

USULAN DESAIN CHECKING FIXTURE DENGAN METODE *DESIGN FOR MANUFACTURING AND ASSEMBLY* YANG ERGONOMIS

Hanna Setyoningsih¹, Asep Endih Nurhidayat², Atfal Murodif³

¹Jurusan Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI
Email : *sesterhanna.ehs@gmail.com*

²Jurusan Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI
Email : *a_noerhidayat@yahoo.com*

³Jurusan Teknik Industri, Universitas Indraprasta PGRI
Email : *atfal1969@gmail.com*

Masuk : 19-06-2020, revisi : 09-09-2020, diterima untuk diterbitkan : 15-05-2020

ABSTRAK

Sebuah alat kerja yang tidak memenuhi aspek ergonomis dapat menyebabkan letih berlebih hingga cedera ketika digunakan. Akibat dari letih berlebih pada pekerja dapat menurunkan tingkat produktivitas dan merugikan perusahaan. PT. X adalah perusahaan manufaktur dengan tipe produksi *make to order*. PT. X mendapat keluhan dari pelanggan yang mengalami cedera otot *muskuloskeletal* ketika menggunakan alat kerja *checking fixture*. *Checking fixture* merupakan satu komponen pendukung dalam proses pembuatan produk yang sangat berpengaruh besar terhadap kualitas produk yang akan dioptimalkan fungsi maupun geometrinya. Penelitian dilakukan untuk menemukan desain *checking fixture* yang sesuai dengan keinginan pelanggan. Analisis aspek ergonomis akan dilakukan untuk menentukan standar dimensi dalam proses pembuatan desain *checking fixture* dengan mempertimbangkan beberapa hal diantaranya jarak jangkauan tangan ke *locator pin*, tinggi *checking fixture*, posisi berdiri dan posisi gengaman *checking fixture*. Analisis ergonomi akan dilakukan menggunakan *software digital human modeling and simulation*. Metode *design for manufacturing and assembly* digunakan untuk mengetahui biaya yang diperlukan untuk membuat *checking fixture*. Berdasarkan analisis desain usulan menunjukkan bahwa terjadi perbaikan postur kerja yang ditunjukkan dengan menurunnya nilai PEI dari 2,77 menjadi 0,79 sehingga jumlah produksi mengalami peningkatan menjadi 93 unit. Berdasarkan analisis *design for manufacturing and assembly* biaya pembuatan *checking fixture* adalah Rp. 5.145.115.000 per unit.

Kata Kunci : *Antropometri; Nordic Body Map; Posture Evaluation Index.*

ABSTRACT

A work tool that don't have ergonomic aspects can cause excessive fatigue to injury when used. As a result of excessive fatigue on workers can reduce the level of productivity and harm the company. PT. X is a manufacturing companies with make to order type of production. PT. X received a complaint from a customer who suffered a musculoskeletal muscle injury while using a checking fixture work tool. Checking fixture is a supporting component in the process of making a product that has a great influence on the quality of the product that will be optimized for its function and geometry. The study was conducted to find a checking fixture design that suits the customer's wishes. Ergonomic aspect analysis will be carried out to determine the dimensions of the dimensions in the process of making the design of the checking fixture by considering several things including the distance of the hand's reach to the locator pin, the height of the checking fixture, the standing position and the position of the grip checking fixture. Ergonomics analysis will be conducted using digital human modeling and simulation software. The design for manufacturing and assembly method is used to determine the costs required to make a checking fixture. Based on the analysis of the design, the proposal shows that there is an improvement in the work posture, which is indicated by a decrease in the PEI value from 2.73 to 1.82 so that the number of production has increased to 93 units. Based on the analysis of design for manufacturing and assembly the cost of making the checking fixture is Rp. 5,145,115,000/item.

Keywords : *Antropometri; Nordic Body Map; Posture Evaluation Index.*

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dalam pembuatan body mobil diperlukan sebuah alat bantu kerja untuk mempermudah pekerjaan operator. Alat bantu kerja tersebut adalah *checking fixture*. *Checking fixture* membantu komponen/produk dalam pengecekan dimensi dan geometri agar kepresisian produk dapat dicapai dengan maksimal (Hoffman, 1996). Sehingga kegagalan dalam proses selanjutnya dapat diminimalkan. Proses desain *checking fixture* sangat berpengaruh terhadap keseluruhan proses produksi. Bentuk desain yang sederhana akan membuat waktu pengerjaan lebih singkat sehingga biaya produksi lebih minim. Selain itu rancangan *checking fixture* harus memperhatikan nilai ergonomis agar tidak menyebabkan *cumulative trauma disorders* (CTDs) pada pekerja.

Menurut Susanti L, Zadry. H. R, dan Yulindra, B. (2015) *Cumulative Trauma Disorders* (CTDs) adalah sekumpulan gangguan atau kekacauan pada sistem *muskuloskeletal* (*musculoskeletal disorders*) berupa cedera pada syaraf, otot, tendon, ligamen, tulang dan persendian pada titik-titik ekstrim tubuh bagian atas (tangan, pergelangan, siku dan bahu), tubuh bagian bawah (kaki, lutut, dan pinggul) dan tulang belakang (punggung dan leher). Untuk mencegah terjadinya cidera muskuloskeletal maka dalam membuat suatu alat kerja perlu dilakukan pengukuran antropometri dan *Task Analysis Toolkit*. Antropometri secara khusus digunakan untuk kepentingan praktik ergonomi, terutama untuk bahan pertimbangan perencanaan produk dari sesuatu barang atau benda, dan sistem kerja manusia dalam melakukan pekerjaan yang berinteraksi dengan lingkungannya (Sunaryo, 2015). *Task Analysis Toolkit* membantu pengguna untuk melakukan analisis aspek ergonomis dan faktor manusia dalam membuat suatu rancangan benda kerja atau sikap kerja di dunia industri (Siemens Inc, 2008).

Rumusan Masalah

Berdasarkan hasil evaluasi *vendor* yang diberikan ke PT. X oleh beberapa perusahaan setiap kali menyelesaikan sebuah proyek, PT. X mendapatkan beberapa *feedback* negatif bahwa pelanggan kurang puas dengan desain produk yang diberikan karena tidak fungsional dan tidak nyaman untuk digunakan. Untuk dapat mengetahui lebih detail apa saja keluhan dari customer, PT. Karsa Wijaya Pratama telah membagikan Kuesioner dan didapatkan informasi banyaknya keluhan terhadap posisi kerja ketika mengoperasikan *checking fixture*. Hal ini disebabkan oleh desain *checking fixture* yang kurang ergonomis.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif karena data yang dikumpulkan berupa angka-angka. Metode penelitian kuantitatif merupakan penelitian yang berdasarkan pada filsafat *positivism*. Metode ini digunakan dalam meneliti terhadap sampel dan populasi penelitian. Alur penelitian sudah direncanakan sejak awal dan membatasi permasalahan yang ada pada rumusan masalah. Analisis pada metode kuantitatif dapat dilakukan pada tahap akhir sebelum laporan. Data yang telah di dapat akan dianalisis menggunakan beberapa metode serta bantuan *software* sebagai berikut :

a. *Nordic body map*

Metode ini digunakan untuk mengindikasikan tingkat risiko WMSDs yang mungkin dialami oleh pekerja dengan melibatkan secara langsung pekerja dalam pengisian kertas penilaian (Tarwaka, 2011).

b. *Uji chi-square*

Uji Chi Square digunakan untuk menguji hubungan atau pengaruh dua buah variabel nominal dan mengukur kuatnya hubungan antar variabel ($C = \text{Coefisien of contingency}$).

c. *Uji pearson*

Korelasi Pearson merupakan salah satu ukuran korelasi yang digunakan untuk mengukur kekuatan dan arah hubungan linier dari dua variabel.

d. *Task analysis toolkit*

Task analysis toolkit pada *software* jack 6.0. *tools* atau metode yang dapat digunakan untuk menganalisis kinerja model manusia virtual dalam penelitian ini berjumlah empat buah, yaitu *Static Strength Prediction (SSP)*, *Lower Back Analysis (LBA)*, *Ovako Working Posture Analysis System (OWAS)*, *Rapid Upper Limb Assessment (RULA)*. Seluruh konfigurasi model manusia virtual yang telah dibuat postur kerjanya akan dianalisis menggunakan keempat metode diatas dan menghasilkan nilai pada tiap tools. Nilai-nilai tersebut akan dihitung menggunakan *Posture Evaluation Index (PEI)*.

e. *Antropometri*

Antropometri secara khusus digunakan untuk kepetingan praktik ergonomi, terutama untuk bahan pertimbangan perencanaan produk dari sesuatu barang atau benda, dan sistem kerja manusia dalam melakukan pekerjaan yang berinteraksi dengan lingkungannya.

f. *Desain for manufacturing and assembly*

merupakan suatu proses perancangan komponen-komponen dengan mempertimbangkan setiap proses yang akan digunakan dalam membuat komponen tersebut guna memastikan bahwa biaya manufakturnya diperkecil (Boothroyd, 2011).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian hasil dan pembahasan merupakan analisis untuk mengetahui rekomendasi desain terbaik untuk PT.X.

Nordic Body Map

Nordic body map memiliki 27 variabel terhadap rasa sakit pada anggota tubuh selama melakukan pekerjaan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 1. Hasil dari penyebaran kuesioner *nordic body map* terhadap 20 responden menunjukkan bahwa responden mengalami keluhan rasa sakit pada beberapa bagian tubuh yang dijelaskan pada tabel 2. dan gambar 1.

Tabel 1. *Nordic body map*

No	Variabel
0	Sakit pada atas leher
1	Sakit pada bawah leher
2	Sakit pada kiri bahu
3	Sakit pada kanan bahu
4	Sakit pada kiri atas lengan
5	Sakit pada punggung
6	Sakit pada kanan atas lengan
7	Sakit pada pinggang
8	Sakit pada pantat
9	Sakit pada bagian bawah pantat
10	Sakit pada kiri siku
11	Sakit pada kanan siku
12	Sakit pada kiri lengan bawah

13	Sakit pada kanan lengan bawah
14	Sakit pada pergelangan tangan kiri
15	Sakit pada pergelangan tangan kanan
16	Sakit pada tangan kiri
17	Sakit pada tangan kanan
18	Sakit pada paha kiri
19	Sakit pada paha kanan
20	Sakit pada lutut kiri
21	Sakit pada lutut kanan
22	Sakit pada betis kiri
23	Sakit pada betis kanan
24	Sakit pada pergelangan kaki kiri
25	Sakit pada pergelangan kaki kanan
26	Sakit pada kaki kiri
27	Sakit pada kaki kanan

Sumber tabel : Penulis, 2020

Setelah melakukan rekap hasil kuesioner maka segera dilakukan perhitungan rhitung, dimana:

Kesimpulan :

Rhitung > Rtabel maka dinyatakan valid.

df = Jumlah responden - 2

= 20 - 2 = 18

$\alpha = 5\% = 0,05$

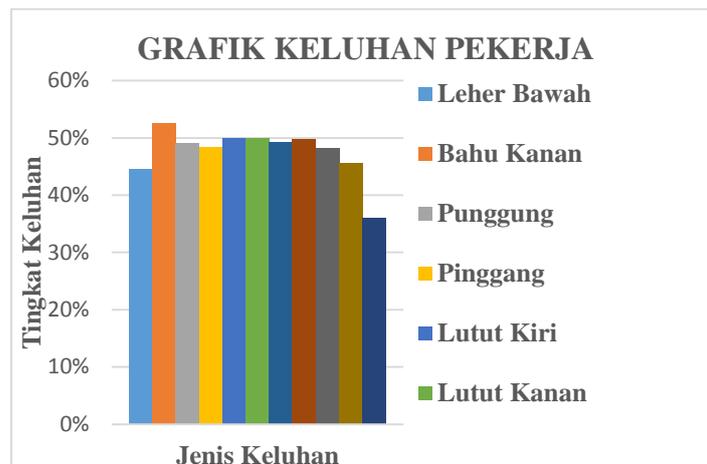
= 0,378 (rtabel)

Tabel 2. Hasil kuesioner *nordic body map*

	Kriteria		rhitung		rtabel	%	Anggota Tubuh
Korelasi	X1	terhadap total :	0.446	>	0.378	45%	Leher Bawah
Korelasi	X3	terhadap total :	0.526	>	0.378	53%	Bahu Kanan
Korelasi	X5	terhadap total :	0.491	>	0.378	49%	Punggung
Korelasi	X7	terhadap total :	0.484	>	0.378	48%	Pinggang
Korelasi	X20	terhadap total :	0.499	>	0.378	50%	Lutut Kiri
Korelasi	X21	terhadap total :	0.499	>	0.378	50%	Lutut Kanan
Korelasi	X23	terhadap total :	0.492	>	0.378	49%	Betis Kanan
Korelasi	X24	terhadap total :	0.498	>	0.378	50%	Pergelangan Kaki Kiri
Korelasi	X25	terhadap total :	0.482	>	0.378	48%	Pergelangan Kaki Kanan
Korelasi	X26	terhadap total :	0.456	>	0.378	46%	Telapak Kaki Kiri
Korelasi	X27	terhadap total :	0.360	>	0.378	36%	Telapak Kaki Kanan

Sumber tabel : Penulis, 2020

Untuk mempermudah dalam membaca hasil kuesioner maka dibuat grafik pengelompokkan rhitung > rtabel dalam gambar 1. dibawah ini.



Gambar 1. Grafik keluhan pekerja
 Sumber : Penulis, 2020

Uji Chi-square

Penyebaran kuesioner dampak kerja bertujuan untuk mempertegas bahwa desain *checking fixture* saat ini sudah sesuai atau belum dengan kebutuhan penggunanya serta untuk melihat hubungan antara desain dengan ukuran antropometri yang akan diusulkan oleh penulis. Pada kuesioner dampak kerja terdapat sepuluh pernyataan yang sudah dijawab oleh 20 responden dan sudah di rekap pada tabel 4. dibawah ini.

Tabel 3. Kuesioner dampak kerja
 Sumber : Penulis, 2020

No	Variable
Alat bantu kerja	
1	Sikap kerja pada saat melakukan pengecekan <i>part</i> mobil terasa nyaman
2	Tinggi rendahnya alat <i>checking fixture</i> saat ini dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna
3	Alat <i>checking fixture</i> mudah untuk dipindahkan seorang diri
4	Alat <i>checking fixture</i> memiliki bobot kurang dari 15kg
5	Alat <i>checking fixture</i> mudah dijangkau oleh tangan dari segala sisi
6	Alat <i>checking fixture</i> memiliki <i>hand grip</i>
7	<i>Part</i> mobil mudah di bongkar pasang pada alat <i>checking fixture</i>
8	Menggunakan alat <i>checking fixture</i> dapat dari berbagai posisi kerja
9	Kaki tidak mengalami kesemutan atau kebas jika menggunakan alat <i>checking fixture</i> secara berkala
10	Tubuh bagian atas tidak mengalami rasa letih berlebih
Dampak pekerjaan	
1	Desain <i>checking fixture</i> saat ini dirasa masih kurang sesuai
2	Rasa sakit pada anggota tubuh tertentu menyebabkan pekerjaan terganggu

Tabel 4. Data kuesioner dampak kerja
Sumber : Penulis, 2020

Pernyataan	Ya	Tidak
1	2	18
2	0	20
3	3	17
4	0	20
5	17	3
6	0	20
7	20	0
8	3	17
9	2	18
10	2	18

Dapat dilihat pada tabel 4. bahwa pernyataan 1, 3, 5, 8, 9, 10, tidak memenuhi aspek ergonomi menurut para responden, maka penulis akan menfokuskan kepada pernyataan tersebut untuk melakukan perbaikan desain. Pernyataan akan dihitung menggunakan aplikasi SPSS untuk melakukan uji chi square dan uji korelasi pearson. Uji chi square dilakukan untuk mengetahui ubungan antara keluhan yang dirasakan responden dengan desain *checking fixture*. Jika nilai asymp. Sig lebih $< 0,05$ maka terdapat hubungan antara kedua variabel dan memiliki korelasi.

Chi-Square Tests

	Value	df	Asymptotic Significance (2-sided)	Exact Sig. (2- sided)	Exact Sig. (1- sided)
Pearson Chi-Square	4.127 ^a	1	.042		
Continuity Correction ^b	1.563	1	.211		
Likelihood Ratio	4.628	1	.031		
Fisher's Exact Test				.111	.111
Linear-by-Linear Association	3.921	1	.048		
N of Valid Cases	20				

a. 2 cells (50.0%) have expected count less than 5. The minimum expected count is .70.

b. Computed only for a 2x2 table

Gambar 2. Pernyataan ke-1
Sumber : Penulis, 2020

Gambar 2. Menunjukkan nilai asymp. Sig $0,002 < 0,05$ maka dapat disimpulkan bahwa “terdapat hubungan antara pernyataan ke-1 dengan desain yang tidak ergonomis “ hal ini dapat diartikan pula bahwa sikap kerja seseorang mempunyai korelasi dengan desain *checking fixture* saat ini.

Tabel 5. *Chi-square* seluruh pernyataan
 Sumber: Penulis, 2020

Pernyataan	Asymp. Sig	
	Desain	Rasa sakit
Usia	0.888	0.822
Masa kerja	0.848	0.648
Pendidikan	0.124	0.855
Status pernikahan	0.639	0.264
Riwayat penyakit	0.639	0.264
Pernyataan ke-1	0.042	0.264
Pernyataan ke-3	0.052	0.028
Pernyataan ke-5	0.948	0.348
Pernyataan ke-8	0.043	0.043
Pernyataan ke-9	0.01	0.028
Pernyataan ke-10	0.01	0.028

Pernyataan yang memiliki korelasi dengan keluhan rasa sakit dan ketidaksesuaian desain adalah pernyataan ke 1, 3, 8, 9 dan 10. Pernyataan ke-1 memiliki nilai $0,042 < 0,05$ maka terdapat hubungan antara pernyataan ke-1 dengan desain yang tidak ergonomis. Pernyataan ke-3 memiliki nilai $0,028 < 0,05$ maka terdapat hubungan antara pernyataan ke-3 dengan rasa sakit yang dialami pekerja. Pernyataan ke-8 memiliki nilai $0,0423 < 0,05$ maka terdapat hubungan antara pernyataan ke-8 dengan desain yang tidak ergonomis dan rasa sakit yang dialami pekerja. Pernyataan ke-9 memiliki nilai $0,01 < 0,05$ maka terdapat hubungan antara pernyataan ke-9 dengan desain yang tidak ergonomis dan rasa sakit yang dialami pekerja. Pernyataan ke-10 memiliki nilai $0,01 < 0,05$ maka terdapat hubungan antara pernyataan ke-10 dengan desain yang tidak ergonomis dan rasa sakit yang dialami pekerja.

Uji Pearson

Uji pearson ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keeratan hubungan antara variabel yang dinyatakan, jika nilai signifikansi $< 0,05$ maka berkorelasi.

Correlations

		Desain	Dampak Kerja
Desain	Pearson Correlation	1	.545*
	Sig. (2-tailed)		.013
	N	20	20
Dampak Kerja	Pearson Correlation	.545*	1
	Sig. (2-tailed)	.013	
	N	20	20

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

Gambar 3. Uji Pearson
 Sumber : Penulis, 2020

a. Nilai signifikansi

Maka :

Karena nilai signifikansi $0,013 < 0,05$ maka berkolerasi sehingga dapat dikatakan bahwa terdapat hubungan antara desain *checking fixture* dengan keluhan dampak kerja.

b. Pedoman derajat hubungan

Nilai pearson korelasi $0,41$ s/d $0,60$ = korelasi sedang.

Karena nilai pearson korelasi $0,545$ maka hubungan desain *checking fixture* dan keluhan dampak kerja berada dalam kategori sedang.

c. Perbandingan korelasi pearson dengan r tabel

Jika nilai korelasi pearson $>$ r tabel = berhubungan

Nilai korelasi pearson $0,545 > 0,444$ = berhubungan, maka terdapat hubungan antara variabel desain *checking fixture* dengan keluhan dampak kerja.

Task Analysis Toolkit



Gambar 4. Postur kerja sebelum perbaikan
Sumber : PT. X

Gambar diatas menunjukkan postur kerja penggunaan *checking fixture* sebelum perbaikan. Setelah dilakukan analisis Static Strength Prediction (SSP), Lower Back Analysis (LBA), Ovako Working Posture Analysis System (OWAS), Rapid Upper Limb Assessment (RULA) maka didapatkan hasil sebagai berikut ini :

Tabel 6. *Task Analysis Toolkit* Sebelum perbaikan
Sumber : Penulis, 2020

Postur Tubuh	Nilai LBA	Nilai OWAS	Nilai Rula
Memasang part mobil pada checking fixture	1544	4	7
Memindahkan checking fixture	1657	3	7

dapat diketahui bahwa skor RULA adalah 7 poin, berarti postur kerja yang dilakukan tidak aman, sehingga harus ada sebuah perbaikan pada desain. Desain *checking fixture* yang terlalu rendah membuat kaki pekerja menekuk dan punggung membungkuk. Hasil evaluasi postur kerja dengan metode OWAS pada kondisi aktual operator *checking fixture* menunjukkan bahwa postur kerja operator berada dalam kondisi berbahaya yang dapat menyebabkan stress pada tubuh serta cedera *musculoskeletal* pada operator jika terus dilakukan. Skor nilai OWAS berada pada critical posture dengan skor 3 dan 4. Nilai LBA yang didapatkan sebesar 1494 N karena postur kerja operator tersebut cenderung membungkuk kedepan.

Untuk mendapatkan nilai PEI harus menjumlahkan tiga buah variabel I1, I2, dan I3. Dimana variabel I1 adalah nilai LBA/3400 N, I2 adalah nilai OWAS/4, dan I3 adalah nilai (Rula/7)*Mr. Mr adalah *amplification factor* dengan nilai 1,42 (Caputo, 2006).

Tabel 7. Nilai PEI Sebelum Usulan
Sumber: Penulis, 2020

Postur Tubuh	Nilai LBA	Nilai OWAS	Nilai Rula	Nilai PEI
Memasang part mobil pada <i>checking fixture</i>	0.4541176	1	1.42	2.87
Memindahkan <i>checking fixture</i>	0.4873529	0.75	1.42	2.66
Rata-rata				2.77

ANTROPOMETRI

Pengukuran antropometri dilakukan terhadap 20 responden anggota tubuh yang diukur adalah tinggi badan berdiri, tinggi bahu berdiri, tinggi siku, tinggi pinggul, dan rentang tangan. Berdasarkan responden yang berjumlah 20 orang maka didapatkan persentil berdasarkan letak sebagai berikut :

Tabel 8. Persentil berdasarkan letak
Sumber : Penulis, 2020

Persentil berdasarkan letak :	$p(n)/n/100*N$
$p(5) = 5/100*20 =$	1
$p(50) = 50/100*20 =$	10
$p(95) = 95/100*20 =$	19

Tabel 9. Data ukuran tubuh responden
Sumber : Penulis, 2020

Sampel Ke	Tinggi Badan Berdiri	Tinggi Bahu Berdiri	Tinggi Siku	Tinggi Siku Berdiri	Rentang Tangan Ke Depan
1	165	138	98	98	70
2	169	140	102	102	72
3	166	136	95	95	68
4	170	138	103	103	73
5	165	139	101	101	71
6	171	143	103	103	73
7	169	140	102	102	72
8	167	139	105	105	75
9	173	143	104	104	74
10	172	139	99	99	71
11	171	140	107	107	78
12	172	140	95	95	68
13	173	141	101	101	71
14	170	140	100	100	70
15	169	142	102	102	72
16	172	138	102	102	73
17	172	142	104	104	74
18	173	143	103	103	73
19	174	144	106	106	77
20	168	138	98	98	70

Setelah diketahui persentil berdasarkan letak maka berikutnya dicari persentil berdasarkan nilai. Persentil ini akan digunakan untuk menentukan ukuran dimensi rancangan *checking fixture*.

Tabel 10. Persentil berdasarkan nilai
Sumber : Penulis, 2020

Persentil berdasarkan nilai :	$P_i = b + p \left[\frac{(i \cdot N) - F}{f} \right]$		
	P_5	P_50	P_95
Tinggi badan berdiri	165,56	168,80	172,60
Tinggi bahu berdiri	137,51	138,79	142,08
Tinggi siku berdiri	96,13	100,50	107,43
Tinggi pinggul	95,07	98,70	101,88
Rentang tangan	68,94	71,46	78,34

Analisa Desain Checking Fixture

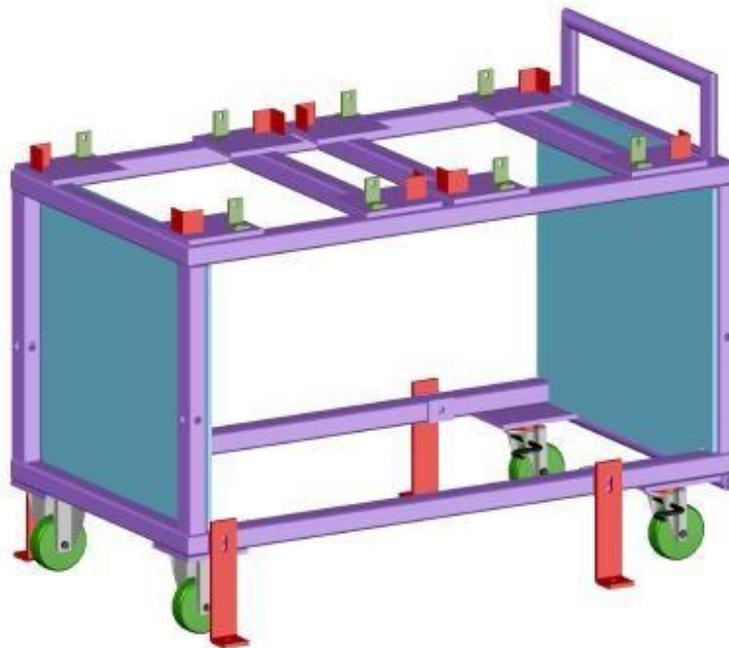
Desain usulan *checking fixture* dibuat seperti meja yang dilengkapi dengan roda serta pegangan agar mudah saat melakukan pemindahan. *Checking fixture* di desain seperti meja untuk menghindari posisi kerja jongkok saat mengecek *part* mobil. Berikut ini adalah data dari spesifikasi *checking fixture* usulan.

Tabel 11. Daftar kebutuhan desain
Sumber : Penulis, 2020

No	Daftar Kebutuhan	Usulan Perubahan Desain	Peningkatan yang di dapat	Objek
1	<i>Checking Fixture</i> Terlalu Rendah	Membuat <i>dolly</i> untuk menambah ketinggian <i>checking fixture</i>	Operator tidak perlu membungkuk saat bekerja sehingga memaksimalkan optimasi produksi	<i>Dolly</i>
2	<i>Checking Fixture</i> Terlalu Berat	membuat <i>checking fixture</i> dari bahan yang lebih ringan	untuk mengangkat <i>checking fixture</i> tidak memerlukan tenaga dari 2 orang, sehingga dapat melakukan efisiensi operator	Necuron
3	<i>Checking Fixture</i> Sulit Dipindahkan	menambahkan roda pada kaki <i>checking fixture</i>	pemindahan <i>checking fixture</i> menjadi lebih mudah sehingga memperpendek waktu siklus produk dan menghemat ruang	Roda

Untuk ukuran tinggi *checking fixture* menggunakan tinggi siku berdiri P50 dan lebar *checking fixture* menggunakan rentang tangan P5.

- a. Tinggi *checking fixture* : 573 mm
- b. Panjang *checking fixture* : 1100 mm
- c. Lebar *checking fixture* : 600 mm
- d. Diameter *handle* : 50 mm
- e. Tinggi *handle* : 150 mm
- f. Tinggi roda : 100 mm



Gambar 5. 3D Model Checking Fixture Usulan
 Sumber : Penulis, 2020

Setelah dilakukan perbaikan pada desain *checking fixture* terjadi perbaikan postur kerja pada proses pemeriksaan *part* mobil menggunakan *checking fixture* dimana diketahui bahwa skor RULA adalah 2 poin, berarti postur kerja yang dilakukan sudah berada pada kondisi nyaman. Skor LBA dapat dilihat besarnya gaya yang diperoleh sebesar 428 N dan masih berada dibawah batas normal yaitu sebesar 3400 N. Hasil evaluasi postur kerja dengan metode OWAS pada kondisi aktual operator *checking fixture* menunjukkan bahwa postur kerja operator berada dalam kondisi normal. Skor nilai OWAS berada pada critical posture dengan skor 1.

Tabel 12. *Task analysis toolkit* sesudah perbaikan
 Sumber : Penulis, 2020

Postur Tubuh	Nilai LBA	Nilai OWAS	Nilai Rula
Memasang part mobil pada <i>checking fixture</i>	428	1	2

Berikut ini merupakan hasil rekapitulasi postur kerja aktual pada stasiun kerja pengecekan *checking fixture* setelah perbaikan. Terjadi penurunan nilai PEI menjadi 1,82 dari 2,73 yang menunjukkan bahwa perubahan desain *checking fixture* memiliki pengaruh terhadap postur tubuh penggunaannya sehingga mengurangi resiko terjadinya cedera otot *musculoskeletal*

Tabel 13. Nilai PEI Sesudah Usulan
 Sumber : Penulis, 2020

Postur Tubuh	Nilai LBA	Nilai OWAS	Nilai Rula	Nilai PEI
Memasang dan memindahkan <i>checking fixture</i>	0.1305882	0.25	0.41	0.79
Rata-rata				0.79

Desain For Assembly

Dalam membuat alat *checking fixture* memerlukan proses perakitan atau *assembly* dimana kegiatan perakitan terdiri dari *sub – sub assembly*. Berikut adalah urutan kegiatan perakitan atau *assembly checking fixture*.

Tabel 14. Urutan Proses Perakitan Utama
Sumber : Penulis, 2020

No	Proses
1	Pasang <i>sub-assembly handle</i>
2	Pasang <i>sub-assembly frame</i> atas
3	Pasang <i>sub-assembly frame</i> bawah
4	Pasang <i>sub-assembly frame</i> kiri
5	Pasang <i>sub-assembly frame</i> kanan
6	Pasang <i>stopper</i>
7	Pasang <i>sub-assembly frame</i>
8	Pasang <i>plate</i> atas
9	Pasang <i>plate</i> bawah
10	Pasang <i>Handle</i>
11	Pasang <i>cover</i> kiri
12	Pasang <i>cover</i> kanan
13	Pasang <i>Anchor</i>
14	Pasang Roda

Pada proses *assembly* keseluruhan terdapat komponen-komponen *sub-assembly*. Untuk mengetahui total waktu yang dibutuhkan dalam merakit keseluruhan komponen maka perlu dilakukan analisis *design for assembly* pada tiap-tiap *sub-assembly*. Terdapat 6 *sub-assembly* yaitu *sub-assembly handle*, *sub-assembly frame* atas, *sub-assembly frame* bawah, *sub-assembly frame* kiri, *sub-assembly frame* kanan dan *sub-assembly stoper*, *sub-assembly frame*, *assembly handle*.

a. Sub-assembly

Tabel 15. Sub-Assembly
Sumber : Penulis, 2020

Proses	Jumlah Proses			Total Waktu		
	ukur	potong	las	ukur	potong	las
<i>sub-assembly handle</i>	3	3	2	15	20	60
<i>sub-assembly frame</i> atas	7	7	10	30	45	300
<i>sub-assembly frame</i> bawah	4	4	4	20	25	160
<i>sub-assembly frame</i> kiri	4	4	4	20	25	160
<i>sub-assembly frame</i> kanan	4	4	4	20	25	160
<i>sub-assembly stoper</i>	0	0	16	0	0	160
<i>sub-assembly frame</i>	0	0	8	0	0	240
<i>assembly handle</i>	0	0	2	0	0	60

Kegiatan *sub-assembly* melalui 3 proses yaitu pengukuran pola, pemotongan besi dan pengelasan dengan total waktu pengukuran sebanyak 105 detik, total waktu pemotongan 140 detik, total waktu pengelasan 1300 detik.

b. *Assembly (Non-Machining)*

Tabel 16. *Assembly (Non-Machining)*
 Sumber : Penulis, 2020

No	Proses	Jumlah	Total Waktu (s)
1	<i>Assembly anchor</i>	4	20
2	<i>Assembly roda</i>	4	40
3	<i>Assembly dolly & CF</i>	2	80
		Total	140

Total waktu *assembly non-machining checking fixture* adalah 140 detik dengan total kegiatan sebanyak 3 proses yaitu *assembly anchor* (4 unit), *assembly roda* (4 unit) dan *assembly dolly & checking fixture* (2 unit).

Design For Manufacturing

Pada proses pembuatan *checking fixture* menggunakan beberapa mesin yaitu mesin potong, mesin las dan mesin spray gun. Terdapat 4 proses produksi *checking fixture* dengan 22 komponen pada proses pengukuran, 22 komponen pada proses pemotongan, 54 komponen pada proses pengelasan dan 2 komponen pada proses pengecatan.

Tabel 17. Ongkos mesin
 Sumber : Penulis, 2020

Jenis Proses	Jumlah Komponen	Total Waktu (s)	Biaya Mesin (menit)		Ongkos
			Rp	Rp	
Pengukuran	22	110	Rp 279.18	Rp	30,709.80
Pemotongan	22	140	Rp 279.18	Rp	39,085.20
Pengelasan	50	1300	Rp 279.18	Rp	362,934.00
Pengecatan	2	1200	Rp 279.18	Rp	335,016.00
			Total	Rp	767,745.00

Total ongkos mesin dalam pembuatan satu unit *checking fixture* adalah Rp.767,745.00. Total ongkos mesin ini hanya untuk pembuatan *dolly checking fixture* usulan, tidak termasuk pembuatan bagian main *checking fixture* karena merupakan rahasia dari perusahaan pelanggan.

Tabel 18. Total ongkos
 Sumber : Penulis, 2020

Proses	Ongkos
Material	Rp 4,377,370.00
Manufaktur	Rp 767,745.00
Total	Rp 5,145,115.00

Promodel

Jumlah *part* mobil yang masuk ke dalam proses produksi sebesar 96 unit dengan waktu rata-rata perubahan sebesar 5 menit dan *part* mobil keluar sebesar 93 unit dengan waktu rata-rata perubahan sebesar 5 menit. Sebelum melakukan perbaikan pada desain checking fixture jumlah *part* mobil yang keluar adalah 84 dari 96 unit, dimana ada 12 unit *part* mobil yang tertunda selama proses produksi. Tetapi setelah dilakukan perbaikan ada peningkatan unit keluar yaitu sebanyak 9 unit menjadi 93 unit.

Name	Total Changes	Avg Time Per Change (MIN)	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Avg Value
WIP	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Part mobil masuk	96.00	5.00	0.00	96.00	96.00	47.50
Part mobil keluar	93.00	5.11	0.00	93.00	93.00	45.33

Gambar 6. Variabel sesudah perbaikan
Sumber : Penulis, 2020

Tabel 19. Perbandingan Promodel
Sumber : Penulis, 2020

Perbandingan Promodel					
Part Mobil	Hasil Produksi	Produksi Tertunda	Idle Time	Average Time of Production	Utilitas
Sebelum	92 unit	19%	76,95%	17 menit	23,05%
Sesudah	95 unit	0,15%	76,10%	6 menit	23,90%

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Setelah dilakukan perubahan desain pada checking fixture terjadi penurunan nilai PEI, maka dapat dianalisis bahwa tingkat kenyamanan yang dirasakan oleh pengguna ketika melakukan proses pengecekan meningkat dan resiko gangguan cedera *musculoskeletal* menurun. Penurunan nilai PEI terjadi karena perubahan pada masing-masing nilai ergonomis pada aspek LBA, OWAS dan RULA. Dengan adanya perbaikan diharapkan mampu meningkatkan feedback positive dari konsumen. Desain usulan dapat meningkatkan hasil produksi menjadi 93 unit per 8 jam dari sebelumnya hanya 84 unit.

Saran

Selain memperhatikan desain checking fixture yang digunakan, para operator juga harus diajarkan posisi kerja yang benar. Hal ini dirasa penting agar desain checking fixture yang baru tidak menjadi sia-sia karena postur kerja yang dilakukan masih salah. Postur kerja yang benar akan memberikan kenyamanan dan kesehatan *musculoskeletal* bagi para operator.

REFERENSI

- Boothroyd G. (2011). *Product Design For Manufacturing And Assembly*. New York: Taylor & Francis Group.
- Caputo. F, Gironimo, G, D, Marzano, A. (2006). Ergonomic Optimization of a Manufacturing System Work Cell in a Virtual Environment. *Acta Polytechnica*, 46(5), 21-27
- Hoffman, E. G. *Jig And Fixture Design Fourth Edition*. London: Delmar Publisher
- Kuswana W.S. (2015). *Antropometri Terapan Untuk Perancangan Sistem Kerja*. Bandung: PT. Remaja Rosda Karya.
- Jack User manual version 6.0 . (2008). California: Siemens PLM Software Inc.
- Susanti L, Zadry. H. R, dan Yuliandra, B. (2015). *Pengantar Ergonomi Industri*. Padang: Universitas Andalas Press.
- Tarwaka. (2011). *Ergonomi Industri, Dasar- Dasar Pengetahuan Ergonomi dan Aplikasi di Tempat Kerja*. Solo: Harapan Press Solo.

