

Pengembangan Alat *Safety Goggles* Menggunakan Metode *Quality Function Deployment* (QFD)

1st Ahmad Fachri Bunyamin

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

fachrie@student.telkomuniversity.ac.id

d

2nd Yusuf Nugroho Doyo Yekti

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

doyotyekti@telkomuniversity.ac.id

3rd Ilma Mufidah

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

ilmamufidah@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Pekerjaan las merupakan salah satu pekerjaan di industri informal yang banyak dilakukan oleh masyarakat Indonesia. Sehingga operator las sangat membutuhkan *safety goggles* sebagai alat pelindung mata mereka. Data BLS menunjukkan bahwa 1.790 kasus gangguan mata dialami oleh tukang las, sementara sekitar 1.390 kasus lainnya disebabkan oleh paparan bunga api pengelasan. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu melakukan pengembangan alat *safety goggles* dalam meningkatkan keamanan dan kenyamanan penggunaan *safety goggles* pada proses pengelasan menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD), yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan operator las sebagai pengguna *safety goggles*. Operator las merasa puas dengan hasil rancangan usulan *safety goggles* yang diberikan karena memiliki lensa yang tahan terhadap benturan, tahan terhadap sinar UV, memiliki pelindung hidung untuk menjaga sistem pernapasan operator las dan penutup lensa yang berfungsi untuk melindungi lensa *safety goggles*, dan juga usulan *safety goggles* yang dirancang menggunakan tali *scarpt* agar bisa disesuaikan dengan ukuran kepala operator las. produk yang dirancang telah berhasil memenuhi sebagian besar kebutuhan pengguna dan juga pengguna merasa puas dengan hasil rancangan usulan *safety goggles* karena dapat membantu keamanan dan juga kenyamanan pengguna pada saat melakukan proses pengelasan tanpa harus khawatir lagi mengenai keluhan-keluhan mata yang dialami pada saat menggunakan kacamata biasa.

Kata kunci— *Pekerja Las, Safety Goggles, Quality Function Deployment, Kacamata Biasa*

I. PENDAHULUAN

Pekerjaan las adalah salah satu pekerjaan di industri informal yang memiliki potensi yang tinggi mengalami keluhan terhadap penglihatan yang berada pada urutan kedua pada kasus cedera pada mata yang terjadi terhadap pekerja. Berdasarkan data BPJS Ketenagakerjaan, kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja di Indonesia mengalami peningkatan jumlah kasus yang tinggi dari tahun 2019 ke tahun 2020, yaitu dari 210.789 kasus menjadi 221.740 kasus. Pada tahun 2020 ke tahun 2021,

jumlah kasus kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja mengalami peningkatan sebesar 12.630 kasus. Berdasarkan data tersebut, kasus kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja menunjukkan *Upward Trend* setiap tahunnya (BPJS Ketenagakerjaan, 2021), Yang mana ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



GAMBAR 1.

Jumlah Kecelakaan Kerja dan Penyakit Akibat Kerja di Indonesia (2019-2021)

Gangguan kesehatan mata merupakan salah satu penyakit akibat kerja yang dialami oleh pekerja (Suma'mur, 2014). Berdasarkan data dari Bureau of Labor Statistic (BLS) tahun 2018, lebih dari 20.000 kasus kesehatan mata terjadi setiap tahun di tempat kerja. Gangguan tersebut bervariasi dari yang ringan hingga berat, mulai dari penurunan penglihatan hingga kebutaan. Data BLS menunjukkan bahwa sebanyak 1.790 kasus gangguan mata dialami oleh pekerja seperti tukang las, solder, dan pemotong logam, sementara sekitar 1.390 kasus disebabkan oleh paparan bunga api pengelasan. Hal ini sesuai dengan laporan *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH, 2022) yang menyatakan bahwa 1.390 dari 2.000 kasus cedera pada mata terjadi di dunia diakibatkan dari kembang api pengelasan. Sebagian besar umur yang terkena cedera pada mata adalah 25 sampai 50 tahun yang terjadi pada laki-laki dalam proporsi 81%.

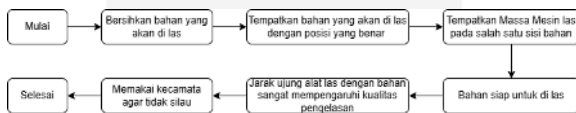
Keluhan mata yang disebabkan oleh paparan bunga api pengelasan yaitu karena dalam pengoperasiannya terjadi pelelehan yang menimbulkan busur nyala atau percikan bunga api yang memancarkan beberapa sinar yang

berbahaya, salah satunya sinar ultraviolet (Harrianto, 2010). Sinar ultraviolet dihasilkan oleh proses pengelasan dengan gelombang 240-320 nm. Mata diketahui sangat peka terhadap sinar ultraviolet sehingga paparan ultraviolet dapat menyebabkan peradangan pada kornea dan selaput mata konjungtivitis (Suma'mur, 2014).

Perkembangan industri informal di Indonesia, termasuk bengkel las, membawa dampak positif seperti peningkatan perekonomian, terciptanya lapangan kerja, dan meningkatnya kesejahteraan masyarakat. Namun, sering kali permasalahan terkait keselamatan dan kesehatan kerja (K3) muncul di bengkel las. Banyak potensi bahaya yang mengancam kesehatan pekerja atau operator, termasuk paparan gas nitrogen (oksida dan dioksida) yang sangat berbahaya. Selain itu, bahaya lain seperti asap las, sengatan listrik, percikan las, ledakan, kebakaran, serta paparan infra merah dari proses pengelasan juga menjadi ancaman serius bagi para pekerja.

Radiasi sinar matahari, khususnya sinar ultraviolet dan inframerah, dapat menyebabkan kerusakan pada retina dan selaput mata akibat intensitas yang tinggi. Paparan ini berisiko menyebabkan kerusakan jangka panjang pada mata yang bisa berujung pada kebutaan. Selain itu, kegiatan pengelasan juga berkontribusi pada penurunan fungsi mata, ditandai dengan gejala seperti mata berair dan kemerahan akibat tingginya paparan cahaya langsung pada mata.

Salah satu industri las di kota Bandung yaitu industri las di lingkungan sekitar Gasibu, Kecamatan Coblong, Kota Bandung, Jawa Barat. dalam proses pengelasannya, umumnya masih menggunakan kacamata hitam biasa dan tidak sesuai SOP. Dalam proses pengelasan terdapat beberapa proses yang harus dilalui. adapun proses pengelasannya akan dijelaskan pada gambar dibawah ini.



GAMBAR 2.
Proses Pengelasan

Penggunaan kacamata hitam biasa yang tidak sesuai dengan SOP, bisa menyebabkan kerusakan pada mata. Kerusakan pada mata yang biasa terjadi pada pekerja las pada akhirnya berujung pada penurunan efisiensi kerja. Dalam mengembangkan sistem kerja, keterbatasan, kemampuan, dan kelemahan masing-masing individu harus diperhitungkan. Pada dunia kerja, hal ini harus diterapkan guna memperbaiki sistem kerja.

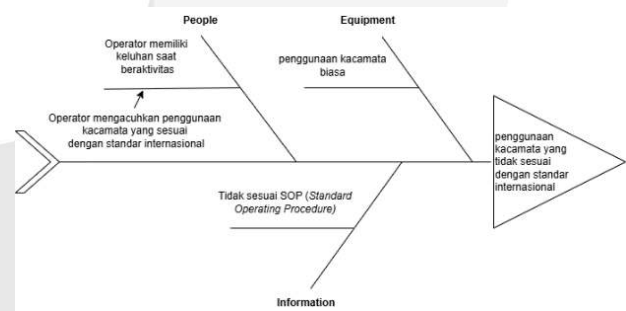
Pada proses pengelasan, penggunaan kacamata yang sesuai dengan SOP merupakan hal yang wajib untuk operator las terapkan. Dapat dilihat saat operator melakukan proses las di bawah, operator tersebut hanya menggunakan kacamata hitam biasa yang tidak sesuai dengan standar internasional dan tentunya bahaya terhadap kesehatan mata.



GAMBAR 3.
Kacamata Eksisting yang digunakan operator las

Hasil observasi terhadap 10 operator las di Kota Bandung menunjukkan bahwa mayoritas operator mengalami masalah kesehatan mata. Sebanyak 50% operator sering mengalami nyeri atau denyutan di mata, 40% merasa mata mereka sakit, dan 30% mengalami penglihatan kurang jelas. Selain itu, 40% mengalami penglihatan berbayang, 70% sering mengalami mata berair, dan 80% mengeluhkan mata memerah. Sebanyak 30% operator juga mengalami sakit kepala dan kesulitan memfokuskan penglihatan, sementara 100% dari mereka melaporkan mata terasa perih. Masalah ini disebabkan oleh ketidakteraturan dalam penggunaan kacamata pelindung (*safety goggles*) saat proses pengelasan. Karena menurut mereka, penggunaan *safety goggles* ribet, kurang nyaman pada saat dipakai, lensa yang mudah berkabut, *Frame* yang tidak nyaman, adanya tekanan berlebih terhadap hidung dan wajah, ukuran yang tidak pas, *safety goggles* terlalu berat, dan juga terkadang operator merasa sudah profesional dalam hal pengelasan, sehingga mereka tidak menggunakan *safety goggles* atau hanya menggunakan kacamata hitam biasa.

Analisis pada permasalahan yang didapatkan diolah menggunakan diagram *fishbone*. Analisis *fishbone* merupakan suatu alat yang digunakan untuk menganalisis masalah dan faktor-faktor yang menyebabkan masalah tersebut. Terdapat 3 pendekatan pada permasalahan yang didapat yaitu dari sisi *People*, *Equipment* dan *Information*. Penjelasan aspek permasalahan dapat digambarkan pada diagram *fishbone* berikut:



GAMBAR 4.
Diagram Fishbone

Berdasarkan hasil analisis menggunakan diagram *fishbone* terdapat beberapa faktor yang berkaitan dengan proses pengelasan tersebut. Diantaranya *People*, *Equipment* dan *Information* dengan rincian sebagai berikut:

1. *People*

Faktor manusia menjadi salah satu permasalahan pada Industri las, dalam proses pengelasan, operator mengalami

keluhan saat beraktivitas dikarenakan operator mengacuhkan penggunaan kacamata yang sesuai dengan standar penggunaan. Sehingga operator mengalami sakit pada organ mata. Penggunaan kacamata biasa dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit kornea dan kerabunan jangka panjang.

2. Equipment

Penggunaan kacamata biasa menjadi permasalahan pada proses pengelasan dimana proses tersebut dilakukan secara berulang dan diperlukan alat bantu berupa *safety goggles* untuk menghindari gejala pada saat proses pengelasan.

3. Information

Tidak adanya *Standard Operating Procedure* (SOP) pada Industri tersebut sehingga membuat pekerjaan kurang optimal. oleh karena itu, diperlukan adanya SOP supaya pekerjaan berjalan lebih optimal.

II. KAJIAN TEORI

A. Perancangan dan Pengembangan Produk

Perancangan pengembangan produk adalah rangkaian aktivitas yang dimulai dari analisis persepsi dan peluang pasar hingga tahap produksi, penjualan, dan pengiriman produk. Proses ini dapat diartikan sebagai urutan langkah-langkah atau kegiatan yang dilakukan oleh perusahaan atau organisasi dalam menyusun, merancang, dan mengkomersialkan produk, baik berupa barang fisik maupun jasa.

B. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) difilosofikan sebagai pemikiran dan upaya untuk menjamin keutuhan serta kesempurnaan jasmani dan rohani tenaga kerja, demi tercapainya masyarakat yang makmur dan sejahtera. Secara keilmuan, K3 merupakan ilmu pengetahuan yang mempelajari dan menerapkan langkah-langkah pencegahan untuk menghindari terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja.

C. Quality Function Deployment

Quality Function Deployment (QFD) adalah metode terstruktur untuk perencanaan dan pengembangan produk atau layanan, yang memungkinkan tim pengembangan menentukan dengan jelas keinginan dan kebutuhan pelanggan. Setelah itu, setiap kemampuan produk atau layanan dievaluasi secara sistematis berdasarkan dampaknya terhadap pemenuhan kebutuhan tersebut. Proses QFD dimulai dengan mengumpulkan *Voice of Customer* (VOC), di mana keberhasilan QFD sangat bergantung pada penilaian yang akurat terhadap kebutuhan pelanggan.

D. Standard Operating Procedure

Standard Operating Procedure (SOP) adalah proses dokumentasi yang dimiliki oleh perusahaan atau organisasi untuk memastikan bahwa layanan dan produk disampaikan secara konsisten. SOP berfungsi sebagai panduan tertulis yang menjelaskan langkah-langkah kerja atau cara melaksanakan kegiatan secara rutin, sehingga setiap proses dapat berjalan dengan standar yang sama setiap waktu.

E. Safety Goggles

Safety goggles adalah alat pelindung diri (APD) yang dirancang untuk melindungi mata dari berbagai bahaya yang dapat menyebabkan iritasi atau kerusakan fisik. Bahaya tersebut mencakup debu, logam cair, kabut, uap, asap, bahan kimia, cairan asam, serta radiasi optik. Penggunaan *safety goggles* penting untuk mencegah potensi bahaya yang dapat membahayakan kesehatan mata dalam lingkungan kerja.

F. Antropometri

Antropometri berasal dari kata Latin *anthropos* yang berarti manusia, dan *metron* yang berarti pengukuran. Dengan demikian, antropometri dapat diartikan sebagai ilmu yang berkaitan dengan pengukuran tubuh manusia.

G. Standar ANSI Z87.1

Standar ANSI Z87.1 merupakan standar internasional yang diterbitkan dalam lingkup perangkat pelindung mata dan wajah. Standar ini dirancang oleh American National Standards Institute (ANSI) untuk menggambarkan karakteristik kekuatan refraksi dan metode pengujian kacamata hitam dan kacamata serupa.

H. Polycarbonate

Lensa *polycarbonate* diproduksi menggunakan metode *injection moulding*, di mana material dimasukkan ke dalam cetakan dan dipanaskan sehingga menyebar untuk membentuk cetakan tersebut. Dengan tekanan tinggi, material kemudian didinginkan, menghasilkan lensa dalam waktu beberapa menit. Untuk perlindungan UV, lensa *polycarbonate* sudah memiliki perlindungan UV dari bahan dasarnya, sehingga tidak memerlukan tambahan lapisan *UV coating*. Perlindungan ini bersifat permanen dan tidak akan berkurang seiring waktu.

III. METODE

A. Langkah Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan mengidentifikasi masalah yang ada pada bengkel las. Kemudian setelah mendapatkan permasalahan, selanjutnya mengumpulkan data pendukung penelitian. Lalu menggunakan *Quality Function Deployment* untuk mengolah data. Setelah itu didapatkan spesifikasi akhir yang digunakan untuk dalam hasil akhir rancangan. Dan langkah yang terakhir yaitu menganalisis hasil dan juga memberikan kesimpulan dan saran terhadap penelitian.

B. Sumber Data

Sumber Data diambil dari 10 operator las yang berada di Kota Bandung.

C. Pengumpulan Data

Pengumpulan Data dilakukan dengan dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari hasil observasi dan juga wawancara sementara data sekunder diambil dari data BPJS Ketenagakerjaan dan data Antropometri.

D. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian yaitu *Quality Function Deployment* (QFD).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut merupakan tahapan pengolahan data sesuai metode *Quality Function Deployment* (QFD):

A. Identifikasi Permasalahan Utama dan Kebutuhan Pengguna

TABEL 1.
Dampak Permasalahan

Penyebab	Dampak
Operator mengacuhkan penggunaan kacamata yang sesuai dengan standar internasional.	Operator mengalami keluhan mata pada saat beraktivitas

Berikut merupakan kebutuhan pengguna yang akan dibuat rancangannya:

TABEL 2.
Need Statement

Need Statement	Kode
Produk Aman digunakan	V1
Produk Mudah digunakan	V2
Produk bersifat tahan lama	V3
Produk memiliki bobot yang ringan	V4
Produk memiliki dimensi yang ideal	V5

B. House Of Quality (HOQ)

House Of Quality (HOQ) merupakan tahap pertama dalam penerapan methodology QFD. Secara garis besar matriks ini adalah upaya untuk mengkonversi *voice of customer* secara langsung terhadap karakteristik teknis atau spesifikasi teknis dari sebuah produk yang dihasilkan (Fajri & Sutrisno, 2020).

Berikut adalah HOQ yang dirancang berdasarkan hasil dari *planning matrix*, *technical response*, *relationship* dan *technical correlations*.

		Direction of Goodness																
No	Technical Response	MTD	MTD	MTD	MTD	MTD	TD	TD	TD	MTD	TD	Customer Benefit Evaluation	Importance to Customer	Goal	Importance Ratio	Ratio Weight	Normalized Ratio Weight	
		Lower value indicating better		Lower value indicating better		Lower value indicating better		Lower value indicating better		Lower value indicating better								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	Produk Aman digunakan	5	5	5	5	1	1	1	1	1	1	2,30	3,70	3,00	1,50	1,50	7,24	0,23
2	Produk Mudah digunakan	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2,30	3,70	3,00	1,50	1,50	6,81	0,28
3	Produk bersifat tahan lama	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54	0,28	0,28	0,28	0,28	0,00	0,00	3,70	2,70	1,50	1,50	6,81	0,28
4	Produk memiliki bobot yang ringan	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2,30	3,70	2,70	1,50	1,50	6,81	0,28
5	Produk memiliki dimensi yang ideal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,65	1,65	1,65	0,00	0,00	0,00	3,70	2,70	1,50	1,50	6,81	0,28
6	Produk bersifat tahan lama	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	2,70	1,50	1,50	6,81	0,28
7	Produk memiliki bobot yang ringan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	2,70	1,50	1,50	6,81	0,28
8	Produk memiliki dimensi yang ideal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	2,70	1,50	1,50	6,81	0,28
9	Produk memiliki bobot yang ringan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	2,70	1,50	1,50	6,81	0,28
10	Produk memiliki dimensi yang ideal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,70	2,70	1,50	1,50	6,81	0,28
11	Flow Weight	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	2,6	2,6	2,6	2,6	3,5	3,4						
12	Normalized Flow Weight	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10						

TABEL 3.
Search Internally & Externally

Problem	Option 1	Option 2	Option 3
Material Frame Goggles	 Polycarbonate	 Nylon	 TPR
Material Pelindung Hidung	 Silikon	 Neoprene	
Desain Frame Goggles	 Frame Opsi 1	 Frame Opsi 2	 Frame Opsi 3
Desain Pelindung Hidung	 Pelindung Opsi 1	 Pelindung Opsi 2	

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui mengenai dari setiap option yang akan menjadi dasar proses dalam pembentukan konsep:

1. Material Frame Goggles

Dalam material frame goggles ada yang perlu dipertimbangkan menurut sifat mekanik yang berhubungan dengan material *Polycarbonate*, *Nylon*, dan *Thermoplastic Rubber*. Berdasarkan *Strength*, *Ductility*, *Weldability*, dan *durability*. Untuk menentukan *strength* kekuatan dari sesuatu material yaitu dengan dilakukan pengujian *tensile strength* (kekuatan tarik). Selanjutnya *Ductility* ialah menentukan nilai maksimal elastis ketika ditarik. *Weldability* yaitu untuk mengetahui ketahanan suatu material terhadap panas saat melakukan las. *Durability* berhubungan dengan ketahanan saat terpapar nya radiasi UV ke mata. Selain sifat mekanik diperlukan nya juga mempertimbangkan suatu material yang dapat mempengaruhi dari biaya produksi nya. Dibawah berikut merupakan sifat mekanik dari material *polycarbonate*, *nylon*, dan *thermoplastic rubber*.

2. Material Pelindung Hidung

Dalam material terdapat dua pilihan material pelindung hidung ialah silikon dan neoprene yang dimana paling umum digunakan. Untuk silikon merupakan material yang sangat tahan terhadap suhu tinggi, memiliki fleksibilitas yang tinggi dan memberikan perlindungan yang efektif terhadap partikel maupun asap. Material silikon juga *hypoallergenic* yang dimana cocok untuk kulit yang sensitif. Sedangkan untuk neoprene merupakan material yang terhadap bahan kimia maupun panas, dan juga fleksibel sehingga cukup nyaman untuk dipakai dalam waktu yang lama.

3. Desain Frame Goggles

Dalam pemilihan desain frame goggles menjadi tiga option. Untuk desain pertama memiliki kaca tambahan yang bisa diturunkan atau dinaikan ketika cahaya dari las mengganggu mata maka kacanya dapat diturunkan untuk membias cahaya yang berlebihan sehingga tidak mengganggu saat beraktivitas las dibengkel. Untuk desain kedua yaitu berbentuk persegi panjang yang dimana

memiliki kaca dua lapis sehingga dapat membias cahaya las sehingga tidak dapat mengganggu saat beraktivitas. Untuk desain yang terakhir yaitu material yang transparan sehingga tidak tambahan dalam di option terakhir.

4. Desain Pelindung Hidung

Untuk desain pelindung hidung sendiri memiliki dua desain option, yang dimana pertama yaitu untuk melindungi hidung dari percikan api maupun asap dari proses pengelasan, sedangkan untuk desain kedua yaitu untuk melindungi hidung hingga mulut tetapi tidak *fullface* agar mudah digunakan saat beraktivitas.

Setelah *search internally & externally* dilakukan, maka selanjutnya melakukan pembuatan beberapa konsep. Dari beberapa konsep yang terbentuk akan diperlihatkan pada tabel 4. dibawah berikut.

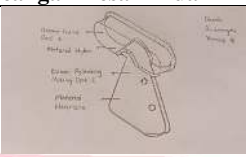
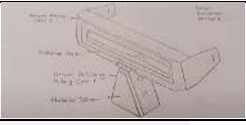
TABEL 4.
Hasil Eksplorasi Konsep

Konsep	Material Frame Goggles	Material Pelindung Hidung	Desain Frame Goggles	Desain Pelindung Hidung
A	 Polycarbonate	 Neoprene	 Desain frame opsi 1	 Desain opsi 1
B	 Nylon	 Neoprene	 Desain opsi 3	 Desain opsi 2
C	 TPR	 Neoprene	 Desain opsi 3	 Desain opsi 1
D	 Polycarbonate	 Silikon	 Desain opsi 1	 Desain opsi 2
E	 Nylon	 Silikon	 Desain opsi 2	 Desain opsi 1

Dari beberapa konsep tersebut akan digambarkan secara dua dimensi. Berikut merupakan rancangan desain dua dimensi dari lima konsep yang terbentuk:

TABEL 5.
Rancangan Desain Konsep

Konsep	Rancangan Desain Dua Dimensi
A	

Konsep	Rancangan Desain Dua Dimensi
B	
C	
D	
E	

Dari 5 konsep diatas, nantinya akan dieliminasi pada tahap *concept selection* yang terdiri dari *concept screening* dan *scoring*.

D. Concept Selection

Untuk memasuki tahapan penyeleksian konsep dibutuhkan *concept screening*. Dalam *concept screening* dilakukan berdasarkan dengan *selection criteria* yang berkaitan dengan kebutuhan pengguna maupun kebutuhan pengembang.

1. Concept Screening

didapatkan dari penjumlahan hasil keseluruhan simbol pada konsep tersebut. Berikut merupakan hasil *screening* dari beberapa konsep dengan referensi produk *safety goggles*:

TABEL 6.
Concept Screening

Selection Criteria	Concept					
	A	B	C	D	E	F (Reference)
Keandalan Produk	+	0	0	+	+	0
Kemudahan Penggunaan	+	+	+	+	+	0
Bahan yang aman	+	0	0	+	0	0
Daya Tahan	+	+	-	+	+	0
Mudah dipindahkan	0	0	0	0	0	0
Biaya Produksi	-	-	-	+	-	0
Sum + 'S	4	2	1	5	3	0
Sum 0 'S	0	3	3	2	2	6
Sum - 'S	1	1	2	0	1	0
Net Score	3	1	-1	5	2	0
Rank	2	4	5	1	3	
Continue?	Yes	No	No	Yes	Yes	

Untuk proses *concept screening* diperlukan perbandingan dengan produk eksisting menggunakan simbol. Untuk simbol “+” menandakan bahwa konsep tersebut lebih baik dibandingkan konsep produk eksisting sehingga diberikan skor 1, Untuk simbol “0” menandakan bahwa konsep tersebut sama konsep produk eksisting, dan terakhir untuk simbol “-” menandakan bahwa konsep tersebut lebih buruk dibandingkan konsep produk eksisting sehingga diberikan skor -1. Untuk skor akhir yang dihasilkan.

Dari tabel diatas bahwa lima konsep tersebut, didapatkan dua konsep yang tidak dikembangkan yaitu konsep B dan C, karena memperoleh *net score* terendah. Untuk konsep yang akan dilanjutkan ke tahap selanjutnya dengan *net score* tertinggi yaitu konsep A, D, dan E.

2. Concept Scoring

Sesudah ditemukan beberapa konsep maka selanjutnya tahap *concept scoring*. *Concept scoring* bertujuan untuk memilih satu konsep terbaik. Dari konsep tersebut akan dinilai berdasarkan tingkat kepentingan dari 1 sampai 5 dan setiap *selection criteria* akan diberikan bobot secara subjektif oleh tim pengembang (Ulrich et al., 2020). Untuk nilai yang diberikan akan dikalikan dengan bobot sehingga menjadi *weight score*. Untuk *selection criteria* bahan aman digunakan dan kemudahan penggunaan diberikan bobot 30% karena sebagai prioritas kebutuhan utama pengguna sedangkan *selection criteria* lainnya akan diberikan bobot sebanyak 10%. Dari total skor yang didapatkan merupakan hasil dari penjumlahan keseluruhan *weighted score* pada konsep tersebut.

TABEL 7.
Concept Scoring

		Concept					
		A		D		E	
Selection Criteria	Weight	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score	Rating	Weighted Score
Keandalan Produk	10 %	4	0,4	4	0,4	3	0,3
Kemudahan Penggunaan	30 %	4	1,2	5	1,5	4	1,2
Bahan yang aman	30 %	5	1,5	5	1,5	4	1,2
Daya Tahan	10 %	4	0,4	4	0,4	4	0,4
Mudah dipindahkan	10 %	4	0,4	4	0,4	4	0,4
Biaya Produksi	10 %	4	0,4	4	0,4	4	0,4
Total Score		4,3		4,6		3,9	
Rank		2		1		3	
Continue?		No		Yes		No	

Dari perhitungan *concept scoring* pada tabel 7, didapatkan bahwa konsep D mendapatkan nilai total 4,6. Maka dari itu, konsep D merupakan opsi yang akan dikembangkan lebih lanjut.

Setelah melalui tahap *concept generation* dan *concept*

selection didapatkan hasil bahwa konsep D yang akan dikembangkan lebih lanjut oleh peneliti. Langkah selanjutnya yaitu melakukan spesifikasi akhir dari alat yang diusulkan berdasarkan konsep yang terpilih. Spesifikasi akhir didapatkan dari *need statement* yang telah melalui proses QFD. Spesifikasi ini akan menjadi pedoman dalam pembuatan *safety goggles* yang diusulkan.

TABEL 8.
Spesifikasi Akhir Rancangan

NO	Technical Response	Value	Unit
1.	Lensa tahan terhadap benturan	Yes	binary
2.	Lensa tahan terhadap sinar UV	Yes	binary
3.	Lensa tahan terhadap kabut	Yes	binary
4.	Produk memiliki pelindung hidung	Yes	binary
5.	Fitur Produk	Yes	binary
6.	Jenis material lensa yang digunakan	Polycarbonate	55-75 Mpa
7.	Massa Produk	158	gram
8.	Tinggi Produk	4,77	cm
9.	Panjang Produk	18,05	cm
10.	Lebar Produk	17,4	cm

Selanjutnya pembuatan desain 3D dari *safety goggles* sesuai dengan spesifikasi akhir rancangan menggunakan *Autodesk Inventor*. Berikut ini merupakan hasil desain 3D dari produk *safety goggles* yang telah dibuat.

TABEL 9.
Hasil Rancangan Usulan

	Tampak Depan	Tampak Samping
Posisi awal		
Posisi buka pelindung lensa safety goggles		

Dalam produk rancangan konsep terpilih dari *safety goggles* memiliki ukuran dimensi lebar kepala 17,4 cm dan dimensi tinggi dari mata 4,77 cm. Untuk material *safety goggles* yaitu *polycarbonate* berkualitas tinggi karena ketahanan dan fleksibilitasnya. Selain itu materialnya ringan dan sangat tahan terhadap benturan dan suhu tinggi sehingga memberikan perlindungan yang aman dalam berbagai kondisi kerja. Dan produk ini juga dilengkapi dengan pelindung hidung yang berbahan silikon lembut sehingga memberikan kenyamanan ekstra dan perlindungan dari partikel debu dan bahan kimia. Pelindung hidung ini dirancang untuk menyesuaikan bentuk hidung yang memastikan kenyamanan dan mengurangi risiko iritasi.

E. Verifikasi

Dalam verifikasi perlu dilakukan untuk memastikan produk sudah sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan (kruger, 2020). Agar dapat mengetahui kesesuaian dari setiap komponen yang dilihat melalui spesifikasi akhir yang diperoleh pada tabel dibawah berikut merupakan hasil dari verifikasi produk *safety goggles*:

TABEL 10.
Verifikasi Produk

No	Need Statement	Technical Response	Value	Kesesuaian
1	Produk aman digunakan	Lensa tahan terhadap benturan	Yes	Sesuai
		Lensa tahan terhadap sinar UV	Yes	Sesuai
		Lensa tahan terhadap kabut	Yes	Sesuai
		Produk memiliki pelindung hidung	Yes	Sesuai
		Fitur Produk	Yes	Sesuai
2	Produk mudah digunakan	Fitur Produk	Yes	Sesuai
3	Produk bersifat tahan lama	Jenis material lensa yang digunakan	Polycarbonate	Sesuai
4	Produk memiliki bobot yang ringan	Massa Produk	100-200 gram	Sesuai
5	Produk memiliki dimensi yang ideal	Tinggi Produk	≤ 9,1 cm	Tidak Sesuai
		Panjang Produk	≤ 18,05 cm	Sesuai
		Lebar Produk	≤ 17,4 cm	Sesuai

F. Validasi

Untuk validasi ialah proses pengecekan desain 3D produk yang dirancang kepada pengguna agar dapat mengetahui kesesuaian dari kebutuhan pengguna. dalam validasi ini dilakukan kepada operator las yang memiliki usaha bengkel las dengan menggunakan desain 3D yang sudah dibuat. Desain 3D ini akan diperlihatkan langsung ke pihak operator las dengan tujuan untuk mendapatkan sudut pandang dari pengguna terhadap rancangan produk *safety goggles*. Gambar dibawah berikut merupakan kondisi pengecekan desain 3D oleh pihak operator las

TABEL 11.
Validasi Produk

Kategori Validasi	Target Validasi	Pemenuhan
Keandalan produk	Produk memiliki dimensi yang ideal	Dimensi yang ideal dimiliki produk sesuai dengan antropometri sehingga membuat operator nyaman menggunakan saat bekerja.

Kemudahan pengguna	Produk mudah digunakan	Produk dirancang dengan tali scrapt yang bisa disesuaikan dengan ukuran kepala pengguna serta memiliki fitur pelindung lensa
Bahan yang aman	Produk aman digunakan	Produk terbuat dari bahan <i>polycarbonate</i> yang tahan terhadap benturan, tahan terhadap sinar UV sehingga aman saat digunakan pada saat operator bekerja dan juga memiliki pelindung hidung yang berfungsi untuk mencegah debu masuk ke sistem pernapasan operator.
Daya tahan lama	Produk bersifat tahan lama	Produk memiliki ketahanan yang cukup tinggi karena terbuat dari material <i>polycarbonate</i> dan juga memiliki pelindung lensa
Mudah dipindahkan	Produk memiliki bobot yang ringan	Produk memiliki bobot yang ringan karena produk terbuat dari material <i>polycarbonate</i>

Berdasarkan pada tabel diatas didapatkan hasil validasi bahwa pengguna merasa puas dari produk yang dirancang sesuai kebutuhan pengguna yang dapat dipenuhi dari beberapa kebutuhannya. Sehingga dari hasil validasi tersebut terdapat timbal balik dari masukan pengguna untuk rancangan produk *safety goggles* dalam perbaikan kedepannya. Berikut merupakan hasil timbal balik yang disarankan pengguna seperti tabel dibawah:

TABEL 12.
Timbal Balik Operator Las

Kategori Validasi	Timbal balik
Fitur Produk	Sebaiknya ditambahkan karet pada <i>frame safety goggles</i> supaya tidak membuat mata sakit pada saat menggunakannya.

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengolahan data, proses validasi, dan analisis yang telah dilakukan dengan menggunakan metode QFD (*Quality Function Deployment*) untuk menyelesaikan permasalahan pada keamanan dan kenyamanan operator las dalam melakukan aktivitas pengelasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Konsep rancangan *safety goggles* yang sesuai dengan kebutuhan pengguna yaitu konsep D yang terdiri dari komponen *frame safety goggles* dengan ukuran lebar 17,4 cm dan panjang 18,05 cm, komponen lensa *safety goggles* yang terbuat dari bahan *polycarbonate*, komponen pelindung lensa yang dapat mencegah lensa *safety goggles* cepat rusak, komponen pelindung hidung yang terbuat dari bahan *silicon*, komponen tali *scrapt* yang dapat diatur dan disesuaikan dengan ukuran kepala pengguna, komponen penghubung tali *scrapt* dengan pengunci tali *scrapt* serta komponen pengunci tali *scrapt*.

2. Berdasarkan analisis hasil rancangan produk usulan *safety goggles* untuk operator las, didapatkan hasil bahwa produk yang dirancang telah berhasil memenuhi sebagian besar kebutuhan pengguna dan juga pengguna merasa puas dengan hasil rancangan usulan *safety goggles* karena dapat membantu keamanan dan juga kenyamanan pengguna pada saat melakukan proses pengelasan tanpa harus khawatir lagi mengenai keluhan-keluhan mata yang dialami pada saat menggunakan kacamata biasa. Namun, terdapat satu spesifikasi yang tidak sesuai yaitu tinggi produk dan juga terdapat timbal balik dari pengguna yaitu penambahan karet pada *frame safety goggles*, maka dari itu produk ini dapat dikembangkan lebih lanjut agar dapat membantu operator las dalam melakukan aktivitas pengelasan yang dilakukan setiap harinya.

B. Saran

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan tugas akhir ini terdapat ketidaksempurnaan, maka dari itu, terdapat beberapa saran dari penulis untuk peneliti-peneliti selanjutnya. dengan harapan dapat menyempurnakan dan juga mengembangkan penelitian yang telah ada. Berikut merupakan saran dari penulis:

1. menambahkan komponen karet pada *frame safety goggles* sesuai timbal balik yang diberikan operator las kepada peneliti.
2. membuat rancangan alternatif yang sesuai dengan produk referensi dan mempertimbangkan kemajuan teknologi.
3. Melakukan analisis biaya terhadap produk *safety goggles*

REFERENSI

- [1] A. Akhlis, "Inovasi Pembuatan Produk Konstruksi Roster Dengan Pemanfaatan Limbah Plastik Tahan Korosi dan Rayap Dengan Menggunakan Metode QFD (Quality Function Deployment)," pp. 22–23, 2023.
- [2] R. A. Putra, E. Kurniawati, and H. Parman, "Factors Associated With Eye Complaints For Welding Workshop Workers in Jelutung District, Jambi City in 2021," *J. Ilm. Mns. dan Kesehat.*, vol. 5, no. 1, pp. 2614–3151, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.umpar.ac.id/index.php/makes>
- [3] N. Dyana, "Analisis Qfd (Quality Function Deployment) Untuk Perbaikan Produk Thai Tea Merek Kaw-Kaw Di Ukm Waralaba Di Landungsari, Malang," *J. Valtech (Jurnal Mhs. Tek. Ind.)*, vol. Vol. 3 No., no. 2, pp. 153–159, 2020.
- [4] Sugiyono, *Metodologi Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D*. 2020.
- [5] F. A. Tieri, A. A. Hapis, and R. Marisdayana, "Factors Associated with Complaints of Eye Fatigue in Welding Workshop Workers in Kota Baru District, Jambi City in 2022," *Sci. J. Hum. Heal.*, vol. 5, no. 3, pp. 298–307, 2022.
- [6] W. Gibson, *Product design and development*. 2022. doi: 10.2166/9781789061840_0019.

- [7] Ulrich, K. T., Eppinger, S. D., & Yang, M. C. Product Design and Development, Seventh Edition. New York: McGraw-Hill Education, 2020.
- [8] Andrijanto, A., & Hutapea, B. P. "Penentuan Data Anthropometri untuk Perancangan Ulang Produk Dengan Meninjau Interaksi Pengguna Studi Kasus Perancangan Ulang Kursi Roda ISO 7176 Untuk Anak-Anak Tuna Daksa". Journal of Integrated System, vol. 2(1), pp. 98-111, 2019.

