

## Rekomendasi Desain *Angelbar Bracket Fifth Wheel JSK38* pada Truk Scania R500 dan Trailer SST74 dengan Metode *Quality Function Deployment* dan *Finite Element Method*

Eko Ari Wibowo<sup>\*1</sup>, Muhammad Nur Wahyu Hidayah<sup>2</sup>, Ngisomudin<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Sains & Humaniora, Universitas Muhammadiyah Gombong, Indonesia

Email: <sup>1</sup>[ekoariwibowo@unimugo.ac.id](mailto:ekoariwibowo@unimugo.ac.id), <sup>2</sup>[nurwahyuhidayah@unimugo.ac.id](mailto:nurwahyuhidayah@unimugo.ac.id),  
<sup>3</sup>[ngisomudin@unimugo.ac.id](mailto:ngisomudin@unimugo.ac.id)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan desain *angelbar bracket* yang digunakan sebagai alat penghubung antara truk dan trailer, karena dalam instalasi Trailer SST74 pada Truk Scania R500 dibutuhkan *fifth wheel JSK38* yang terpasang pada kerangka truk sebagai penghubung. Proses pemasangan *fifth wheel* pada kerangka truk diperlukan dukungan berupa *angelbar bracket* sebagai alat penghubung antar keduanya. Metode perancangan dan pengembangan alat tersebut menggunakan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk mendapatkan desain yang kompetitif sesuai dengan kebutuhan alat. Proses pengumpulan data melibatkan pelanggan sebagai masukan dalam perancangan sampai dengan analisa pada desain alat. Terdapat tiga alternatif desain yang dianalisa menggunakan *Finite Element Method* (FEM), selanjutnya data tersebut di analisa dengan metode QFD sehingga diperoleh alternatif desain nomor tiga sebagai desain yang direkomendasikan dengan pemenuhan *Voice of Customer* (VoC) sebesar 82% dari keseluruhan permintaan pelanggan, sedangkan 18% permintaan pelanggan yang belum terpenuhi dapat diminimalisir dengan standar operasional prosedur pada proses instalasi alat tersebut.

**Kata kunci:** *angelbar, trailer, fifth wheel, Quality Function Deployment (QFD), Finite Element Method (FEM).*

## *Design of Angelbar Bracket Fifth Wheel JSK 38 for Scania R500 Truck on SST 74 Trailer by Using Quality Function Deployment Method and Finite Element Method*

### Abstract

*This study aims to determine the design of the angelbar bracket that is used as a connecting tool between the truck and the trailer, because the installation of the SST74 Trailer on the Scania R500 Truck requires a JSK38 fifth wheel mounted on the truck frame as a connector. The process of installing the fifth wheel on the truck frame requires a holder in the form of an angelbar bracket as a connecting tool between the two. The method of designing and developing the tool uses Quality Function Deployment (QFD) to get a competitive design according to the needs of the tool. The data collection process involves the customer as input in the design to analysis on the design of the tool. There are three alternative designs that are analyzed using the Finite Element Method (FEM), then the data is analyzed using the QFD method so that alternative design number three is obtained as the recommended design with the fulfillment of Voice of Customer (VoC) of 82% of all customer requests, while 18 % of customer requests that have not been met can be minimized by standard operating procedures in the installation process of these tools.*

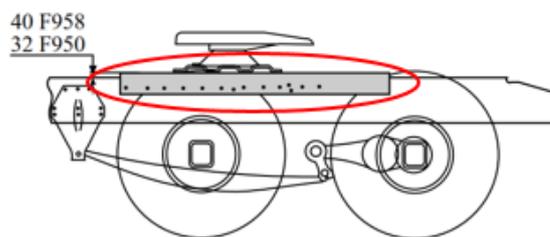
**Keywords:** *angelbar, trailer, fifth wheel, Quality Function Deployment (QFD), Finite Element Method (FEM).*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia industri alat berat dan pertambangan saat ini semakin pesat [1]. Hal tersebut memaksa setiap penyedia jasa transportasi pertambangan untuk terus berkompetisi agar tetap bertahan dan mampu bersaing di pasar lokal maupun global, salah satunya dengan menghasilkan produk yang berkualitas dan harga yang kompetitif. Kendaraan yang umum digunakan pada untuk proses angkut batubara yaitu Truk Trailer. Salah satu jenis yang umum digunakan yaitu Truk Scania R500, jenis truk ini merupakan tipe *off road* yang digunakan di pertambangan dan sudah cukup lama digunakan di Indonesia yaitu sejak akhir tahun 2006 [2]. Sedangkan trailer merupakan salah satu unit transportasi pertambangan yang berfungsi sebagai pembawa batubara dari tempat penyimpanannya (*stockpile*) menuju pelabuhan (*port*) [3].

Perakitan antara Truk Scania R500 dan Trailer SST74 diperlukan instalasi penghubung berupa mekanisme kopling yaitu *fifth wheel* dengan fungsi sebagai pengunci *king pin trailer* pada truk. Proses pemasangan *fifth wheel* pada *chassis* truk dibutuhkan komponen *angelbar bracket* sebagai dudukan. Permasalahannya setiap jenis truk dan trailer yang berbeda maka diperlukan *angelbar bracket bar* yang berbeda pula. Sehingga pada Truk Scania R500 dan Trailer SST74 diperlukan *angelbar bracket* sebagai dudukan penghubung. Sebelum diproses manufaktur untuk pembuatan *angelbar bracket*, diperlukan desain rancangan *angelbar bracket* yang sesuai dengan standar kebutuhan dan permintaan pelanggan. Saat ini tersedia desain *angelbar bracket* untuk konfigurasi Truk Scania R500 dengan *fifth wheel JSK38*. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk merancang alternatif desain *angelbar bracket fifth wheel* tipe JSK38 pada unit Truk Scania R500 pada Trailer SST74.

*Angelbar bracket* merupakan komponen yang berfungsi sebagai penguat dengan posisi menggantung dan memproyeksikan dari struktur seperti dinding dan dirancang untuk mendukung beban vertikal serta digunakan untuk memperkuat sudut [4]. Oleh karena itu, perlu pertimbangan desain produk dari aspek bentuk, material, proses manufaktur dan proses instalasinya. Gambar 1 menunjukkan posisi *angelbar bracket* pada instalasi truk trailer.



Gambar 1 Letak *Angelbar Bracket* pada Truk Trailer

Berdasarkan latar belakang tersebut maka permasalahan pada penelitian ini yaitu belum adanya desain *angelbar bracket* sebagai dudukan penghubung antara truk dengan *trailer*. Oleh karena itu, dalam proses penentuan alternatif desain tersebut perlu diperhatikan aspek yang menjadi kebutuhan dari desain tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu *Quality Function Deployment (QFD)* dan *Finite Element Method (FEM)*, QFD yaitu satu metode yang digunakan untuk menentukan prioritas kebutuhan dan keinginan konsumen serta mengelompokkannya [5], [6]. Penggunaan QFD dalam proses perancangan produk untuk memperoleh produk yang kompetitif dengan menciptakan produk yang sesuai dengan keinginan dan kebutuhan pelanggan [7]. Sekaligus melibatkan pelanggan sebagai sumber masukan dalam perencanaan dan perancangan desain produk. QFD bertujuan untuk memenuhi sebanyak mungkin kebutuhan dan keinginan pelanggan, bahkan berusaha untuk dapat melebihi harapan dan keinginan tersebut. Sedangkan konsep dasar FEM yaitu menyelesaikan masalah dengan cara membagi objek analisa menjadi bagian-bagian kecil yang terhingga [8], [9]. Bagian-bagian kecil ini kemudian dianalisa dan hasilnya digabungkan kembali untuk mendapatkan penyelesaian untuk keseluruhan daerah. Tingkat keakuratan analisa metode FEM diuji dan divalidasi menggunakan perangkat lunak sebagai media untuk permodelan desain, metode ini digunakan sebagai alat uji kemampuan perhitungan secara matematis dari sebuah model (*testpiece*) [10], [11].

Alur penelitian untuk menentukan desain yang optimal dimulai dari identifikasi masalah dan studi literatur. Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data primer dan sekunder. Data primer merupakan data yang langsung didapatkan dari sumber asli tanpa melalui perantara dan data yang belum pernah diolah oleh pihak lain, diantaranya yaitu : *Voice of Customer (VoC)* yang meliputi desain, aplikasi, instalasi dan nilai ekonomi. Sedangkan data sekunder merupakan data penelitian yang diperoleh peneliti secara tidak langsung melalui media perantara dan data yang telah diolah oleh pihak lain, diantaranya yaitu : spesifikasi dari *fifth wheel*, truk, dan *trailer*. Pengolahan data yang digunakan pada matrik *House of Quality (HoQ)* terdiri dari segmentasi *VoC*, membuat *technical respons*, menentukan hubungan antar matriks, menentukan *importance to customer*, dan penentuan spesifikasi produk. Setelah data yang dikumpulkan terpenuhi, selanjutnya digunakan sebagai referensi rancangan desain dari *angelbar bracket* dalam tiga alternatif desain. Ketiga alternatif desain tersebut dianalisa menggunakan FEM sebagai validasi dan pembobotan untuk penentuan rekomendasi desain yang optimal.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penentuan hasil dilakukan setelah data yang terkumpul dengan metode *House of Quality* (HoQ) sebagai referensi untuk menentukan desain produk, analisa desain sampai pada akhirnya terdapat rekomendasi desain produk.

### 3.1. Menyusun HoQ

Penyusunan HoQ dimulai dengan segmentasi VoC yang dibagi menjadi 4 kelompok berdasarkan *Affinity Diagram*, pada tabel 1 berikut terdapat empat kriteria kelompok yang telah ditentukan dari hasil pengelompokan hasil VoC.

Tabel 1 Segmentasi VoC

No	Voice of customer	kriteria
1	Kuat dan mampu menahan beban	desain
2	Tidak tajam/ berpotensi melukai	
3	Dimensi dan geometri sesuai dengan unit	aplikasi
4	Harga lebih rendah	ekonomi
5	Mudah dalam instalasi	
6	Mudah dalam penyimpanan	instalasi

*Technical response* dibuat berdasarkan kebutuhan yang diminta oleh pelanggan dan merupakan jawaban dari VoC yang dijadikan sebagai referensi desain *angelbar bracket*. Responden terdiri dari tiga orang dari *Engineering technical support*. Respon dari *engineer 1* yaitu pemilihan tipe material jenis / grade, penggunaan toleransi umum, pemilihan material yang tepat, efisiensi dalam proses pembuatan, penggunaan radius, pemberian pengaman berupa karet ataupun nilon, aspek ergonomi dengan berat kurang dari 20 kg dan menggunakan baut. Respon dari *engineer 2* yaitu pemilihan jenis material yang tepat, perhitungan teknis kekuatan dan beban, aplikatif dengan unit yang digunakan, efisiensi proses dan bahan, dibuat radius, penandaan atau pemberian pengaman di bagian yang tajam, skema proses instalasi yang efisien, tidak memerlukan alat yang spesifik pada instalasi dan disesuaikan dengan tempat penyimpanan. Dan respon *engineer 3* yaitu safety faktor lebih dari 2, penggunaan toleransi umum, material *steel grade 350*, radius bagian ujung 5 mm, berat kurang dari 20 kg dan desain sederhana.

Hasil respons tersebut dijadikan sebagai pertimbangan kebutuhan desain, sehingga kebutuhan alat yang diperlukan dapat dipenuhi. Respon yang telah dibuat kemudian disusun ke dalam tabel Matriks HoQ dan dipasangkan dengan VoC. Setelah menentukan hubungan antara VoC dan *technical respons*, bobot tersebut dihitung meliputi tiga hal, yaitu poin total, poin relatif dan peringkat kepentingan, Tabel 2 berikut merupakan persamaan yang dipakai pada perhitungan *technical importance*.

Tabel 2 Poin Relatif Pada Tiap Tiap Matriks (HoQ)

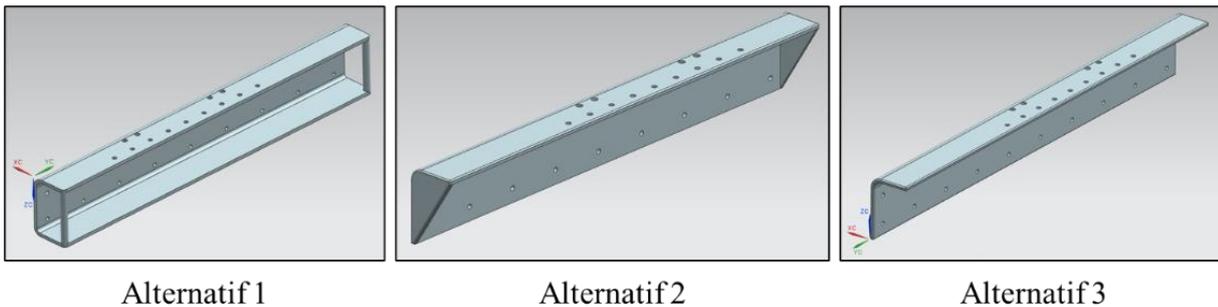
Kelompok	Respon	Poin Total			Rerata
		HoQ 1	HoQ 2	HoQ 3	
Desain	Grade material dan faktor keamanan yang memenuhi	39	73	37	49,6
	Dibuat radius dan meminimalkan permukaan tajam	18	18	18	18
	Desain sederhana	24	24	24	24
	Dimensi menggunakan toleransi umum	37	40	36	37,6
Aplikasi	Menggunakan baut	12	12	12	12
	Aspek ergonomi, berat < 20 kg	27	13	9	16,3
	Menyesuaikan dengan tempat penyimpanan	9	9	9	9
	Aplikatif dengan unit yang akan digunakan	36	48	36	40
Instalasi	Tidak memerlukan tools yang spesifik pada instalasi	27	27	27	27
	Dibuat skema alur proses instalasi yang efisien	27	9	27	21
Ekonomi	Mendesain dengan mempertimbangkan efisiensi proses dan bahan	33	25	33	30,3

Berdasarkan data poin relatif pada tiap tiap matriks HoQ, selanjutnya digunakan sebagai data untuk memenuhi kepentingan pelanggan. Proses pemenuhan kebutuhan pelanggan dilakukan dengan mengambil enam

*technical respons* yang memiliki poin tertinggi, sehingga hasil spesifikasi objektif yang ditentukan yaitu : grade material dan faktor keamanan yang memenuhi, aplikatif dengan unit lain, ukuran menggunakan toleransi umum, pertimbangan desain terhadap efisiensi proses dan bahan, tidak memerlukan alat yang spesifik pada instalasi dan desain sederhana.

**3.2. Perancangan produk**

Proses perancangan *angelbar bracket* menggunakan perangkat lunak NX Siemens, diawali dengan pembuatan *modeling chassis* dan dudukan *fifth wheel*, dilanjutkan dengan proses perancangan alternatif desain *angelbar bracket*. Gambar 2 menunjukkan tiga alternatif desain dari *angelbar bracket*.



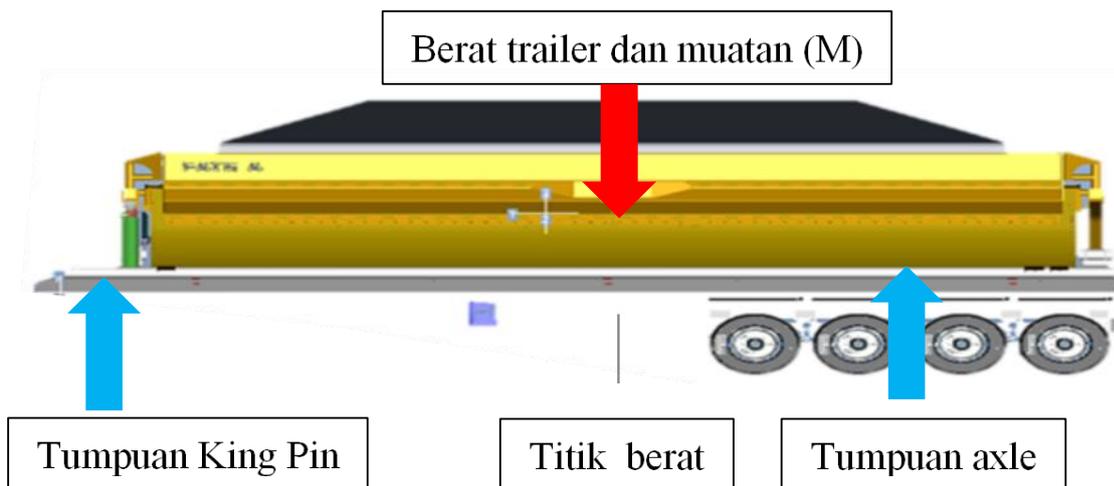
Gambar 2 Desain Alternatif *Angelbar Bracket* (a. Alternatif 1, b. Alternatif 2 dan c. Alternatif 3)

**3.3. Analisa desain produk**

Analisa yang dilakukan pada desain produk *angelbar bracket* meliputi analisa beban statis dan dinamis, analisa pada baut atas dan bawah, analisa konstruksi pada pemilihan material, dan analisa harga produk. Berikut analisa yang dilakukan pada produk *angelbar bracket*.

- 1. **Analisa beban**
  - a. Beban statis

$$\begin{aligned} \text{Berat muatan} &= \text{Berat jenis batu bara} \times \text{volume trailer tipe SST74} & (1) \\ &= 900 \text{ [kg/m}^3\text{]} \times 74 \text{ [m}^3\text{]} = 66.600 \text{ [kg]} \end{aligned}$$



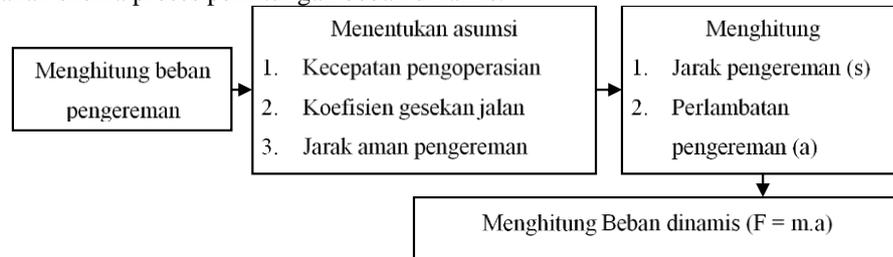
Gambar 3 Skema Tumpuan Beban Pada Trailer

$$\begin{aligned} \text{Beban yang ditumpu} &= \text{Beban total} + \text{berat fifth wheel} & (2) \\ &= 33105,9 \text{ [kg]} + 265 \text{ [kg]} = \mathbf{33370,9 \text{ [kg]}} \end{aligned}$$

Proses pemasangan *fifth wheel* diperlukan sepasang *angelbar bracket*, sehingga besarnya gaya beban yang ditumpu setiap *angelbar bracket* yaitu setengah dari beban total, yaitu **166854,5 [kg]**.

b. Beban dinamis

Diasumsikan gaya dinamis pada saat pengereman merupakan gaya geser terbesar yang terjadi. Gambar 4 berikut merupakan skema proses perhitungan beban dinamis.



Gambar 4 Skema Proses Perhitungan Beban Dinamis

$$Massa = Masa\ total - Masa\ truk - Masa\ pengemudi \tag{3}$$

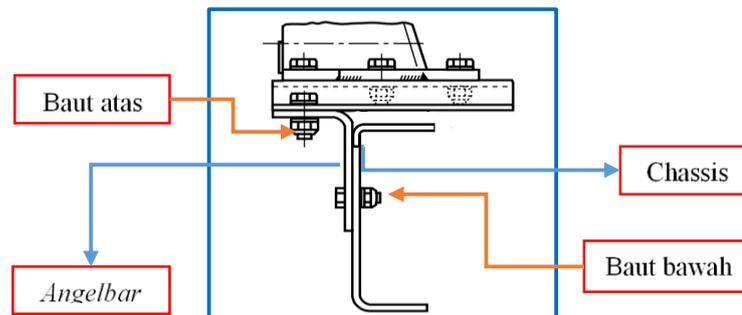
$$= 205307\ [kg] - 10060\ [kg] - 195\ [kg] = \mathbf{195052\ [kg]}$$

$$Beban\ Dinamis = Massa \times Percepatan \tag{2}$$

$$= 195052\ [kg] \times 4,0\ [m/s^2] = \mathbf{780208\ [N]}$$

2. Analisa baut

Analisa dilakukan pada baut diposisi atas dan bawah, gambar 5 menunjukkan baut bawah sebagai pengikat antara *angelbar bracket* dan *chassis*, sedangkan baut atas sebagai pengikat *angelbar bracket* dan *fifth wheel*.



Gambar 5 Posisi Baut Pengikat

Analisa baut bawah

$$\sigma\ kombinasi = \frac{Gaya\ Kombinasi}{Luas\ Area} \tag{5}$$

$$= \frac{848.578,9\ [N]}{5.360,7\ [mm^2]} = 158,29\ [N/mm^2] = \mathbf{158,29\ [MPa]}$$

$$Safety\ factor = \frac{\sigma\ yield}{\sigma\ kombinasi} \tag{6}$$

$$= \frac{900\ [MPa]}{158,29\ [MPa]} = \mathbf{5,68}$$

Analisa baut atas

$$\sigma\ kombinasi = \frac{Gaya\ Kombinasi}{Luas\ Area} \tag{7}$$

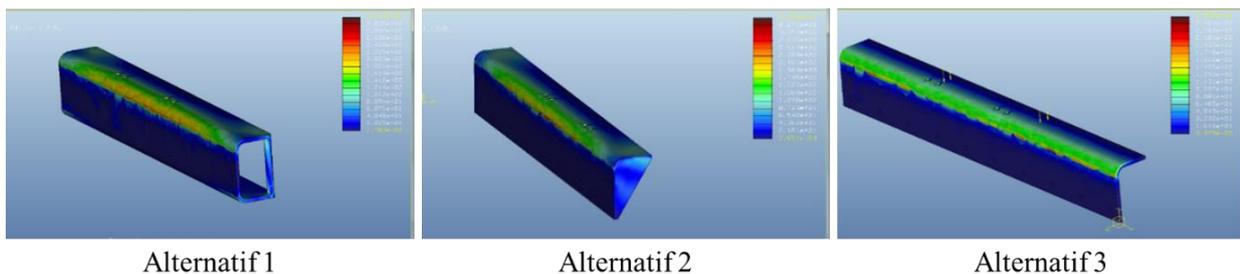
$$= \frac{848.578,9\ [N]}{5.360,7\ [mm^2]} = 158,29\ [N/mm^2] = \mathbf{158,29\ [MPa]}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Safety factor} &= \frac{\sigma_{yield}}{\sigma_{kombinasi}} \quad (8) \\
 &= \frac{900 \text{ [MPa]}}{204,78 \text{ [MPa]}} = 4,39
 \end{aligned}$$

Perhitungan tersebut menggunakan baut dengan ukuran M20 untuk bagian bawah dan ukuran M18 untuk bagian atas. Hasilnya dengan nilai *safety factor* lebih dari 2 pada masing-masing baut maka penggunaan baut tersebut dinyatakan aman.

**3. Analisa konstruksi**

Proses analisa kronstruksi pada masing-masing *angelbar bracket* menggunakan *Finite Element Method* (FEM), Gambar 6 berikut merupakan hasil visualisasi tegangan yang terjadi pada proses simulasi tiap tiap alternatif produk.



Gambar 6 Hasil Analisa FEM Alternatif *Angelbar Bracket* (a. Alternatif 1, b. Alternatif 2 dan c. Alternatif 3)

Berdasarkan hasil Analisa FEM terhadap faktor keamanan, diperoleh bahwa untuk alternatif desain 1 memiliki nilai faktor keamanan 1,72 dan *tensile strength* 700 [MPa], alternatif desain 2 memiliki nilai faktor keamanan 1,85 dan *tensile strength* 700 [MPa] dan alternatif desain 3 memiliki nilai faktor keamanan 3,32 dan *tensile strength* 700 [MPa] lebih tinggi dari alternatif desain yang lain.

**4. Analisa harga produk**

Estimasi harga yang ditentukan pada setiap alternatif desain meliputi biaya penggunaan material dan biaya proses manufaktur. Penggunaan material pada alternatif desain 1 dan alternatif desain 2 dengan plat tebal 16 mm, sedangkan pada alternatif desain 3 dengan plat tebal 20 mm. Proses manufaktur secara umum pada pengerjaan *angelbar bracket* meliputi : *cutting, drilling, bending, welding, blasting* dan *painting*. Sehingga estimasi biaya untuk masing – masing desain yaitu: desain alternatif 1 sebesar Rp. 3.040.000, desain alternatif 2 sebesar Rp. 4.063.000 dan desain alternatif 3 sebesar Rp. 4.187.000.

**3.4. Rekomendasi Alternatif Desain**

Pembobotan pada setiap alternatif desain terhadap acuan desain digunakan sebagai dasar dalam penentuan desain yang akan diproduksi. Kriteria pembobotan tersebut meliputi : grade material dan faktor keamanan, desain sederhana, penggunaan toleransi umum, aplikatif dengan model unit lain, penggunaan alat standar pada instalasi dan pertimbangan desain terhadap efisiensi proses serta bahan. Tabel 3 merupakan hasil pembobotan untuk penentuan rekomendasi desain.

Tabel 3 Pembobotan Alternatif Desain

No	Acuan desain	Alternatif desain		
		1	2	3
1	Grade material dan faktor keamanan yang memenuhi	1	3	9
2	Desain sederhana	1	1	1
3	Dimensi menggunakan toleransi umum	9	9	9
4	Aplikatif dengan model unit lain	3	1	1
5	Tidak memerlukan tools yang spesifik pada instalasi	9	9	9
6	Pertimbangan desain terhadap efisiensi proses dan bahan	3	1	9
Poin total		27	24	38

Berdasarkan nilai pembobotan tersebut alternatif desain 3 memiliki poin tertinggi dengan bobot 38. Selain itu, pemilihan alternatif 3 didasarkan pada validasi *engineer* yang telah dilakukan berdasarkan hasil observasi sebelumnya. Sehingga terpilihlah alternatif 3 sebagai alternatif desain yang direkomendasikan untuk diproduksi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian pada penentuan alternatif desain *angelbar bracket* terpilih desain ke tiga sebagai desain *angelbar bracket* yang direkomendasikan untuk diproduksi massal. Desain tersebut aman dan memenuhi standar permintaan konsumen. Faktor keamanan desain ke tiga bernilai 3,32 dinyatakan aman karena lebih dari 2 yang merupakan standar minimal keamanan yang ditentukan. Sedangkan kesesuaian dengan parameter standar kaidah desain memenuhi permintaan VoC sebesar 82% dari keseluruhan. Sisanya sebesar 18% merupakan aspek regulasi proses instalasi *angelbar bracker* yang diantisipasi dengan pembuatan Standar Operasional Prosedur (SOP).

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. P. Carvalho, "Mining industry and sustainable development: Time for change," *Food Energy Secur.*, vol. 6, no. 2, pp. 61–77, 2017, doi: 10.1002/fes3.109.
- [2] R. Tandon, "Mining Resources.," *Journal of Corporate Citizenship*, 2015. <http://10.0.38.46/GLEAF.4700.2015.ju.00007%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsu&AN=117060124&site=ehost-live>.
- [3] Syafrianita, "Penentuan Umur Ekonomis Truk Trailer Berdasarkan Biaya," *Penentuan Umur Ekon. Truk Trailer Berdasarkan Biaya*, pp. 442–447, 2017.
- [4] Saf-Holland, "About Fifth Wheels," *Group. Germany*, 2006.
- [5] M. A. A. Azhari, C. SW, and L. Irianti, "Rancangan Produk Sepatu Olahraga Multifungsi Menggunakan Metode Quality Function Deployment (Qfd)," *J. Online Inst. Teknol. Nas.*, vol. 4, no. 3, pp. 241–252, 2015.
- [6] G. E. Dieter and L. C. Schmidt, *Engineering Design*, Fourth Edi., vol. 15, no. 2. New York, United States of America: McGraw-Hill Higher Education, 2016.
- [7] K. Rihendra Dantes, "Kajian Awal Pengembangan Produk Dengan Menggunakan Metode Qfd (Quality Function Deployment) (Studi Kasus Pada Tang Jepit Jaw Locking Pliers)," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 2, no. 1, pp. 173–183, 2013, doi: 10.23887/jstundiksha.v2i1.1422.
- [8] B. Szabo and I. Babuska, *Finite Element Analysis (Method, Verification, and Validation)*, Second Edi., vol. Second Edi. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2021.
- [9] E. P. da Silva, F. M. da Silva, and R. R. Magalhães, "Application of Finite Elements Method for Structural Analysis in a Coffee Harvester," *Engineering*, vol. 06, no. 03, pp. 138–147, 2014, doi: 10.4236/eng.2014.63017.
- [10] S. Gu, "Application of finite element method in mechanical design of automotive parts," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 231, no. 1, pp. 0–7, 2017, doi: 10.1088/1757-899X/231/1/012180.
- [11] A. Vereschaka, B. Mokritskii, E. Mokritskaya, O. Sharipov, and C. Sotova, "Application of finite element method (FEM) to study stress-strain state and distribution of temperatures in cutting zone in turning of various structural materials by carbide tools with coatings of various composition and architecture," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 613, no. 1, pp. 0–5, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/613/1/012019.