

# Rancangan Alat Bantu Proses *Welding* Produk Rangka H (Studi Kasus: Lab Perencanaan dan Perancangan Produk FT UNS)

Aulia Ba'syafira Widiyanti<sup>\*1)</sup>, Dyah Zahra Wati<sup>2)</sup>, Febryanti Valentina Sitanggang<sup>3)</sup>,  
Muhammad Fawa'id Nur Azizi<sup>4)</sup>, dan Pringgo Widyo Laksono<sup>5)</sup>

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jl. Ir. Sutami No. 36,  
Ketingan, Jebres, Surakarta, 57126, Indonesia

Email: basyafira@student.uns.ac.id, dyahzahra22@student.uns.ac.id, febryanti@student.uns.ac.id,  
nurazizi200900@student.uns.ac.id, pringgo@ft.uns.ac.id

## ABSTRAK

Produktivitas yang efektif dan efisien menjadi hal yang sangat penting dalam proses produksi. Namun hal ini belum tercapai pada proses *welding* rangka H yang dilakukan pada Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk (P3) dikarenakan terdapat pemborosan gerakan elemen kerja dan alat bantu yang digunakan kurang ergonomis. Dengan adanya masalah ini, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk merancang alat bantu produksi Rangka H pada pembuatan kursi kuliah PPTI II agar ergonomis dan efektif dalam gerakan dan waktu menggunakan metode *Motion Time Measurement* (MTM). Hasil rancangan alat bantu produksi Rangka H menjadi lebih ergonomis karena dalam proses pengelasan posisi operator berdiri sehingga tidak mengalami kelelahan, rancangan alat bantu produksi Rangka H dapat mengurangi elemen kerja sebanyak 6 elemen kerja sehingga pekerjaan lebih efektif, dan dapat mengurangi waktu proses sebanyak 10 menit.

**Kata kunci:** Ergonomis, *Fixture*, Gerakan, *MTM*, Waktu.

## 1. Pendahuluan

Industri manufaktur merupakan industri yang memiliki peran penting dalam ekonomi pembangunan negara. Proses produksi yang tidak menghasilkan pemborosan waktu proses dan Gerakan elemen kerja menjadi tolak ukur yang menentukan untuk mendapatkan produktivitas yang efektif dan efisien. Namun, hal ini bertolak belakang dengan proses *welding* rangka H dalam Praktikum Perancangan Teknik Industri II yang dilakukan pada Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk (P3) di mana terdapat pemborosan Gerakan elemen kerja sehingga menghasilkan total waktu proses yang cukup banyak. Tidak hanya itu namun dalam pelaksanaan pengelasan rangka H banyak operator yang merasakan kelelahan menunduk akibat posisi alat bantu yang sering disebut *fixture* yang digunakan kurang ergonomis. Dengan adanya masalah ini, maka dilakukan penelitian yang bertujuan untuk merancang alat bantu produksi Rangka H pada pembuatan kursi kuliah PPTI II agar ergonomis dan efektif dalam gerakan dan waktu menggunakan metode *Motion Time Measurement* (MTM). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Pasetyo, dkk (2015) menunjukkan bahwa perancangan ulang *jig and fixture* menggunakan metode MTM mampu mengurangi waktu kerja sehingga mampu meningkatkan kualitas produksi. dan usulan *fixture* yang bertujuan untuk meminimumkan gerakan elemen kerja dan menjadi alat bantu yang ergonomis.

## 2. Metode

### 2.1 Studi Lapangan dan Studi Literatur

Studi lapangan dilakukan dengan melakukan observasi pada Laboratorium Perencanaan dan Perancangan Produk. Observasi ini secara khusus dilakukan pada stasiun *Welding*, untuk mengetahui proses pembuatan Rangka H. Studi literatur dilakukan untuk mengetahui lebih dalam mengenai teori-teori yang berhubungan dengan masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Literatur yang digunakan mengenai *welding*, *jig and fixture*, dan MTM.

## 2.2 Identifikasi Masalah dan Menentukan Tujuan

Tahap ini adalah dengan mengidentifikasi masalah yang terjadi pada proses pembuatan Rangka H yang dilakukan pada stasiun *Welding*. Diketahui masalah yang terdapat pada proses pembuatan Rangka H adalah postur tubuh yang terlalu membungkuk dan terdapat pemborosan elemen kerja pada proses pembuatannya. Kemudian menentukan tujuan dari perancangan alat bantu untuk proses Rangka H. Tujuan dari Alat bantu perancangan produksi adalah untuk memperbaiki postur tubuh operator dan mengurangi gerakan yang tidak diperlukan sehingga lebih efektif dan efisien.

## 2.3 Perancangan Produk

Proses perancangan produk ini meliputi tahap *brainstorming*, *design concept*, dan *final concept*. Tahap *brainstorming* adalah tahap dimana pada proses ini masih berupa ide kasar terkait alat bantu perancangan produk. Ide ide tersebut berdasarkan permasalahan yang ada pada proses pembuatan Rangka H. Setelah itu dilakukan tahapan *design concept* dimana tahap ini berupa ide kasar yang telah dikonsepsikan kemudian dibuat desain kasar untuk kemudian desain tersebut diubah menjadi desain menggunakan aplikasi inventor 2018. Tahap *final concept* adalah tahap dimana proses desain alat bantu perancang produk untuk rangka H dengan menggunakan aplikasi inventor 2018.

## 2.4 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan meliputi elemen kerja dan waktu proses pada proses pembuatan Rangka H. Proses pembuatan Rangka H dijabarkan dengan menggunakan peta tangan kanan dan tangan kiri. Proses pembuatan Rangka H ini meliputi melakukan set up mesin, memasukkan *part* yang dilakukan untuk proses *welding* ke dalam mal, merapatkan sisi, menyetok dengan palu untuk membersihkan dari sisa las yang kurang sempurna, membersihkan dengan sikat las, dan lain sebagainya. Dengan total sebanyak 24 elemen kerja untuk menyelesaikan pembuatan Rangka H. Sedangkan, total waktu siklus yang diperlukan untuk menyelesaikan Rangka H adalah selama 2454 detik.

## 2.5 Pengolahan Data

Setelah data dikumpulkan langkah selanjutnya adalah melakukan pengolahan data. Terdapat tiga tahap dalam pengolahan data yaitu *diagram fishbone*, *Motion Time Measurement*, dan *wasting house*. *Diagram fishbone* digunakan untuk mengidentifikasi penyebab masalah yang ada pada proses pembuatan Rangka H. Terdapat tiga penyebab utama dalam pembuatan Rangka H yaitu dari segi *Man*, *Method*, dan *Machine*. Tahap kedua adalah *motion time measurement* dimana pada tahap ini adalah melakukan identifikasi terhadap elemen kerja yang dilakukan pada proses pembuatan Rangka H dengan menggunakan peta tangan kanan kiri dan menghitung waktu siklus untuk masing masing elemen. Kemudian dilakukan perhitungan waktu baku dengan menggunakan metode *wasting house*.

## 2.6 Analisis dan Pembahasan

Dilakukan analisis terhadap elemen kerja sebelum dan setelah dilakukan perbaikan terhadap rancangan alat bantu produksi Rangka H. Kemudian dilakukan analisis terhadap waktu baku yang dilakukan sebelum dan setelah dilakukan perbaikan.

## 2.7 Kesimpulan

Tahap terakhir merupakan tahap kesimpulan dan saran. Pembuatan kesimpulan berguna untuk menjawab tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Perancangan *fixture* berguna untuk mempermudah dan membuat proses pengelasan *part* kursi kuliah PPTI II di laboratorium P3 yang pada kondisinya saat ini menggunakan sebuah alat bantu berupa mal yang menempel pada meja kerja. Objek pada penelitian perancangan *fixture*

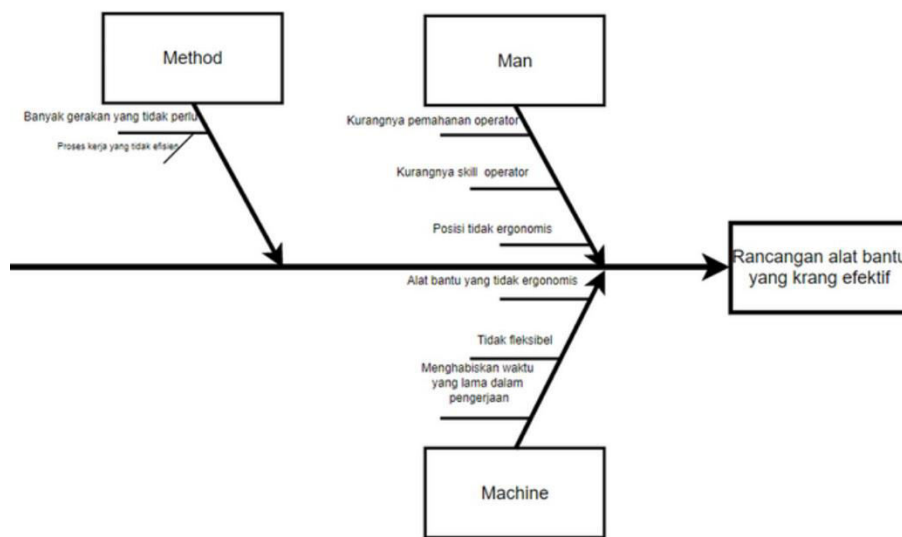
ini adalah rangka H yang menjadi salah satu *part* kursi kuliah pada Praktikum Perancangan Teknik Industri II Teknik Industri UNS di laboratorium P3. Gambar 1 gambar *part* rangka H yang akan menjadi bahan analisis untuk acuan dalam perancangan alat bantu *welding*. Proses *welding* pada *part* rangka H untuk saat ini telah menggunakan alat bantu berupa mal berbentuk seperti *part* tersebut dan menempel pada meja kerja. Alat bantu yang ada saat ini tidak cukup fleksibel karena tidak dapat dipindahkan dari tempat meja kerja dan tingginya yang terlalu rendah membuat posisi *welder* menjadi tidak ergonomis, karena itu banyak gerakan yang tidak diperlukan sehingga waktu proses yang digunakan menjadi lebih lama. Perancangan *fixture* untuk proses *welding* rangka H dilakukan untuk memperbaiki alat bantu yang telah ada, salah satunya adalah untuk dapat mempermudah *welder* dalam melakukan proses *welding*, mempercepat waktu proses yang dilakukan karena penggunaan alat bantu yang lebih fleksibel, ergonomis, dan mudah dioperasikan. Berikut merupakan gambar *part* rangka H yang diletakkan pada alat bantu yang telah ada ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Rangka H pada Alat Bantu Sebelum Usulan

### 3.1. Identifikasi *Fishbone* Diagram

Berdasarkan permasalahan yang ditemukan pada alat bantu Rangka H di Laboratorium P3, perlu dilakukan identifikasi masalah menggunakan diagram *fishbone* untuk mengetahui faktor penyebab permasalahan yang ada. Berikut merupakan diagram *fishbone* yang ditunjukkan pada gambar 3.



**Gambar 2.** Diagram *Fishbone* Faktor Penyebab Rancangan Alat Bantu Kurang Efektif

### 3.2. Perhitungan Waktu Baku Sebelum Usulan

Berdasarkan observasi yang telah dilakukan, didapatkan data berupa elemen kerja dan waktu proses yang terjadi pada satu kali *welding*. Untuk dapat mengetahui besarnya waktu baku pada proses *welding* yang telah ada, maka dilakukan *breakdown* pada elemen kerja untuk mengetahui gerakan yang tidak perlu dan total waktu baku. Berikut adalah elemen gerakan dan waktu proses yang terjadi pada proses *welding* sebelum adanya usulan rancangan alat bantu yang baru yang ditunjukkan pada tabel 1.

**Tabel 1.** Elemen Gerakan dan Waktu Siklus Sebelum Rancangan

No	Elemen Kerja Tangan Kanan	Waktu Siklus	Elemen Kerja Tangan Kiri
1	Set up mesin las	120	Set up mesin las
2	Memasukkan ke dalam mal	17	Memasukkan ke dalam mal
3	Meletakkan batu las ke atas benda kerja	9	Meletakkan batu las ke atas benda kerja
4	Merapatkan keempat sisi yang akan di las	20	Merapatkan keempat sisi yang akan di las
5	Merapatkan sisi atas kiri	32	Merapatkan sisi kanan atas
6	Tangan kanan memegang mesin las	300	Tangan kiri memegang helm les
7	Tangan kanan mengetok dengan palu las	56	Tangan kiri memegang mal
8	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las	44	Tangan kiri memegang mal
9	tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler	140	Tangan kiri memegang tang
10	Merapatkan sisi atas kiri	32	Merapatkan sisi atas kiri
11	Tangan kanan memegang mesin las	300	Tangan kiri memegang helm les
12	Tangan kanan mengetok dengan palu las	56	Tangan kiri memegang mal
13	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las	44	Tangan kiri memegang mal
14	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler	140	Tangan kiri memegang tang
15	Merapatkan sisi bawah kanan	32	Merapatkan sisi bawah kanan
16	Tangan kanan memegang mesin las	300	Tangan kiri memegang helm les
17	Tangan kanan mengetok dengan palu las	56	Tangan kiri memegang mal
18	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las	44	Tangan kiri memegang mal
19	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler	140	Tangan kiri memegang tang
20	Merapatkan sisi bawah kiri	32	Merapatkan sisi bawah kiri
21	Tangan kanan memegang mesin las	300	Tangan kiri memegang helm les
22	Tangan kanan mengetok dengan palu las	56	Tangan kiri memegang mal
23	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las	44	Tangan kiri memegang mal
24	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler	140	Tangan kiri memegang tang

Berikut adalah tabel hasil perhitungan waktu baku awal yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Waktu Baku Sebelum Usulan

No Elemen Kerja	Waktu Proses	Penyesuaian	Waktu Normal	Waktu Baku
1	120	1,18	141,6	167
2	17	1,18	20,06	24
3	9	1,18	10,62	12
4	20	1,13	22,6	27
5	32	1,13	36,16	43
6	300	1,07	321	378
7	56	1,07	59,92	70
8	44	1,13	49,72	58
9	140	1,02	142,8	168
10	32	1,13	36,16	43
11	300	1,07	321	378
12	56	1,07	59,92	70
13	44	1,13	49,72	58
14	140	1,02	142,8	168
15	32	1,13	36,16	43
16	300	1,07	321	378
17	56	1,07	59,92	70
18	44	1,13	49,72	58
19	140	1,02	142,8	168
20	32	1,13	36,16	43
21	300	1,07	321	378
22	56	1,07	59,92	70
23	44	1,13	49,72	58
24	140	1,02	142,8	168
Total				3098

Berikut adalah contoh perhitungan waktu baku menggunakan dengan penyesuaian metode *westinghouse*:

Diketahui :

Penyesuaian dengan *Westinghouse*

- *Skill* : 0
- *Effort* : 0,05
- *Condition* : 0,02
- *Consistency* : 0
- Waktu proses : 300

Ditanya :

- Penyesuaian
- Waktu Normal
- Waktu Baku

Jawab :

- Penyesuaian

$$\text{Penyesuaian} = 1 + \text{Jumlah faktor } \textit{Westinghouse} \quad (1)$$

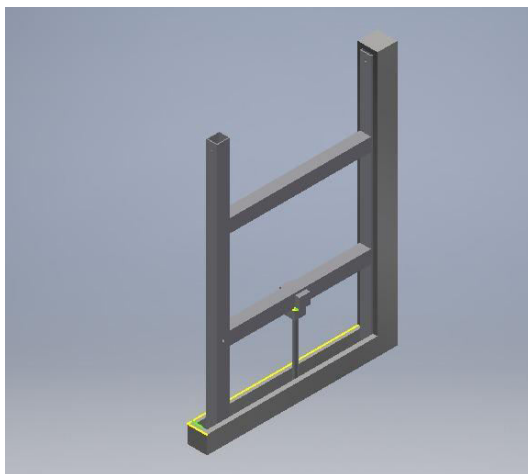
$$\text{Penyesuaian} = 1 + (0+0,05+0,02+0)$$

- Penyesuaian = 1,07
- Waktu normal  
 $Waktu\ normal = waktu\ proses \times penyesuaian$  (2)  
 $Waktu\ normal = 300 \times 1,07$   
 $Waktu\ normal = 321\ detik$
- Waktu baku  
 $Waktu\ baku = waktu\ normal \times \frac{100\%}{100\% - 15\%}$  (3)  
 $Waktu\ baku = 321 \times \frac{100\%}{100\% - 15\%}$   
 $Waktu\ baku = 378\ detik$

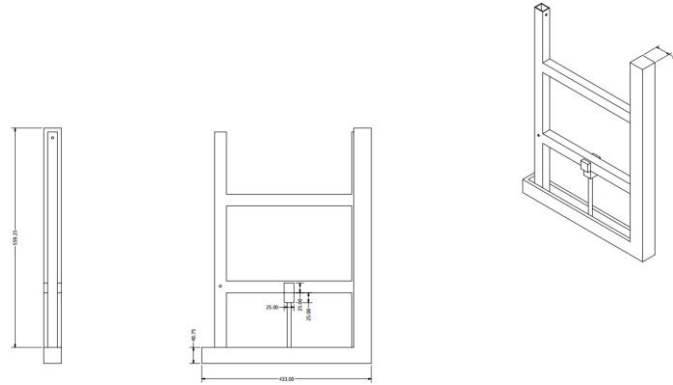
Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa terdapat 24 elemen gerakan tangan kanan dan kiri yang dilakukan dengan total waktu proses sebesar 2454 detik. Elemen gerakan yang terjadi merupakan elemen yang berulang karena pengerjaan dilakukan pada empat permukaan yang berbeda dengan bentuk yang sama. Waktu baku total yang dihasilkan sebesar 3098 detik Waktu baku terbesar dimiliki oleh elemen gerakan keenam yaitu tangan kanan dan kiri memegang las untuk melakukan proses *welding*. Hal ini disebabkan oleh posisi *welder* yang tidak ergonomis sehingga mengakibatkan ketidaknyamanan dalam bekerja yang membuat *welder* sering berpindah posisi dan mengakibatkan banyak waktu terbuang. Elemen meletakkan batu las ke benda kerja merupakan salah satu elemen yang harus dihilangkan karena kedua tangan melakukan pekerjaan tersebut, selain itu proses tersebut kurang efisien. Elemen selanjutnya yang perlu dihapuskan adalah elemen gerakan untuk merapatkan keempat sisi yang akan di las karena elemen ini dilakukan oleh kedua tangan dan merupakan proses yang tidak menambah *value*. Elemen berikutnya yang dapat dihapuskan adalah elemen gerakan merapatkan kembali setiap sisi karena elemen tersebut dilakukan oleh kedua tangan dan merupakan proses yang tidak menambah *value*. Oleh karena itu, rancangan yang dibuat harus dapat mengeliminasi elemen-elemen gerakan tersebut.

### 3.3. Rancangan Usulan Alat Bantu Produksi

Perancangan dudukan *baseplate* dilakukan sebagai penopang utama dari *fixture* sehingga *fixture* yang dirancang memungkinkan untuk dapat menggerakkan badan rangka H 180°. Dudukan *baseplate* dirancang dengan berbentuk L yang pada kedua dinding sisinya tersebut memiliki lubang yang berfungsi sebagai tempat masuknya poros ukuran yang disesuaikan dengan sisi rangka H, hal ini dilakukan agar *part* tersebut tidak bergerak. Gambar rancangan beserta dimensinya masing - masing dan bagian yang terdapat pada *baseplate* dapat dilihat pada gambar 4 dan gambar 5.



Gambar 4. Rancangan Usulan Alat Bantu



**Gambar 5.** Dimensi Rancangan Usulan Perbaikan Alat Bantu

Lokator yang berfungsi untuk menahan beban benda kerja dan menjamin penopangan yang kaku disebut *support* (penopang) sedangkan lokator yang berfungsi untuk menghasilkan titik / bidang referensi pada sisi benda disebut *stopper*. Pada rancangan yang dibuat menggunakan 1 buah lokator berbentuk vertikal yang berfungsi sebagai penopangan benda kerja horizontal pada saat proses permesinan nantinya, *support* yang terdiri dari 1 buah ini dirancang dengan bentuk tabung dimana tabung tersebut dapat dinaik dan diturunkan mengikuti ketinggian elemen horizontal. Kemudian, 1 buah *clamping* yang berfungsi sebagai pencekaman yang berfungsi untuk mengunci sisi horizontal rangka H yang diletakkan di atas penopang. Rancangan lokator dapat dilihat pada gambar 5 dan 6.

Dudukan sisi vertikal memiliki tinggi yaitu 599,25 mm dan lebar sebesar 45 mm, sisi horizontal memiliki panjang yaitu 433 mm dan lebar sebesar 40,75 mm. Penopang tabung memiliki diameter sebesar 25 mm dan panjang yang dapat dinaik dan diturunkan mengikuti ketinggian letak pengelasan sisi horizontal rangka H. *Clamping* yang digunakan untuk mencekam benda kerja adalah jenis *togle action clamp*, karena dilihat dari pengoprasiannya *clamping* jenis ini yang cukup sederhana. Selain pengoprasiannya yang sederhana, pemilihan tersebut dilakukan sebagai salah satu langkah untuk meminimasi waktu *setup* pada penggunaan rancangan ini.

### 3.4. Waktu Baku Setelah Usulan

Berdasarkan rancangan yang telah diusulkan, diketahui bahwa terdapat beberapa elemen kerja yang dapat dieliminasi. Berikut ini adalah elemen kerja dan waktu baku setelah dilakukan usulan rancangan alat bantu. Untuk dapat mengetahui besarnya waktu baku pada proses *welding* yang telah ada, maka dilakukan *breakdown* pada elemen kerja untuk mengetahui gerakan yang tidak perlu dan total waktu baku. Berikut adalah elemen gerakan dan waktu proses yang terjadi pada proses *welding* sebelum adanya usulan rancangan alat bantu yang baru yang ditunjukkan pada tabel 3.

**Tabel 3.** Elemen Gerakan dan Waktu Proses Setelah Rancangan

No	Elemen Kerja Tangan Kanan	Waktu Proses	Elemen Kerja Tangan Kiri
1	Set up mesin las	120	Set up mesin las
2	Memasukkan ke dalam mal	17	Memasukkan ke dalam mal
3	tangan kanan memegang mesin las	200	tangan kanan memegang mesin las
4	Tangan kanan menyetok dengan palu las	56	Tangan kanan menyetok dengan palu las
5	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las	44	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las
6	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler	140	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler
7	Tangan kanan memegang mesin las	200	Tangan kiri memegang helm les
8	Tangan kanan menyetok dengan palu las	56	Tangan kanan menyetok dengan palu las
9	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las	44	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las
10	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler	140	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler
11	Tangan kanan memegang mesin las	200	Tangan kiri memegang helm les
12	Tangan kanan menyetok dengan palu las	56	Tangan kanan menyetok dengan palu las
13	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las	44	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las
14	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler	140	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler
15	Tangan kanan memegang mesin las	200	Tangan kiri memegang helm les
16	Tangan kanan menyetok dengan palu las	56	Tangan kanan menyetok dengan palu las
17	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las	44	Tangan kanan membersihkan dengan sikat las
18	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler	140	Tangan kanan memegang elektroda holder untuk filler

Berikut adalah tabel hasil perhitungan waktu baku setelah usulan yang ditunjukkan pada tabel 4.

**Tabel 4.** Waktu Baku Setelah Usulan

No Elemen Kerja	Waktu Proses	Penyesuaian	Waktu Normal	Waktu Baku
1	120	1,18	141,6	167
2	17	1,18	20,06	24
3	200	1,18	236	278
4	56	1,18	66,08	78
5	44	1,07	47,08	55
6	140	1,07	149,8	176
7	200	1,18	236	278
8	56	1,18	66,08	78
9	44	1,13	49,72	58
10	140	1,07	149,8	176
11	200	1,18	236	278
12	56	1,18	66,08	78
13	44	1,13	49,72	58
14	140	1,07	149,8	176
15	200	1,18	236	278
16	56	1,18	66,08	78
17	44	1,13	49,72	58
18	140	1,07	149,8	176
Total				2548

Berdasarkan data tersebut, diketahui bahwa terdapat 18 elemen gerakan tangan kanan dan kiri yang dilakukan dengan total waktu siklus sebesar 1897 detik. Dengan waktu baku total yang dihasilkan sebesar 2548 detik. Elemen kerja yang berkurang meliputi meletakkan batu las ke atas benda kerja, merapatkan keempat sisi yang akan dilas, dan merapatkan sisi atas kiri. Berkurangnya elemen kerja ini karena adanya prosedur pengerjaan yang tidak dilakukan pada prosedur sebelum usulan, sehingga elemen kerja berkurang. Waktu proses lebih singkat selain dikarenakan elemen kerja yang berkurang juga karena lebih cepat dalam proses pengelasan karena posisi operator yang lebih ergonomis. Selain itu berkurangnya elemen kerja diakibatkan dari desain usulan rancangan alat bantu produksi dimana pada desain usulan tersebut sudah berukuran sesuai dengan Rangka H sehingga elemen kerja seperti merapatkan keempat sisi yang akan di las dan merapatkan sisi atas kiri tidak diperlukan. Dan waktu siklus yang lebih singkat karena desain dari usulan rancangan alat bantu produksi yang lebih menyerupai bentuk dari Rangka H



sehingga lebih cepat bagi operator untuk memposisikan Rangka H ke alat bantu produksi. Desain usulan rancangan alat bantu produksi ini berbentuk L sehingga dalam melakukan aktivitas *welding* operator akan berdiri tegak sehingga hal tersebut berbeda dengan alat bantu produksi sebelumnya yang mengharuskan operator untuk menunduk dalam proses *welding*. Proses *welding* yang berdiri lebih ergonomis dan tidak menyebabkan kelelahan bagi operator dalam melakukan proses *welding* tersebut.

#### 4. Simpulan

Dari hasil pengolahan dan analisis yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa rancangan alat bantu produksi Rangka H ergonomis karena dalam proses pengelasan menggunakan alat bantu ini dalam posisi berdiri sehingga operator tidak mengalami kelelahan. Selain itu, rancangan alat bantu produksi Rangka H ini dapat mengurangi elemen kerja sebanyak 6 elemen kerja sehingga pekerjaan proses *welding* menjadi lebih efektif dan rancangan alat bantu produksi Rangka H ini dapat mengurangi waktu proses sebanyak 10 menit yang didasarkan pada adanya pengurangan elemen kerja sehingga waktu yang digunakan juga berkurang.

Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat melakukan pengukuran waktu proses dengan replikasi yang lebih banyak agar didapati waktu yang lebih tepat, serta menganalisis lebih lanjut terkait desain perbaikan.

#### Daftar Pustaka

- Adityo, S. (2013). *Fishbone Diagram*. <https://sutrinoadityo.wordpress.com/2013/10/12/diagram-sebab-akibat-fishbone-diagram/>. Diakses pada 20 Mei, 2022.
- Prasetyo, H., Rispianda, dan Dewi, P. (2015). Rancangan *Welding Fixture* Pembuatan Produk *Front Engine Mounting* Mobil Suzuki Baleno. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri* 5(2).
- Purnomo, Hari. 2003. *Pengantar Teknik Industri*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Radhwan, H. Effendi, M, S., Rosli, M. F., Shayfull, Z., dan Nadia, K. N. (2019). *Design and Analysis of Jig and Fixtures for Manufacturing Process*. *IOP Conference Series : Materials Science and Engineering*.
- Sumiyanto, Rizani, N. C., dan Hermanto, R. (2021). Analisa Proses Produksi *Jig* Untuk Perakitan Pintu Depan Mobil X. *Presisi*, 23(2).