

APLIKASI METODE VDI 2222 PADA PROSES PERANCANGAN ALAT BANTU PERAKITAN *FOUR WAY ENTRY PALLET*

Melati Kurniawati¹, Rispianda¹, Pripurwa Mochamad Dzakraa¹

¹ Institut Teknologi Nasional, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Industri, Bandung
melati@itenas.ac.id

ABSTRACT

The research was conducted at UD X, this company made one type of pallet, four way entry pallet (local pallet). The average order in a month is 2000 units, which 60% of order completed by the company and the other 40% by subcontracts. In this pallet assembly process, joining each component is doing manually by the operator without tools. While the assembly process needed high accuracy and much time to do. Therefore, tools are needed by operators to carry out the assembly process. So using tools can reduce the process time and the company does not need to subcontracts. To solve that problem, a tool was designed use Verein Deutsche Ingenieuer 2222 method (VDI 2222). The result of the design was a pallet assembly aid with alluminium alloy as the base material. The design implementation process which requires a cost of Rp. 6.013.055,26 will be reach the breakeven point when 7.618 units produced. If the design is implemented, the company does not need to subcontract, because with this tool it can save the assembly time by 61,66% from the initial time.

Keyword: Verein Deutsche Ingenieuer 2222 (VDI 2222), productivity, design tools, Assembly four way entry pallet.

ABSTRAK

Penelitian dilakukan di UD X, perusahaan ini membuat salah satu jenis palet jenis *four way entry pallet* (palet lokal). Rata-rata pesanan dalam sebulan adalah 2000 unit, penyelesaian pesanan ini dilakukan dengan cara 60% dilakukan perusahaan sedangkan 40% subkontrak. Dalam proses perakitan palet, penggabungan komponen satu dengan yang lain dilakukan secara manual oleh operator tanpa menggunakan alat bantu. Padahal proses perakitan tersebut membutuhkan tingkat ketelitian yang tinggi dan membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu, alat bantu diperlukan oleh operator dalam melakukan proses perakitan. Sehingga waktu yang diperlukan lebih sedikit dan perusahaan tidak perlu melakukan subkontrak. Untuk memecahkan masalah tersebut maka dilakukan perancangan alat bantu menggunakan metode Verein Deutsche Ingenieuer 2222 (VDI 2222). Hasil dari perancangan tersebut berupa alat bantu perakitan palet dengan bahan dasar *alluminium alloy*. Proses implementasi rancangan yang membutuhkan biaya sebesar Rp 6.013.055,26 akan mencapai titik impas ketika diproduksi 7.618 unit. Jika desain rancangan ini diimplementasikan, perusahaan tidak perlu melakukan subkontrak, karena dengan adanya alat bantu ini dapat menghemat waktu perakitan sebesar 61,66% dari waktu awal.

Keyword: Verein Deutsche Ingenieuer 2222 (VDI 2222), perancangan alat bantu, produktivitas, perakitan, *four way entry pallet*.

1. Pendahuluan

Tingginya perkembangan industri mesin dan perlengkapan di Indonesia dapat dilihat dari meningkatnya kontribusi sebesar 6,35% dari keseluruhan pendapatan nasional [4]. Hal ini terjadi karena dukungan dari lingkungan yang kompetitif. Perusahaan dituntut untuk memenangkan persaingan dengan menghasilkan produk yang berkualitas tinggi dan harga bersaing. Oleh karena itu perusahaan perlu meningkatkan daya saing perusahaan. Pihak manajemen perusahaan dapat melakukan pengaturan ketersediaan bahan baku, merekrut sumber daya manusia yang kopten, menggunakan teknologi untuk meningkatkan mutu, efisiensi dan produktivitas produksi.

Salah satu perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur sedang berkembang saat ini adalah UD X. Perusahaan tersebut memproduksi peti dan palet yang berbahan dasar kayu. Palet merupakan media berbetuk meja yang terbuat dari kayu yang berfungsi sebagai alat bantu agar *forklift* dapat dengan mudah mengangkut barang. Palet kayu biasanya digunakan oleh perusahaan transportasi dan logistik untuk membawa komoditi. Jenis palet yang diproduksi oleh perusahaan antara lain *four way entry pallet*, *two way entry pallet*, *two way entry pallet double deck* dan *two way entry pallet semi double deck*. Dari tahun 2014 hingga saat ini pesanan yang paling banyak adalah jenis palet lokal (*four way entry pallet*). Rata-rata pesanan yang datang setiap bulan adalah 2000 produk. Biasanya perusahaan akan melakukan sub-kontrak sekitar 40% dari jumlah pesanan. Sehingga target produksi dapat diselesaikan dengan cepat dan tepat waktu.

Permasalahan yang terjadi di perusahaan adalah tingginya waktu produksi sehingga perusahaan dirasa perlu meningkatkan produktivitas. Beberapa penelitian melakukan peningkatan produktivitas [1] mencoba meningkatkan produktivitas dengan peningkatan kualitas kerja, kepemimpinan dan kompensasi. [8] mencoba meningkatkan produktifitas melalui penerapan teknologi tepat guna. [6] mencoba meningkatkan produktivitas tenaga kerja dengan melihat *idle time*, *balance delay*, dan keseimbangan lintasan. Pada makalah ini peningkatan produktivitas dilakukan dengan melihat proses produksi dimana pihak manajemen menginginkan waktu kerja berkurang hingga 40%. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengidentivikasi aktifitas yang tergolong *waste* dan jika diperlukan membuat alat bantu untuk mempermudah dan mempercepat pekerjaan.

2. Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan untuk merancang alat bantu adalah metode *Verein Deutsche Inginieuer 2222* (VDI 2222). Metode ini adalah metode perancangan yang sistematis terhadap desain dengan pendekatan faktor kondisi real dari sebuah proses [3]. Metode ini sudah banyak digunakan untuk merancang seperti *welding fixture* untuk sambungan cerobong [2], Mesin Sandblasting [5], dan Combination Tool Air Vent Non – Cylinder [9]. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.

2.1 Tahap identifikasi dan perumusan masalah

Masalah yang ditemui pada UD X adalah masalah produktivitas produksi yang masih rendah. Sehingga untuk memenuhi order palet yang masuk, perusahaan masih melakukan subkontrak sebesar 40% dari jumlah order.

2.2 Tahap pengumpulan dan pengolahan data

Pengumpulan dan pengolahan data dilakukan melalui wawancara dan *brainstroming* dengan pihak terkait serta pengamatan di UD X. Secara jelas tahapan dalam penelitian menggunakan VDI 2222 adalah:

a. Analisis stasiun kerja

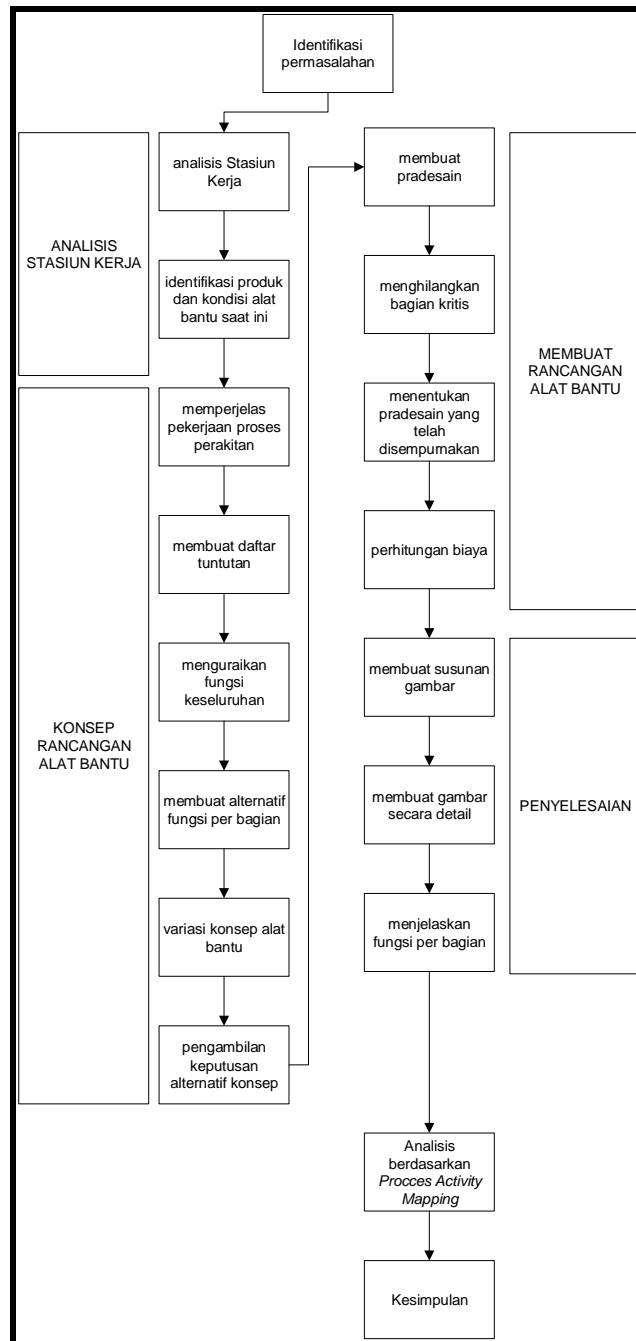
UD X memproduksi peti dan palet, untuk objek penelitian yang diamati adalah proses pembuatan palet lokal. Stasiun kerja yang diamati sebagai objek penelitian adalah stasiun kerja perakitan karena memakan waktu paling banyak. Pada stasiun kerja tersebut akan diidentifikasi produk, kondisi alat bantu saat ini.

b. Konsep perancangan alat bantu

Pada tahap ini, akan diperjelas pekerjaan proses perakitan, membuat daftar tuntutan, menguraikan fungsi keseluruhan, membuat alternatif fungsi per bagian, variasi konsep alat bantu, menilai alternatif konsep berdasarkan aspek teknis, dan terakhir pengambilan keputusan alternatif konsep.

c. Pembuatan rancangan alat bantu

Pembuatan rancangan berdasarkan VDI 2222 merupakan tahapan pengembangan wujud produk yang didapat dari hasil pembuatan konsep dengan tahapan membuat pradesain, menghilangkan bagian kritis, menentukan pradesain yang telah disempurnakan, dan terakhir perhitungan biaya.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

d. Penyelesaian

Tahapan ini merupakan akhir dari pembuatan rancangan terdiri dari membuat susunan gambar, membuat gambar secara detail dan menjelaskan fungsi per bagian.

2.3 Tahap analisis

Tahap analisis dilakukan dengan membandingkan waktu sebelum dan sesudah menggunakan alat bantu berdasarkan *Procces Activity Mapping*.

3. Hasil dan Analisis

Alat bantu yang akan diteliti berupa alat bantu pada proses perakitan palet. Selama ini order yang datang rata-rata untuk palet lokal sebesar 2000 buah dikerjakan selama satu bulan. Masalah yang terjadi pada perusahaan terkait dengan proses produksi yaitu pada saat melakukan proses perakitan membutuhkan banyak waktu karena operator melakukannya dengan cara merakit antar bagian satupersatu dan tingkat presesi pada produk kurang baik. Oleh karena itu, perusahaan perlu melakukan perancangan alat bantu untuk proses perakitan. Karena keterbatasan waktu pegerjaan, perusahaan biasanya melakukan sub kontrak. Tindakan sub kontrak ini dapat mengurangi keuntungan perusahaan. Diharapkan dengan adanya penelitian ini dapat membantu operator sehingga waktu yang digunakan dalam satu kali proses lebih singkat.

Analisis stasiun kerja dimulai dari identifikasi produk dan dilanjutkan dengan identifikasi alat bantu proses perakitan. Palet adalah sebuah media berbentuk meja yang terbuat dari kayu untuk dapat memudahkan *forklift* dalam proses pengangkatan barang produksi pada suatu pabrik. Produk yang diproduksi oleh UD X adalah palet kayu yang berjenis *four way entry pallet* (palet lokal) dan *two way entry pallet semi double deck* (palet ekspor). Perbedaan pada palet lokal dan palet ekspor adalah dari bagian atas pada palet lokal tidak ada rongga sedangkan pada palet ekspor terdapat rongga dari setiap papannya. Untuk penelitian ini objek penelitian hanya alat bantu yang digunakan untuk pembuatan palet lokal. Kondisi alat bantu yang digunakan untuk proses perakitan produk palet lokal adalah pistol paku tembak dan palu. Tidak ada alat bantu khusus yang digunakan dalam proses perakitan. Dalam perancangan yang akan dilakukan ini, diharapkan alat bantu yang dirancang dapat membantu perusahaan untuk mempercepat waktu produksi dan meningkatkan produktivitas.

Konsep merancang alat bantu dimulai dengan memperjelas proses perakitan palet kayu. Dalam proses perakitan palet terdapat beberapa proses yang dapat dilakukan dengan alat bantu proses perakitan palet antara lain perakitan antara kaki dengan papan penopang dan perakitan kaki pemopang dengan papan atas. Setelah memperjelas proses perakitan, kemudian membuat daftar tuntutan rancangan alat bantu. Daftar tuntutan ini berguna untuk dasar agar fungsi tercapai dan tidak berlebihan. Tabel 1 merupakan daftar tuntutan pada penelitian ini. Setelah itu melakukan penguraian fungsi secara keseluruhan pada proses perakitan palet yang dapat dilihat pada Tabel 2. Dalam perancangan sistem kerja perlu dilihat berapa waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan satu produk. *Process Activity Mapping* (PAM) digunakan untuk mengetahui segala aktivitas-aktivitas yang berlangsung serta waktu yang dibutuhkan selama proses produksi. *Tool* ini bertujuan untuk menghilangkan aktivitas yang tidak diperlukan, agar proses lebih efisien dan mencari perbaikan sehingga dapat mengurangi pemborosan [7]. Pada penelitian ini PAM digunakan untuk memetakan aktivitas di stasiun kerja perakitan palet berdasarkan pengamatan dan *brainstorming*. Untuk identifikasi, aktivitas digolongkan menjadi 5 yaitu operasi, transportasi, inspeksi, penyimpanan, dan *delay*. Total waktu yang dibutuhkan untuk merakit satu buah pallet adalah 7,78 menit. Ringkasan aktivitas produksi dapat dilihat pada Tabel 3. Kemudian dilakukan alternatif fungsi bagian yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 1. Daftar Tuntutan Proses Perakitan Palet

No	Daftar Tuntutan	Alasan
1	Kepresisian pada saat penyusunan perakitan	Produk yang dihasilkan presisi dan tidak menyebabkan susunan papan miring atau berbelok.
2	Kecepatan Proses Perakitan	Alat bantu dapat mengurangi waktu penyelesaian setiap produk hingga 40% dan perusahaan tidak harus melakukan sub kontrak.

Tabel 2. Uraian Fungsi Proses Perakitan Palet

Pekerjaan	Komponen yang digunakan	Uraian Fungsi Proses

Operator melakukan proses perakitan/ assembly	Pistol paku tembak dan palu	Pada saat melakukan proses perakitan, operator menggunakan pistol paku tembak yang berfungsi untuk menyatukan antar komponen. Sedangkan palu digunakan apabila ada salah satu atau lebih paku yang keluar dari palet. Pada saat melakukan proses perakitan operator menyusun komponen secara manual dan satu persatu.
---	-----------------------------	---

Tabel 3. Rekap Aktivitas Proses Perakitan Palet

	Operasi	Transportasi	Inspeksi	Penyimpanan	Delay
Jumlah aktivitas	42	4	2	-	-
Waktu	2,83554	3,94644	1	0	0
Prosentase	36,44%	50,71%	12,85%		

Tabel 4. Uraian Fungsi Bagian Alat yang Digunakan dalam Proses Perakitan Palet

No	Gambar sebelum Rancangan	Uraian Fungsi Bagian Alat
1.		Pistol berfungsi sebagai alat untuk memaku dengan menggunakan tenaga angin yang berasal dari kompresor. Biasa digunakan untuk pengerjaan perakitan palet dan dapat mempercepat proses tembakan paku secara langsung menembus kayu.
2.		Paku berfungsi untuk menyambungkan palet antara komponen satu dengan yang lainnya. Yang dimana paku ini akan dimasukkan ke dalam pistol yang didorong dengan angina yang berasal dari kompresor.
3.		Palu berfungsi untuk mengeluarkan paku yang menancap terlalu dalam pada palet kayu. Yang dimana palu tersebut digunakan untuk merapihkan paku-paku yang menancap tidak rapih pada produk.

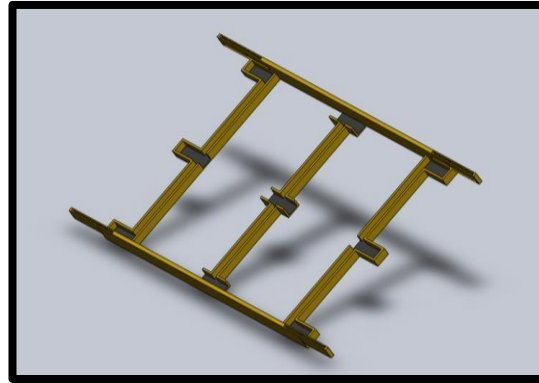
Penilaian alternatif konsep berdasarkan aspek teknis dan biaya dilakukan hingga terpilih bahan baku dari alluminium alloy, besi dan baja. Variasi konsep dapat dilakukan dengan menggunakan metode *morphological chart*. Metode ini merupakan metode yang mengkombinasikan pemilihan komponen-komponen perancangan berdasarkan komponen produk yang akan dibuat sehingga menghasilkan konsep terpilih. Proses penentuan dapat dilihat pada Tabel 5. Proses ini menghasilkan 9 alternatif variasi konsep alat bantu proses perakitan palet. Berdasarkan alternatif konsep rancangan yang telah dibuat, maka dapat diambil keputusan bahwa akan dibuat rancangan alat bantu perakitan palet dengan beberapa komponen yang akan dibuat. Rancangan dibuat dengan berbahan *alluminium alloy* dengan kapasitas 1 produk palet. Komponen-komponen penyusun rancang meliputi, jig untuk menyusun komponen palet palet lokal, pengunci kanan dan kiri untuk palet lokal, tempat penyimpanan komponen kaki.

Tabel 5. Variasi Konsep Alat Bantu Proses Perakitan Palet

No	Karakteristik	Cara Mecapai Fungsi		
		1	2	3
1.	Kapasitas	1 Pallet	2 Pallet	3 Pallet
2.	Bahan	Alluminium alloy	besi	Baja

Pembuatan pradesain untuk menentukan bentuk rancangan berdasarkan konsep yang telah ditentukan sebelumnya dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan pradesain pada Gambar 2, rancangan dalam proses perakitan masih menggunakan baut dan mur. Proses penggabungan menggunakan baut dan mur memiliki kelebihan bahwa komponen dapat dibongkar dan dipasang kembali. Namun, kekurangan yang dimiliki yaitu ketika digunakan dalam jangka waktu yang lama, maka kemungkinan sambungan tersebut

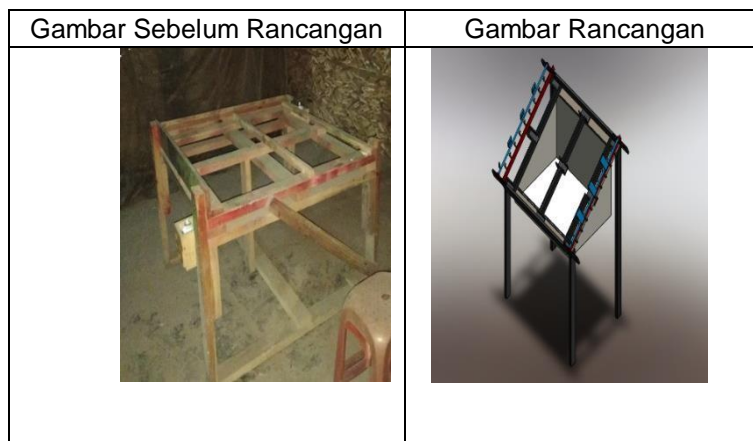
akan longgar dan dapat mempengaruhi hasil dari proses penandaan yang dilakukan. Baut dan mur dapat diganti dengan proses pengelasan. Bagian kritis ini dapat digantikan dengan proses pengelasan karena lebih rigid dalam penggabungan setiap komponen dan dapat digunakan dalam jangka waktu yang lama.



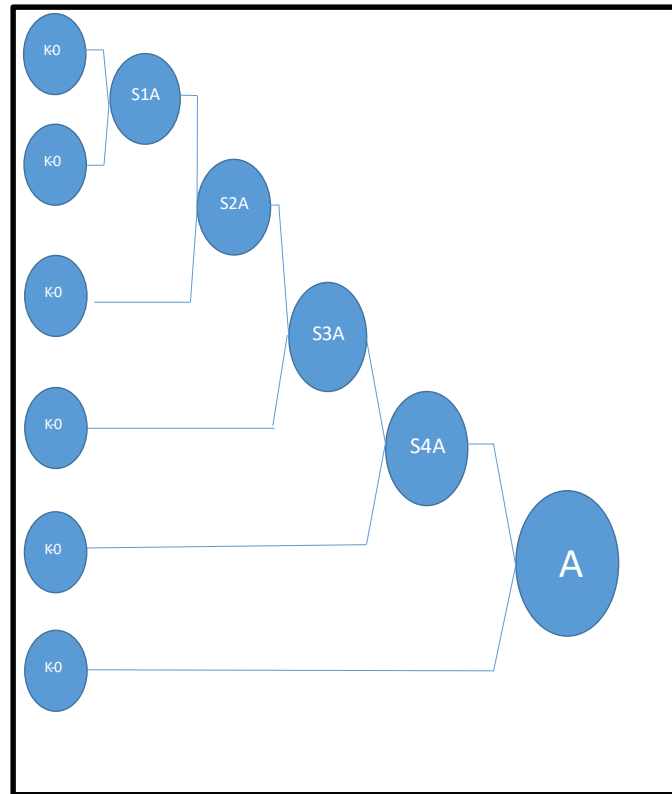
Gambar 2. Pradesain Alat Bantu Perakitan Palet

Pradesain rancangan alat bantu perakitan palet kayu yang telah di sempurnakan terdiri dari beberapa komponen cetakan, penahan papan bagian atas bagian kanan, penahan papan atas bagian kiri, Penahan papan bawah bagian kanan, Penahan papan bawah bagian kiri, Pengunci sisi kanan dan kiri, Box penyimpanan, Kaki Bawah, Kaki Atas, dan Alat Bantu Perakitan Palet. Stasiun kerja sebelum dilakukan perancangan memiliki kondisi yang tidak fleksibel. Pada kondisi tersebut operator tidak dapat melakukan semua jenis proses perkaitan, seperti perakitan kaki dengan papan penopan dan proses perakitan antara kaki yang sudah dibuat dengan papan atas untuk palet jenis local. Pada kondisi sebelumnya operator melakukan proses perakitan tidak dengan posisi berdiri melainkan operator mengerjakan perakitan di lantai. Berbeda halnya dengan stasiun kerja yang telah dilakukan perancangan kondisi stasiun kerja lebih fleksibel.. Perbedaan alat bantu dapat dilihat pada Gambar 3. Kemudian dilakukan perhitungan biaya pembuatan rancangan alat bantu pembuatan palet yang terdiri dari biaya material dan pabrikasi. Biaya material terdiri dari Biaya jig, penahan papan atas, penahan bawah, pengunci, box penyimpanan, kaki bawah, kaki atas dan komponen pembantu dengan total biaya Rp 4.885.026,48. Biaya pabrikasi terdiri dari biaya permesinan, biaya pengelasan dan biaya operator dengan total biaya Rp 1.128.028,78. Sehingga total biaya yang dikeluarkan untuk membuat alat bantu adalah Rp 6.013.055,26.

Alur perakitan komponen rancangan alat bantu perakitan palet dapat dilihat pada Gambar 4. Hasil rancangan alat bantu pembuatan palet merupakan penggabungan dari beberapa komponen yaitu, Jig, pengunci kanan kiri dan tempat penyimpanan. Daftar komponen dan fungsi komponen alat bantu perkitan palet kayu dapat dilihat pada Tabel 6.

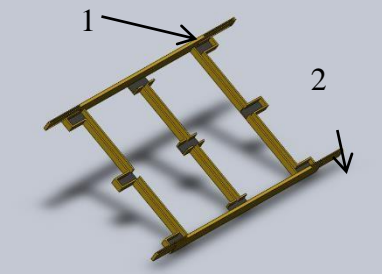


Gambar 3. Perbandingan kondisi sebelum dan sesudah menggunakan alat

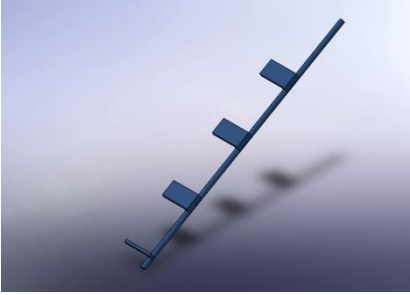
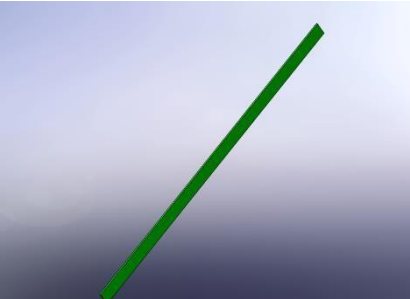
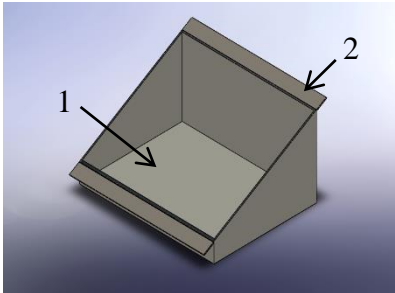


Gambar 4. Peta perakitan alat bantu

Tabel 6. Keterangan Daftar dan Fungsi Komponen Alat Bantu Perakitan Palet

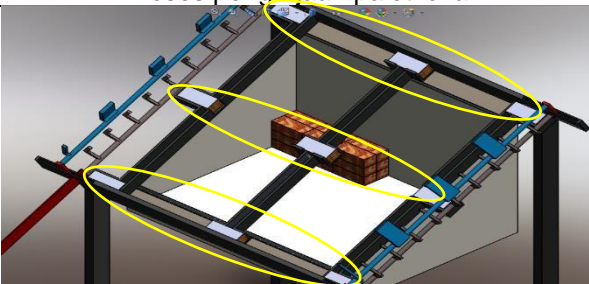
Gambar Komponen	Fungsi-Fungsi Setiap Bagian
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi yang ditunjukkan pada nomer satu adalah untuk menyimpan komponen kaki untuk palet yang berjenis lokal. 2. Digunakan untuk menyimpan kedudukan pengunci bagian atas dan bawah.
	<p>Menunjukkan ukuran untuk setiap papan atas agar mudah diletakan dan tidak bergeser.</p>

Tabel 6. Keterangan Daftar dan Fungsi Komponen Alat Bantu Perakitan Palet (Lanjutan)

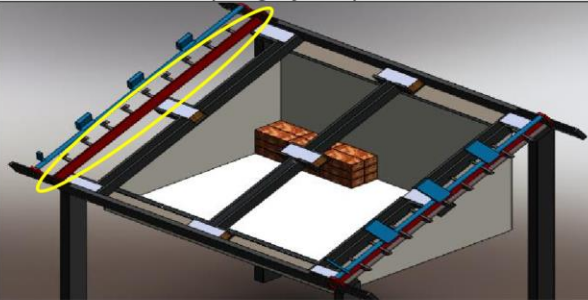
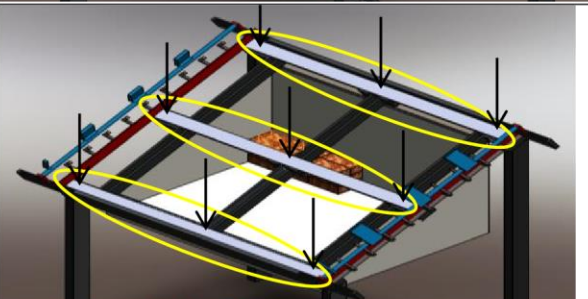
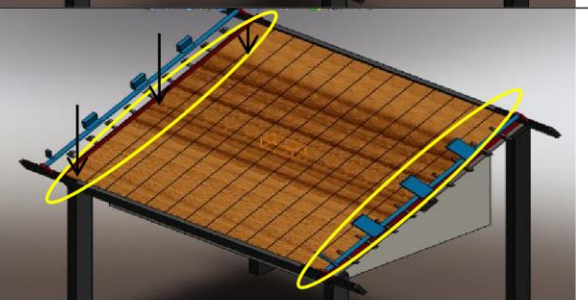
Gambar Komponen	Fungsi-Fungsi Setiap Bagian
	<p>Menunjukkan ukuran untuk setiap papan bawah agar mudah diletakan dan tidak bergeser.</p>
	<p>Fungsi pada alat ini adalah sebagai penahan ketika menyusun papan atas agar tidak bergerak dan digunakan untuk palet berjenis lokal.</p>
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fungsi yang ditunjukkan pada nomer satu adalah tempat penyimpanan komponen kaki agar dapat mempermudah operator untuk menjangkau. 2. Fungsi yang ditunjukkan pada nomer dua adalah sebagai penahan agar dapat digabungkan dengan bagian bawah pada cetakan.

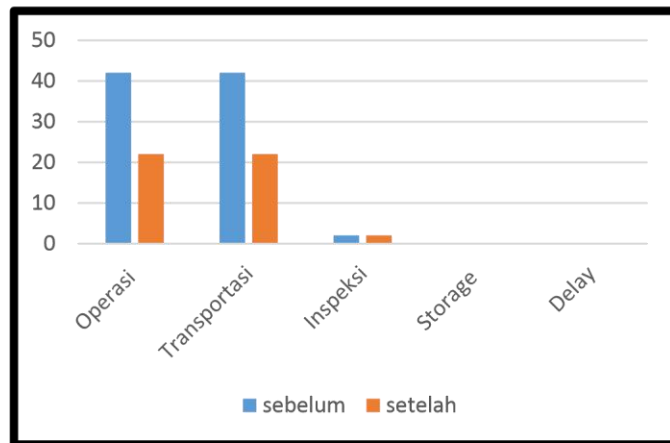
Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis jumlah aktivitas dan waktu. Perusahaan menginginkan 40% waktu penyelesaian dapat berkurang sehingga perusahaan tidak perlu subkontrak untuk pesanan palet lokal. Sebelum menggunakan alat, terdapat 42 operasi, 42 transportasi dan 2 inspeksi. Tidak terdapat storage dan inspeksi. Pengurangan aktivitas sangat terlihat setelah menggunakan alat bantu perakitan palet, hanya 22 aktivitas untuk operasi dan transportasi. Tata cara penggunaan alat bantu perakitan palet dapat dilihat pada Tabel 7. Waktu pengerjaanpun berkurang hingga 61,66%. Waktu awal perakitan palet adalah 7,78 menit sedangkan waktu perakitan setelah menggunakan alat bantu sebesar 4,79 menit. Perbedaan jumlah aktivitas dan waktu perakitan dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Tabel 7. Tata Cara Penggunaan Alat

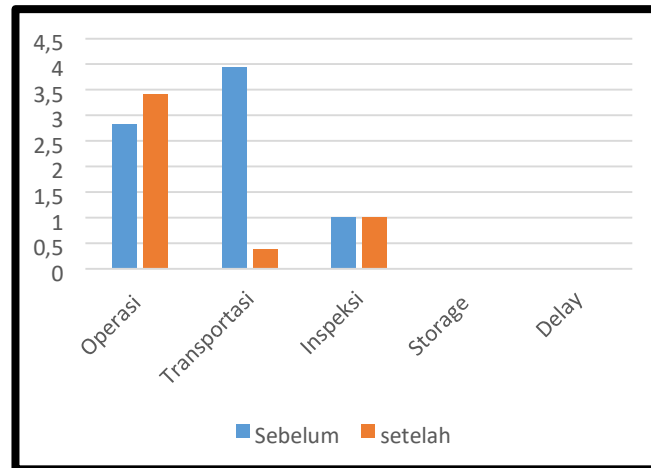
No.	Proses pengerjaan palet lokal	Penjelasan
1.		<p>Langkah pertama yaitu operator menyusun komponen kaki sebanyak 9 buah untuk masing-masing posisi. 3 buah diposisi atas, 3 buah diposisi tengah dan 3 buah diposisi bawah.</p>

Tabel 7. Tata Cara Penggunaan Alat (Lanjutan)

No.	Proses pengerjaan palet lokal	Penjelasan
2.		<p>Setelah menyusun komponen kaki tersebut operator menggerakkan penahan dari sisi kanan dan kiri agar pada produk tidak bergeser.</p>
3.		<p>Setelah melakukan kedua porses sebelumnya operator mengambil komponen papan penopang satu persatu untuk disusun pada bagian atas, tengah dan bawah. Setelah disusun operator memaku komponen kaki dan papan penopang agar menjadi satu komponen yaitu komponen kaki.</p>
4.		<p>Pada proses terakhir operator mengambil komponen papan atas sebanyak 13 buah dan menyusunnya satu-persatu. Setelah menyusun papan atas operator dapat memaku satu-persatu untuk digabungkan dengan komponen kaki.</p>



Gambar 6. Grafik Perbedaan Jumlah Aktivitas Perakitan Palet



Gambar 7. Grafik Perbedaan Waktu Perakitan Palet

Kapasitas produksi saat ini adalah 9600 menit, jika terdapat pesanan sebanyak 2000 palet, dibutuhkan waktu sebesar 15.562 menit. Oleh sebab itu, perusahaan sering melakukan subkontrak ke perusahaan lain, yang berakibat berkurangnya keuntungan perusahaan. Dengan adanya alat bantu ini, maka perusahaan tidak perlu melakukan subkontrak karena kapasitas waktu yang dibutuhkan untuk merakit palet hanya 9.580 menit. Berhubungan dengan pembuatan alat tersebut maka diperlukan perhitungan Break even point (BEP). Setelah dilakukan perhitungan, investasi alat bantu ini akan mencapai titik impas pada pembuatan produk ke 7.618 atau order bulan ke 3 jika diasumsikan setiap bulan order palet konstan 2.000 palet.

4. Kesimpulan

UD X adalah perusahaan yang memproduksi salah satu jenis palet jenis *four way entry pallet* (palet lokal). Perusahaan menginginkan peningkatan produktivitas, sehingga dapat memenuhi permintaan konsumen. Oleh karena itu dibutuhkan alat bantu perakitan palet. Setelah dilakukan perancangan alat bantu palet menggunakan metode VDI didapat alat bantu dengan komponen Jig, pengunci kanan kiri dan tempat penyimpanan. Tempat penyimpanan didesain agar dapat mengurangi aktivitas sehingga dapat mengurangi waktu kerja. Sebelum menggunakan alat bantu waktu yang dibutuhkan untuk membuat 1 buah palet lokal adalah 7,81 menit setelah menggunakan alat bantu waktu perakitan menjadi 4,79 menit. Penurunan waktu ini membuat perusahaan tidak perlu melakukan sub kontrak dalam memenuhi permintaan konsumen. Akan tetapi perusahaan perlu melakukan investasi awal sebesar Rp 6.013.055,26 yang akan mencapai titik impas pada produksi 7618 unit. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan rancangan alat perakitan palet dengan memperhatikan aspek ergonomi.

5. Daftar Pustaka

- [1] A. Chandra dan W. Prasetya, "Peningkatan Produktivitas Melalui Peningkatan Kualitas Kerja, Kepemimpinan, dan Kompensasi Pada PT. KMK GLOBAL SPORTS", E-Journal WIDYA Ekonomika, Vol. 1 No. 1, Agustus 2015.
- [2] A. I. Komara dan Saepudin, "Aplikasi Metoda VDI 2222 Pada Proses Perancangan *Welding Fixture* untuk Sambungan Cerobong dengan Teknologi CAD/CAE", Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cylinder, Vol. 1 No. 2, Oktober 2014, pp. 1-8.
- [3] G. Pahl, dan W. Beitz, VDI Guideline 2222, *Systematic approach to the development and design of technical system and products*. Verein Deutscher Ingenieure. Berlin : Beuth Verlag, 2010.
- [4] Kemenperin Bidik Industri Tumbuh 5,6 Persen Tahun 2018 <http://www.kemenperin.go.id/artikel/18558/Kemenperin-Bidik-Industri-Tumbuh-5,6-PersenTahun-2018>.

- [5] L. A. Aziz, Rispianda, dan H. Prassetyo, "Usulan Rancangan Mesin *Sandblasting* Untuk Produk Pipa *Bushing Arm* Honda CRV", Jurusan Teknik Industri Itenas Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol.4 No.01, Januari 2016.
- [6] L. I. G. Sari, K. H. Dewi dan M. Zuki, "Peningkatan Produktifitas Tenaga Kerja Pada Industri Rumah Tangga Kue Pia "XYZ"", Jurnal Agroindustri, Vol. 3 No. 1, Mei 2013, pp. 31-44.
- [7] M. Kholil, R. Mulya, "Minimasi Waste Dan Usulan Peningkatan Efisiensi Proses Produksi Mcb (Mini Circuit Breaker) dengan Pendekatan Sistem *Lean Manufacturing* (Di PT Schneider *Electric* Indonesia)", Jurnal PASTI, Vol. 8 No. 1.
- [8] N. Rahmiyati dan M. A. Rahim "Peningkatan Produktivitas dan Kualitas Produk Melalui Penerapan Teknologi Tepat Guna Pada Usaha Pengembangekonomi Lokal Di Kota Mojokerto Propinsi Jawa Timur", Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Nopember, Vol. 01 No. 02, 2015, pp. 171-182.
- [9] R. I. Media, R. Adhiharto, E. Patriatna dan U. Primayangputri, Studi Perancangan *Combination Tool Air Vent Non-Cylinder* Dengan Metode VDI 2222, Jurnal Teknik Mesin (JTM), Vol. 06 No. 4, Oktober 2017.