

## PERHITUNGAN WAKTU BAKU DENGAN BERBAGAI VARIASI PRODUK DI PT X

Eni Susanti<sup>1</sup>, Herri Christian Palit, S.T., M.T. <sup>2</sup>, Debora Anne Yang Aysia, S.T., M.Sc<sup>3</sup>

**Abstract:** PT X is karoseri companies that produce box of trucks in general and particular design (Customized design). There are many delays in the fulfillment of customer order. This is caused by a high variety type and size of the vehicles and the company didn't know time period that is needed to make a product with certain specifications. The purpose of this research is to find the time that is needed to make single product with a specific car size and type (especially for a new type that hasn't been requested before). Aluminium box type can be classified in 11 different type of cars. Based on 11 types of car there are 6 work process which contain of 342 work process elements. The data collection is performed using a stopwatch time study. As a result, the working element can be divided into 2 kind of time calculation. They are work element which is based on the quantity of the product component and work element which is based on the dimension of the product component.

**Keywords:** Time, Customized Design, Work Element

### Pendahuluan

PT X adalah perusahaan karoseri yang berlokasi di Jalan Mastrip Karang Pilang no 70. PT X menerima pembuatan *box* truk secara umum maupun khusus (*customize design*). Perusahaan menghasilkan enam jenis produk, antara lain *box* truk aluminium, *box* truk kayu, *box* truk besi, *box* truk komposit, *dump truck box*, dan *wing box truck*. Seluruh jenis *box* truk tersebut dapat digolongkan menjadi 11 jenis kendaraan berukuran *standart*. Jenis permintaan pembuatan *box* bervariasi, karena konsumen juga dapat memilih jenis serta spesifikasi produk yang diinginkan (*customized design*). *Customized design* disini artinya konsumen dapat membuat ukuran *box truck* yang berbeda dari ukuran standard, dimana konsumen dapat memberikan spesifikasi dan gambar teknik rancangannya. Sebagai contoh adalah permintaan jenis mobil 6 roda dengan panjang 4500 mm, lebar 2100 mm, tinggi 2150 mm, dan jumlah *sub nya* 13. Ukuran *standart* untuk jenis mobil 6 roda yaitu untuk panjang, lebar, tinggi, dan jumlah *sub* secara berturut turut 4250 mm, 2000mm, 1850mm, dan jumlah *sub* 11. Spesifikasi panjang, lebar, dan tinggi tersebut mengakibatkan waktu yang dibutuhkan untuk membuat produk tersebut berbeda juga. Selain itu konsumen dapat menambahkan aksesoris lampu pada dalam truk sesuai dengan jumlah yang di inginkan.

Cara ini cukup efisien karena waktu yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran relatif singkat dan biayanya murah. Metode pengukuran secara tidak langsung merupakan pengukuran waktu yang didasarkan pada data-data sekunder. Data-data tersebut bisa berasal dari pengukuran sebelumnya, penelitian para ahli, referensi, maupun tabel-tabel yang telah tersedia sebelumnya.

### Metodologi Penelitian

Perhitungan waktu baku untuk membuat *box* truk dilakukan dengan menggunakan metode *stopwatch time study*.

#### Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti (*Stop Watch Time Study*)

Menurut Wignjosubroto [1] Pengukuran waktu kerja dengan jam henti merupakan metode yang baik untuk diaplikasikan / dipakai pada pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung singkat dan secara berulang-ulang. Pengukuran kerja dengan jam henti secara teknis pengamat menggunakan stop-watch pada salah satu operator yang memiliki kemampuan rata-rata dalam bekerja. Tiga metode yang umum digunakan untuk mengukur elemen-elemen kerja dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*) yaitu :

1. *Continuous Timing* : Pengukuran waktu yang dilakukan secara terus menerus, dimana *stopwatch* tidak dihentikan mulai dari pelaksanaan elemen kerja pertama hingga elemen kerja yang terakhir.
2. *Repetitive Timing* : Pengukuran waktu dilakukan secara berulang-ulang, dimana *stopwatch* akan

<sup>1,2,3</sup> Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri, Universitas Kristen Petra. Jl. Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236. Email: enisusanti1094@icloud.com, herry@peter.petra.ac.id, debbie@peter.petra.ac.id

selalu dikembalikan ke posisi nol pada setiap akhir dari elemen kerja diukur.

3. Accumulative Timing : Pengukuran waktu kerja secara penjumlahan, dimana digunakan dua atau lebih stopwatch yang digunakan secara bergantian untuk mengukur waktu kerja setiap elemen.

### Elemen – Elemen Pengukuran Kerja dengan Jam Henti

Pengukuran dengan menggunakan jam henti memiliki beberapa elemen diantaranya seperti waktu siklus, waktu normal, dan sebagainya. Elemen-elemen pengukuran kerja jam henti ini digunakan sebagai dasar dalam melakukan pengukuran. Pengujian terdiri dari uji kenormalan, keseragaman, uji kecukupan data, waktu siklus, *performance rating*, waktu normal, *allowance*, dan waktu baku. Proses pembuatan *customized design* produk untuk pengukuran panjang membutuhkan pembangunan model dengan menggunakan regresi.

### Model Regresi

Bila terdapat suatu data yang terdiri atas dua atau lebih variabel, adalah sewajarnya mempelajari bagaimana cara variabel-variabel tersebut saling berhubungan dan saling mempengaruhi satu sama lainnya. Hubungan yang didapat pada umumnya dinyatakan dalam bentuk persamaan matematik yang menyatakan hubungan fungsional antara variabel-variabel. Studi yang menyangkut masalah ini dikenal dengan analisis regresi. Regresi adalah sebuah alat statistik yang memberikan penjelasan tentang pola hubungan (model) antara dua variabel atau lebih. Analisis regresi dikenal dengan dua jenis variabel yaitu :

1. Variabel respon : disebut juga sebagai variabel dependen, variabel yang keberadaannya dipengaruhi oleh variabel lainnya dan dinotasikan dengan variabel.
2. Variabel prediktor : disebut juga dengan variabel independen yaitu variabel yang bebas (tidak dipengaruhi oleh variabel lainnya).

Model regresi akan dapat digunakan untuk prediksi jika memenuhi lima asumsi utama dalam pemodelan regresi. Lima asumsi utama dalam pemodelan regresi adalah :

- Normalitas, yakni nilai Y (Variabel Dependen) seharusnya berdistribusikan secara normal terhadap nilai X (Variabel Independen).
- Linearitas, yakni adanya hubungan yang bersifat linear antara variabel dependen dengan sekelompok variabel independen.
- Homoskedasitas, yakni variasi di sekitar garis regresi seharusnya konstan untuk setiap nilai X.

- Multikolinieritas, yakni antara variabel X (Independen) tidak boleh saling berkorelasi secara kuat dan signifikan.

- Autokorelasi, yakni terjadinya gangguan terhadap data yang bersifat time series (data berdasarkan waktu). Model regresi seharusnya berasal dari autokorelasi, sehingga kesalahan diprediksi (selisih data asli dengan data hasil regresi) bersifat bebas untuk tiap nilai X. Regresi linear terdiri dari dua bentuk, yaitu analisis regresi sederhana, dan analisis regresi berganda. Analisis regresi sederhana merupakan hubungan antara dua variabel yaitu variabel bebas (variable independen) dan variabel tak bebas (variabel dependen). Analisis regresi berganda merupakan hubungan antara 3 variabel atau lebih, yaitu sekurang-kurangnya dua variabel bebas dengan satu variabel tak bebas. Tujuan utama regresi adalah untuk membuat perkiraan nilai suatu variabel (variabel dependen) jika nilai variabel yang lain yang berhubungan dengannya (variabel lainnya) sudah ditentukan. Regresi linier sederhana digunakan untuk mendapatkan hubungan matematis dalam bentuk suatu persamaan antara variabel tak bebas tunggal dengan variabel bebas tunggal. Regresi linier sederhana hanya memiliki satu peubah yang dihubungkan dengan satu peubah tidak bebas.

## Hasil dan Pembahasan

### Jenis Produk

PT X memiliki berbagai jenis produk box yang dibuat. Produk box yang dihasilkan oleh pabrik PT X antara lain box truk aluminium, box truk kayu, box truk besi, box truk composit, dump truck box, dan wing box truck, dan box truk pendingin. Box truk besi, dan box truk kayu dikerjakan secara borongan dengan bantuan perusahaan lain. PT X tidak memproduksi box truk pendingin, tetapi dibeli dari perusahaan lain. PT X hanya melakukan proses pemasangan dan finishing pada box pendingin tersebut. Produk yang dikerjakan secara keseluruhan oleh PT X adalah box truk aluminium, dimana terdapat 21 jenis yang dapat dikelompokkan menjadi 11 jenis berdasarkan proses pembuatan dan jenis mobil dari produk. Penggolongan mobil berdasarkan jenis dan proses yang sama dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Penggolongan Mobil Berdasarkan Proses Pembuatan dan Jenis Mobil yang Sama

1. Carry	5.	Granmax	7.	L300
Futura		APV		Bison
T.120 SS		Hilux		L300 HB
Futura HB		Triton	8.	4 Roda
T.120 SS HB	3.	Granmax HB	9.	6 Roda
Panther		Hilux HB	10.	4 Roda long
Panther HB	4.	Triton HB	11.	6 Roda long
6 Roda ragassa		6.	Hino/Fuso	

### Garis Besar Proses Perakitan Box Truk Aluminium

Proses pembuatan box truk aluminium pada umumnya memiliki kesamaan proses secara garis besar meskipun jenis mobil yang digunakan berbeda. Proses pembuatan box aluminium dapat digolongkan menjadi tiga jenis proses yaitu proses sub assembly, proses assembly, dan proses finishing. Berikut proses yang termasuk dalam proses sub assembly, assembly, dan finishing dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Proses yang Termasuk dalam *SubAssembly, Assembly, dan finishing.*

Proses <i>Sub Assembly</i>	Proses <i>Assembly</i>	Proses <i>Finishing</i>
Pembuatan lantai (LT)	Perakitan Box (RB)	Proses pengecatan(FN)
Pembuatan kusen (KS)	Perakitan Melamin dan Atap (ML)	Perakitan Lampu (FN)
Pembuatan dinding (DD)	Perakitan Pintu belakang dan pintu samping(P)	Proses Pengelapan dan Pemasangan Stiker (FN)
Pembuatan atap (ATP)	Pemasangan kawel dan perisai kolom (PK)	-
Pembuatan pintu belakang dan pintu samping (RP)	-	-

Proses pembuatan sub assembly merupakan proses yang berjalan secara paralel, sehingga proses pembuatan dinding samping tanpa pintu, kusen, dinding, atap, dan pintu dapat dilakukan secara bersamaan. Proses pembuatan sub assembly yang telah selesai seluruhnya nantinya akan dilanjutkan ke proses assembly secara berurutan. Proses tersebut dimulai dengan melakukan perakitan badan yang dimulai dari lantai yang telah selesai akan dipasang dinding depan kemudian di dinding samping kanan dan kiri kemudian memasang kusen. Pemasangan kusen dilanjutkan dengan pemasangan melamin pada bagian dalam mobil box truk dan pemasangan atap box truk tersebut. Pengaturan dan pemasangan pintu belakang dilakukan setelah pemasangan melamin dan atap. Pintu samping akan dipasang ketika terdapat tanda PS pada kartu produksi, yang artinya permintaan khusus dari konsumen dengan adanya tambahan pintu pada bagian samping box truk tersebut. Pengaturan dan pemasangan pintu samping dilakukan setelah pemasangan pintu belakang box, jika tidak terdapat pintu samping maka box akan dipasang ke badan truk. Pemasangan tersebut

disebut juga sebagai proses pengawelan pada mobil, pada mobil besar akan adanya tambahan proses pemasangan perisai kolom. Proses finishing dilakukan pada box truk yang telah terpasang pada mobil. Proses finishing dimulai dari proses pengecatan bagian-bagian tertentu, yang kemudian dilakukan pemasangan lampu box empat pada bagian sudut-sudut box dan beberapa pada bagian dalam box sesuai dengan permintaan khusus konsumen. Proses terakhir yang dilakukan pada proses finishing adalah pengelapan mobil dan box menggunakan kain majun dan tiner pada bagian dalam dan luar mobil kemudian melakukan pemasangan stiker adicitra pada box.

### Pengelompokkan Proses dalam Departemen

Proses pengerjaan pembuatan bagian truk dikerjakan dalam satu departemen, oleh karena itu perlunya untuk melakukan pengelompokkan proses dalam departemen. Pengelompokkan proses dalam departemen berfungsi untuk menambahkan waktu dalam departemen yang akan menjadi inputan dari PPIC dan digunakan sebagai penentuan allowance dan performance rating dari proses. Pengelompokkan proses dalam departemen dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Proses Pembuatan Dinding Samping Tanpa Pintu Dan Frekuensi untuk Tiap Jenis Mobil.

PEMBUATAN DINDING SAMPING TANPA PINTU Jenis Mobil				
No	Proses Pembuatan	Carry	Futura	Satuan
1	Merakit holo	9	8	Holo
2	Mengukur batas sesetan	4	4	Pengukuran
3	Menandai batas sesetan	2	2	Tanda
4	Menyeseti pinggiran holo	18	16	Sesetan
5	Memotong sisa bagian bawah dari penutup	2030	2030	Milimeter
6	Memotong ujung lis diagonal	1	1	Pemotongan
7	Mengelem lis	1	1	Pengeleman
8	Merakit	1	1	Perakitan

Pembuatan Dinding Samping Tanpa Pintu Jenis Mobil					
No	Proses Pembuatan	Grandmax	Panther	L300	Satuan
1	Merakit holo	8	9	9	Holo
2	Mengukur batas sesetan	4	4	4	Pengukuran
3	Menandai batas sesetan	2	2	2	Tanda
4	Menyeseti pinggiran holo	16	18	18	Sesetan
5	Memotong sisa bagian bawah dari penutup	2480	1880	2480	Milimeter
6	Memotong ujung lis diagonal	1	1	1	Pemotongan
7	Mengelem lis	1	1	1	Pengeleman
8	Merakit	1	1	1	Perakitan

Pembuatan Dinding Samping Tanpa Pintu Jenis Mobil					
No	Proses Pembuatan	4 roda	6 roda	4 roda long	Satuan
1	Merakit holo	10	11	10	Holo
2	Mengukur batas sesetan	4	4	4	Pengukuran
3	Menandai batas sesetan	2	2	2	Tanda
4	Menyeseti pinggiran holo	20	22	20	Sesetan
5	Memotong sisa bagian bawah dari penutup	2920	4130	3880	Milimeter
6	Memotong ujung lis diagonal	1	1	1	Pemotongan
7	Mengelem lis	1	1	1	Pengeleman
8	Merakit	1	1	1	Perakitan

Pembuatan Dinding Samping Tanpa Pintu Jenis Mobil					
No	Proses Pembuatan	6 roda long	ruk	6 ragass	Satuan
1	Merakit holo	12	11	11	Holo
2	Mengukur batas sesetan	4	4	4	Pengukuran
3	Menandai batas sesetan	2	2	2	Tanda
4	Menyeseti pinggiran holo	24	22	20	Sesetan
5	Memotong sisa bagian bawah dari penutup	4880	4230	3880	Milimeter
6	Memotong ujung lis diagonal	1	1	1	Pemotongan
7	Mengelem lis	1	1	1	Pengeleman
8	Merakit	1	1	1	Perakitan

### Pengambilan Data Waktu dan Pembagian Jenis Data Waktu

Pengambilan data yang dilakukan adalah pengambilan data waktu proses yang telah dibagi menjadi elemen kerja. Elemen-elemen kerja yang telah diambil sebelumnya diambil data waktunya. Pengambilan data juga dilakukan ketika departemen tersebut sudah menggunakan metode yang standar. Hasil dari pengambilan data diketahui bahwa data waktu elemen kerja dibagi menjadi dua yaitu elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi kuantitas komponen dan elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi dimensi. Elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi kuantitas komponen diukur dari frekuensi pengerjaan, data waktu elemen kerja ini didapatkan dengan cara mengambil data setiap kali pengerjaan prosesnya. Contoh elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi kuantitas komponen adalah proses pembuatan dinding samping tanpa pintu elemen kerja merakit holo.

**Tabel 4.** Data waktu proses pembuatan dinding samping tanpa pintu elemen kerja merakit holo

No	Waktu (Detik)	No	Waktu (Detik)
1	9.67	20	8.05
2	8.26	21	9.38
3	7.35	22	7.88
4	8.91	18	8.05
5	8.39	19	7.1
6	9.43	17	8.64
7	8.88	18	8.05
8	9.99	19	7.1
9	8.45	20	8.05
10	8.82	21	9.38
11	8.4	22	7.88
12	9.93	23	8.35
13	9.69	24	9.09
14	9.23	22	7.88
15	8.19	23	8.35
16	7.68	24	9.09
14	9.23	25	7.4
15	8.19	26	9.2
16	7.68	27	7.59
17	8.64	30	9.21
18	8.05	31	7.22
19	7.1	32	8.59

Elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi dimensi diukur berdasarkan besarnya panjang/lebar/tinggi, data waktu ini perlunya melakukan pembangunan model. Hal ini dikarenakan kita tidak dapat mengetahui jika panjang / lebar / tinggi proses bertambah maka berapa waktu yang dibutuhkan bertambah, oleh karena itu diperlukannya pembangunan model agar dapat mengetahuinya. Contoh data waktu berdasarkan dimensi adalah proses pembuatan dinding samping tanpa pintu, elemen kerja memotong sisa bagian bawah dari penutup (6 roda). Data waktu proses pembuatan dinding samping elemen kerja memotong sisa bagian bawah dari penutup (6 roda) Tabel 5.

**Tabel 5.** Data waktu proses pembuatan dinding samping tanpa pintu elemen kerja memotong sisa bagian bawah dari penutup (6 Roda).

Panjang yang dipotong (6 Roda)	Memotong bagian bawah dari penutup (6 Roda)
4380	54.43
4880	59.47
4130	50.69
4130	50.02
4130	51.18
4130	50.85
4130	50.93
4130	51.3
4380	53.64
4380	55.31
4880	60.63
4880	57.45
4380	53.91
4380	54.37
4130	50.49
4880	58.79
4130	50.77
4280	52.35
4280	54.1
4280	52.79
4280	51.98
4130	51.15
4130	50.54

### Pengolahan Data Waktu Elemen Kerja yang Waktunya Didasarkan pada Kuantitas Komponen

Pengolahan data, elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi dimensi terdiri dari beberapa tahapan. Tahapan-tahapan tersebut antara lain uji kenormalan, uji keseragaman data, uji kecukupan data, perhitungan waktu siklus, perhitungan waktu normal, dan perhitungan waktu baku. Contoh pembahasan seluruh tahapan-tahapan tersebut akan dibahas dengan menggunakan proses pembuatan dinding samping tanpa pintu, pada elemen kerja merakit holo. Pengujian kenormalan, keseragaman dan uji kecukupan data telah dilakukan, dan secara keseluruhan memenuhi IIDN.

### Perhitungan Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu rata-rata dari suatu elemen kerja yang dikerjakan yang sesuai dengan data waktu pengambilan. Contoh perhitungan waktu siklus proses pembuatan

dinding samping tanpa pintu, elemen kerja merakit holo:

$n = 32$  data

$$W_s = \frac{\sum x_i}{N} = \frac{9,67 + 8,26 + 7,35 + 8,91 + \dots + 8,39}{32} = 8,605625 \text{ detik.}$$

**Perhitungan Waktu Normal**

Waktu Normal adalah waktu yang diperlukan oleh seorang operator terlatih dan memiliki kemampuan rata-rata untuk melaksanakan suatu aktivitas dibawah kondisi dan tempo kerja normal. Perhitungan waktu normal dilakukan dengan data pengamatan yang dilakukan disertai dengan performance rating kerja dari suatu departemen. Perhitungan waktu normal membutuhkan data waktu siklus dari suatu proses dan performance rating dari departemen yang mengerjakannya.

$W_s = 8,605625$  detik.

$Performance\ rating = 1,05$ .

$W_n = W_s \times Performance\ rating$   
 $= 8,605625 \times 1,05 = 9,03590625$  detik.

**Perhitungan Waktu Baku**

Data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan waktu baku adalah data waktu normal yang telah di hitung sebelumnya dan allowance dari departemen yang mengerjakan pekerjaan tersebut.

$W_n = 9,03590625$  detik.

$Allowance = 0,115 = 11,5\%$

$W_B = W_n \times \frac{100\%}{100\% - allowance}$   
 $= 9,03590625 \times \frac{100\%}{100\% - 11,5\%} = 10,21$  detik.

**Validasi Waktu Baku**

Validasi waktu baku dilakukan dengan menggunakan cara membandingkan waktu baku yang didapatkan dengan waktu pembuatan yang sebenarnya. Proses ini dilakukan dengan melakukan wawancara pada lantai produksi dan diketahui bahwa waktu yang dibutuhkan untuk memproduksi dinding samping kurang lebih membutuhkan waktu selama 20 menit. Hasil yang ditemukan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk membuat dinding samping jenis mobil panther adalah 20,0435 menit. Perbedaan waktu selama 0,0435 ini dapat dikatakan bahwa data waktu ini valid dan menggambarkan keadaan kenyataan yang sebenarnya.

**Data Proses dan Elemen Kerja yang Dibangun Model**

Proses suatu pengerjaan produk tidak seluruh elemen kerjanya membutuhkan pembangunan model, hanya elemen-elemen kerja yang memiliki variasi dimensi seperti panjang, lebar, tinggi saja yang perlu dibangun model. Elemen-elemen kerja

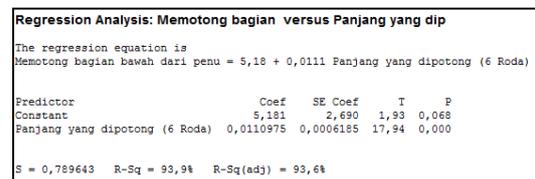
yang membutuhkan pembangunan model dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Elemen kerja yang membutuhkan pembangunan model

Nama Proses	Faktor	Respon (Nama Elemen Kerja)
Proses Pembuatan Dinding Samping Dengan Pintu	Panjang yang dipotong (6 Roda)	Memotong bagian bawah dari penutup (6 Roda)
	Panjang yang dipotong (6 Roda Long)	Memotong bagian bawah dari penutup (6 Roda Long)
	Panjang yang dipotong (4 Roda)	Memotong bagian bawah dari penutup (4 Roda)
	Panjang yang dipotong (4 Roda Long)	Memotong bagian bawah dari penutup (4 Roda Long)
Proses Pembuatan Pintu Belakang	Panjang yang dipotong (L300)	Memotong bagian bawah dari penutup (L300)
	Panjang karet (6 Roda)	Memasang karet ke frame panjang (6 Roda)
	Panjang karet (6 Roda Long)	Memasang karet ke frame panjang (6 Roda Long)
	Panjang karet (4 Roda)	Memasang karet ke frame panjang (4 Roda)
	Panjang karet (4 Roda Long)	Memasang karet ke frame panjang (4 Roda Long)
	Panjang karet (L300)	Memasang karet ke frame panjang (L300)
	Panjang karet (6 Roda)	Memasang karet ke frame pendek (6 Roda)
	Panjang karet (6 Roda Long)	Memasang karet ke frame pendek (6 Roda Long)
	Panjang karet (4 Roda)	Memasang karet ke frame pendek (4 Roda)
	Panjang karet (4 Roda Long)	Memasang karet ke frame pendek (4 Roda Long)
Proses pembuatan atap	Panjang plat panjang (6 Roda)	Memukul piringan plat panjang (6 Roda)
	Panjang plat panjang (6 Roda Long)	Memukul piringan plat panjang (6 Roda Long)
	Panjang plat panjang (4 Roda)	Memukul piringan plat panjang (4 Roda)
	Panjang plat panjang (4 Roda Long)	Memukul piringan plat panjang (4 Roda Long)
	Panjang plat panjang (L300)	Memukul piringan plat panjang (L300)
	Panjang plat pendek (6 Roda)	Memukul piringan plat pendek (6 Roda)
	Panjang plat pendek (6 Roda Long)	Memukul piringan plat pendek (6 Roda Long)
	Panjang plat pendek (4 Roda)	Memukul piringan plat pendek (4 Roda)
	Panjang plat pendek (L300)	Memukul piringan plat pendek (L300)
	Panjang ls panjang (6 Roda)	Mengelem piringan ls panjang (6 Roda)
	Panjang ls panjang (6 Roda Long)	Mengelem piringan ls panjang (6 Roda Long)
	Panjang ls panjang (4 Roda)	Mengelem piringan ls panjang (4 Roda)
	Panjang ls panjang (4 Roda Long)	Mengelem piringan ls panjang (4 Roda Long)
	Panjang ls panjang (L300)	Mengelem piringan ls panjang (L300)
Panjang ls pendek (6 Roda)	Mengelem piringan ls pendek (6 Roda)	
Panjang ls pendek (6 Roda Long)	Mengelem piringan ls pendek (6 Roda Long)	
Panjang ls pendek (4 Roda)	Mengelem piringan ls pendek (4 Roda)	
Panjang ls pendek (L300)	Mengelem piringan ls pendek (L300)	

**Proses Pembangunan Model Regresi**

Proses pembangunan model dapat dilakukan dengan menggunakan regresi linear sederhana. Contoh proses pembangunan model dilakukan pada proses pembuatan dinding elemen kerja pemotongan bagian bawah dari penutup (6roda) terhadap panjang yang dipotong (6 roda). Cara mengetahui parameter dari model maka digunakan regresi linier sederhana pada proses pembuatan dinding samping tanpa pintu, elemen kerja memotong bagian bawah dari penutup (6 roda). Cara mengetahui parameter data waktu memotong bagian bawah dari penutup (6 roda) terhadap panjang yang dipotong (6 roda), maka dilakukan pengujian dengan menggunakan bantuan software minitab. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai dari regresi tersebut. Uji regresi dengan minitab dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hasil uji regresi dengan minitab

Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai a sebesar 5,18 dan nilai b sebesar 0,0111 yang artinya jika panjang yang dipotong (6 roda) naik satu mm maka waktu untuk memotong bawah penutup (6roda) akan naik 0,0111 detik. Jadi, dapat disimpulkan bahwa semakin panjang, panjang yang dipotong maka akan semakin lama juga waktu yang dibutuhkan untuk memotongnya. Gambar 1 juga menunjukkan nilai R-Sq sebesar 93,6% yang artinya variabilitas waktu untuk memotong bawah penutup (6 roda)

dapat dijelaskan oleh model sebesar 93,6%. Cara mengetahui apakah data model regresi waktu memotong bagian bawah dari penutup (6 roda) terhadap panjang yang dipotong (6 roda) signifikan atau tidak, maka dilakukan pengujian dengan menggunakan uji serentak (uji F). Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan software minitab dan akan dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual. Hipotesa yang digunakan pada pengujian ini adalah :  
 H0 : Model regresi tidak signifikan pada  $\alpha = 5\%$   
 H1 : Model regresi signifikan pada  $\alpha = 5\%$

Analysis of Variance					
Source	DF	SS	MS	F	P
Regression	1	200,72	200,72	321,90	0,000
Residual Error	21	13,09	0,62		
Total	22	213,81			

**Gambar 2.** Analysis of variance (ANOVA) uji F waktu memotong bagian bawah dari penutup (6 roda) terhadap panjang yang dipotong (6 roda)

Pengujian dilakukan dengan menggunakan nilai  $\alpha$  sebesar 5%. Kriteria penolakan H0 adalah nilai p-value <  $\alpha$ . Gambar 2 menunjukkan model regresi waktu memotong bagian bawah dari penutup (6 roda) dan panjang penutup yang dipotong (6 roda) signifikan pada  $\alpha$  5%. Hal ini dapat dibuktikan dengan nilai p-value dari analysis of variance bernilai 0,000. Nilai p-value (0,000) <  $\alpha$  (0,05) sehingga dapat dikatakan tolak H0 atau model regresi signifikan pada  $\alpha$  5%.

**Validasi Model**

Validasi model dilakukan untuk mencocokkan model regresi dengan kenyataan, apakah model regresi dapat menggambarkan keadaan yang sebenarnya. Proses validasi dilakukan dengan menggunakan two-sample t-test. Membandingkan nilai mean yang didapatkan dari data sebenarnya dengan hasil nilai dari regresi. Contoh two sample t-test menggunakan proses pembuatan dinding saming, elemen kerja waktu memotong bagian bawah dari penutup (6 roda) dan panjang penutup yang dipotong (6 roda). Hasil two sample t-test dapat dilihat pada Gambar 3. Hipotesa yang digunakan pada pengujian ini adalah :  
 H0 : Nilai mean data waktu perhitungan regresi sama dengan nilai mean data pengamatan  
 H1 : Nilai mean data waktu perhitungan regresi tidak sama dengan nilai mean data pengamatan

Two-Sample T-Test and CI: Hasil Regresi 6 roda; Data pengamatan 6 roda					
Two-sample T for Hasil Regresi 6 roda vs Data pengamatan 6 roda					
N	Mean	StDev	SE Mean		
Hasil Regresi 6	4	47,32	2,20	1,1	
Data pengamatan 6	4	47,22	2,35	1,2	
Difference = mu (Hasil Regresi 6 roda) - mu (Data pengamatan 6 roda)					
Estimate for difference: 0,09967					
95% CI for difference: (-4,034694; 4,234428)					
T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = 0,06 P-Value = 0,953 DF = 5					

**Gambar 3.** Hasil two sample t-test

Nilai  $\alpha$  yang digunakan adalah 0,05. Gambar 4.9 menunjukkan pengujian two sample-T yang dilakukan menghasilkan p-value sebesar 0,953.

Hasil tersebut menunjukkan p-value >  $\alpha$  sehingga gagal tolak H0 secara signifikan pada tingkat  $\alpha = 0,05$ . Kesimpulan yang dapat diambil yaitu data waktu perhitungan regresi sama dengan nilai mean data pengamatan.

**Waktu Baku Model Regresi**

Perhitungan waktu baku pada model regresi dilakukan setelah hasil perhitungan regresi dari waktu siklus dilakukan. Perhitungan waktu baku akan dicontohkan dengan menggunakan proses dinding samping tanpa pintu (6 roda), elemen kerja memotong bagian bawah dari penutup (6 roda).

$a = 5,18$   
 $b = 0,0111$   
 Panjang = 4250  
 $Y = a + b.X$   
 Waktu siklus =  $5,18 + 0,0111 \cdot 4250 = 52,355$  detik  
 Performance Rating = 1,09  
 Allowance = 0,12  
 Waktu normal =  $W_s \times performance\ rating = 52,355 \times 1,09 = 57,06695$  detik  
 $W_n = 57,06695$  detik  
 $W_B = W_n \times \frac{100\%}{100\% - allowance}$   
 $= 57,06695 \times \frac{100\%}{100\% - 12\%} = 64,8488$  detik.

**Pembuktian Tipe Mobil Tidak Mempengaruhi Waktu**

Pembuktian tipe mobil tidak mempengaruhi waktu, hanya bergantung pada panjangnya saja dapat dibuktikan dengan menggunakan One Way ANOVA. Pembuktian dilakukan dengan menggunakan sampel pembuatan pintu belakang, elemen kerja pemasangan karet ke frame pendek panjang 855mm dan 755mm pada jenis mobil enam roda, enam roda long, empat roda, dan empat roda long. Pengujian One way ANOVA dilakukan dengan menggunakan hipotesa sebagai berikut :  
 H0 : Nilai mean enam roda sama dengan mean enam roda long sama dengan mean empat roda sama dengan mean empat roda long.  
 H1 : Ada salah satu nilai mean yang tidak sama.

One-way ANOVA: Memasang karet ke frame pendek versus Jenis Mobil					
Source	DF	SS	MS	F	P
Jenis Mobil	3	3,254	1,085	2,01	0,129
Error	39	21,095	0,541		
Total	42	24,350			

$S = 0,7355$      $R-Sq = 13,36\%$      $R-Sq(adj) = 6,70\%$

Individual 95% CIs For Mean Based on Pooled StDev

Level	N	Mean	StDev
1	13	24,194	0,678
2	9	24,822	0,736
3	8	24,759	0,518
4	13	24,276	0,884

**Gambar 4.** ANOVA One Way Jenis Mobil dengan Waktu Memasang Karet pada Frame Pendek (Panjang 855mm)

Gambar 4 dapat dilihat terdapat lima level pada hasil ANOVA, level satu merupakan truk 6 roda, level dua merupakan truk 6 roda long, level tiga merupakan truk 4 roda, dan level empat merupakan truk 4 roda long. Nilai  $\alpha$  yang digunakan adalah 0,05. Gambar 4 juga menunjukkan bahwa nilai p-value dari ANOVA adalah sebesar 0,129. Hasil tersebut menunjukkan p-value >  $\alpha$  sehingga gagal tolak  $H_0$  secara signifikan pada tingkat  $\alpha = 0,05$ . Hal ini berarti nilai mean enam roda sama dengan mean enam roda long sama dengan mean empat roda sama dengan mean empat roda long.

**Alat Bantu Perhitungan Waktu Baku**

Alat bantu perhitungan waktu baku dibuat dengan menggunakan microsoft excell. Berikut ini adalah contoh pembuatan box jenis mobil enam roda dengan spesifikasi standart yaitu panjang truk 4250mm, lebar 2000mm, tinggi 1850mm, dan jumlah sub truk 11. Hasil perhitungan pembuatan box dapat dilihat pada Gambar 5.

6 RODA			
Input			
Panjang truk	4250	mm	
Lebar truk	2000	mm	
Tinggi truk	1850	mm	
Jumlah sub truk	11	holo	
Pintu Samping		pintu	
Tambahan Lampu Dalam Box		Lampu	
Jumlah box	1	Box	

Departemen	Proses	Jenis Proses	Waktu	Jumlah	Total Waktu
LT	Pembuatan lantai	Sub-Assembly	4216,099514	1	3163,015983
	Pembuatan dinding samping tanpa pintu		1467,851955	1	1350,296354
Pembuatan dinding samping dengan pintu	3325,046742		0	0	
pembuatan dinding depan	1834,811388		1	1703,318557	
KS	Pembuatan kusen		1983,740836	1	1983,740836
RP	Pembuatan pintu belakang		5283,097466	2	10347,75752
	Pembuatan pintu samping		2456,901685	0	0
ATP	Pembuatan atap		4780,028605	1	4338,455755
RB	Perakitan box		6004,566103	1	5192,979492
ML	Pemasangan atap dan melamin		5831,362552	1	4337,407955
P	Pengaturan pintu belakang		Assembly	972,2839548	2
	Pengaturan pintu samping	972,2839548		0	0
	Pemasangan pintu belakang	962,2041062		2	1624,306137
	Pemasangan pintu samping	962,2041062		0	0
PK	Pengawelan mobil	5279,656647	1	4091,508114	
FN	Pengecatan	Finishing	548,2638674	1	548,2638674
	Pemasangan lampu luar box		419,2258394	4	1676,903357
	Pemasangan lampu dalam box		189,2178681	0	0
	Pengelapn dan pemasangan stiker		2517,581166	1	2517,581166
TOTAL WAKTU					31523,72179
TOTAL WAKTU (JAM)					8,75689387

**Gambar 5.** Waktu yang dibutuhkan untuk membuat box  
**Kesimpulan**

Hasil dari pengambilan data diketahui pengolahan data waktu elemen kerja dibagi menjadi dua yaitu elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi kuantitas komponen dan elemen kerja yang data waktunya didasarkan pada variasi dimensi. Elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi kuantitas komponen diukur dari frekuensi pengerjaan, data waktu ini didapatkan dengan cara mengambil data setiap kali pengerjaan prosesnya. Elemen kerja yang waktunya didasarkan pada variasi dimensi diukur berdasarkan besarnya panjang/lebar/tinggi, data waktu ini perlunya melakukan pembangunan model. Hal ini dikarenakan kita tidak dapat mengetahui jika panjang/lebar/tinggi proses bertambah maka berapa waktu yang dibutuhkan bertambah, oleh karena itu diperlukannya pembangunan model agar dapat mengetahuinya. Proses pembangunan model yang dilakukan diketahui bahwa jenis tipe mobil tidak

mempengaruhi waktu yang dibutuhkan untuk melakukan proses tersebut. Hasil pengujian dan perhitungan waktu yang dilakukan menghasilkan sebuah formula yang dapat digunakan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk membuat satu buah box truk dengan jenis dan spesifikasi tertentu. Waktu yang digunakan untuk memproduksi berbeda-beda, hal ini disebabkan oleh beberapa hal. Hal tersebut adalah perubahan jumlah sub holo, panjang truk, tinggi truk, dan lebar truk. Hal lain yang menyebabkan perubahan waktu produksi adalah penambahan aksesoris-aksesoris lainnya, seperti tambahan lampu LED pada dalam box.

**Daftar Pustaka**

1. Wignjosoebroto, Sritomo. (1986). Motion and Time Study (3rded). Surabaya : Guna Widya.
2. Gaspersz, Vincent. (2001). Production Planning and Inventory Control. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
3. Sutalaksana, Ifikar Z., Anggawisastra, R. & Tjakraatmadja, John H. (1979). Teknik Tata Cara Kerja. Bandung: Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung.
4. Santoso singgih. (2013). Statistik Parametrik (ed.revisi). Jakarta: Elex Media Komputindo.

