

REDESIGN BUMPER MOBIL BERBAHAN KOMPOSIT DENGAN PENDEKATAN QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT (QFD)

Idham Rizki Yusma Fatahillah

D4 Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Idham.19020@mhs.unesa.ac.id

Abstrak

Belum maksimalnya akan pemahaman dan pentingnya penggunaan metode *Quality Function Deployment (QFD)* untuk mendapatkan kepuasan dan keinginan dari konsumen yang digunakan untuk melakukan perancangan sebuah bumper mobil berbahan komposit, serta belum tepatnya sebuah desain dan analisa secara struktur dari kekuatan bumper mobil itu sendiri. Penelitian ini menggunakan metode R&D serta untuk melakukan sebuah perancangan produk menggunakan metode Ulrich dan Eppinger yang membagi 4 tahapan fase, dimulai dari fase perencanaan hingga fase pengujian dan perbaikan, di setiap fase diawali dari penyebaran kuesioner, pembuatan QFD dan HoQ, kemudian akan memasuki tahapan desain, pada tahapan proses desain bumper ini menggunakan *Software Autodesk Inventor*, setelah selesai dilakukannya proses desain diperlukan pula proses untuk melakukan analisa yaitu analisa secara simulasi menggunakan *Software Ansys FEA* untuk mengukur kekuatan dan ketahanan bumper yang telah dibuat. Dari hasil penelitian tersebut, dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil penyebaran kuesioner sebagai bentuk awal dari QFD dan HoQ didapatkan 5 hasil atribut produk yaitu, kekuatan, keamanan, harga, mekanisme, dan estetika. Kemudian hasil atribut produk tersebut didukung oleh 7 respon teknis yaitu, nilai hasil analisa simulasi kekuatan bumper mobil, pemilihan ukuran ketebalan bumper mobil, nilai faktor keamanan bumper mobil, range harga bumper mobil, pemilihan material yaitu komposit, desain bumper mobil menggunakan mobil karimun, serta dimensi/ukuran bumper mobil skala 1:1. Serta selanjutnya untuk perancangan bumper mobil dengan menggunakan metode *Quality Function Deployment* didapatkan hasil yaitu rancangan bumper mobil karimun dengan pemilihan material berbahan komposit, serta terdapat analisa kekuatan dan analisa nilai keamanan bumper. Dalam analisis kekuatan bumper mobil, ditemukan bahwa nilai deformasi maksimal untuk bumper dengan ketebalan berturut-turut 4 mm, 5 mm, dan 6 mm adalah 17.308 mm, 17.836 mm, dan 18.365 mm. Hasil faktor keamanan bumper dengan tebal 4 mm – 6 mm berturut-turut menghasilkan nilai yaitu, 4.88, 6.03, dan 7.89.

Kata Kunci: *Quality Function Deployment*, Desain dan Analisa

Abstract

The lack of understanding and the importance of using the *Quality function deployment (QFD)* method to get the satisfaction and desires of consumers is used to design a car bumper made of composite, and the structural analysis and design of the car bumper itself is not yet accurate. This research uses the R&D method and to carry out a product design using the Ulrich and Eppinger method which divides into 4 phases, starting from the planning phase to the testing and repair phase, in each phase there is distributing questionnaires, making QFD and HoQ, then entering the design stage, at this stage of the bumper design process using *Autodesk Inventor Software*, after completing the design process it is also necessary to carry out an analysis process, namely a simulation analysis using *Ansys FEA Software* to measure the strength and durability of the bumper design that has been made. Based on the results of this study it can be concluded that the results of distributing questionnaires as an initial form of QFD and HoQ obtained 5 product attribute results, namely, strength, safety, price, mechanism, and aesthetics. Then the results of the product attributes are supported by 7 technical responses, namely, the value of the simulation results of the strength of the bumper car, the selection of the size of the thickness of the bumper car, the safety factor value of the bumper car, the price range of the bumper car, the selection of materials, namely composites, the bumper design using Karimun cars, and dimensions / size of the car bumper scale 1:1. Furthermore, utilizing the *Quality Function Deployment (QFD)* method for car bumper design, the outcomes comprise the design of Karimun car bumpers incorporating composite materials, along with strength analysis and evaluation of bumper safety values. The results of the analysis of the strength of car bumpers, the maximum deformation values obtained for bumpers with a thickness of 4 mm - 6 mm are 17,308 mm, 17,836 mm, and 18,365 mm respectively. The results of the bumper safety factor with a thickness of 4 mm - 6 mm respectively produce values, namely, 4.88, 6.03 and 7.89.

Keywords: *Implementation of Quality Functions Deployment, Design and Analysis*

PENDAHULUAN

Dalam rekayasa material, penggunaan material komposit sebagai alternatif pengganti logam semakin lazim sepanjang waktu, tidak hanya dalam domain konstruksi dan arsitektur tetapi juga dalam industri otomotif (Zul & Muhtadin, 2022). Industri dan masyarakat menjadi semakin sadar akan banyak keuntungan menggunakan komposit, termasuk bobotnya yang ringan, tahan air, tahan korosi, kinerja yang menarik, dan kurangnya persyaratan permesinan. 3,8% dari material komposit ini digunakan setiap tahunnya, dan diharapkan dapat menggantikan produk logam impor yang lebih mahal dan rentan terhadap korosi (Asyraf et al., 2022).

Perkembangan penggunaan bahan komposit juga telah merambah ke industri otomotif. Industri otomotif saat ini. Industri otomotif mengalami perkembangan yang signifikan dengan adanya berbagai merek dan tipe mobil yang beragam, serta desain dan bentuk kendaraan yang semakin bermacam-macam. Salah satu komponen yang memiliki peranan sangat penting dalam sebuah kendaraan adalah bumper mobil. Bumper ini menjadi salah satu komponen yang dapat meningkatkan performa kendaraan, terutama dalam hal bahan pembuatannya yang dapat memberikan dampak yang signifikan (Jahendriadi, 2007). Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwasanya perlu selalu adanya pengembangan terkait perancangan pada bumper mobil untuk meningkatkan kinerja kendaraan mobil, dimulai dari pemilihan bahan yang tepat sehingga mendapatkan kualitas bumper yang baik, tidak hanya itu, perlu juga memperhatikan minat, keinginan, serta kepuasan dari pelanggan/konsumen. Untuk mencapai semua aspek tersebut diperlukan adanya metode pendekatan yang digunakan, salah satunya yaitu metode *Quality Function Deployment* atau QFD.

Metode *Quality Function Deployment* (QFD) adalah sebuah pendekatan terstruktur yang diterapkan dalam perancangan dan pengembangan produk dengan maksud untuk secara sistematis mengidentifikasi kebutuhan dan preferensi konsumen, serta mengevaluasi kemampuan produk atau layanan dalam memenuhi kebutuhan dan preferensi tersebut. (Pambudi & Yudiono, 2020). Penggunaan metode QFD merupakan pilihan yang tepat dalam menyediakan solusi untuk masalah yang ada, karena dalam proses perancangan, QFD mampu mengidentifikasi dengan baik kebutuhan dan harapan konsumen (Mayyas et al., 2011). Untuk mencapai kepuasan konsumen, diperlukan pemberian kualitas yang optimal. Oleh karena itu, fokus pada kepuasan konsumen menjadi penting agar dapat memberikan layanan sesuai dengan ekspektasi dan keinginan konsumen. Oleh karena itu, digunakan metode *Quality Function Deployment*

(QFD). Menurut (Hanifi et al., 2019), Metode QFD adalah salah satu pendekatan sistematis yang memprioritaskan penentuan tuntutan atau permintaan konsumen.

Penelitian terkait perancangan bumper mobil berbahan komposit telah dilakukan oleh Alfie Adiananda, dan I Made Londen Batan (2015) dengan judul “Pengembangan Bumper Depan Mobil Pick Up Multiguna Pedesaan”. Tujuan dari penelitian tersebut yaitu untuk merancang Bumper depan mobil dengan menggunakan bahan komposit fiber glass yang dapat memenuhi ketetapan pengujian tabrakan pada kecepatan yang rendah. Dalam pengembangan bumper depan mobil, digunakan bahan komposit yang diperkuat dengan serat kaca. Hasil dari penelitian tersebut yaitu, adanya rancangan bumper depan mobil menggunakan *Software Autodesk Inventor*, serta hasil analisa kekuatan bumper depan mobil, yaitu analisa tegangan ekuivalen dan analisa deformasi (yustha destya, 2012. Mesin et al., 2012).

Selain penelitian diatas, Terdapat penelitian terkait perancangan produk yang telah dilakukan oleh Saufik Luthfianto dan Siswiyanti (2013) dengan judul “Perancangan Tas Punggung Laptop Menggunakan Metode *Quality Function Deployment* Pada Home Industry Langon Kota Tegal”. Penelitian ini dilakukan pada sebuah usaha rumahan di Kota Tegal yang bergerak dalam pembuatan tas lingkungan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang desain tas ransel laptop dengan mempertimbangkan faktor kualitas yang secara langsung memenuhi kebutuhan dan kepuasan para pembeli tas tersebut, untuk menetapkan tingkat signifikansi dan kepuasan dari setiap karakteristik desain tas, dan untuk menetapkan prioritas karakteristik yang perlu dikembangkan (Jig et al., 2022).

Berdasarkan temuan penelitian-penelitian terdahulu, maka penelitian yang akan dilakukan serupa yaitu menggunakan metodologi yang sama tetapi berbeda karena fokus pada obyek penelitian yang berbeda.

Melihat dari latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, Fokus penelitian ini adalah pada pengembangan desain bumper dengan menggunakan bahan komposit dan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) pada penelitian ini akan menggunakan pendekatan QFD yang nantinya akan sesuai dengan keinginan dan harapan dari konsumen.

Fokus utama dalam penelitian ini adalah untuk memperoleh pemahaman mengenai proses "*Redesign Bumper Mobil Berbahan Komposit dengan Pendekatan Quality Function Deployment* (QFD)". Selain itu, tujuan penelitian ini adalah untuk merancang desain bumper mobil yang memiliki kekuatan yang sesuai dengan uji *impact*.

METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode R&D (Research and Development). Penelitian *Research and Development* menurut (Sugiyono, 2012), Penelitian dan pengembangan (R&D) adalah proses mengubah spesifikasi desain menjadi bentuk fisik aktual dalam kaitannya dengan desain, pengembangan, dan evaluasi pembelajaran yang sistematis. Tujuan tersebut adalah untuk membentuk dasar ilmiah/empiris dalam mengembangkan produk baru dalam konteks pembelajaran maupun non-pembelajaran, serta menciptakan model-model baru untuk meningkatkan pengembangan yang telah ada. Langkah-langkah yang diselesaikan untuk penelitian ini sesuai dengan tahapan Ulrich dan Eppinger untuk desain produk. Terdapat lima fase dalam proses ini, yaitu Fase 0 Perencanaan, Fase 1 Pengembangan Konsep, Fase 2 Perancangan Tingkatan Sistem, Fase 3 Perancangan Rinci, dan Fase 4 Pengujian dan Perbaikan.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Konsep Perancangan Bumper Mobil

1. Fase Perencanaan

Kuesioner

Tabel 1. Data-Data Hasil Penyebaran Kuesioner

No	Permintaan Kualitas Customer	Jumlah Pemilih			
		Pilihan 1	Pilihan 2	Pilihan 3	Pilihan 4
1	Desain bumper	14	16	-	-
2	Kekuatan bumper	21	9	-	-
3	Harga	6	24	-	-
4	Faktor keamanan	20	5	3	2
5	Pemilihan material	17	13	-	-
6	Ukuran ketebalan bumper	25	3	2	-
7	Ukuran dimensi bumper	16	14	-	-

Uji Validitas

Pengolahan data uji validitas kuesioner menggunakan bantuan *Software* SPSS, berikut hasil uji validitas kuesioner:

CORRELATIONS
/VARIABLES=P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 TOTAL
/PRINT=TOTALS SIGS
/MISSING=FAIRWISE.

Correlations

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	TOTAL
P1	1	-.000 [*]	-.000 [*]	-.535 [*]	-.446 [*]	-.700 [*]	-.694 [*]	-.832 [*]
	Pearson Correlation							
	Sig. (2-tailed)							
	N	30	30	30	30	30	30	30
P2	-.000 [*]	1	1.000 [*]	-.535 [*]	-.446 [*]	-.700 [*]	-.694 [*]	-.832 [*]
	Pearson Correlation							
	Sig. (2-tailed)							
	N	30	30	30	30	30	30	30
P3	-.000 [*]	1.000 [*]	1	-.535 [*]	-.446 [*]	-.700 [*]	-.694 [*]	-.832 [*]
	Pearson Correlation							
	Sig. (2-tailed)							
	N	30	30	30	30	30	30	30
P4	-.535 [*]	-.535 [*]	-.535 [*]	1	-.835 [*]	-.764 [*]	-.799 [*]	-.775 [*]
	Pearson Correlation							
	Sig. (2-tailed)							
	N	30	30	30	30	30	30	30
P5	-.446 [*]	-.446 [*]	-.446 [*]	-.835 [*]	1	-.638 [*]	-.623 [*]	-.737 [*]
	Pearson Correlation							
	Sig. (2-tailed)							
	N	30	30	30	30	30	30	30
P6	-.700 [*]	-.700 [*]	-.700 [*]	-.764 [*]	-.638 [*]	1	-.893 [*]	-.921 [*]
	Pearson Correlation							
	Sig. (2-tailed)							
	N	30	30	30	30	30	30	30
P7	-.694 [*]	-.694 [*]	-.694 [*]	-.799 [*]	-.623 [*]	-.893 [*]	1	-.921 [*]
	Pearson Correlation							
	Sig. (2-tailed)							
	N	30	30	30	30	30	30	30
TOTAL	-.832 [*]	-.832 [*]	-.832 [*]	-.775 [*]	-.737 [*]	-.921 [*]	-.921 [*]	1
	Pearson Correlation							
	Sig. (2-tailed)							
	N	30	30	30	30	30	30	30

*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).
*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Gambar 2. Hasil Uji Validitas Kuesioner

Uji Reliabilitas

Pengolahan data uji reliabilitas kuesioner menggunakan bantuan *Software* SPSS, data tersebut dihasilkan setelah hasil uji validitas keluar. Berikut hasil uji reliabilitas:

RELIABILITY
/VARIABLES=P1 P2 P3 P4 P5 P6 P7 TOTAL
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA.

Reliability

Scale: ALL VARIABLES

Case Processing Summary

	N	%
Cases	30	100.0
Valid	30	100.0
Excluded ^a	0	0
Total	30	100.0

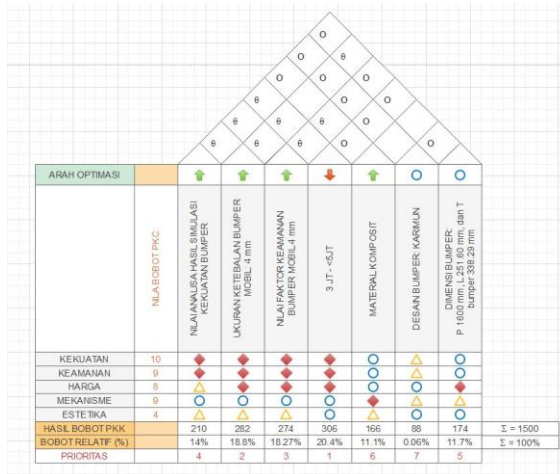
a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.637	8

Gambar 3. Hasil Uji Reliabilitas Kuesioner

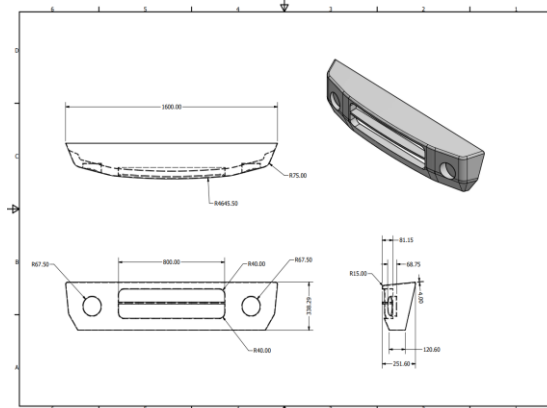
2. Fase Pengembangan Konsep



Gambar 4. House of Quality

Fase pengembangan konsep atau fase *Quality Function Deployment* (QFD) adalah fase lanjutan dari fase perencanaan, dimana fase tersebut mengolah hasil kuesioner dan menjadikan bentuk sebagai *House of Quality*.

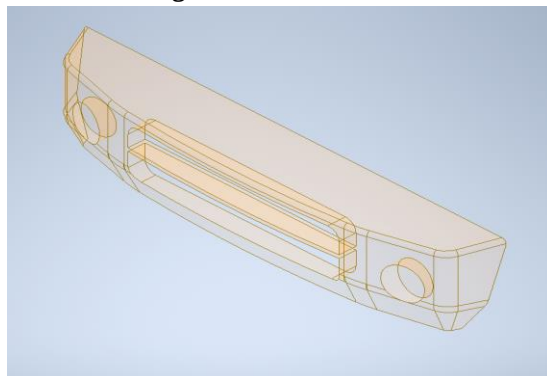
3. Fase Perancangan Tingkatan Sistem



Gambar 5. Drawing 2D Bumper

Fase perancangan tingkatan sistem adalah fase dimana *House of Quality* sudah terbentuk dan memasuki fase perancangan desain secara 2 Dimensi.

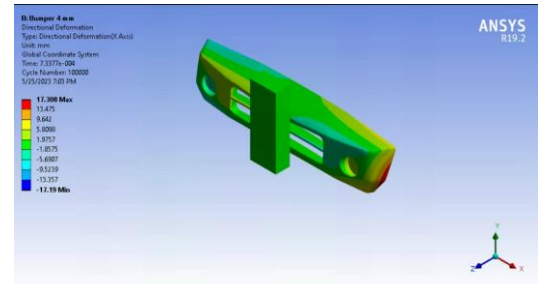
4. Fase Perancangan Rinci



Gambar 6. Desain 3D Bumper

Fase perancangan rinci yaitu fase lanjutan dari fase perancangan tingkatan sistem, dimana fase tersebut memuat tentang hasil 3D desain *bumper*.

5. Fase Pengujian dan Perbaikan



Gambar 7. Analisa Simulasi Kekuatan Bumper

Pada fase pengujian dan perbaikan ini, desain yang telah ada pada fase sebelumnya di uji secara simulasi kekuatan dengan bantuan *Software Ansys FEA*, untuk menghitung kekuatan dan keamanan *bumper* tersebut.

Pembahasan

1. Kuesioner

Berdasarkan pengisian kuesioner oleh 30 responden, hasil uji validitas dan reliabilitas diperoleh.

1. Uji validitas dianggap valid karena nilai r hitung lebih besar daripada r tabel. Dalam uji validitas, kevalidan dianggap terpenuhi jika nilai r hitung lebih besar daripada r tabel.
2. Uji reliabilitas juga menunjukkan tingkat reliabilitas yang tinggi karena nilai Alpha Cronbach yang diperoleh adalah 0,637, yang berada dalam rentang 0,601 hingga 0,800 yang menunjukkan reliabilitas yang baik.

2. Quality function deployment

Dari prioritas pada Gambar *House of Quality* (HoQ), ternyata perancangan *bumper* mobil yang utama perlu dikembangkan adalah:

1. Sebisa mungkin harga pembuatan *bumper* mobil berkisar antara 3 jt - <5 jt
2. Pembuatan *bumper* mobil dengan ketebalan 4 mm
3. Perlu dibuat hasil nilai faktor keamanan *bumper* secara simulasi
4. Perlu dibuat hasil nilai faktor kekuatan *bumper* secara simulasi
5. Untuk desain *bumper* mobil menggunakan dimensi 1:1 dengan *real car*
6. Untuk pemilihan material yaitu berbahan komposit
7. Untuk mobil yang digunakan sebagai desain yaitu mobil karimun.

3. Desain Bumper Mobil



Gambar 8. Desain Bumper Mobil

Desain bumper yang telah dibuat memiliki dimensi dan ketebalan yang telah dipilih, terdapat 3 desain yang berbeda, dimana perbedaan terdapat pada masing-masing ketebalan yang telah dipilih, ketebalan yang dipilih yaitu ketebalan 4 mm, 5 mm, dan 6 mm. Bumper memiliki dimensi yang sesuai dengan skala 1:1 dengan mobil sebenarnya, dengan panjang 1600 mm, lebar 251.60 mm, dan tinggi 338.29 mm

Material komposit dipilih untuk digunakan dalam proses desain bumper.

4. Hasil Analisa Simulasi Kekuatan Bumper

Hasil analisa simulasi kekuatan bumper ini terdapat 2 analisa yaitu, analisa nilai deformasi dan analisa tegangan maksimal bumper.

1. Analisa Deformasi

Dalam analisis deformasi bumper, ketebalan bumper yang dianalisis adalah 4 mm, 5 mm, dan 6 mm secara berurutan. Sebagai contoh, gambar di bawah ini menunjukkan hasil simulasi deformasi bumper dengan ketebalan 4 mm.



Gambar 9. Analisa Deformasi

Hasil simulasi deformasi pada bumper dengan ketebalan 4 mm.

Di dalam gambar tersebut, area dengan warna merah yang paling mencolok menunjukkan deformasi yang paling signifikan, sedangkan area dengan warna biru menunjukkan deformasi yang paling minim. Deformasi terbesar terjadi pada area *side bumper* yang terkena dampak langsung dari *impactor*. Deformasi terbesar yang terjadi pada bumper dengan ketebalan 4 mm mencapai 17,308 mm.

Hasil simulasi analisa nilai deformasi bumper:

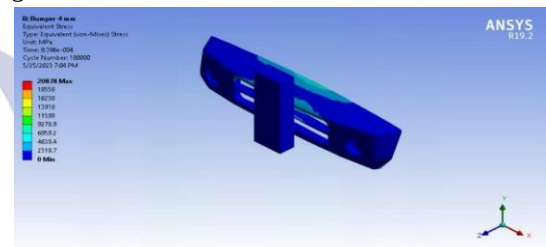
Tabel 2. Nilai Deformasi Bumper

Tebal Bumper (mm)	Deformasi (mm)
4	17,308
5	17,836

6	18,365
---	--------

2. Analisa Tegangan Maksimal/Ekuivalen

Simulasi dilaksanakan dengan tujuan menganalisis tegangan ekuivalen yang terjadi pada bumper dan mengidentifikasi tegangan saat bumper mengalami tumbukan. Pada simulasi ini, ketebalan bumper yang digunakan adalah 4 mm, 5 mm, dan 6 mm. Simulasi bumper dengan ketebalan 4 mm menghasilkan contoh hasil yang terdapat di bawah ini yang ditampilkan dalam gambar.



Gambar 10. Analisa Deformasi

Pada gambar di atas, area yang berwarna merah mengindikasikan tingkat tegangan yang paling tinggi, sementara area yang berwarna biru mengindikasikan tingkat tegangan yang paling rendah.

Tabel 3. Nilai Tegangan Ekuivalen

Tebal Bumper (mm)	Tegangan Ekuivalen (MPa)
4	208,78
5	168,98
6	129,19

Dari hasil nilai tegangan ekuivalen yang didapatkan, maka bisa didapatkan nilai dari faktor keamanan bumper yaitu:

Tabel 4 Nilai Faktor Keamanan Bumper

Tebal Bumper (mm)	Faktor Keamanan
4	4.88
5	6.03
6	7.89

PENUTUP

Kesimpulan

Dalam pelaksanaan penelitian tugas akhir ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tahapan *redesign bumper* mobil menggunakan metode *Quality function deployment* dimulai dari penyebaran kuesioner awal hingga kuesioner penelitian/final didapatkan 5 hasil atribut produk yaitu, kekuatan, keamanan, harga, mekanisme, dan estetika. Kemudian hasil atribut produk tersebut

didukung oleh 7 respon teknis yaitu, nilai hasil analisa simulasi kekuatan *bumper* mobil, pemilihan ukuran ketebalan *bumper* mobil, nilai faktor keamanan *bumper* mobil, *range* harga *bumper* mobil, pemilihan material yaitu komposit, desain *bumper* mobil menggunakan mobil karimun, serta dimensi/ukuran *bumper* mobil dengan skala 1:1.

2. Dalam analisis kekuatan bumper mobil, terdapat temuan bahwa nilai deformasi maksimal secara berurutan pada bumper dengan ketebalan 4 mm, 5 mm, dan 6 mm adalah 17.308 mm, 17.836 mm, dan 18.365 mm. dan Hasil faktor keamanan *bumper* dengan tebal 4 mm – 6 mm berturut-turut menghasilkan nilai yaitu, 4.88, 6.03, dan 7.89.

Saran

Dengan mempertimbangkan kesimpulan yang telah diungkapkan sebelumnya, peneliti menyarankan hal-hal berikut untuk langkah selanjutnya:

1. Untuk meningkatkan identifikasi kebutuhan dan keinginan konsumen, perlu diperluas cakupan responden agar mencakup berbagai kalangan, sehingga dapat mewakili seluruh konsumen yang menggunakan bumper mobil.
2. Untuk dimensi dan ukuran dari perancangam *bumper* mobil agar dibuat lebih variatif.
3. Menyarankan variabel ketebalan yang lainnya dalam pengujian kekuatan *bumper*.
4. Untuk melanjutkan pengembangan produk bumper mobil, penelitian ini dapat melanjutkan ke tahap perancangan detail dan pengujian produk menggunakan prototipe fisik. Hal ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelebihan dan kelemahan produk secara teknis dalam tahap pembuatan produk.

DAFTAR PUSTAKA

- Asyraf, M. R. M., Syamsir, A., Zahari, N. M., Supian, A. B. M., Ishak, M. R., Sapuan, S. M., Sharma, S., Rashedi, A., Razman, M. R., Zakaria, S. Z. S., Ilyas, R. A., & Rashid, M. Z. A. (2022). Product Development of Natural Fibre-Composites for Various Applications: Design for Sustainability. *Polymers*, 14(5).
<https://doi.org/10.3390/polym14050920>
- Bernal, L., Dornberger, U., Suvelza, A., & Byrnes, T. (2009). *Quality function deployment (QFD) for Services. SEPT Program Univerität Leipzig, March*, 1–25.
http://www.vgu.edu.vn/fileadmin/pictures/studies/MBA/Handbook_QFD_Services.pdf
- Hanifi, R., Dewangga, G., Kasiadi, K., & Widiyanto, E. (2019). Analisis Material Komposit Berbasis Serat Pelepah Kelapa Sawit Dan Matriks Polypropylene Sebagai Bahan Pembuatan Bumper Mobil. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 2(2), 15.
<https://doi.org/10.32662/gojise.v2i2.712>
- Jahendriadi, R. (2007). *Quality function deployment (Qfd) Dalam Meningkatkan Kualitas Lulusan Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia Untuk Bersaing Dalam Dunia Kerja*.
- Jig, P., Di, M., & Arista, A. (2022). *Penerapan Quality function deployment Pada*. 1(2), 60–70.
- Mayyas, A., Shen, Q., Mayyas, A., abdelhamid, M., Shan, D., Qattawi, A., & Omar, M. (2011). Using *Quality function deployment* and Analytical Hierarchy Process for material selection of Body-In-White. *Materials and Design*, 32(5), 2771–2782.
<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.01.001>
- Nurhayati, E. (2022). Pendekatan *Quality function deployment* (QFD) dalam proses pengembangan desain produk Whiteboard Eraser V2. *Productum: Jurnal Desain Produk (Pengetahuan Dan Perancangan Produk)*, 5(2), 75–82.
<https://doi.org/10.24821/productum.v5i2.7118>
- Pambudi, R. L., & Yudiono, H. (2020). Pengaruh Orientasi Sudut Serat Pandan Duri Terhadap Ketangguhan *Impact* Komposit Sebagai Material Alternatif Bumper Mobil. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 12(2), 21–29.
<https://doi.org/10.15294/jkomtek.v12i2.23329>
- Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*. CV Alfabeta.
- Sulistyo, D. T. (2016). *Pembuatan produk dan moulding bumper belakang mobil kijang innova (v-2005) berbahan dasar serat glass acak*. 39.
- yustha destya, 2012. Mesin, J. T., Industri, F. T., & Indonesia, U. I. (2012). *Proses Pembuatan Body Kit (Bumper) Mobil Dari Komposit Serat Tebu Dengan Matriks*.
- Zul, R., & Muhtadin, H. (2022). *Polyester Dengan Variasi Presentase Volume Serat*.