



PAPER – OPEN ACCESS

## Perancangan Stasiun Kerja pada Praktikum Perancangan Teknik Industri 3 dengan Konsep Learning Factory untuk Menerapkan OBE

Author : Laurentius Damas Sulistya Adi Prabowoa, dkk  
DOI : 10.32734/ee.v2i3.783  
Electronic ISSN : 2654-704X  
Print ISSN : 2654-7031

*Volume 2 Issue 3 – 2019 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)*



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



# Perancangan Stasiun Kerja pada Praktikum Perancangan Teknik Industri 3 dengan Konsep Learning Factory untuk Menerapkan OBE

Laurentius Damas Sulistya Adi Prabowo<sup>a</sup>, Lobes Herdiman<sup>b</sup>, Susy Susmartini<sup>c\*</sup>

<sup>a</sup>Bachelor Student of Industrial Engineering, Jl. Ir. Sutami No.36 A, Pucangsawit, Jebres, Surakarta 57126, Indonesia

<sup>b</sup>Lecturer in Industrial Engineering, Jl. Ir. Sutami No.36 A, Pucangsawit, Jebres, Surakarta 57126, Indonesia

<sup>c</sup>Lecturer in Industrial Engineering, Jl. Ir. Sutami No.36 A, Pucangsawit, Jebres, Surakarta 57126, Indonesia

LDSulistya@gmail.com, lobesh@gmail.com, Susysus2011@gmail.com

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang stasiun kerja operator untuk lintasan perakitan manual di Praktikum Perancangan Teknik Industri (PTI) 3 berdasarkan konsep *learning factory* untuk menerapkan pendekatan *Outcome-based Education* (OBE). Penerapan OBE bertujuan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pembelajaran perancangan sistem kerja dan sistem produksi. Latar belakang dari penelitian ini adalah kurangnya dukungan fasilitas dalam praktikum PTI 3. Pendekatan OBE digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan desain alat peraga stasiun kerja untuk meningkatkan pemahaman siswa dalam proses pembelajaran. 8 stasiun kerja dirancang di jalur perakitan. Efisiensi jalur perakitan meningkat 17% dan pemahaman siswa hingga 155% setelah proses perakitan dilakukan menggunakan alat peraga.

Kata kunci: *Learning Factory, Outcome-Based Education, Alat Peraga, Stasiun Kerja;*

## Abstract

*This research aims to design operator work stations for manual assembly lines in Parcticum of PTI 3 based on the learning factory concept as applying Outcome-Based Education (OBE) approach to increase students' understanding on work system design, production systems. This research rootcause is a lack of facility support in practicum of PTI 3. The OBE approach is used to identify the design needs of work station props to improve students' understanding in learning process. 8 work stations are designed on the assembly line. The assembly line efficiency increase 17% and students' understanding is up to 155% after the assembly process was carried out using props.*

*Keywords: Learning factory, Outcome-Based Education, Props, Workstation;*

## 1. Pendahuluan

Program Studi Teknik Industri Universitas Sebelas Maret Surakarta (PSTI-UNS) merupakan penyelenggara pendidikan sarjana teknik industri dengan visi menjadi penyelenggara pendidikan tinggi teknik industri unggulan bereputasi internasional untuk mendukung peningkatan daya saing industri nasional. Sebagai penyelenggara pendidikan Sarjana Teknik Industri, PSTI-UNS harus memiliki kompetensi dalam memberikan pengalaman belajar kepada mahasiswa mengenai sistem rekayasa kompleks yang meliputi manusia, material, informasi, peralatan energi,

dan biaya. Pengalaman belajar tersebut dapat diberikan kepada mahasiswa dengan konsep pembelajaran learning factory.

*Learning factory* merupakan sebuah konsep pembelajaran yang dilakukan pada sistem atau proses produksi nyata yang disesuaikan untuk mencapai tujuan pembelajaran [13]. Ketercapaian terhadap tujuan pembelajaran dapat dinilai pada aplikasi terhadap pengetahuan teoritis yang diterapkan pada sistem produksi yang dirancang.

Kreggenfeld, dkk. dalam [6] menerapkan konsep *learning factory* berupa proses manufaktur dan perakitan train untuk meningkatkan pemahaman peserta didik mengenai ergonomi and *workplace design, production management, manufacturing systems, method-time measurement* (MTM). Proses pembelajaran dilakukan peserta didik dengan mengamati proses perakitan terlebih dahulu. Kemudian peserta didik melakukan proses perakitan secara mandiri. Materi pembelajaran diterapkan dalam bentuk perbaikan stasiun kerja perakitan dengan metode method-time measurement (MTM).

Ogorodnyk, dkk. dalam [7] menerapkan konsep *learning factory* berupa lintasan perakitan roller skli untuk meningkatkan pemahaman peserta didik mengenai kaizen, identifikasi dan pengurangan waste, sistem produksi push / pull. Tujuan dari kegiatan pembelajaran yang dilakukan berupa mengurangi waktu proses perakitan roller ski pada lintasan perakitan yang ada.

Konsep pembelajaran *learning factory* diterapkan di PSTI-UNS melalui pelaksanaan praktikum terintegrasi. Praktikum terintegrasi merupakan praktik perancangan secara bertahap dengan adanya output pada satu tahapan sebagai input untuk tahapan rancangan berikutnya [1]. Pelaksanaan praktikum PTI meliputi Praktikum PTI 1 meliputi konsep engineering dan industrial design, Praktikum PTI 2 mengenai proses manufaktur, Praktikum PTI 3 mengenai perancangan sistem perakitan, dan Praktikum PTI 4 mengenai pre-test market. Produk yang digunakan sebagai bahan kajian dari praktikum PTI adalah kursi belajar.

Praktikum PTI yang dilaksanakan oleh PSTI-UNS bertujuan memberikan pengalaman belajar kepada peserta didik agar mampu menerapkan prinsip rekayasa pada sistem terintegrasi yang meliputi manusia, material, peralatan, energi, dan informasi, serta melakukan kerjasama dalam sebuah kelompok kerja. Namun, dalam tata penyelenggaraan Praktikum PTI di PSTI-UNS, dukungan pelaksanaan di laboratorium serta pengadaan alat peraga laboratorium masih belum memberikan deskripsi sebagai proses produksi yang dapat memberikan pengalaman belajar untuk peserta didik. Kekurangan dukungan pelaksanaan dan pengadaan alat peraga terjadi pada praktikum PTI 3, mengenai perancangan sistem produksi pada lintasan perakitan.

Proses pembelajaran pada praktikum PTI 3 meliputi perancangan sistem kerja, sistem produksi, sistem kualitas, dan basis data pada kasus lintasan perakitan manual. Pada praktikum PTI 3 yang sudah berjalan, proses perakitan tidak dilakukan sesuai standar proses perakitan. Standar proses perakitan meliputi keterampilan dan pengetahuan untuk melakukan operasi perakitan produk, pelaksanaan proses perakitan sesuai prosedur kerja, serta target produksi dan catatan kinerja [8,9]. Perancangan alat peraga dengan standar proses perakitan diperlukan untuk meningkatkan proses pembelajaran dan pemahaman peserta didik terhadap luaran pembelajaran yang harus dicapai.

## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Identifikasi kebutuhan pembelajaran dengan pendekatan OBE

*Outcome-Based Education* (OBE) merupakan metode pembelajaran yang berfokus pada pencapaian luaran yang nyata (hasil, kemampuan dan perilaku). Konsep OBE menekankan sejauh mana peserta didik memahami dan mampu mempraktikkan kompetensi yang dipelajari setelah menyelesaikan proses pembelajaran [10]. Penyusunan program pembelajaran menggunakan pendekatan OBE dilakukan dengan menyusun rubrik penilaian sebagai alat untuk menguji penggunaan alat peraga dalam proses pembelajaran praktikum PTI. Rubrik penilaian dirancang untuk mengevaluasi proses belajar siswa. Rubrik penilaian yang dirancang dijelaskan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penyusunan Rubrik Penilaian Berdasarkan Pendekatan OBE.

Assessment Indicator	Points
Memahami fungsi dari setiap komponen yang ada pada stasiun kerja	1
Tidak memahami fungsi dari setiap komponen yang ada pada stasiun kerja	0
Set up benda kerja dan peralatan tepat sesuai orientasi komponen terhadap operator	2
Set up benda kerja dan peralatan tidak sesuai orientasi komponen yang tepat terhadap operator	1
Tidak dapat melakukan set up dengan tepat, memerlukan lebih dari 1 orang dalam melakukan set up	0
Penggunaan peralatan kerja selalu tepat	2
Penggunaan peralatan kerja sudah tepat	1
Penggunaan peralatan kerja tidak tepat	0
Proses perakitan dilakukan sesuai dengan prosedur perakitan dengan sangat tepat (>90%)	2
Proses perakitan dilakukan sesuai dengan prosedur perakitan yang benar (>50%)	1
Proses perakitan dilakukan tidak sesuai dengan prosedur perakitan ( $\leq$ 50%)	0
Mampu menerapkan proses perakitan berdasarkan prinsip ekonomi gerakan dengan tepat (>90%)	2
Mampu menerapkan proses perakitan berdasarkan prinsip ekonomi gerakan dengan cukup tepat (>50%)	1
Tidak mampu menerapkan proses perakitan berdasarkan prinsip ekonomi gerakan ( $\leq$ 50%)	0
Selisih waktu proses perakitan dengan waktu siklus < 10 detik	2
Selisih waktu proses perakitan dengan waktu siklus $\leq$ 50 detik	1
Selisih waktu proses perakitan dengan waktu siklus > 50 detik	0
Melakukan proses perakitan dengan postur kerja yang tepat	2
Melakukan proses perakitan dengan postur kerja yang kurang tepat	1
Melakukan proses perakitan dengan postur kerja yang tidak tepat	0

Rubrik penilaian pada Tabel 1 disusun berdasarkan domain psikomotor yang harus dikuasai peserta didik dalam melakukan proses perakitan dalam Praktikum PTI 3. Domain psikomotorik adalah aspek yang terkait dengan keterampilan praktis atau kemampuan untuk bertindak setelah seseorang mendapatkan pengalaman belajar. Ferris dan Aziz dalam [3] menyatakan bahwa program pembelajaran pada bidang ilmu teknik harus menyediakan seperangkat keterampilan praktis terkait dengan disiplin studi untuk mendukung keterampilan yang dimiliki sebagai seorang sarjana teknik. Peserta didik harus memiliki keterampilan dalam merancang system kerja koheren yang meliputi penggunaan peralatan dan sumber daya instruktur yang lebih efisien dalam aspek praktis. Keterampilan tersebut dapat dimiliki peserta didik dari program pembelajaran keteknikan berdasarkan jenis dan jumlah pengalaman yang diberikan.

## 2.2. Perancangan stasiun kerja

Perancangan konsep alat peraga dilakukan dengan konsep pengembangan produk [12]. Langkah-langkah dalam mendesain produk adalah mengidentifikasi persyaratan desain, menetapkan spesifikasi dan target desain, merancang dan memilih konsep, menentukan spesifikasi akhir, dan membuat alat peraga.

Identifikasi kebutuhan perancangan stasiun kerja sebagai alat peraga dijelaskan pada Tabel 2. Identifikasi kebutuhan perancangan stasiun kerja menyesuaikan kebutuhan proses pembelajaran. Setelah mengidentifikasi kebutuhan desain, dilakukan penyusunan alternative konsep. Dari alternatif konsep yang ditawarkan, dilakukan pemilihan konsep stasiun kerja sebagai alat peraga proses pembelajaran.

Tabel 2. Identifikasi kebutuhan Perancangan Stasiun Kerja Sebagai Alat Peraga.

No	Identifikasi Kebutuhan Perancangan
1	Stasiun kerja dapat membantu peserta didik untuk melakukan proses perakitan dengan tepat
2	Rangkaian stasiun kerja dalam lintasan perakitan dapat membantu peserta didik untuk memahami aliran produksi
3	Stasiun kerja mendukung proses pengambilan data
4	Rangkaian dan komponen peraga bersifat fleksibel menyesuaikan kondisi pada proses pembelajaran
5	Penggunaan stasiun kerja dapat memudahkan dalam pembagian elemen kerja

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Perancangan alat peraga

Perancangan stasiun kerja sebagai alat peraga untuk proses pembelajaran dilakukan dengan menjabarkan identifikasi kebutuhan menjadi kebutuhan teknis. Penjabaran kebutuhan teknis dijelaskan pada Tabel 3.

Table 3. Identifikasi Kebutuhan Perancangan Stasiun kerja.

Identifikasi Kebutuhan	Kebutuhan Teknis Perancangan
Stasiun kerja dirancang untuk satu operator pada setiap stasiun kerja	Dimensi stasiun kerja dirancang berdasarkan pendekatan ergonomi untuk satu orang operator dengan posisi kerja berdiri.
Stasiun kerja dilengkapi sistem transfer	Terdapat <i>pallet</i> benda kerja sebagai sistem transfer komponen antar stasiun kerja.
Stasiun kerja dirancang untuk menerapkan metode kerja perakitan dengan tepat	Dimensi stasiun kerja dirancang dengan pendekatan ergonomi serta menyesuaikan proses pekerjaan yang dilakukan operator. Terdapat <i>tool shelf</i> untuk meletakkan peralatan kerja. Pemasangan <i>tool shelf</i> menyesuaikan kebutuhan operator.
Stasiun kerja dirancang secara fleksibel	Komponen rangka stasiun kerja tidak dirancang dengan menggunakan sistem sambungan permanen.

Kebutuhan teknis perancangan stasiun kerja sebagai alat peraga proses pembelajaran pada Tabel 3 dijelaskan sebagai berikut:

- Stasiun Kerja Dirancang untuk Satu Operator pada Setiap Stasiun Kerja**  
Perancangan stasiun kerja bertujuan sebagai alat peraga proses perakitan yang dilakukan oleh satu operator untuk menerapkan prinsip *specialization of labor*. Proses perakitan pada stasiun kerja dilakukan pada posisi kerja berdiri karena proses perakitan merupakan aktivitas kerja yang dilakukan dengan cepat, memerlukan penekanan, teliti, serta beberapa jangkauan yang memerlukan mobilitas tinggi. Perancangan dimensi stasiun kerja dilakukan berdasarkan pendekatan ergonomi pada perancangan stasiun kerja pada posisi kerja berdiri. Menurut Grandjean dalam [5] ketinggian landasan kerja dengan posisi kerja berdiri ditentukan berdasarkan pada ketinggian siku berdiri dan jenis pekerjaan yang dilakukan. Lebar meja kerja dirancang menyesuaikan jangkauan tangan ke depan. Pemasangan petunjuk proses perakitan menyesuaikan tinggi mata berdiri.
- Stasiun Kerja Dilengkapi Sistem Transfer**  
Perancangan stasiun kerja dilengkapi dengan fitur *pallet* sebagai sistem transfer komponen antar stasiun kerja. Sistem transfer antar stasiun kerja berfungsi sebagai *material handling* dalam memindahkan komponen yang dirakit dari satu stasiun kerja menuju ke stasiun kerja berikutnya.
- Stasiun Kerja Dirancang untuk Menerapkan Metode Kerja Perakitan dengan Tepat**  
Perancangan stasiun kerja bertujuan sebagai alat peraga pada proses perakitan dalam pembelajaran dengan konsep *learning factory* untuk menerapkan OBE. Sebagai alat peraga, stasiun kerja harus dapat berfungsi seperti stasiun kerja pada proses perakitan di lintasan perakitan sesungguhnya dengan menerapkan metode kerja yang tepat. Perancangan stasiun kerja dilakukan dengan pendekatan ergonomi serta menyesuaikan proses pekerjaan yang dilakukan operator agar proses perakitan dapat dilakukan dengan metode kerja yang tepat. Fitur *tool shelf* berfungsi untuk meletakkan peralatan kerja yang sedang tidak digunakan untuk mengakomodasi penerapan metode kerja proses perakitan dengan tepat.

- Stasiun Kerja Dirancang Secara Fleksibel

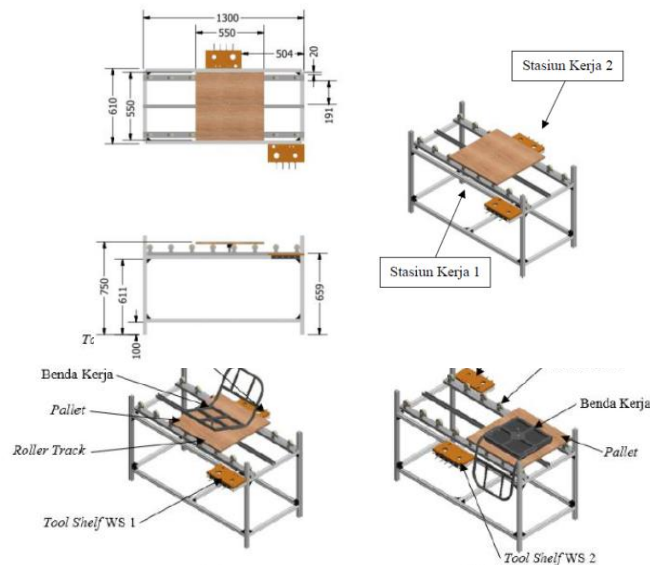
Fleksibilitas stasiun kerja berfungsi agar penggunaan satu stasiun kerja dapat dipergunakan untuk melakukan proses perakitan dalam berbagai kondisi pekerjaan. Komponen rangka stasiun kerja tidak dirancang dengan menggunakan sistem sambungan permanen agar memenuhi aspek fleksibilitas stasiun kerja.

Berdasarkan penjelasan mengenai penjabaran kebutuhan teknis dilakukan penyusunan alternatif konsep. Berdasarkan alternatif konsep yang terpilih dilakukan penentuan spesifikasi stasiun kerja. Penentuan spesifikasi stasiun kerja meliputi dimensi dan fitur stasiun kerja. Penjelasan mengenai penentuan spesifikasi detail stasiun kerja dibagi menjadi tiga lane atau jalur. *Lane A* terdiri dari stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2. *Lane B* terdiri dari stasiun kerja 3, stasiun kerja 4, stasiun kerja 5 dan stasiun kerja 6. *Lane C* terdiri dari stasiun kerja 7 dan stasiun kerja 8. Pembagian tiga *lane* tersebut dilakukan karena setiap rancangan desain stasiun kerja pada satu *lane* memiliki rancangan desain yang sama. Dari ke-3 *lane* tersebut membentuk satu lintasan perakitan kursi belajar. Penentuan spesifikasi setiap stasiun kerja dijelaskan sebagai berikut:

- *Lane A*

*Lane A* terdiri dari stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2. Stasiun kerja 1 adalah stasiun kerja untuk merakit komponen rangka sandaran dan rangka dudukan kursi belajar seperti dijelaskan pada Lampiran 8. Sedangkan stasiun kerja 2 adalah stasiun kerja untuk merakit komponen bantalan dudukan pada rangka dudukan kursi belajar seperti dijelaskan pada Lampiran 8. Dimensi pada rancangan desain stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2 sama karena terdapat pada satu lane. Rancangan desain stasiun kerja pada lane A dijelaskan pada Gambar 1.

Gambar 1. Spesifikasi Dimensi Stasiun Kerja 1 dan Stasiun kerja 2



Pendekatan ergonomi yang dilakukan pada penentuan dimensi stasiun kerja pada *lane A* meliputi penentuan tinggi landasan kerja dan lebar stasiun kerja. Menurut Grandjean dalam [5], proses pekerjaan manual ringan pada posisi berdiri idealnya dilakukan 10-15 cm dibawah tinggi siku berdiri peserta didik sebagai operator. Lebar stasiun kerja pada *lane A* dirancang menyesuaikan jangkauan tangan ke depan peserta didik sebagai operator. Menurut Das dan Sengupta dalam [2], jangkauan tangan ke depan dapat dianggap sebagai batas permukaan kerja di depan operator yang dapat dijangkau tanpa melenturkan badan. Penempatan fitur stasiun kerja dan benda kerja dilakukan berdasarkan identifikasi kebutuhan teknis yang telah dilakukan. Penempatan fitur pada stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2 dijelaskan pada Gambar 2.

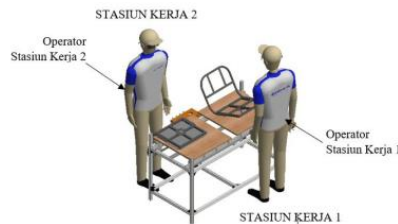
(a) Stasiun Kerja 1

(b) Stasiun Kerja 2

Gambar 2. Penentuan Spesifikasi Fitur Stasiun Kerja 1 dan Stasiun kerja 2

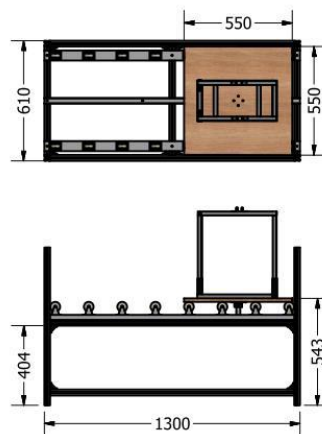
Penetapan fitur pada stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2 meliputi *pallet* dan *tool shelf*. *Pallet* berfungsi sebagai meja kerja sekaligus sebagai sistem transfer untuk memindahkan komponen ke stasiun selanjutnya setelah proses perakitan selesai dilakukan pada stasiun kerja tersebut. *Pallet* tersebut terletak diatas sebuah *roller track* dan dapat diputar untuk memudahkan proses perpindahan komponen dan proses perakitan. *Tool Shelf* berfungsi untuk meletakkan peralatan kerja ketika tidak digunakan. Penempatan *tool shelf* pada stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2 menyesuaikan posisi operator dan penempatan komponen yang dirakit agar memudahkan proses perakitan. Jumlah operator yang dibutuhkan pada stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2 masing-masing adalah 1 orang operator. Posisi operator pada stasiun kerja 1 dan stasiun kerja 2 dapat dijelaskan pada Gambar 3.

Gambar 3. Posisi Operator pada Stasiun Kerja 1 dan Stasiun kerja 2



- **Lane B**

*Lane B* terdiri dari stasiun kerja 3, stasiun kerja 4, stasiun kerja 5 dan stasiun kerja 6. Stasiun kerja 3 adalah merakit komponen *round end cap* pada rangka kaki depan dan memasang rangka kaki depan pada rangka dudukan kursi. Stasiun kerja 4 adalah stasiun kerja untuk memasang *rubber end cap* dan *square end cap* pada rangka kaki belakang dan memasang rangka kaki belakang ke sandaran rangka sandaran. Stasiun kerja 5 adalah stasiun kerja untuk memasang besi L. Stasiun kerja 6 adalah stasiun kerja untuk memasang rak pada besi L kursi belajar. Dimensi pada rancangan desain stasiun kerja 3, stasiun kerja 4, stasiun kerja 5 dan stasiun kerja 6 sama karena terdapat pada satu *lane* yang sama. Rancangan desain stasiun kerja pada *lane B* dijelaskan pada Gambar 4.

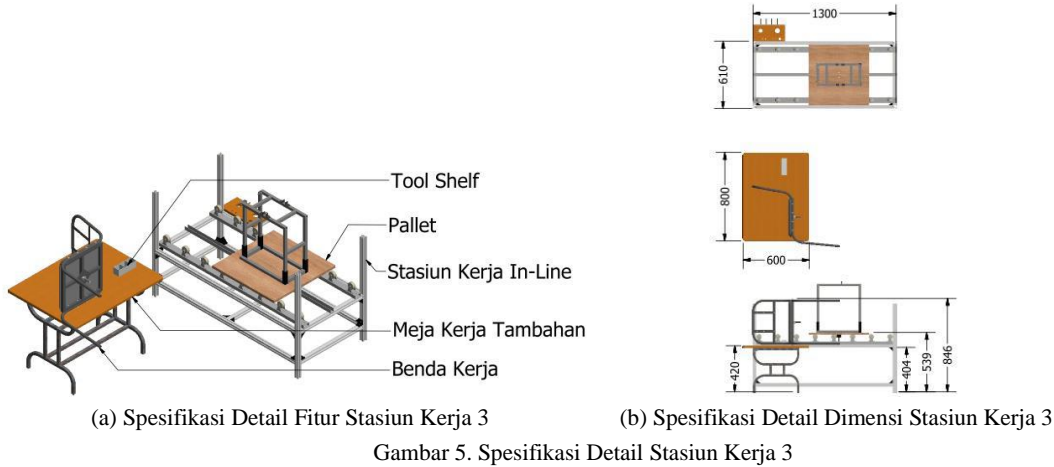


Gambar 4. Spesifikasi Dimensi Stasiun Kerja 3, Stasiun Kerja 4, Stasiun Kerja 5 dan Stasiun kerja 6

Pendekatan ergonomi yang dilakukan pada penentuan dimensi stasiun kerja pada *lane B* meliputi penentuan pemasangan tinggi *pallet* dan lebar stasiun kerja. Penentuan tinggi *pallet* menyesuaikan tinggi permukaan kerja paling rendah yang dilakukan di *fixture* yang terpasang pada *pallet* stasiun kerja yang terdapat di *lane B*. Proses kerja yang dilakukan *fixture* pada *pallet* stasiun kerja yang terdapat di *lane B* adalah proses kerja di stasiun kerja 4 dan stasiun kerja 5. Tinggi proses kerja pada stasiun kerja 5 merupakan tinggi proses kerja paling rendah untuk pekerjaan yang dilakukan pada *fixture pallet* stasiun kerja yang terdapat di *lane B*. Proses perakitan yang dilakukan pada *fixture* pada *pallet* stasiun kerja 4 dan stasiun kerja 5 merupakan pekerjaan ringan. Menurut Grandjean dalam [5], proses pekerjaan manual ringan pada posisi berdiri dirancang 10-15 cm dibawah tinggi siku berdiri peserta didik sebagai operator. Tinggi siku berdiri peserta didik berdasarkan pengolahan data antropometri pada persentil ke-5 adalah 896,1 mm. Hasil dari pendekatan ergonomi pada penentuan ketinggian proses kerja di *lane B* adalah tinggi *pallet* dirancang 543 mm diatas permukaan lantai. Lebar stasiun kerja pada *lane A* dirancang menyesuaikan jangkauan tangan ke depan peserta didik sebagai operator. Menurut Das dan Sengupta dalam [2], jangkauan tangan

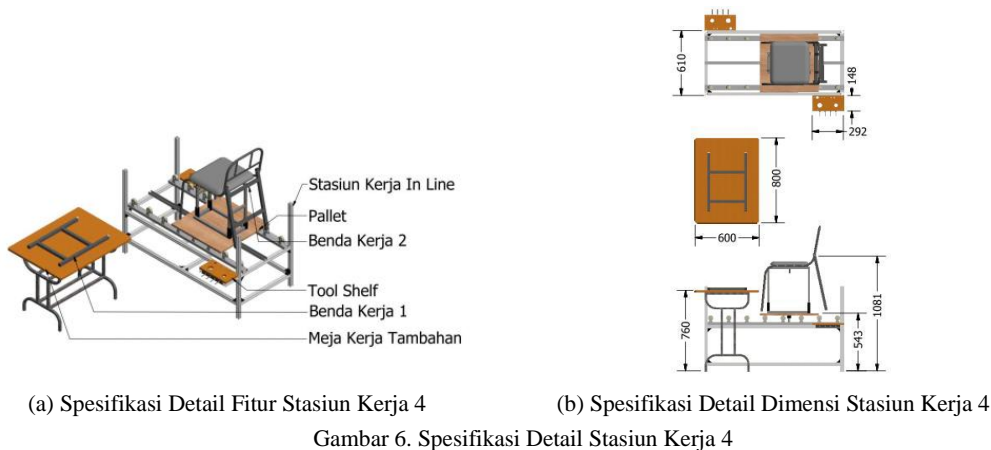
ke depan dapat dianggap sebagai batas permukaan kerja di depan operator yang dapat dijangkau tanpa melenturkan badan. Lebar meja kerja dirancang 610 mm agar operator dapat menjangkau komponen yang dirakit tanpa melenturkan badan.

Penempatan fitur stasiun kerja dan benda kerja pada stasiun kerja yang berada di *lane B* dilakukan berdasarkan identifikasi kebutuhan teknis yang telah dilakukan. Penempatan fitur pada stasiun kerja 3 dijelaskan pada Gambar 5. Fitur yang terdapat pada stasiun kerja 3 meliputi *pallet*, *tool shelf*, dan meja tambahan. Spesifikasi detail dan dimensi stasiun kerja 3 dijelaskan pada Gambar 5.



Gambar 5. Spesifikasi Detail Stasiun Kerja 3

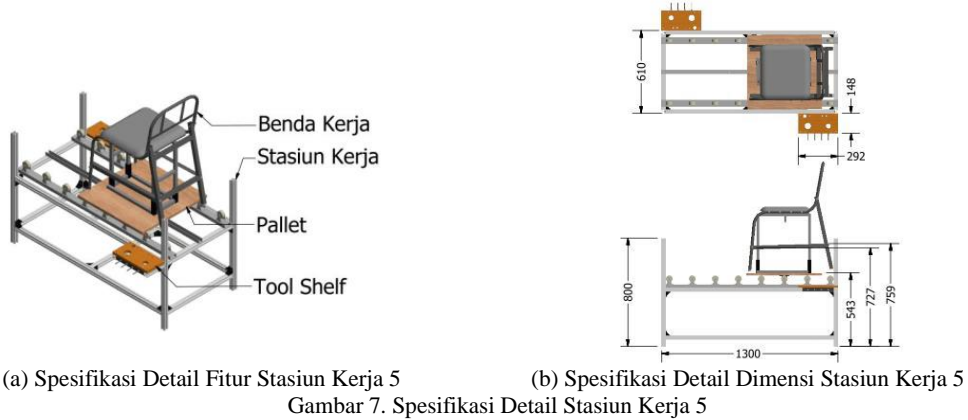
Fitur yang terdapat pada stasiun kerja 4 sama seperti fitur pada stasiun kerja 3, yaitu *pallet*, *tool shelf*, dan meja tambahan. Perbedaan rancangan desain stasiun kerja 4 dari desain stasiun kerja 3 adalah penentuan tinggi meja kerja tambahan yang diberikan. Tinggi meja kerja pada stasiun kerja 4 dirancang untuk pekerjaan ringan pada posisi kerja berdiri. Menurut Grandjean dalam [5], pekerjaan manual yang dikategorikan sebagai pekerjaan ringan serta memerlukan ruangan untuk peralatan dan material dirancang pada tinggi landasan kerja 10-15 cm di bawah tinggi siku berdiri. Tinggi siku berdiri peserta didik berdasarkan pengolahan data antropometri pada persentil ke-5 adalah 896,1 mm. Tinggi landasan kerja pada stasiun kerja 4 dirancang 760 untuk memenuhi aspek tersebut. Spesifikasi detail fitur dan dimensi stasiun kerja 4 dijelaskan pada Gambar 6.



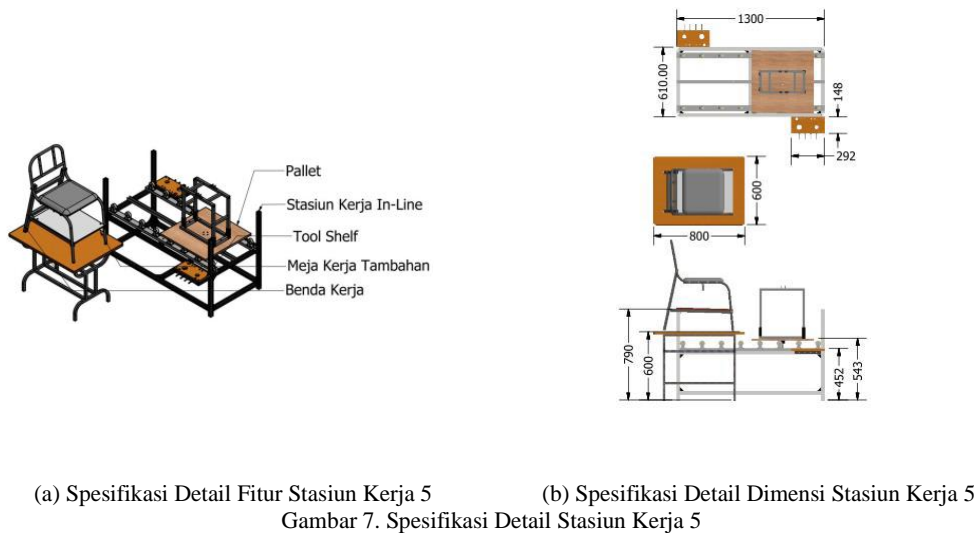
Gambar 6. Spesifikasi Detail Stasiun Kerja 4



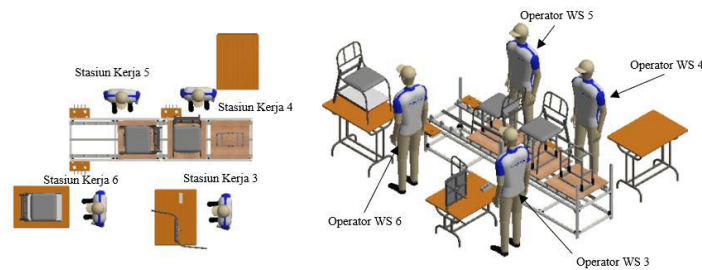
Fitur yang terdapat pada stasiun kerja 5 berbeda dengan fitur yang terdapat pada stasiun kerja 3 dan stasiun kerja 4. Stasiun kerja 5 tidak menggunakan meja kerja karena proses perakitan dilakukan pada pallet sebagai meja kerja. Rancangan desain stasiun kerja 5 menyesuaikan rancangan desain pada *lane B* secara keseluruhan seperti dijelaskan pada Gambar 4. Tinggi permukaan kerja menyesuaikan pendekatan ergonomi yang dilakukan pada penentuan tinggi *pallet*, yaitu 543 mm untuk melakukan penyesuaian pada proses kerja dengan tinggi 759 mm. Lebar stasiun kerja 5 menyesuaikan jangkauan tangan ke depan dari peserta didik sebagai operator, yaitu 610 mm. Spesifikasi detail fitur dan dimensi stasiun kerja 5 dijelaskan pada Gambar 7.



Fitur yang terdapat pada stasiun kerja 6 sama seperti fitur pada stasiun kerja 3 dan stasiun kerja 4, yaitu pallet, tool shelf, dan meja tambahan. Pallet hanya berfungsi sebagai sistem transfer karena proses perakitan dilakukan pada meja kerja. Perbedaan rancangan desain stasiun kerja 6 dari desain stasiun kerja 3 dan stasiun kerja 4 adalah penentuan tinggi meja kerja tambahan yang diberikan. Tinggi meja kerja pada stasiun kerja 6 dirancang untuk pekerjaan ringan pada posisi kerja berdiri. Menurut Grandjean dalam [5], pekerjaan manual yang dikategorikan sebagai pekerjaan ringan serta memerlukan ruangan untuk peralatan dan material dirancang pada tinggi proses kerja 10-15 cm di bawah tinggi siku berdiri. Tinggi siku berdiri peserta didik berdasarkan pengolahan data antropometri pada persentil ke-5 adalah 896,1 mm. Tinggi proses kerja dirancang pada ketinggian 746,1 mm hingga 896,1 mm dari permukaan lantai kerja. Proses kerja dirancang pada ketinggian 790 mm dengan penyesuaian yang dilakukan yaitu merancang meja kerja dengan tinggi 600 mm. Spesifikasi detail fitur dan dimensi stasiun kerja 6 dijelaskan pada Gambar 8.



Setiap stasiun kerja pada *lane B* memerlukan satu orang operator untuk melakukan proses perakitan. Penentuan posisi kerja dari operator pada *lane B* dijelaskan pada Gambar 9.



Gambar 8. Posisi Operator Pada Stasiun Kerja 3, Stasiun Kerja 4, Stasiun Kerja 5 dan Stasiun Kerja 6

- *Lane C*

*Lane C* terdiri dari stasiun kerja 7 dan stasiun kerja 8. Stasiun kerja 7 adalah stasiun kerja untuk memasang bantalan sandaran dan papan sandaran pada rangka sandaran kursi belajar. Sedangkan stasiun kerja 8 stasiun kerja untuk merakit komponen meja dari kursi belajar. Pendekatan ergonomi yang dilakukan pada penentuan dimensi stasiun kerja pada *lane C* meliputi penentuan tinggi landasan kerja, lebar stasiun kerja, dan tinggi pemasangan prosedur kerja perakitan. Pekerjaan yang dilakukan pada stasiun kerja 7 dan stasiun kerja 8 tergolong pekerjaan manual yang ringan. Menurut Grandjean dalam [5], proses pekerjaan manual ringan pada posisi berdiri idealnya dilakukan 10-15 cm dibawah tinggi siku berdiri peserta didik sebagai operator. Tinggi siku berdiri peserta didik berdasarkan pengolahan data antropometri pada persentil ke-5 adalah 896,1 mm. Ketinggian landasan kerja pada stasiun kerja di *lane C* dirancang setinggi 750 mm dari permukaan lantai. Lebar stasiun kerja pada *Lane C* dirancang menyesuaikan jangkauan tangan ke depan dari peserta didik sebagai operator. Lebar stasiun kerja pada *Lane C* dirancang menyesuaikan jangkauan tangan ke depan peserta didik sebagai operator. Menurut Das dan Sengupta dalam [2], jangkauan tangan ke depan dapat dianggap sebagai batas permukaan kerja di depan operator yang dapat dijangkau tanpa melenturkan badan. Jangkauan tangan ke depan peserta didik berdasarkan pengolahan data antropometri pada persentil ke-5 adalah 613,7 mm Penentuan lebar meja kerja dirancang 600 mm agar dapat menjangkau komponen yang dirakit tanpa melenturkan badan. Penetapan fitur dan dimensi pada stasiun kerja yang terdapat di *lane C* dijelaskan pada Gambar 9.



(a) Spesifikasi Detail Fitur Stasiun Kerja 7 dan Stasiun Kerja 8

(b) Spesifikasi Detail Dimensi Stasiun Kerja 7 dan Stasiun Kerja 8

Gambar 9. Spesifikasi Detail Stasiun Kerja 7 dan Stasiun Kerja 8

### 3.2. Pengujian penggunaan stasiun kerja sebagai alat peraga proses pembelajaran

Tahap pengujian alat peraga stasiun kerja dilakukan untuk mengetahui pengaruh penggunaan alat peraga terhadap peningkatan pemahaman peserta didik. Pengujian alat peraga dilakukan dengan metode *one group pre-test posttest*. Menurut Effendy dalam [3] pengujian *pre-test* dan *posttest* berfungsi untuk menilai sejauh mana keefektifan metode pembelajaran. Pengujian *pre-test* dan *posttest* merupakan evaluasi proses pembelajaran yang digunakan dalam penelitian ini. Penilaian pada tahap *pre-test* dan *posttest* mengacu pada rubric penilaian yang telah disusun. Hasil penilaian pada tahap *pre-test* dan *posttest* pengujian alat peraga dijelaskan pada Tabel 4.

Table 4. Rekap Hasil Pengujian *Pre-test* dan *Posttest*.

Responden	Nilai <i>Pre-test</i>	Nilai <i>Posttest</i>
1	3	11
2	3	7
3	3	11
4	7	9
5	3	11
6	2	12
7	5	11
8	7	12

Hasil penilaian pada tahap *pretest* dan *posttest* diuji menggunakan analisis komparatif dengan dua sampel data. Analisis data komparatif dilakukan untuk menguji hipotesis pada statistik paraketrik. Data yang diuji merupakan data ratio pada dua sampel yang saling berkorelasi, sehingga pengujian hipotesis menggunakan uji *t-test* [11].

Hasil pengujian hipotesis dengan uji *t-test* menunjukkan hasil perhitungan nilai  $t_{hitung}$  adalah -6,6265. Harga nilai  $t_{tabel}$  pada taraf kesalahan 5% dengan nilai dk 14 adalah 2,145. Perbandingan nilai  $t_{hitung}$  dengan  $t_{tabel}$  dilakukan untuk menentukan apakah  $H_0$  diterima atau tidak (jika nilai  $-t_{hitung} < t_{tabel} < t_{hitung}$ ). Diketahui bahwa  $-t_{hitung} < -t_{tabel}$  dan  $t_{hitung} > t_{tabel}$  ( $-6,6265 < -2,145$  dan  $6,6265 > 2,145$ ), maka dapat dinyatakan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_A$  diterima. Maka dapat dinyatakan bahwa pemahaman peserta didik pada proses pembelajaran mengenai perancangan proses produksi, perbaikan peta kerja dan analisis postur kerja pada praktikum PTI 3 meningkat secara signifikan setelah proses pembelajaran dilakukan dengan alat peraga. Peningkatan pemahaman secara signifikan dapat ditunjukkan dengan perbandingan rata-rata peningkatan pemahaman peserta didik pada Tabel 2. Terjadi peningkatan pemahaman peserta didik dengan rata-rata 155%.

Table 5. An example of a table.

<i>Test</i>	Rata-rata	Selisih	Peningkatan
<i>Pre-test</i>	4.1	6.4	155 %
<i>Posttest</i>	10.5		

#### 4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan stasiun kerja pada proses perakitan manual kursi belajar di praktikum PTI 3 sesuai aspek perancangan yang ditentukan. Aspek perancangan stasiun kerja sebagai alat peraga meliputi stasiun kerja dirancang untuk satu operator, stasiun kerja dilengkapi sistem transfer, stasiun kerja dirancang untuk menerapkan metode kerja dengan tepat, dan penggunaan stasiun kerja sebagai alat peraga dapat memudahkan proses pengambilan data. Penggunaan stasiun kerja sebagai alat peraga bertujuan untuk menerapkan konsep pembelajaran *learning factory* pada pembelajaran berbasis *Outcome-Based Education* (OBE). Pendekatan ergonomi digunakan untuk memenuhi aspek penerapan metode kerja dengan tepat dalam proses perakitan.

Pengujian terhadap signifikansi penggunaan stasiun kerja sebagai media dalam proses pembelajaran menunjukkan bahwa penggunaan stasiun kerja untuk proses perakitan manual kursi belajar dapat meningkatkan kemampuan psikomotorik peserta didik dalam luaran pembelajaran di PTI 3 sebesar 155 %.

#### Referensi

- [1] Badan Kerjasama Penyelenggara Pendidikan Tinggi Teknik Industri Indonesia. (2015) "Kurikulum Inti Program Studi Teknik Industri (Sarjana)", Tim BKSTI 2015
- [2] Das, B dan Sengupta, A.K. dalam [5] "A Systemic Approach to Industrial Workstation Design.", dalam Marras W.S., dkk. (eds) *The Ergonomics of Manual Work*, London-Washington DC, Taylor & Francis
- [3] Effendy, I. (2016) "Pengaruh Pemberian Pre-Test Dan Post-Test Terhadap Hasil Belajar Mata Diklat Hdw.Dev.100.2.A Pada Siswa Smk Negeri 2 Lubuk Basung.", Padang, Universitas Negeri Padang
- [4] Ferris, T. L. J. & Aziz, S. M. (2005) "A Psychomotor Skills Extension To Bloom's Taxonomy Of Education Objectives For Engineering Education.", *Exploring Innovation in Education and Research*, iCEER 2005
- [5] Grandjean, E. dalam [5] "Fitting the Task to the Man", 4<sup>th</sup> edition: London, Taylor & Francis Inc.

- [6] Kreggenfeld, N., Morlock, F., Louw, L., Kreimeier, D., dan Kuhlenkotter, Dieter. (2017) "Teaching Methods-Time Measurement (MTM) for Workplace Design in Learning Factories.", *7th Conference on Learning Factories*, CLF 2017.
- [7] Ogorodnyk, O., Granheim, M., Hotskog, H., dan Ogorodnyk, I. (2017) "Roller Skis Assembly Line Learning Factory – Development And Learning Outcomes.", *7th Conference on Learning Factories*, CLF 2017.
- [8] SEMTA. (2019, Januari 4). "SEMPMO209 - SQA Unit Code H04C 04." Retrieved from /www.sqa.org.uk:  
<https://www.sqa.org.uk/files/aq/H04C04.pdf>
- [9] SEMTA. (2019, januari 4). "SEMPMO109 - SQA Unit Code H03S 04." Retrieved from www.sqa.org.uk:  
<https://www.sqa.org.uk/files/aq/H03S04.pdf>
- [10] Spady, W. G. (1994) "Outcome-Based Education: Critical Issues and Answers.", America, The American Association of School Administrators.
- [11] Sugiyono. (2007) "Statistik Untuk Penelitian." Bandung , CV ALFABETA.
- [12] Ulrich, K., dan Eppinger, S. (2015) "Product Design and Development." Singapore, McGraw-Hill Book Co.
- [13] Wagner, U., Algeddawy, T., ElMaraghyb, H., Müllera, E. (2012) "The State of the Art and Prospects of Learning Factorie." *45th CIRP Conference on Manufacturing Systems 2012*.