunjukkan bahwa alat yang dirancang mudah dipahami dan digunakan oleh operator dan penggunaan alat tidak membuat operator mengalami kebingungan dalam penggunaannya.

E. Analisis dan Rencana Implementasi Hasil Rancangan

Pada tahap ini dilakukan analisis dari alat hasil rancangan mengenai hal-hal yang perlu diperhatikan oleh pihak perusahaan dalam menerapkan hasil rancangan. Dari alat hasil rancangan dapat diketahui bahwa rancangan pada penelitian ini dapat mendukung aktivitas produksi pada stasiun kerja pengovenan agar operator produksi dapat mengetahui hal yang harus dilakukan ketika alarm alat (*buzzer*) berbunyi dan lampu alarm menyala yang menandakan bahwa suhu oven melewati batas ketentuan yang diinginkan untuk menghasilkan produk yang seragam. Analisis dan rencana implementasi hasil perancangan digunakan untuk melihat hal-hal yang perlu disiapkan dan diantisipasi oleh *stakeholder* permasalahan untuk mengimplementasikan hasil rancangan. Aspek-aspek yang dapat dianalisis adalah sumber daya yang perlu dipersiapkan untuk menerapkan hasil rancangan untuk menggunakan hasil rancangan pada mesin pengovenan. Hal yang perlu dilakukan adalah memberikan dukungan pada alat yang diletakkan pada pintu oven yang dapat dilihat pada Gambar 7.



GAMBAR 7.

DUDUKAN ALAT SAAT PENGIMPLEMENTASIAN

Berdasarkan Gambar 7. diberikan dukungan siku yang ditempelkan pada dinding oven kemudian alat diletakkan di atasnya, selanjutnya untuk sensor dimasukkan melalui celah pada pintu oven untuk mendeteksi perubahan suhu didalam oven yang kemudian ditampilkan data perubahan suhu pada layer LCD.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai permasalahan terhadap pembuatan alat rancangan berupa *system monitoring* menggunakan sensor pada stasiun kerja proses pengovenan terhadap mesin oven di CV Maju Bersama disimpulkan bahwa setelah dilakukannya analisis penentuan penyebab masalah menggunakan *fishbone diagram*, analisis 5 why's dan 5W-1H serta menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD) yang direpresentasikan pada *House of Quality* (HOQ) terhadap

pemilihan karakteristik teknis dari keinginan *user*, maka didapatkan hasil rancangan berupa usulan perbaikan dengan menggunakan alat pendeteksi suhu yang terintegrasi ke mesin oven dengan tujuan agar operator dapat mengetahui bahwa suhu didalam mesin oven pada stasiun kerja proses pengovenan sedang tidak stabil atau dalam keadaan suhu yang ekstrim, ditandai dengan adanya suara *buzzer* alarm sebagai indikator suara dan lampu alarm yang menyala.

B. Saran

Disarankan bagi perusahaan untuk dapat menerapkan hasil rancangan untuk meningkatkan produktivitas perusahaan agar cacat hasil produksi berkurang. Perusahaan diharapkan dapat memenuhi *requirement* lain pada penelitian ini terhadap *gap* yang belum berhasil diminimasi melalui perancangan yang telah dibuat seperti jenis kecacatan yang lainnya. Organisasi perlu mempersiapkan sumber daya manusia yang terlibat dalam stasiun kerja proses usulan untuk diberikan sosialisasi pemahaman mengenai hasil rancangan usulan sehingga pada saat diimplementasikannya alat hasil rancangan seluruh sumber daya manusia yang terlibat memiliki pemahaman yang merata dan dapat mengoperasikan alat hasil rancangan.

Untuk peneliti selanjutnya dapat melakukan perancangan alat sistem monitoring yang ditingkatkan ke sistem IoT agar perancangan lebih baik dan terintegrasi dengan sistem informasi dan teknologi. Dan perlu diadakannya penelitian dan rancangan usulan lanjutan perbaikan kualitas terhadap mesin pencetakan (*molding*) wadah telur yang tidak optimal yang membuat terjadinya cacat penyok pada produk wadah telur dan mesin pencampuran (*mixing*) yang membuat terjadinya cacat berlubang. penelitian lanjutan mengenai mesin pencetakan wadah telur yang tidak optimal memberikan hasil cetakan yang membuat terjadinya cacat penyok pada produk wadah telur.

REFERENSI

- [1] Ahmad F. (2019, Februari). Jurnal Integrasi Sistem Industri. Six Sigma DMAIC Sebagai Metode Pengendalian Kualitas Produk Kursi Pada UKM, Vol. 6, 12-17
- [2] Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2012). Product design and development: fifth edition. In Mc-Graw-Hill. Retrieved from://www.ulrich-eppinger.net/
- [3] Suci, Y. F., Nasution, Y. N., dan N. A. R. (2017). Penggunaan Metode Seven New Quality Tools dan Metode DMAIC Six Sigma Pada Penerapan Pengendalian Kualitas Produk (Studi Kasus : Roti Durian Panglima Produksi PT. Panglima Roqiiqu Group Samarinda). 8, 27–36.
- [4] Gaspersz, V. (2002). Pedoman Implementasi Program Six Sigma Terintegrasi Dengan ISO 9001:2000, MBNQA, dan HACCP. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- [5] Herjanto, Eddy. (2016) Manajemen Operasi Edisi Ketiga. Jakarta: PT. Gramedia Widiasarana Indonesia
- [6] Sharma, P., Malik, S. C., Gupta, A., & Jha, P. C. (2018a). A DMAIC Six Sigma approach to quality improvement in the anodising stage of the amplifier production process. International Journal of Quality and Reliability Management, 35(9). <https://doi.org/10.1108/IJQRM-08-2017-0155>.
- [7] Djumhariyanto, D. (2016). Pengembangan Alat Bantu Jalan (Walker) Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD). Jurnal Flywheel, 7(1), 35–44.
- [8] Jakpar, S., Sze Na, A. G., Johari, A., & Myint, K. T. (2012). Examining the product quality attributes that

influences customer satisfaction most when the price was discounted: a case study in Kuching Sarawak. *Int J Bus Social Sci*, 3(March), 221-236.

[9] Pujihastuti, I. (2010). Isti Pujihastuti Abstract. *Jurnal Agribisnis Dan Pengembangan Wilayah*, 2(1), 43-56.

[10] Alwi, I. (2015). Kriteria Empirik dalam menentukan ukuran sampel pada pengujian hipotesis statistika dan analisis butir. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA*, 2(2), 140-148. <https://doi.org/10.30998/formatif.v2i2.95>

[11] H. A. Dahrmawan. (2017). *Mikrokontroler : Konsep Dasar dan Praktis*. Malang: UB Press.

[12] Maxim Integrated Products, I. *Implementing Cold-Junction Compensation in Thermocouple Applications*. 2007.

