

Redesign Bumper Mobil Berbahan Komposit dengan Pendekatan Quality Function Deployment (QFD)

Idham Rizki Yusma Fatahillah^{1*}, Diah Wulandari², Arya Mahendra Sakti³,
Dyah Riandadari⁴

^{1,2,3,4}Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Indonesia 6023

E-mail: ¹Idham.19020@mhs.unesa.ac.id, ²diahwulandari@unesa.ac.id, ³aryamahendra@unesa.ac.id,

⁴dyahriandadari@unesa.ac.id

*Corresponding Author

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 dengan pendekatan Ulrich dan Eppinger yang terdiri dari empat tahapan: perencanaan, desain, pengujian, dan perbaikan. Setiap tahapan melibatkan penyebaran kuesioner, pembuatan QFD dan HOQ, desain menggunakan *Autodesk Inventor*, serta analisa simulasi menggunakan *Ansys FEA* untuk mengukur kekuatan dan ketahanan bumper. Hasil penelitian menunjukkan adanya lima atribut produk (kekuatan, keamanan, harga, mekanisme, dan estetika) yang didukung oleh tujuh respon teknis. Berdasarkan metode QFD, dirancanglah bumper mobil karimun dengan material komposit dan dilakukan analisa kekuatan serta keamanan bumper. Analisis menunjukkan deformasi maksimal untuk ketebalan bumper 4 mm, 5 mm, dan 6 mm adalah 17.308 mm, 17.836 mm, dan 18.365 mm. Faktor keamanan untuk ketebalan 4 mm, 5 mm, dan 6 mm adalah 4.88, 6.03, dan 7.89.

Kata kunci: Analisis, Desain, *Quality Function Deployment*

Abstract: The understanding and importance of using the *Quality Function Deployment* (QFD) method to achieve customer satisfaction and meet their desires in designing a composite material car bumper are not yet optimal. Furthermore, the design and structural analysis of the car bumper's strength are not precise. This research utilizes the R&D method with Ulrich and Eppinger's approach, which consists of four stages: planning, design, testing, and improvement. Each stage involves questionnaire distribution, QFD and HOQ creation, design using *Autodesk Inventor*, and simulation analysis using *Ansys FEA* to measure the strength and durability of the bumper. The research results indicate the presence of five product attributes (strength, safety, price, mechanism, and aesthetics) supported by seven technical responses. Using the QFD method, a Karimun car bumper was designed using composite material, and strength and safety analysis were conducted. The analysis shows that the maximum deformation for bumper thicknesses of 4 mm, 5 mm, and 6 mm is 17.308 mm, 17.836 mm, and 18.365 mm, respectively. The safety factor for thicknesses of 4 mm, 5 mm, and 6 mm is 4.88, 6.03, and 7.89.

Keywords: Design, Analysis, Implementation of Quality Functions Deployment

© 2023, JRM (Jurnal Rekayasa Mesin) dipublikasikan oleh ejournal Teknik Mesin Fakultas Vokasi UNESA.

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. 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 mengalami perkembangan yang signifikan dengan adanya berbagai brand dan kategori kendaraan bermotor yang beragam, dan desain serta bentuk kendaraan yang semakin bermacam-macam. Satu diantara komponen lain yang memiliki fungsi prioritas utama dalam sebuah kendaraan roda 4 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-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 yang tepat dengan ekspektasi serta harapan *customer*. Maka dari 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 material *composite* serat kaca agar dapat melengkapi ketetapan uji tabrakan pada akselerasi yang rendah. Dalam rangka meningkatkan *bumper* depan mobil ini, digunakan material komposit yang akan 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* Langan Kota Tegal”. Penelitian ini dilaksanakan pada sebuah usaha rumahan di Kota Tegal yang bergerak dalam pembuatan tas lingkungan. Maksud dari tujuan penelitian tersebut yaitu untuk merancang desain tas ransel laptop dengan mempertimbangkan faktor kualitas yang secara tepat memenuhi kepentingan serta 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, tujuan utama dari penelitian ini yaitu, ada pada pengembangan desain *bumper* dengan menggunakan bahan komposit dan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) yang nantinya akan sesuai dengan tuntutan permintaan, kebutuhan dan harapan dari *customer*. Serta yang menjadi batasan pada penelitian ini adalah bantuan *Software* yang digunakan yaitu *Autodesk Inventor* serta *Ansys FEA*, serta sampel yang diambil yaitu pekerja dari bengkel otomotif.

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

DASAR TEORI

1. Konsep Perancangan Produk

Ada tahapan secara terstruktur untuk desain dan peningkatan produk, diawali dengan mengidentifikasi kepentingan *customer* sampai produksi awal. Menurut Ulrich dan Eppinger (2001), terdapat 6 fase yang terdiri dari fase 0 hingga fase 5.

1. Fase Perencanaan

Fase ini adalah langkah pertama dalam desain dan pengembangan produk dan sering disebut sebagai fase nol. Fase ini memerlukan persetujuan sebelum memulai proses desain dan pengembangan produk dan merupakan dasar untuk fase selanjutnya.

2. Fase Pengembangan Konsep

Fase ini dibangun di atas kesepakatan pertama Fase sebelum ini. Di tahap tersebut, keinginan pasar harus diidentifikasi, tema produk alternatif disiapkan, dan tema ditentukan untuk peningkatan serta proses uji. Tema meliputi narasi gambaran produk, manfaat, penampilan, spesifikasi, analisis persaingan, serta perhitungan anggaran.

3. Fase Perancangan Tingkatan Sistem

Fase ini adalah pembagian produk menjadi subsistem dan komponennya. Hasil yang diperoleh berupa gambaran produk dan perincian fungsi untuk bagian bagian sistem produk.

4. Fase Perancangan Rinci

Tahap ini adalah tahap dimana produk dideskripsikan secara rinci. Detail ini mencakup informasi tentang geometri, material, dan toleransi

semua komponen produk. Pada fase ini, catatan pengelolaan produk seperti bentuk setiap bagian dan alat pembuat, penjelasan bagian-bagian belanja, serta program pembuatan dan penyusunan produk adalah *output*.

5. Fase Pengujian dan Perbaikan

Selama fase ini, produk dibuat prototipe dan diuji. Prototipe pertama yang dibangun adalah prototipe alfa dengan komponen nyata. Pengujian prototipe alfa dimaksudkan untuk mengevaluasi fungsionalitas produk. Selain itu, prototipe beta dibuat dari komponen yang sama dengan persyaratan produksi, meskipun dalam pembuatannya tidak sama dengan proses aslinya. Pengujian prototipe beta dimaksudkan dalam rangka mengevaluasi cara kerja dan keunggulan produk.

6. Fase Peluncuran Produk

Tahap ini adalah tahap pertama proses pembuatan produk. Produksi produk berdasarkan sistem proses pembuatan secara aktual. Produk yang dibuat pada tahap ini disesuaikan dan dievaluasi untuk mengidentifikasi setiap cacat.

2. Komposit

Komposit adalah material yang terbentuk dari kombinasi dua ataupun lebih dari unsur kimia yang berbeda, yang saling mengikat antara permukaannya (Mayyas et al., 2011). Bahan komposit memiliki dua unsur, yakni serat sebagai pengisi (*filler*) dan bahan pengikat serat (*matriks*). Gabungan dua material atau lebih dari *matriks* serta penguatnya, sehingga mendapatkan karakter *material* lebih baik dibanding dengan *material* dari *matriks* dan penguatnya. Sifat-sifat mekanik komposit secara *general* jika dibandingkan dengan komponen pembuatnya, material tersebut memiliki sifat yang jauh lebih bagus seperti daya tahan dan kekuatan yang lebih baik, bobot yang lebih ringan, korosi dan keausan yang lebih baik, dan umur kelelahan yang lebih lama (Bernal et al., 2009).

3. Kuesioner

Kuesioner adalah teknik pengumpulan data dimana responden dikirimkan daftar pertanyaan untuk dijawab. Penggunaan kuesioner penting untuk mengumpulkan data dan melakukan analisis data kualitatif dan kuantitatif dalam studi penelitian. Survei yang baik berisi pertanyaan yang jelas dan dapat dipahami oleh responden untuk menghindari kesalahpahaman. Survei dapat dikategorikan menjadi dua jenis sesuai dengan jenis pertanyaan yang diajukan

1. Pertanyaan terbuka: Berisi pertanyaan pilihan ganda/berskala.
2. Pertanyaan tertutup: Berisi pertanyaan pilihan ganda dimana responden memilih jawaban dari pilihan yang tersedia. Pertanyaan ini juga bisa berupa pertanyaan pilihan ganda atau pertanyaan bertingkat.

4. Quality Function Deployment (QFD)

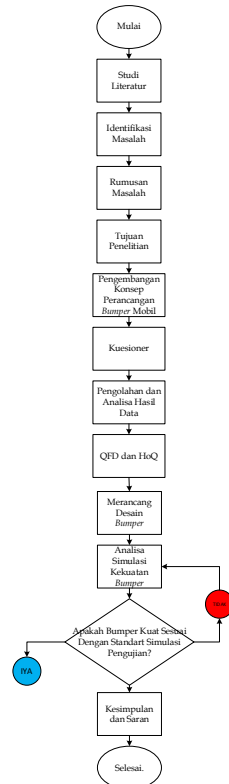
QFD dapat membantu perusahaan merencanakan dan mengimplementasikan berbagai alat dukungan teknis untuk menyelesaikan masalah. QFD merupakan metode peningkatan kualitas produk atau layanan dengan menghubungkan kepentingan *customer* dengan karakteristik teknis pada setiap tahap produksi (Ginting, 2010). QFD membantu bisnis dalam memfokuskan perhatian pada kepentingan *customer* saat merancang spesifikasi desain/model dan fabrikasi.

Tujuan utama dari QFD adalah untuk menetapkan satu set desain produk dan prioritas pengembangan. *House of Quality* (HOQ) adalah alat perencanaan utama QFD yang memindah pilihan *customer* ke dalam persyaratan desain yang selaras dengan tujuan dan kebutuhan nilai perusahaan. Meskipun awalnya dikembangkan untuk pengembangan produk, QFD telah meluas ke berbagai bidang dalam implementasinya. Adapun area kegunaan QFD mencakup:

1. Peningkatan produk (termasuk pengembangan pelayanan)
2. Kontrol kualitas sebagai bagian penting dari peningkatan produk
3. Pengumpulan dan penjabaran kebutuhan konsumen, analisis kebutuhan konsumen seperti merespon kebutuhan konsumen
4. Desain produk sebagai aspek penting dari QFD yang menekankan perancangan kualitas dalam desain produk
5. Perencanaan sebagai pendekatan proaktif yang berpusat pada konsumen yang dapat diterapkan pada produk, proses, dan perencanaan umum
6. Rekayasa Teknik
7. Memilih Keputusan
8. Pengelola
9. *Cooperate, Timing, Budget*.

METODE

Metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu, metode R&D (*Research and Development*). Penelitian dan pengembangan (R&D) adalah proses mengubah spesifikasi desain menjadi bentuk fisik aktual dalam kaitannya dengan desain, pengembangan, dan evaluasi pembelajaran yang sistematis (Sugiyono, 2012). 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 perencanaan, fase pengembangan konsep, fase perancangan tingkatan sistem, fase rancangan rinci, dan fase pengujian dan perbaikan.



Gambar 1. Diagram Alur Penelitian

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

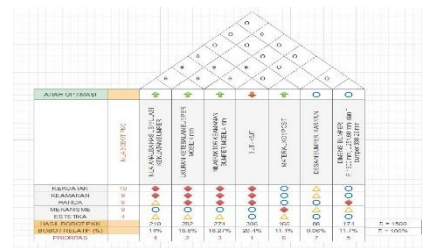
Case Processing Summary			
Cases	Valid	N	%
Excluded ^a	0	30	100.0
Total	30	30	100.0

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

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	All of Items
.937	.937

Gambar 3. Hasil Uji Reliabilitas Kuesioner

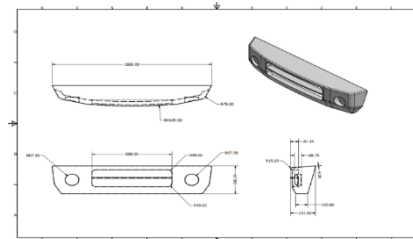
2. Fase Pengembangan Konsep



Gambar 4. House of Quality

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

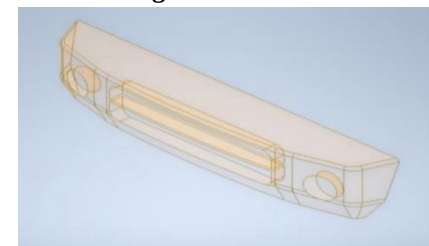
3. Fase Perancangan Tingkatan Sistem



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

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Konsep Perancangan Bumper Mobil

1. Fase Perencanaan

Kuesioner

TABEL I
Data-Data Hasil Penyebaran Kuesioner

No.	Permintaan Kualitas Customer	Jumlah Pemilih			
		Pilih an 1	Pilih an 2	Pilih an 3	Pilih an 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:

SPSS Statistics Version 25.0
File Edit View Windows Help
Data List Split Save Paste
Transform Compute Statistics
Analyze Models Build Models
Plugins Utilities Window Help

Correlations

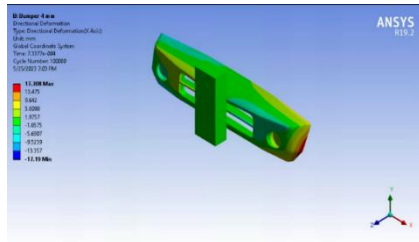
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	TOTAL
P1. Perencanaan Konsep Bumper (12 item)	1							
P2. Perencanaan Konsep Bumper (12 item)	.937**	1						
P3. Perencanaan Konsep Bumper (12 item)	.937**	.937**	1					
P4. Perencanaan Konsep Bumper (12 item)	.937**	.937**	.937**	1				
P5. Perencanaan Konsep Bumper (12 item)	.937**	.937**	.937**	.937**	1			
P6. Perencanaan Konsep Bumper (12 item)	.937**	.937**	.937**	.937**	.937**	1		
P7. Perencanaan Konsep Bumper (12 item)	.937**	.937**	.937**	.937**	.937**	.937**	1	
TOTAL. Perencanaan Konsep Bumper (12 item)	.937**	.937**	.937**	.937**	.937**	.937**	.937**	1

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

Gambar 2. Hasil Uji Validitas Kuesioner

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 subyek penelitian atau sampel, nilai pengujian validitas dan reliabilitas diperoleh yaitu:

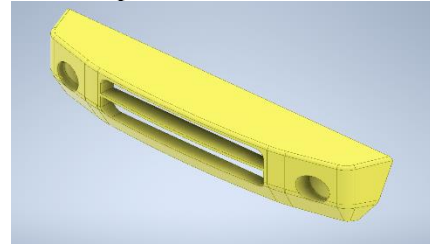
1. Uji validitas dianggap valid karena nilai r hitung lebih besar daripada r tabel. Dalam uji validitas, kevalidan dianggap terpenuhi jika nilai r hitung lebih besar daripada r tabel.
2. Uji reliabilitas juga menunjukkan tingkat reliabilitas yang tinggi karena nilai *Alpha Cronbach* yang diperoleh adalah 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

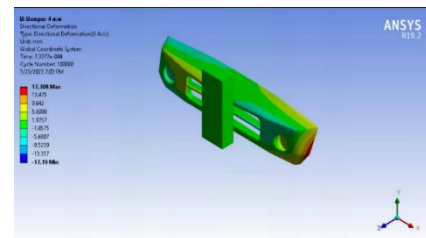
Desain *bumper* yang telah dibuat memiliki dimensi dan ketebalan yang telah dipilih. Terdapat 3 desain yang berbeda, dimana perbedaannya terlihat pada masing-masing ketebalan yang telah dipilih, yaitu ketebalan 4 mm, 5 mm, dan 6 mm. *Bumper* memiliki dimensi yang sesuai dengan skala 1:1 dengan mobil 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

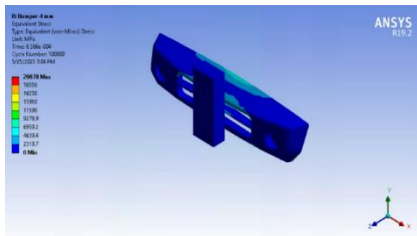
Hasil simulasi deformasi pada *bumper* dengan ketebalan 4 mm. Di dalam gambar tersebut, area dengan warna merah yang paling mencolok menunjukkan deformasi yang paling signifikan, sedangkan area dengan warna biru menunjukkan deformasi yang paling minim. Deformasi terbesar terjadi pada area *side bumper* 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 II
Nilai Deformasi *Bumper*

Tabel 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 Tegangan Maksimal

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 III
Nilai Tegangan Ekuivalen

Tabel 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 IV
Nilai Faktor Keamanan Bumper

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

SIMPULAN

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.

REFERENSI

Journal:

1. 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>
2. Bernal, L., Dornberger, U., Suvelza, A., & Byrnes, T. (2009). *Quality function deployment (QFD) for Services. SEPT Program Universität Leipzig, March*, 1–25. http://www.vgu.edu.vn/fileadmin/pictures/studies/MBA/Handbook_QFD_Services.pdf
3. Hanifi, R., Dewangga, G., Kasiadi, K., & Widiyanto, E. (2019). Analisis Material Komposit Berbasis Serat 6 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>
4. Jahendriadi, R. (2007). *Quality Function Deployment (Qfd) Dalam Meningkatkan Kualitas Lulusan Jurusan Teknik Industri Universitas Islam Indonesia Untuk Bersaing Dalam Dunia Kerja*.
5. Jig, P., Di, M., & Arista, A. (2022). Penerapan *Quality Function Deployment* Pada. 1(2), 60–70.
6. 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 BodyIn-White. *Materials and Design*, 32(5), 2771–2782. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.01.001>
7. 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>
8. 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>
9. Sulistyo, D. T. (2016). Pembuatan produk dan moulding *bumper* belakang mobil kijang innova (v-2005) berbahan dasar serat glass acak. 39.
10. 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*.

11. Zul, R., & Muhtadin, H. (2022). *Polyester Dengan Variasi Presentase Volume Serat*.

Textbooks:

1. Sugiyono. (2012). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif*. CV Alfabeta.