

Pembuatan Alat *Scaling Cooling* dengan Metode *Quality Function Deployment (QFD)* untuk Menurunkan *Trouble Cooling Tersumbat* pada *Mold Plastic Injection*

Neilinda Novita Aisa^{1*}, Tri Darma Lestari²

^{1,2}*Teknik Mesin dan Industri, Politeknik Astra*

*Komplek Astra International Jl. Gaya Motor Raya No 8, Sunter II Jakarta Utara 14330
Indonesia*

^{1*}neilinda.novita@polytechnic.astra.ac.id

²tridarma226@gmail.com

Manufacture of *Scaling Cooling* Equipment with *Quality Function Deployment (QFD)* Method to Reduce *Clocked Cooling Trouble* in *Plastic Injection Mold*

Dikirimkan : 12, 2023. Diterima : 07, 2024. Dipublikasikan : 09, 2024.

Abstract— *A company in the automotive industry that manufactures motorcycles requires covers made through a plastic injection process. One of the main problems in the plastic injection process, based on the eight steps, is the occurrence of clogged mold cooling lines because the cooling system in injection molding is crucial to the production process. An optimal cooling system will produce an even heat transfer gradient and will have an effect on the resulting product. Currently, the problem of clogged cooling pathways in the mold is handled manually using brushes and air spray, so it is less than optimal because it cannot reach all the cooling pathways in the mold. The aim of this research is to reduce the number of mold cooling-clocked problems by creating a scaling cooling tool. The scaling cooling method is a method used to clean the mold cooling channels using chemicals in the form of acid compounds. The cooling scaling tool is made using House of Quality (HoQ), which is a tool from the Quality Function Deployment (QFD) method for developing a product. This research uses the eight steps method as a problem-solving method. Eight steps are included in the Plan, Do, Check, and Action (PDCA) cycle. The PDCA cycle is an iterative and continuous activity of continuous improvement. The results of using the mold cooling scaling tool, which was successfully created in this research, were able to reduce the number of mold cooling blockage problems to zero over a period of time, starting from the trial use of the cooling scaling tool up to the mold preventive maintenance standard, namely $40,000 \pm 5000$ shoots. The cooling mold channel maintenance time is 71.4% faster than before the scaling tool.*

Keywords— *Eight step; HoQ; Plastic Injection; QFD; Scaling Cooling*

Abstrak— Sebuah perusahaan di bidang *otomotif* yang memproduksi sepeda motor memerlukan *cover* yang dibuat melalui proses injeksi plastik. Salah satu masalah yang menjadi perhatian pada proses injeksi plastik di adalah terjadinya penyumbatan pada jalur pendingin *mold*. Tersumbatnya jalur pendingin *mold* dapat mengganggu produktivitas dan kualitas produk karena sistem pendinginan pada injeksi *molding* sangat memegang peranan dalam proses produksi khususnya pada industri plastik. Sistem pendinginan yang optimal akan menghasilkan gradien perpindahan panas yang merata dan akan berpengaruh pada produk hasil. Saat ini, masalah tersumbatnya jalur pendingin pada *mold* ditangani secara manual dengan menggunakan sikat dan penyemprotan angin sehingga kurang optimal karena tidak bisa menjangkau pada semua jalur pendingin di dalam *mold*. Tujuan dari penelitian ini adalah menurunkan angka masalah tersumbatnya pendingin *mold*.
Copyright © ---- THE AUTHOR(S). This article is distributed under a [Creative Commons Attribution-Share Alike 4.0 International license](#). Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri is published by Industrial Engineering of Universitas Suryakencana

dengan membuat sebuah alat *scaling* pendingin. Metode *scaling* pendingin adalah metode yang digunakan untuk membersihkan saluran pendingin *mold* dengan menggunakan bantuan bahan kimia berupa senyawa asam. Alat *scaling* pendingin dibuat menggunakan *House of Quality* (HOQ) yang merupakan alat dari metode *Quality Function Deployment* (QFD) dalam mengembangkan sebuah produk. Penelitian ini menggunakan metode *eight steps* sebagai metode pemecahan masalah. *Eight steps* termasuk ke dalam siklus *Plan, Do, Check, dan Action* (PDCA). Siklus PDCA adalah kegiatan berulang dan terus menerus dari perbaikan berkelanjutan. Hasil dari penggunaan alat *scaling* pendingin *mold* yang berhasil dibuat pada penelitian ini dapat menurunkan angka masalah tersumbatnya pendingin *mold* menjadi 0 dengan jangka waktu mulai dari *trial* penggunaan alat *scaling* pendingin sampai dengan standar *preventive maintenance mold* yaitu 40.000 ± 5000 *shoot*. Waktu perawatan saluran *cooling mold* menjadi lebih cepat 71.4% dibandingkan sebelum adanya alat *scaling*.
Kata kunci— *Eight steps; HoQ; Injeksi plastik; QFD; Scaling pendingin*

I. PENDAHULUAN

Sebuah perusahaan di bidang *otomotif* yang memproduksi sepeda motor memerlukan *cover body* yang terbuat dari proses injeksi plastik. Salah satu masalah yang menjadi perhatian pada proses injeksi plastik adalah terjadinya penyumbatan pada jalur pendingin *mold*. Tersumbatnya jalur pendingin *mold* dapat mengganggu produktivitas dan kualitas produk karena sistem pendinginan pada injeksi *molding* sangat memegang peranan dalam proses produksi khususnya pada industri plastik. Sistem pendinginan yang optimal akan menghasilkan gradien perpindahan panas yang merata dan akan berpengaruh pada produk yang dihasilkan [1].

Penyumbatan di dalam pendingin *mold* berupa kerak ataupun karat yang berasal dari endapan sisa air pendingin *mold*. Penanganan kerak disebut *scaling* [2]. Terdapat berbagai macam metode pembersihan kerak yang dapat disesuaikan dengan jenis kerak dan kandungan penyusunnya. Berdasarkan metode yang digunakan, penanganan kerak dibagi menjadi dua yaitu metode mekanik dan kimia. Metode kimia dinilai lebih unggul dibanding dengan metode mekanik [3]. Metode kimia dilakukan dengan menggunakan bantuan sebuah alat khusus yang biasa disebut alat *scaling*. Di sebuah perusahaan *otomotif* yang mempunyai *line* injeksi plastik belum mempunyai alat *scaling* sehingga rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menangani masalah *cooling* tersumbat masih tinggi yaitu 21 jam.

Metode QFD merupakan metode terstruktur dan sistematis [4], [5]. Pelaksanaan QFD dimulai dari siapa konsumen produk, karakter yang diinginkan konsumen, serta kebutuhan konsumen, sehingga dapat dievaluasi tingkat kebutuhan konsumen [6]. QFD berfokus pada penentuan kebutuhan pelanggan dan komitmen organisasi untuk memenuhi kebutuhan tersebut [7].

Tahap QFD dapat dimasukkan dalam empat matriks, yaitu matriks perencanaan produk, matriks pengembangan *part/subsistem*, matriks perencanaan proses dan matriks pengendalian proses/kualitas. Matriks perencanaan produk menghubungkan antara berbagai kebutuhan yang akan disampaikan oleh pelanggan dengan karakteristik kritis dari produk (*critical product requirements*),

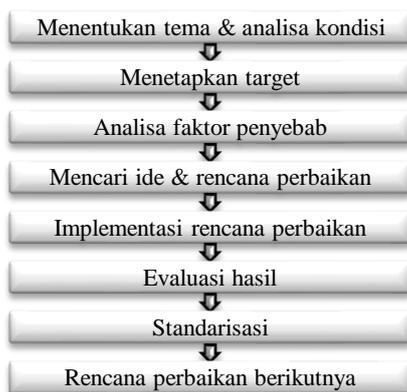
menganalisis kekuatan hubungan antara masing-masing elemen di keduanya, dan juga memberikan gambaran *benchmarking* antara kualitas produk kompetitor berdasarkan persepsi konsumen.

Matriks ini juga dikenal sebagai *House of Quality* (HOQ) [8]. HOQ yaitu perhitungan data sistematis untuk memahami proses perencanaan dan pengembangan keseluruhan produksi agar terwujud suatu produk yang diinginkan sesuai dengan keinginan pelanggan [9]. HOQ juga digunakan untuk mengurutkan prioritas dalam pembuatan desain [10].

Metode QFD dapat memformulasikan penentuan aspek penting pada desain alat pemotong ring AMDK gelas plastik [11]. Perancangan ulang mesin yang kurang efisien dilakukan dengan metode QFD dapat meningkatkan efisiensi waktu 20% dari proses pemotongan manual [12]. Perancangan troli sebagai alat angkut karung dengan metode QDD dapat meningkatkan produktivitas sebesar 40% [13]. Perancangan ulang alat bantu *assembly touch panel* menggunakan metode QFD dapat meningkatkan produksi sebesar 72% dan menurunkan cacat sebesar 76%, yang menunjukkan peningkatan signifikan dalam efisiensi produksi [14]. Berdasarkan latar belakang dan literatur review maka akan dilakukan penelitian untuk membuat alat *Scaling Cooling* dengan Metode *Quality Function Deployment* (QFD) untuk menurunkan waktu penanganan *cooling* tersumbat sehingga produktivitas perusahaan akan meningkat

II. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode *eight steps* sebagai metode pemecahan masalah karena metode ini fokus pada akar masalah dan solusi [15] [16]. Pelaksanaan *eight steps* dilakukan dengan langkah-langkah pada Gambar 1. Sedangkan untuk proses perbaikan, menggunakan metode QFD sehingga perbaikan yang dilakukan sesuai dengan keinginan konsumen.



Gambar 1. Eight step

1. Menentukan Tema & Analisis Kondisi
Menentukan tema dengan analisis pembobotan *Quality, Cost, Delivery, Safety, Moral* (QCDSM) dan diagram pareto untuk menentukan masalah dengan dampak paling tinggi. Analisis kondisi dilakukan dengan melakukan observasi lapangan secara langsung.
2. Menetapkan Target
Penetapan target menggunakan kaidah *Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound* (SMART) [17]. Penetapan target menggunakan acuan data tiga besar *mold trouble cooling* tersumbat tahun 2022.
3. Analisis Faktor Penyebab
Analisis faktor penyebab menggunakan *fishbone* diagram untuk menentukan akar dari permasalahan [18], [19].
4. Mencari Ide & Rencana Perbaikan
Pencarian ide perbaikan menggunakan metode QFD. Rencana perbaikan dilakukan dengan membuat desain alat *scaling cooling* menggunakan *software Autodesk Inventor*.
5. Implementasi Rencana Perbaikan
Implementasi rencana perbaikan dilakukan dengan realisasi dari desain alat *scaling cooling* menggunakan metode QFD [20], [21], [22].
6. Evaluasi Hasil
Evaluasi hasil dilakukan dengan melakukan *trial and error* alat *scaling cooling* secara bertahap untuk memaksimalkan fungsi dari alat *scaling cooling*.
7. Standarisasi
Standarisasi dilakukan dengan pembuatan *flow* proses *maintenance* baru dan intruksi kerja sebagai panduan penggunaan alat *scaling cooling*.
8. Rencana Perbaikan Berikutnya
Merencanakan perbaikan berikutnya untuk mendapatkan hasil yang konsisten dan berkelanjutan.

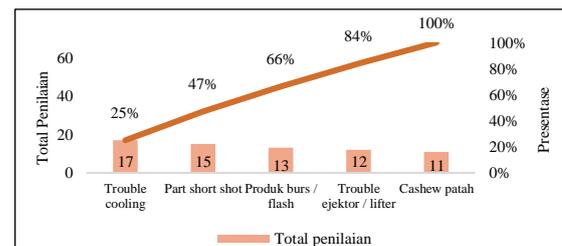
III. HASIL PENELITIAN

Penelitian ini diawali menggunakan metode *eight step*.

A. Menentukan Tema & Analisis Kondisi

1) Menentukan tema

Tema pada penelitian ini diambil berdasarkan data 5 besar *corrective maintenance mold plastic injection* tahun 2022. Berikut adalah data *historical* dari departement *maintenance mold*.

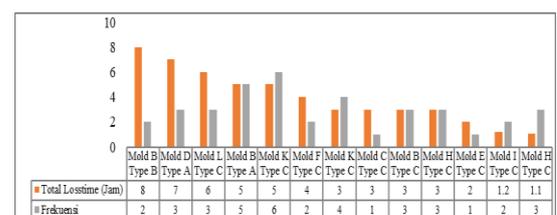


Gambar 2. Data *corrective maintenance*

Berdasarkan diagram pareto masalah pada gambar 2 dapat dilihat bahwa masalah dengan total penilaian tertinggi yaitu *trouble cooling* tersumbat.

2) Menetapkan Objek

Menetapkan objek bertujuan untuk mempermudah dalam pengambilan data *trial and error* serta evaluasi dari perbaikan yang dilakukan. *Mold* yang mengalami *cooling* tersumbat sebanyak 13 *mold*. Objek yang digunakan dalam penelitian ini hanya 3 *mold* dengan total waktu *cooling* tersumbat tertinggi. Berikut adalah data *mold trouble cooling* tersumbat.



Gambar 3. *Mold cooling* tersumbat

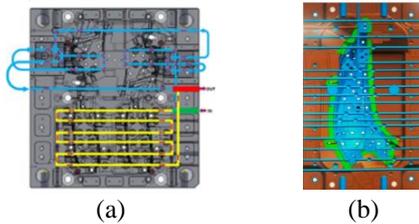
Berdasarkan gambar 3 dapat disimpulkan bahwa *mold* yang dijadikan objek dalam penelitian ini yaitu *Mold B type B*, *Mold D Type A*, dan *Mold L Type C*.

3) Analisis Kondisi

Sistem Pendingin Mold

Mold memiliki 2 jenis sistem pendingin yaitu *conformal* (a) dan paralel (b). Ketiga *mold* yang menjadi objek penelitian memiliki jenis sistem pendingin *conformal*. Jenis ini memiliki jalur yang panjang, kecil, dan berliku sehingga membuat aliran air di dalam *cooling* lebih lambat dibandingkan jenis lain. Hal ini menyebabkan

pengendapan kotoran ataupun kerak sehingga *trouble cooling* tersumbat banyak terjadi di sistem pendingin yaitu *conformal*.



Gambar 4. Jenis sistem pendingin

Jenis Kotoran dalam Cooling Mold



Gambar 5. Kotoran dalam saluran cooling mold

Berdasarkan gambar 5 dapat dilihat terdapat 3 jenis kotoran di dalam saluran *cooling mold*. Kondisi ini diambil di saat *mold* baru turun setelah produksi.

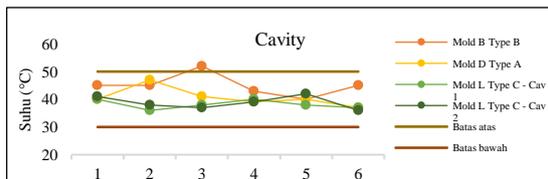
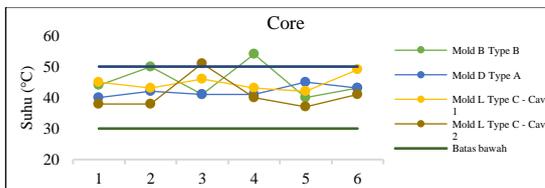
Penanganan Cooling Tersumbat



Gambar 6. Penanganan cooling tersumbat

Gambar 6 menunjukkan penanganan *trouble cooling* tersumbat yang dilakukan secara manual menggunakan sikat dan menyemprotkan angin. Cara ini tidak efektif untuk sistem pendingin *conformal* karena tidak bisa menjangkau lekukan di jalur *cooling*-nya.

Suhu Mold Sebelum Perbaikan



Gambar 7. Suhu mold sebelum perbaikan

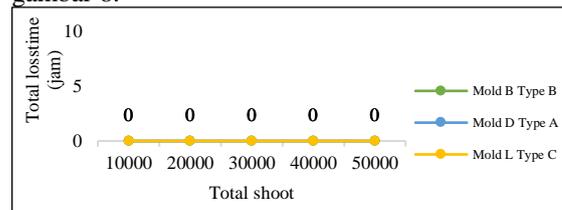
Gambar 7 menunjukkan beberapa titik pada *mold* yang suhunya melebihi standar (30-50°C). Suhu *mold* yang melebihi standar mengindikasikan adanya penyumbatan di dalam saluran *cooling mold*.

B. Menetapkan Target

TABEL I
WAKTU PENANGANAN *COOLING* TERSUMBAT SEBELUM PERBAIKAN

No.	Nama Mold	Jenis Cooling	Total Losstime (Jam)	Frekuensi
1	Mold B Type B	Conformal	8	2
2	Mold D Type A	Conformal	7	3
3	Mold L Type C	Conformal	6	3
Total			21	8

Tabel I menunjukkan bahwa pada 1 *mold* bisa terjadi masalah *cooling* tersumbat lebih dari 1x sebelum waktu *standart preventive maintenance* dimana rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk 1x perawatan adalah 2,6 jam. Setelah perbaikan, target yang diinginkan adalah 1 *mold* hanya memerlukan 1x perawatan ketika waktu *standart preventive maintenance* tercapai agar tidak mengganggu proses produksi. Oleh karena itu target akan difokuskan untuk dapat dilihat hasilnya. Target fokus tersebut dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Target fokus penurunan cooling tersumbat

Target fokus dalam penelitian ini yaitu tidak terjadi *cooling* tersumbat dengan jangka waktu dari dilakukannya *trial* sampai dengan standar *preventive maintenance mold*. Standar *preventive maintenance mold* yaitu 45.000±5000 *shoot*. Penentuan *cooling mold* tersumbat atau tidak didasarkan pada indikasi suhu *mold*. Apabila suhu *mold* berada di dalam batas standar maka *cooling mold* tersebut tidak mengalami penyumbatan.

Penetapan target dijelaskan lebih lanjut menggunakan kaidah SMART sebagai berikut.

Spesific : Mengurangi *trouble cooling* tersumbat pada *mold plastic injection*.

Measureable : Mengurangi *cooling* tersumbat dari setelah dilakukan perbaikan sampai dengan *mold* mencapai 50.000 *shoot*.

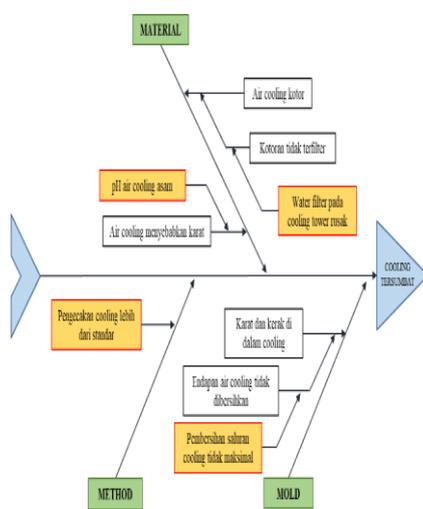
Achievable : *Cooling* tersumbat tidak terjadi kembali.

Realistic : Adanya alat bantu yang dapat digunakan untuk membersihkan saluran *cooling mold*.

Time bound : *Project* ini dilaksanakan selama 6 bulan dari Januari sampai dengan Juni 2023

C. Analisis Faktor Penyebab

Analisis faktor penyebab menggunakan *fishbone* diagram dengan memperhatikan faktor *Man, Machine, Methode, Material and Environment* (4M + 1E). Analisis ini dilakukan bersama tim dengan cara *brainstorming*. Berdasarkan *fishbone* diagram pada gambar 9, *cooling* tersumbat memiliki 4 akar penyebab dari 4 faktor. Akar penyebab tersebut merupakan kemungkinan yang dapat menyebabkan terjadinya *cooling* tersumbat. Oleh karena itu harus dilakukan analisis lebih lanjut dengan membandingkan kondisi aktual dan standar.



Gambar 9. Fishbone diagram

Berdasarkan hasil analisis, penyebab utama *cooling* tersumbat yaitu dari faktor *mold* dengan akar masalah pembersihan *cooling* tidak maksimal karena metode yang digunakan tidak sesuai untuk jenis *cooling conformal*. Meskipun dari faktor material dan method sudah sesuai antara kondisi aktual dengan standar, tetapi kerak dan karat masih dapat terbentuk di dalam *mold* ketika *mold off* produksi.

TABEL II
ANALISIS AKAR PENYEBAB COOLING TERSUMBAT

Faktor	Akar Masalah	Standar	Aktual	Judge
Material	Water filter pada cooling tower rusak	Water filter berfungsi dengan baik	Water filter berfungsi dengan baik	OK
	pH air cooling asam	pH air cooling netral	Ph air cooling netral	OK

Faktor	Akar Masalah	Standar	Aktual	Judge
Mold	Pembersihan saluran cooling tidak maksimal	Cooling dibersihkan sesuai jenis cooling mold	Pembersihan cooling tidak sesuai untuk conformal	NG
Method	Pengecekan cooling lebih dari standar	Cooling dicek setiap preventive maintenance	Cooling dicek setiap preventive maintenance	OK

D. Mencari Ide & Rencana Perbaikan

Setelah diketahui bahwa akar penyebab *cooling* tersumbat adalah ketidaksesuaian antara mesin pembersih dan jenis *cooling* pada mold, selanjutnya dilakukan proses pencarian ide dan merencanakan

1) Metode Pembersihan Saluran Cooling Mold

Terdapat beberapa metode pembersihan *cooling mold* yang dapat dilakukan. Jenis *cooling conformal* paling sesuai dibersihkan dengan menggunakan metode *chemical cleaning process*. *Chemical cleaning* proses merupakan proses pembersihan saluran *cooling* menggunakan bahan kimia. Bahan kimia digunakan untuk melarutkan kotoran berupa kerak atau pun karat. Metode ini membutuhkan sebuah alat khusus atau alat *scaling* yang mampu mengalirkan *chemical* ke dalam saluran *cooling mold*. Oleh karena itu pada penelitian ini rencana perbaikan yang akan dilakukan yaitu pembuatan alat *scaling cooling* yang dapat digunakan untuk membersihkan saluran *cooling mold*.

2) Referensi Alat Scaling Cooling

Hal yang diambil dari referensi mesin *scaling* yang pertama (a) yaitu penggunaan air panas dan penggunaan tekanan dalam mengalirkan cairan. Dari referensi mesin kedua (b) diambil sistem kerja berupa sirkulasi, penggunaan senyawa asam, pembilasan menggunakan air biasa, penggunaan filter, dan penggunaan udara terkompresi di akhir proses.



(a)

(b)

Gambar 10. Referensi mesin scaling cooling

Sumber : <https://www.hfswkjyxs.com/Pulse-Mold-Waterway-Cleaning-Machine-HF-2LZ-5-in-and-5-out.html> dan <https://www.radiatormakingmachine.com/supplier-432520p3-ultrasonic-cleaning-machine>

E. Implementasi Rencana Perbaikan

1) Desain Alat Scaling Cooling Mold

a. Voice of Customer

Voice of Customer diperoleh dengan melakukan wawancara terhadap 2 teknisi yang menanganinya cooling tersumbat.

TABEL III
VOICE OF CUSTOMER

No.	Kebutuhan konsumen	Teknisi		Importance (5 is best)
		1	2	
1	Alat mudah digunakan	4	5	4.5
2	Alat mudah dipindah tempat	4	4	4
3	Alat mampu memudahkan penanganan masalah	5	5	5
4	Alat bisa digunakan dalam waktu yang lama	4	4	4
5	Alat tidak membahayakan pengguna	4	4	4
6	Semua komponen alat terstruktur dan rapi	4	5	4.5
7	Desain menarik	4	3	3.5

b. House of Quality

House of Quality digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan dan keinginan konsumen ke dalam suatu rancangan produk yang memiliki persyaratan teknis dan karakteristik kualitas tertentu. Berdasarkan gambar 11 didapatkan hasil kebutuhan konsumen dengan tingkat importance tertinggi yaitu alat mampu memudahkan penanganan masalah, alat mudah digunakan, dan semua komponen alat terstruktur dan rapi. Untuk kebutuhan teknis tingkat importance tertinggi yaitu mengeluarkan kotoran dari dalam cooling, tidak menimbulkan masalah baru, dan penggunaannya mudah dan praktis. Dari kesimpulan tersebut kemudian dibuat desain yang disesuaikan dengan tingkat importance yang diperlukan.

c. House of Quality

House of Quality digunakan untuk menerjemahkan kebutuhan dan keinginan konsumen ke dalam suatu rancangan produk yang memiliki persyaratan teknis dan karakteristik kualitas tertentu. Berdasarkan gambar 11 didapatkan hasil kebutuhan konsumen dengan tingkat importance tertinggi yaitu alat mampu memudahkan penanganan masalah, alat mudah digunakan, dan semua komponen alat terstruktur

dan rapi. Untuk kebutuhan teknis tingkat importance tertinggi yaitu mengeluarkan kotoran dari dalam cooling, tidak menimbulkan masalah baru, dan penggunaannya mudah dan praktis. Dari kesimpulan tersebut kemudian dibuat desain yang disesuaikan dengan tingkat importance yang diperlukan.

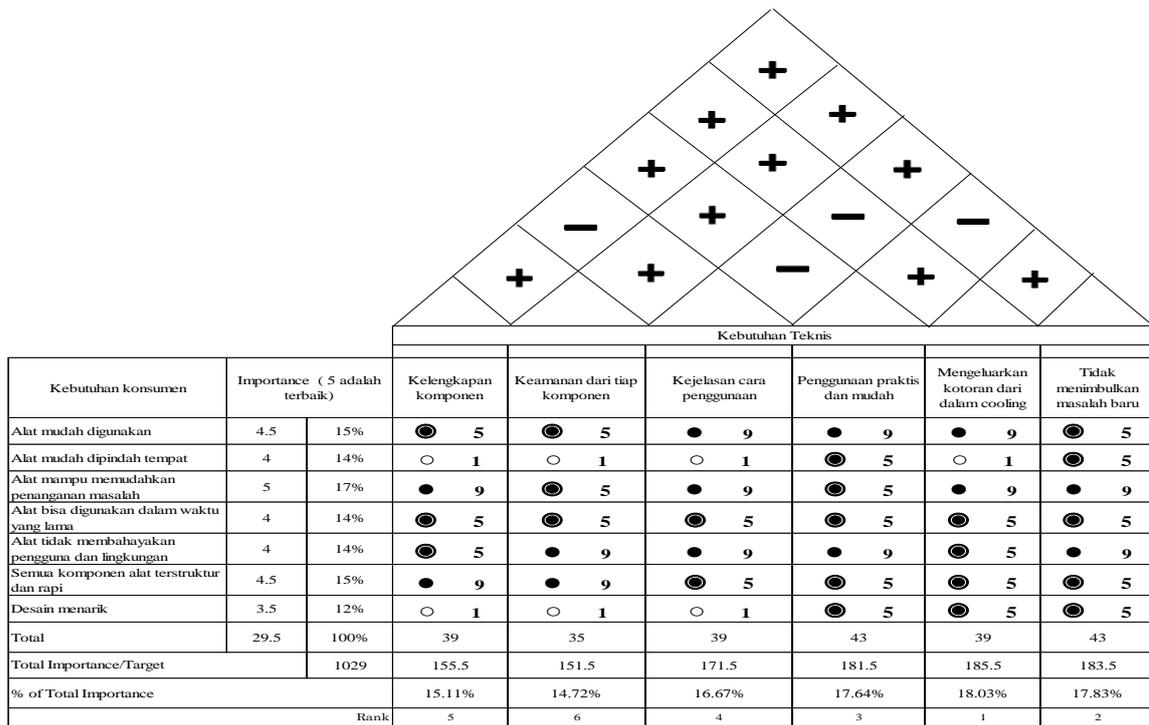
Berdasarkan gambar 11 didapatkan hasil kebutuhan konsumen dengan tingkat importance tertinggi yaitu alat mampu memudahkan penanganan masalah, alat mudah digunakan, dan semua komponen alat terstruktur dan rapi. Kebutuhan teknis dengan tingkat importance tertinggi yaitu mengeluarkan kotoran dari dalam cooling, tidak menimbulkan masalah baru, dan penggunaannya mudah dan praktis. Alat ini akan menggunakan pompa air merk Panasonic GA-130JAK dengan kapasitas minimal 18 liter /menit dan pipa diameter 1 cm. Pemilihan kedua bahan ini bertujuan untuk menghasilkan aliran turbulen agar proses proses pengeluaran kotoran bisa terjadi secara maksimal karena aliran memiliki ketidakteraturan dalam lintasan fluidanya, aliran banyak bercampur, kecepatan fluida tinggi, panjang skala aliran besar dan viskositasnya rendah [23]. Suatu aliran fluida dinyatakan sebagai aliran turbulen ketika bilangan Reynolds (Re) mencapai lebih dari 4000 [24].

Berikut adalah perhitungan bilangan Reynold dari alat yang dibuat.

$$\begin{aligned}
 Re &= \frac{V \cdot D}{\nu} \\
 &= \frac{3,82 \text{ m/s} \cdot 0,01 \text{ m}}{0,785 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}} \\
 &= 48.662,42
 \end{aligned}$$

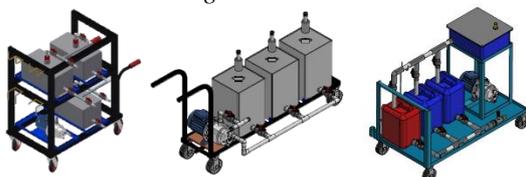
Dari hasil perhitungan di atas disimpulkan bahwa aliran yang terjadi pada proses scaling cooling ini adalah aliran turbulen dengan friction factor sebesar 0.032 yang termasuk ke dalam aliran transisi dari aliran laminar ke aliran turbulen.

Agar tidak menimbulkan masalah baru, chemical yang digunakan pada alat ini adalah Eondescaler 505 yang merupakan jenis water base dengan skala 1:4 sampai dengan 1:10. Setelah dilakukan beberapa kali uji coba maka diketahui bahwa skala terbaik yang akan digunakan untuk proses scaling cooling yaitu skala 1:5 karena skala ini paling sedikit menimbulkan karat dalam waktu 7 hari dengan waktu scaling 60 menit.



Gambar 11. House of Quality

d. Process Planning



(a) (b) (c)
Gambar 12. Desain alat scaling cooling

Dari ketiga desain yang telah dibuat kemudian dilakukan penilaian untuk menentukan desain yang akan direalisasikan.

Hasil penilaian menunjukkan desain c merupakan peringkat pertama. Oleh karena itu, desain yang dipilih yaitu desain c.

TABEL IV
PENILAIAN DESAIN ALAT SCALING COOLING

No	Kebutuhan konsumen	Weight	Desain (a)		Desain (b)		Desain (c)	
			Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score
1	Alat mudah digunakan	15.25%	0.18	0.14	0.22	0.16	0.22	0.16
2	Alat mudah dipindah tempat	13.56%	0.18	0.14	0.18	0.13	0.18	0.13
3	Alat mampu memudahkan penanganan masalah	16.95%	0.23	0.18	0.24	0.18	0.24	0.17
4	Alat bisa digunakan dalam waktu yang lama	13.56%	0.18	0.14	0.18	0.13	0.18	0.13

No	Kebutuhan konsumen	Weight	Desain (a)		Desain (b)		Desain (c)	
			Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score
5	Alat tidak membahayakan pengguna	13.56%	0.18	0.14	0.18	0.13	0.18	0.13
6	Semua komponen alat terstruktur dan rapi	15.25%	0.18	0.14	0.21	0.15	0.22	0.16
7	Desain menarik	11.86%	0.14	0.11	0.14	0.10	0.16	0.12
Total		100%	1.29	1.00	1.36	1.00	1.39	1.00
Rank			3		2		1	

2) Implementasi Desain

Implementasi rencana perbaikan dilaksanakan dengan realisasi pembuatan alat scaling cooling sesuai desain yang sudah dibuat dan dipilih. Total biaya untuk pembuatan alat scaling cooling ini yaitu Rp. 11.385.000.



Gambar 13. Alat scaling cooling

Gambar 13 merupakan hasil implementasi pembuatan alat *scaling cooling mold* berdasarkan HoQ.

F. Evaluasi Hasil

Berikut adalah hasil dari *trial* penggunaan alat *scaling cooling* dapat dilihat pada Tabel V.

TABEL V
INDIKASI KESESUAIAN FUNGSI ALAT *SCALING COOLING*

Indikasi	Sebelum	Setelah
Kondisi filter		
Perbandingan air <i>cooling</i>		

Berdasarkan hasil *trial* pada tabel V dapat dilihat perbedaan kondisi filter dan air *cooling* sebelum dan setelah dilakukan *trial*. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa alat *scaling cooling* ini sesuai dengan fungsinya yaitu untuk membersihkan saluran *cooling mold*.

G. Standarisasi

Standarisasi dilakukan dengan membuat instruksi kerja proses *scaling cooling* supaya tidak terjadi kesalahan ketika melakukannya.

H. Rencana Perbaikan Berikutnya

Rencana perbaikan berikutnya yaitu melakukan metode *scale inhibitor* untuk *cooling mold*. Hal ini untuk mencegah kembali terjadinya penumpukan kerak dan juga karat

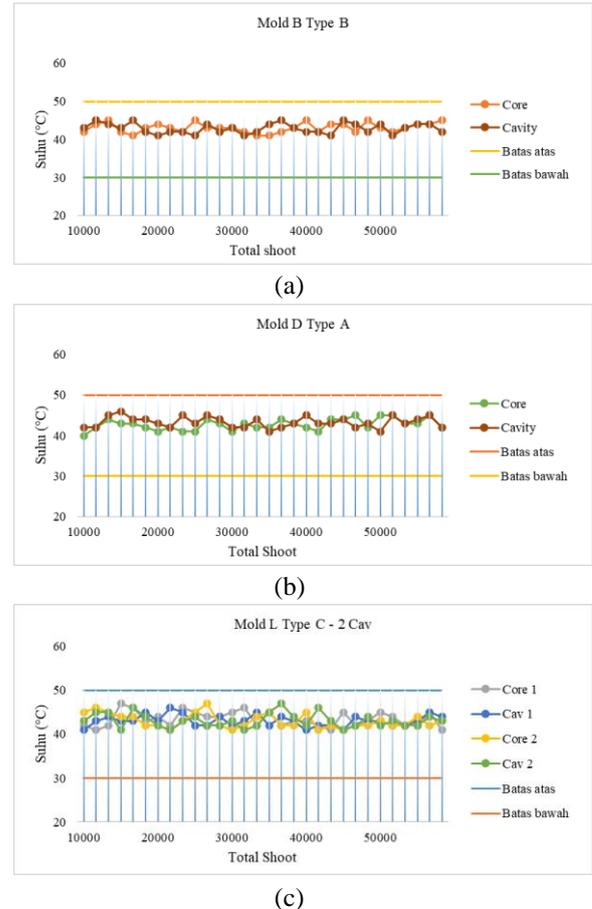


Gambar 14. Instruksi kerja proses *scaling cooling*

IV. PEMBAHASAN

Setelah proses perbaikan dengan membuat alat *scaling*, terdapat dua *point* yang akan di bahas yaitu kemampuan alat untuk mencegah terjadinya *cooling* tersumbat sebelum standar *preventive maintenance* yaitu 45.000 ± 5000 shoot dan kemampuan alat untuk mempercepat proses perawatan *cooling mold*.

Kemampuan alat untuk mencegah terjadinya *cooling* tersumbat sebelum standar *preventive maintenance* dapat dilihat dari pada gambar 15.



Gambar 15. Suhu *mold* setelah perbaikan

Gambar 15 menunjukkan suhu ketiga *mold* setelah dilakukan proses *scaling cooling*. Suhu *mold* diamati sampai *mold* mencapai 50.000 shoot. Suhu *mold* setelah perbaikan berada di dalam standar yaitu 30-50°C. Hal tersebut mengindikasikan tidak adanya penyumbatan di dalam saluran *cooling mold*.

Tidak adanya masalah *cooling* tersumbat membuat proses perawatan saluran *cooling mold* menjadi lebih cepat dan hanya perlu dilakukan 1x perawatan setelah mencapai *standart shoot*.

Tabel VI menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk merawat satu *mold* adalah 2 jam dan hanya 1x selama *waktu standart preventive maintenance*.

TABEL VI
WAKTU PENANGANAN COOLING TERSUMBAT SEBELUM
PERBAIKAN

No	Nama Mold	Jenis Cooling	Total Losstime (Jam)	Frekuensi
1	Mold B Type B	Conformal	2	1
2	Mold D Type A	Conformal	2	1
3	Mold L Type C	Conformal	2	1
Total			6	3

V. KESIMPULAN

Metode *eight step* yang diterapkan pada penelitian ini mampu mengarahkan pada satu masalah yang paling dominan beserta penyebab utamanya yaitu masalah *cooling* tersumbat karena tidak adanya alat *scaling cooling* yang memadai untuk tipe *cooling* jenis *conformal*.

Metode QFD diterapkan untuk membuat alat *scaling cooling* yang sesuai dengan permintaan *customer* (VoC) sehingga sesuai dengan kebutuhan dan mampu menangani permasalahan yang ada.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa alat *scaling cooling* yang dibuat menggunakan metode QFD dapat sesuai dengan permintaan konsumen dan berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Terbukti dengan kemampuan alat untuk mencegah terjadinya *cooling* tersumbat sebelum standar *preventive maintenance* dan mampu mempercepat proses perawatan *cooling mold*.

Waktu total yang dapat dihemat setelah adanya alat *scaling* adalah 15 jam atau 71,4% yaitu dari awalnya 21 jam menjadi hanya butuh waktu 6 jam untuk 3 *mold*.

REFERENSI

- [1] A. B. P. Fauzan, "Kajian Numerik Pengaruh Konfigurasi *Cooling* Channel Terhadap Performa Pendinginan Produk Plastik Pada *Mold* Injeksi," 2018.
- [2] M. Jamialahmadi and H. Müller-Steinhagen, "Heat exchanger fouling and *cleaning* in the dihydrate process for the production of phosphoric acid," *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 85, no. 2, pp. 245–255, 2007.
- [3] M. J. Economides and K. G. Nolte, *Reservoir stimulation*, vol. 2. Prentice Hall Englewood Cliffs, NJ, 1989.
- [4] I. Siregar, "Application Quality Function Deployment to Improve Quality of Patient Service in Hemodialysis Installation," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 2019, pp. 1–5.
- [5] S. Joshi and P. Bhargava, "Waste Management Integration with Green Quality Function Deployment (G-QFD) for Healthcare Centre," *Production Engineering Archives*, vol. 22, no. 22, pp. 45–49, 2019, doi: 10.30657/pea.2019.22.09.
- [6] N. Latif and M. R. Radyanto, "Pengembangan Desain Produk Penyangrai Biji Melinjo Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," vol. 9, no. 2, pp. 544–552, 2023.
- [7] R. Nur Sulaiman and M. N. Assidiq, "Mesin CNC Laser Berbasis Arduino Uno dengan Pendekatan QFD," *Jurnal Industrikrisna*, vol. 12, no. 2, pp. 16–27, 2023.
- [8] F. Dianawati, H. Hanif, and L. Maiciptaani, "Strategy of service quality improvement for commuter line Jabodetabek train using integration methods of SERVQUAL and Kano Model into *House of Quality*," in *AIP Conference Proceedings*, 2019, pp. 1–9. doi: 10.1063/1.5139753.
- [9] A. Hasibuan *et al.*, "Service Quality Improvement by Using the Quality Function Deployment (QFD) Method at the Government General Hospital," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019, pp. 1–8.
- [10] I. Sukarno *et al.*, "Perancangan Alat Disinfects UV dengan Metode Quality Function Deployment," vol. 9, no. 1, pp. 63–70, 2023.
- [11] E. A. Wibowo, G. M. Munandar, and M. N. W. Hidayah, "Formula Optimal dalam Penentuan Aspek Penting pada Desain Alat Pemotong Ring AMDK Gelas Plastik Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Industri: Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 8, no. 1, pp. 162–169, 2024.
- [12] P. Priyono and F. Yuamita, "Pengembangan Dan Perancangan Alat Pemotong Daun Tembakau Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD)," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Industri Terapan*, vol. 1, no. 3, pp. 137–144, 2022.
- [13] A. A. Nashida, D. A. Nuriyadi, N. S. Prameswari, I. P. Senthika, Z. N. Rahma, and R. A. Imran, "Perancangan Troli Ergonomis sebagai Alat Bantu Angkut Karung dengan Quality Function Deployment pada Penggilingan Padi Sri Rezeki di Banyumas," *Jurnal Media Teknik dan Sistem Industri*, vol. 8, no. 1, pp. 60–69, 2024.
- [14] H. Irwan, "Perancangan Ulang Alat Bantu Proses *Assembly touch panel* Untuk Mengurangi Cacat Produk Menggunakan Metode Quality Function Deployment," *Jurnal Manajemen Rekayasa dan Inovasi Bisnis*, vol. 2, no. 2, pp. 84–92, 2024.
- [15] H. Darmawan, S. Hasibuan, and H. Hardi Purba, "Application of Kaizen Concept with 8 Steps PDCA to Reduce in Line Defect at Pasting Process: A Case Study in Automotive Battery," *International Journal of Advances in Scientific Research and Engineering*, vol. 4, no. 8, pp. 97–107, 2018, doi: 10.31695/ijasre.2018.32800.
- [16] Suratno and B. P. Ichtiarto, "Reduce Carbon Emissions of Logistic Transportation Using Eight Steps Approach in Indonesian Automotive Industry," *Journal Europeen des Systemes Automatises*, vol. 54, no. 6, pp. 819–826, 2021.
- [17] E. Setiobudi, "Analisis Sistem Penilaian Kinerja Karyawan Studi pada PT. Tridharma Kencana," *JABE (Journal of Applied Business and Economic)*, vol. 3, no. 3, p. 170, 2017, doi: 10.30998/jabe.v3i3.1768.
- [18] H. Hernadewita, I. Setiawan, and H. Hendra, "Enhance quality improvement through lean six sigma in

- division Side Board Clavinova Piano's," *International Journal of Production Management and Engineering*, vol. 10, no. 2, pp. 173–181, 2022, doi: 10.4995/ijpme.2022.16140.
- [19] S. Suparno and A. S. Susanto, "Peningkatan Produktivitas Leaf Spring Jenis Minicup Tipe MMS 2230 dengan Mengurangi Pemborosan Proses Produksi Melalui Penerapan Metode Lean Manufacturing," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 10, no. 1, pp. 89–100, 2021, doi: 10.26593/jrsi.v10i1.3813.89-100.
- [20] P. Duan, Z. He, Y. He, F. Liu, A. Zhang, and D. Zhou, "Root cause analysis approach based on reverse cascading decomposition in QFD and fuzzy weight ARM for quality accidents," *Computers and Industrial Engineering*, vol. 147, 2020, doi: 10.1016/j.cie.2020.106643.
- [21] S. Avikal, R. Singh, and R. Rashmi, "QFD and Fuzzy Kano model based approach for classification of aesthetic attributes of SUV car profile," *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 31, no. 2, pp. 271–284, 2020, doi: 10.1007/s10845-018-1444-5.
- [22] D. H. Cropley, "Applying quality function deployment to the design of engineering programmes: approaches, insights and benefits," *Australasian Journal of Engineering Education*, vol. 00, no. 00, pp. 1–14, 2020, doi: 10.1080/22054952.2020.1776532.
- [23] H. F. P. Simanjuntak, P. Manik, and A. W. B. Santosa, "Analisa Pengaruh Panjang, Letak dan Geometri Lunas Bilga Terhadap Arah dan Kecepatan Aliran (Wake) Pada Kapal Ikan Tradisioal (Studi Kasus Kapal Tipe Kragan)," *Jurnal Teknik Perkapalan*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [24] P. M. Gerhart, A. L. Gerhart, and J. I. Hochstein, *Fundamentals of Fluid Mechanics Eight Edition*. 2016.