

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai pembahasan dari rumusan masalah dan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Setelah pengumpulan data, selanjutnya dilakukan pengolahan data *stopwatch time study* dan regresi linear. Berdasarkan hasil perhitungan dengan metode tersebut akan dibuat suatu bentuk formula waktu siklus yang kemudian akan dibandingkan dengan waktu siklus aktual serta dilakukan analisis dan pembahasan berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

Gambaran umum perusahaan yang akan dijelaskan meliputi sejarah berdirinya perusahaan, Departemen Produksi, dan Sub Departemen Produksi Perakitan Medium Cu. Melalui gambaran ini, akan dapat diketahui sekilas tentang informasi perusahaan amatan sebagai manufaktur produk *heat exchanger*.

4.1.1 Sejarah Perusahaan

Perusahaan yang menjadi objek penelitian merupakan sebuah perusahaan multinasional yang bergerak di bidang *heat exchanger*. Perusahaan tersebut terletak di sebuah kota di provinsi Jawa Timur dan berdiri pada tahun 1995. Seiring berjalannya waktu kapasitas produksi di perusahaan ini dirasakan kurang mencukupi sehingga dilakukan perluasan pada beberapa tahun berikutnya. Walaupun kondisi perekonomian di Asia saat itu sedang sulit, perusahaan ini tetap mengalami peningkatan pendapatan dan melakukan pengembangan tahun demi tahunnya. Saat ini fasilitas produksi yang ada di perusahaan tersebut merupakan kedua yang terbesar diantara grup perusahaan sejenis yang ada di seluruh dunia.

Perusahaan tersebut memproduksi ratusan jenis *heat exchanger* atau teknologi penukar panas dengan sistem *job shop* dengan ratusan jenis model standard yang telah disediakan. Produk akan dikerjakan setelah ada pesanan dari pihak *customer* atau perusahaan akan memproduksi beberapa komponen penyusun produk untuk dijadikan stok. Perusahaan memiliki tujuan untuk selalu menjadi perusahaan manufaktur *heat exchanger* yang paling

efektif, efisien, dan inovatif didalam grupnya. Ketidakpastian yang tinggi pada perusahaan dengan sistem *job shop* membuat perusahaan ini selalu memperhatikan akurasi peramalan penjualan. Selain itu, perusahaan ini selalu memastikan bahwa produk dapat segera dikirim ke *customer* dan tiap produk yang keluar dari pabrik harus bebas cacat. Karena menginginkan *zero defect*, maka dilakukan inspeksi ketat di setiap proses dan material yang digunakan.

4.1.2 Departemen Produksi

Departemen produksi perusahaan amatan dipimpin oleh seorang *Production Manager* dan membawahi sebanyak tujuh belas *Sub Departemen Head* (SDH) diantaranya: *Soft Floor Control* (SFC), OMF, *Production Improvement* (IMF), BCM, *Sheet Metal*, *FIN Processing*, *Powder Coating*, *Coil Assembly*, *Brazing*, *Welding*, *Final Assembly*, *OEM Line*, PHE, GEK, *Packing*, UPM, dan MMS.

Bagian produksi perusahaan terdiri atas komponen, pengecatan, dan perakitan. Sub Departemen untuk komponen adalah *Sheet Metal*, *Header and Tube*, dan *FIN Processing*. Sub Departemen untuk pengecatan adalah *Powder Coating*, sedangkan Sub Departemen untuk perakitan adalah OEM (*Original Equipment Manufacturing*) 1&2, OEM 3, *Stainless Steel*, *Medium Cu*, *Big Cu*, dan GEK.

4.1.3 Sub Departemen Perakitan Medium Cu

Sub departemen perakitan Medium Cu merupakan salah satu lini produksi yang membuat atau memproses unit yang terbuat dari tembaga. Sub Departemen ini terdiri atas tujuh *work station* yaitu: *coil assembly*, *brazing*, *washing coil*, *testing coil*, *final assembly*, *electric assembly*, dan *packing*. Proses perakitan unit Medium Cu dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Proses Perakitan Stasiun Kerja *Medium Cu*

Pada Gambar 4.1 telah dijelaskan proses perakitan pada stasiun kerja Medium Cu beserta banyaknya stasiun kerja pada tiap proses. Pada proses perakitan yang memiliki dua stasiun kerja, sebagai contoh bila unit dikerjakan pada stasiun kerja *coil assembly* 1, tidak

harus dilanjutkan ke *brazing* 1 begitupun untuk proses selanjutnya. Berikut penjelasan untuk tiap proses pada stasiun kerja Medium Cu.

1. Proses *Coil Assembly*

Coil assembly adalah proses dasar pada perakitan. Proses ini dikerjakan oleh dua kelompok kerja, yang masing-masing kelompok terdiri dari dua orang operator yang bekerja secara bersama-sama. Dalam proses ini, komponen yang dirakit adalah *fin*, *stirnblech*, dan pipa. Langkah pertama dalam proses ini adalah memasang mal pada meja perakitan. Selanjutnya adalah merakit *fin* dan *stirnblech* dan memasang beberapa pipa sebagai penyangga. Setelah itu memasukkan pipa ke dalam lubang-lubang *fin*. Setelah selesai memasukkan pipa pada *fin*, selanjutnya memasang *jig* pada unit agar dimensi unit dapat diukur. Setelah itu, ukur dimensi dari unit kemudian dilanjutkan dengan memberi minyak pada tiap pipa dengan cara menyemprotkan ke dalam pipa, hal tersebut bertujuan untuk memudahkan operator saat proses *expand*. Selanjutnya yaitu *hammer drill* yang bertujuan untuk melebarkan ujung pipa agar bola *expand* dapat masuk ke dalam pipa saat proses *expand*. Kemudian dilanjutkan dengan proses *expand* yang dilakukan pada semua pipa. Setelah proses *expand* selesai, *jig* yang terpasang dilepas dilanjutkan dengan melepas mal. Unit kemudian dipindahkan ke proses selanjutnya dengan bantuan *crane*.

2. Proses *Brazing*

Brazing adalah proses pengelasan untuk menyambungkan pipa, pipa U, dan kepala pipa dengan menggunakan *filler* yang telah ditentukan oleh perusahaan. Proses ini dikerjakan oleh dua kelompok kerja, yang masing-masing kelompok terdiri dari dua orang operator yang bekerja secara bersama-sama. Langkah awal sebelum *brazing* dilakukan adalah memastikan bahwa panjang semua pipa sama dan sesuai dengan spesifikasi. Apabila terdapat pipa yang terlalu panjang, maka operator akan memotongnya. Setelah hal tersebut dilakukan, operator harus melebarkan ujung pipa dengan bantuan alat, hal tersebut sebagai wadah untuk menyambungkan kepala pipa dengan pipa yang telah dirakit dengan *fin*. Untuk menyambungkan pipa dan kepala pipa, operator menggunakan *filler* yang sudah disediakan oleh perusahaan. Setelah *brazing* selesai, maka unit akan dibawa ke proses selanjutnya yaitu proses *washing*.

3. Proses *Washing*

Washing adalah proses membersihkan unit dengan cara menyemprotkan air bertekanan ke semua bagian unit yang bertujuan untuk menghilangkan minyak serta kotoran-kotoran yang terdapat pada unit yang berasal dari proses *coil assembly* dan

brazing. Proses ini dilakukan oleh seorang operator. Langkah pertama dalam proses ini adalah unit harus dipindahkan terlebih dahulu ke dalam ruang pencucian (*washing cabin*) setelah itu dilakukan proses *washing*. Setelah selesai, unit dipindahkan ke area *testing*.

4. Proses *Testing*

Testing adalah proses untuk menguji kebocoran unit. Kebocoran unit bisa terjadi pada sambungan hasil pengelasan *tube*, *u-bend*, dan *tube header*. Proses ini dilakukan oleh seorang operator dengan cara mengisi unit dengan udara dengan tekanan tertentu, kemudian memasukkan unit ke dalam kolam (bak). Unit didiamkan beberapa menit terlebih dahulu, setelah itu operator memeriksa kebocoran dengan menggunakan lampu sorot. Bila unit tidak mengalami kebocoran operator akan menempelkan stiker LT yang berarti lulus tes kebocoran. Setelah itu tekanan udara pada unit diturunkan, bila sudah selesai dilanjutkan dengan melepas selang dan memasang tutup *header*. langkah terakhir adalah memindahkan unit ke palet di area *final assembly*.

5. Proses *Final Assembly*

Final assembly adalah proses pemasangan *casing-casing* unit dan *accessories* lain yang diperlukan. Proses ini dikerjakan oleh dua kelompok kerja. yang masing-masing kelompok terdiri dari dua orang operator yang bekerja secara bersama-sama. Langkah pertama dalam proses ini adalah memasang *casing-casing* dan *accessories* yang telah disiapkan. Setelah semua terpasang, operator melakukan pengecekan unit dan memberi *checklist* pada lembar *qualit card* yang telah disediakan. Setelah itu, unit dipindahkan proses selanjutnya yaitu *electric assembly*.

6. Proses *Electric Assembly*

Electric Assembly adalah proses pemasangan kelengkapan elektrik seperti *fan*, *fan heater*, dan *junction box* pada unit. Proses ini dikerjakan oleh dua kelompok kerja. yang masing-masing kelompok terdiri dari dua orang operator yang bekerja secara bersama-sama. Pada proses ini operator juga bertanggungjawab untuk memastikan bahwa unit dapat beroperasi. Selain itu operator juga harus memberi petunjuk pengoperasian unit.

7. Proses *Packing*

Packing adalah proses terakhir pada proses produksi. Proses ini dikerjakan oleh dua kelompok kerja. yang masing-masing kelompok terdiri dari dua orang operator yang bekerja secara bersama-sama. Hal utama yang harus dilakukan adalah menyiapkan kayu dan plastik untuk pengemasan. Setelah kelengkapan pengemasan selesai, unit

dipindahkan ke area *packing* dilanjutkan dengan memasang kelengkapan pengemasan yaitu kayu-kayu yang telah dipotong-potong pada proses persiapan, dilanjutkan dengan memasang plastik agar unit tidak basah saat proses pengiriman.

4.2 Pengumpulan Data

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan data berupa data elemen-elemen kerja dan data waktu pengamatan pada proses yaitu *coil assembly*, *washing coil*, *testing coil*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu. Elemen kerja dibagi atas dua yaitu elemen kerja konstan dan elemen kerja variabel. Elemen kerja yang konstan adalah elemen kerja yang bebas dari pengaruh ukuran, berat, panjang, ataupun bentuk dari benda kerja yang dibuat, sedangkan elemen kerja yang variabel adalah elemen kerja yang memiliki pengaruh dari ukuran, berat, panjang, ataupun karakteristik lain dari benda kerja yang dibuat. Pengambilan data dilakukan pada operator yang sama untuk tiap prosesnya yaitu operator pada stasiun kerja *coil assembly 1*, *washing*, *testing*, *final assembly 1*, dan *packing 1* seperti yang telah dijelaskan pada Gambar 4.1. Penelitian dilakukan pada *shift* kerja 1 yaitu pukul 07.00-15.00.

4.2.1 Stasiun Kerja Medium Cu

Sebelum melakukan waktu kerja, terlebih dahulu ditentukan elemen kerja pada stasiun kerja Medium Cu. Elemen kerja ini diperoleh dengan pengamatan langsung saat proses perakitan berlangsung. Elemen kerja dibagi menjadi dua yaitu elemen kerja konstan dan elemen kerja variabel. Elemen kerja yang konstan adalah elemen kerja yang bebas dari pengaruh ukuran, berat, panjang, ataupun bentuk dari benda kerja yang dibuat, sedangkan elemen kerja yang variabel adalah elemen kerja yang memiliki pengaruh dari ukuran, berat, panjang, ataupun karakteristik lain dari benda kerja yang dibuat. Proses yang diamati adalah proses yang belum mencapai target *efficiency rate* perusahaan (70%) yaitu *coil assembly*, *washing coil*, *testing coil*, *final assembly*, dan *packing*. Berikut daftar elemen kerja proses perakitan unit Medium Cu beserta jenis elemen kerja pada proses *coil assembly*, *washing coil*, *testing coil*, *final assembly*, dan *packing* yang disajikan pada Tabel 4.1. Penentuan jenis elemen kerja berdasarkan pertimbangan hasil diskusi dengan Sub Departemen Head dan *staff* yang lebih memahami dan mengenal kinerja para operator.

Tabel 4.1 Penentuan Jenis Elemen Kerja

Elemen Kerja		Jenis Elemen Kerja
<i>Coil Assembly</i>		
1	Menyusun mal pada meja perakitan	Konstan
2	Merakit <i>fin</i> dan <i>stirnblech</i>	Variabel
3	Merakit pipa	Variabel
4	Memasang <i>jig</i> pada unit	Konstan
5	Mengukur dimensi unit	Konstan
6	Memberi minyak pada pipa	Variabel
7	<i>Hammer drill</i>	Variabel
8	Proses <i>expand</i> pipa	Variabel
9	Melepas <i>jig</i>	Konstan
10	Melepas <i>mal</i>	Konstan
11	Memindahkan unit ke proses selanjutnya dengan <i>crane</i>	Konstan
<i>Washing</i>		
1	Memindahkan unit ke ruang pencucian	Konstan
2	Membersihkan unit	Variabel
3	Memindahkan unit ke area tes kebocoran (<i>Leakage Test</i>)	Konstan
<i>Testing</i>		
1	Memindahkan dan mengangkat unit ke atas kolam tes dengan <i>crane</i>	Konstan
2	Membuka <i>ventil</i> pada <i>header</i> dan memasang selang untuk mengalirkan udara bertekanan	Konstan
3	Pengisian unit dengan udara bertekanan 35 bar selagi unit masuk ke dalam kolam tes	Variabel
4	<i>Holding time</i>	Variabel
5	Mengecek kebocoran pada unit dengan lampu sorot	Variabel
6	Mengeluarkan unit dari kolam tes	Konstan
7	Memberi stiker LT (Lulus Tes) pada unit	Konstan
8	Menurunkan tekanan udara pada unit	Variabel
9	Melepas selang angin dan memasang tutup <i>header</i>	Konstan
10	Memindahkan unit ke palet di area <i>final assembly</i>	Konstan
<i>Final Assembly</i>		
1	Memasang <i>casing</i>	Variabel
2	Pengecekan akhir dan penulisan pada <i>quality card</i>	Konstan
3	Memindahkan unit ke area <i>electric assembly</i>	Konstan
<i>Packing</i>		
1	Menyiapkan kayu untuk pengemasan	Variabel
2	Memindahkan unit ke area pengemasan	Konstan
3	Memasang kayu pada semua sisi unit	Konstan
4	Melapisi unit dengan plastik	Konstan

Proses pertama *coil assembly* yaitu menyusun mal pada meja perakitan merupakan elemen kerja konstan karena waktu yang diperlukan untuk tiap unitnya tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Selain itu, elemen kerja termasuk dalam elemen kerja konstan yaitu saat pekerjaan tersebut tidak memiliki karakteristik pada tiap unitnya. Sedangkan elemen kerja yang termasuk dalam elemen kerja variabel adalah elemen kerja yang memiliki karakteristik untuk tiap unitnya seperti panjang dan jumlah lubang sebagai contoh elemen kerja 2 proses *coil assembly* yaitu merakit *fin* dan *stirnblech*. Elemen kerja tersebut dikategorikan dalam elemen kerja variabel karena lama proses perakitan tergantung dari spesifikasi unit yaitu panjang unit.

Tabel 4.1 menunjukkan lima proses pada stasiun kerja Medium Cu yang belum mencapai *efficiency rate* perusahaan yaitu *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* yang masing-masing proses tersebut memiliki elemen kerja tersendiri. Proses *coil assembly* memiliki 11 elemen kerja dimana terdapat 6 elemen kerja konstan dan 5 elemen kerja variabel, proses *washing* memiliki 3 elemen kerja dimana terdapat 2 elemen kerja konstan dan 1 elemen kerja variabel, proses *testing* memiliki 10 elemen kerja dimana terdapat 6 elemen kerja konstan dan 4 elemen kerja variabel, proses *final assembly* memiliki 3 elemen kerja dimana terdapat 2 elemen kerja konstan dan 1 elemen kerja variabel, dan proses terakhir yaitu *packing* memiliki 4 elemen kerja dimana terdapat 3 elemen kerja konstan dan 1 elemen kerja variabel.

4.2.2 Data Waktu Pengamatan

Pengukuran waktu kerja penelitian ini dilakukan secara langsung dengan menggunakan alat ukur *stopwatch*. Total elemen kerja yang diukur adalah 31 elemen kerja untuk proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* yang meliputi 19 elemen kerja konstan dan 12 elemen kerja variabel. Metode pengukuran *stopwatch* yang digunakan yaitu *continuous timing*, dimana tombol *start stopwatch* akan terus berjalan sejak pengerjaan elemen kerja pertama sampai pengerjaan elemen kerja terakhir. Dengan metode ini, waktu elemen kerja diperoleh dengan menghitung selisih antara waktu pengamatan kedua dengan waktu pengamatan pertama. Pengukuran dilakukan pada *shift* kerja 1 yaitu pukul 07.00-15.00. Data waktu pengamatan stasiun kerja Medium Cu dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data berupa perhitungan uji keseragaman data, uji kecukupan data, perhitungan *performance rating*, dan perhitungan *allowance* untuk elemen kerja konstan, dan perhitungan regresi untuk elemen kerja variabel sehingga nantinya akan diperoleh suatu bentuk formula guna mengestimasi waktu siklus pada tiap proses untuk tiap unitnya.

4.3.1 Pengolahan Data Elemen Kerja Konstan

Pengolahan data untuk elemen kerja konstan dilakukan dengan pengolahan *stopwatch time study* yang terdiri dari uji keseragaman data, uji kecukupan data, perhitungan *performance rating*, perhitungan *allowance* dan perhitungan waktu standar.

4.3.1.1 Uji Keseragaman Data

Uji keseragaman data dilakukan untuk mengidentifikasi data ekstrim, yaitu data yang terlalu besar atau terlalu kecil dan jauh menyimpang dari tren rata-rata data pengamatan. Data yang digunakan dalam uji keseragaman adalah data pengamatan *stopwatch time study* yang dilakukan terhadap semua operator pada proses *coil assembly, washing coil, testing coil, final assembly, dan packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu, dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 5%. Berikut merupakan salah satu contoh perhitungan dari uji keseragaman data pada elemen kerja 1 proses *coil assembly*, dimana hasil perhitungan seluruh elemen kerja konstan dapat dilihat pada Tabel 4.2.

$$a. \bar{x} = \frac{\text{data pengamatan}}{\text{jumlah replikasi}} = \frac{0,73333 + 0,95000 + 0,75000 + 0,81667 + \dots + 0,63333 + 0,83333}{30} = 0,785$$

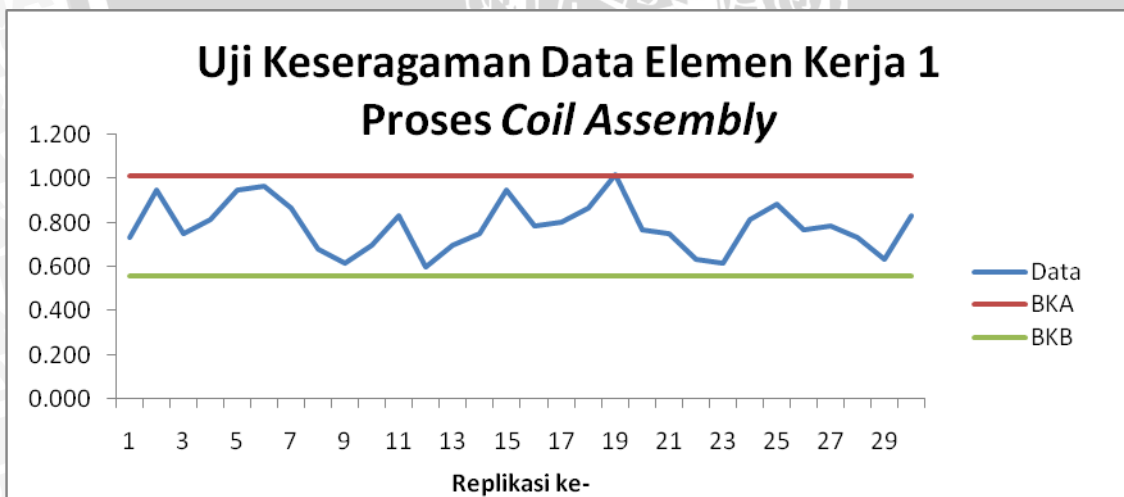
$$b. \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} = \sqrt{\frac{(0,73333 - 0,78500)^2 + (0,95000 - 0,78500)^2 + \dots + (0,83333 - 0,78500)^2}{30-1}} = 0,11290$$

c. Nilai $k = 2$, karena menggunakan tingkat kepercayaan 95%

$$d. BKA = \bar{x} + k\sigma = 0,78500 + (2 \times 0,11290) = 1,011$$

$$e. BKB = \bar{x} - k\sigma = 0,78500 - (2 \times 0,11290) = 0,559$$

Gambar 4.2 merupakan peta kontrol dari uji keseragaman data pada elemen kerja 1 proses *coil assembly*.



Gambar 4.2 Grafik Uji Keseragaman Elemen Kerja 1 Proses *Coil Assembly*

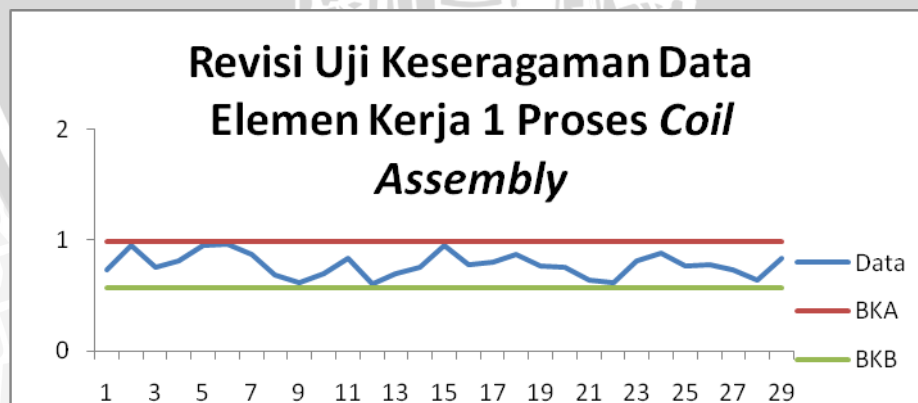
Pada Gambar 4.2 dapat dilihat bahwa terdapat data pengamatan yang melebihi batas kontrol atas yaitu pada replikasi ke-19. Tabel 4.2 merupakan hasil rekap uji keseragaman data pengamatan *stopwatch time study* elemen kerja konstan proses *coil*

assembly, washing coil, testing coil, final assembly, dan packing pada stasiun kerja perakitan Medium Cu.

Tabel 4.2 Rekap Uji Keseragaman Data

Proses	Elemen Kerja	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB	Jumlah Data Outlier	Replikasi ke-
<i>Coil Assembly</i>	1	0,785	0,113	1,011	0,559	1	19
	4	0,682	0,071	0,825	0,539	0	-
	5	0,646	0,128	0,895	0,397	1	29
	9	0,531	0,101	0,733	0,328	1	9
	10	0,363	0,066	0,496	0,229	0	-
	11	1,282	0,205	1,692	0,873	0	-
<i>Washing</i>	1	0,610	0,083	0,776	0,444	1	22
	3	1,003	0,230	1,463	0,542	2	4, 16
<i>Testing</i>	1	1,132	0,190	1,512	0,751	0	-
	2	0,186	0,045	0,276	0,095	0	-
	6	0,424	0,109	0,642	0,207	1	1
	7	0,111	0,031	0,172	0,049	0	-
	9	0,328	0,063	0,455	0,201	0	-
	10	1,247	0,267	1,781	0,714	1	2
<i>Final Assembly</i>	2	0,939	0,042	1,023	0,854	0	-
	3	0,907	0,161	1,229	0,586	0	-
<i>Packing</i>	2	2,931	0,281	3,494	2,368	0	-
	3	22,631	2,263	27,157	18,105	1	8
	4	5,043	0,433	5,909	4,177	0	-

Pada Tabel 4.2 dapat dilihat bahwa ada beberapa elemen kerja yang belum memenuhi uji keseragaman data. Data yang melebihi batas BKA dan BKB dihilangkan kemudian dilakukan perhitungan keseragaman data. Berikut merupakan hasil revisi uji keseragaman data. Berikut merupakan grafik revisi untuk elemen kerja 1 proses *coil assembly*.



Gambar 4.3 Revisi Grafik Uji Keseragaman Elemen Kerja 1 Proses *Coil Assembly*

Tabel 4.3 merupakan hasil rekap revisi uji keseragaman data pada stasiun kerja perakitan Medium Cu.

Tabel 4.3 Rekap Revisi Uji Keseragaman Data

Proses	Elemen Kerja	Rata-rata	Standar Deviasi	BKA	BKB
Coil Assembly	1	0,777	0,106	0,988	0,565
	5	0,646	0,125	0,895	0,397
	9	0,522	0,134	0,791	0,254
Washing	1	0,602	0,071	0,743	0,460
	3	0,191	1,349	1,463	0,585
Testing	6	0,415	0,988	0,613	0,218
	10	1,247	0,267	1,781	0,713
Packing	3	22,449	2,067	26,582	18,315

Hasil uji keseragaman data pengamatan *stopwatch time study* untuk setiap elemen kerja konstan pada proses *coil assembly*, *washing coil*, *testing coil*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu, telah menunjukkan bahwa seluruh data yang diambil berada pada batas kontrol atas (BKA) dan batas kontrol bawah (BKB). Grafik untuk semua elemen kerja dapat dilihat pada Lampiran 2. Dengan demikian seluruh data pengamatan yang diambil telah seragam.

4.3.1.2 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah data yang diambil pada pengamatan *stopwatch time study* telah mencukupi atau belum. Data yang digunakan dalam uji kecukupan adalah data pengamatan *stopwatch time study* elemen kerja konstan yang dilakukan pada proses *coil assembly*, *washing coil*, *testing coil*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu, dengan menggunakan tingkat kepercayaan sebesar 95% dan tingkat ketelitian 5%. Berikut merupakan contoh perhitungan dari uji kecukupan data pada elemen kerja 1 proses *coil assembly*.

a. $\Sigma x = 0,733 + 0,950 + 0,750 + 0,817 + \dots + 0,633 + 0,833 = 22,533$

b. $(\Sigma x)^2 = 22,533^2 = 507,751$

c. $\Sigma(x^2) = 0,733^2 + 0,950^2 + 0,750^2 + \dots + 0,633^2 + 0,833^2$
 $= 17,823$

d. $N = 30; k = 2; s = 5\%$

$$N' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \times \Sigma(x^2) - (\Sigma x)^2}}{\Sigma x} \right]^2 = \left[\frac{\frac{2}{0,05} \sqrt{30 \times 17,823 - 507,751}}{22,533} \right]^2 = 28,705 = 29$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas untuk elemen kerja 1 proses *coil assembly* menunjukkan bahwa $N \geq N'$. Dimana N merupakan jumlah replikasi dari pengamatan

stopwatch time study, sedangkan N' adalah jumlah data yang harus diambil. Maka dapat disimpulkan bahwa data pada elemen kerja 1 proses *coil assembly* telah memenuhi kecukupan data. Dengan rumus perhitungan yang sama, dapat diketahui nilai dari seluruh N' dari masing-masing elemen kerja pada setiap proses. Tabel 4.4 merupakan hasil dari rekapitan perhitungan uji kecukupan data dari seluruh elemen kerja konstan pada masing-masing proses.

Tabel 4.4 Rekap Uji Kecukupan Data

Proses	Elemen Kerja	$\sum x$ (menit)	$(\sum x)^2$ (menit)	$\sum(x^2)$ (menit)	N'	N	Keterangan
Coil Assembly	1	22,533	507,751	17,823	29	29	Data cukup
	4	20,467	418,884	14,111	17	30	Data cukup
	5	19,159	367,084	12,864	26	29	Data cukup
	9	15,243	232,329	8,146	27	29	Data cukup
	10	10,982	120,599	4,077	23	30	Data cukup
	11	38,617	1491,247	50,538	27	30	Data cukup
Washing	1	17,450	304,502	20,640	21	29	Data cukup
	3	27,367	748,935	27,149	24	28	Data cukup
Testing	1	34,087	1161,943	39,469	30	30	Data cukup
	2	5,689	32,369	1,092	20	30	Data cukup
	6	12,263	150,375	5,280	29	29	Data cukup
	7	3,414	11,653	0,394	24	30	Data cukup
	9	9,941	98,825	3,350	27	30	Data cukup
	10	35,967	1293,601	45,309	25	29	Data cukup
Final Assembly	2	28,167	793,361	26,497	3	30	Data cukup
	3	27,423	752,039	25,452	25	30	Data cukup
Packing	2	87,933	7732,271	260,041	14	30	Data cukup
	3	651,017	423822,700	14734,169	13	29	Data cukup
	4	151,283	22886,647	768,323	11	30	Data cukup

Berdasarkan hasil perhitungan jumlah kecukupan data terhadap data pengamatan *stopwatch time study* setiap elemen kerja pada proses *coil assembly*, *washing coil*, *testing coil*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu diperoleh bahwa seluruh nilai $N \geq N'$. Sehingga seluruh data yang diambil dinyatakan cukup.

4.3.1.3 Perhitungan *Performance Rating*

Perhitungan faktor penyesuaian atau *performance rating* bertujuan untuk menilai atau mengevaluasi kinerja operator yang bekerja dengan tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana mestinya. Dalam penelitian ini, penentuan *performance rating* berdasarkan tabel *westinghouse system* dengan 4 faktor penilaian yaitu *skill*, *effort*, *condition* dan *consistency*. Dalam penilaian *performance rating* sebaiknya dilakukan oleh seorang ahli. Akan tetapi karena ada keterbatasan, maka penentuan *performance rating* diperoleh berdasarkan pertimbangan hasil diskusi dari *Sub Departemen Head* (SDH) Medium Cu

yang lebih memahami dan mengenal kinerja para operator. Tabel 4.5 merupakan hasil penilaian *performance rating* pada stasiun kerja Medium Cu.

Tabel 4.5 Perhitungan *Performance Rating*

Operator	Westinghouse System				Total Rating Factor (RF)	PR (RF+1)
	Skill	Effort	Condition	Consistency		
Coil Assembly	D = 0	D = 0	D = 0	D = 0	0	1
Washing	D = 0	D = 0	D = 0	D = 0	0	1
Testing	D = 0	D = 0	D = 0	D = 0	0	1
Final Assembly	D = 0	D = 0	D = 0	D = 0	0	1
Packing	D = 0	D = 0	D = 0	D = 0	0	1

Tabel 4.5 menunjukkan bahwa seluruh operator yang menjadi subjek pengamatan memiliki nilai PR sebesar 1. Dalam penelitian ini, *performance rating* bernilai 1 artinya, operator yang diukur cukup berpengalaman pada saat bekerja, melaksanakannya tanpa usaha yang berlebihan, menguasai cara kerja yang ditetapkan, dan menunjukkan kesungguhan dalam menyelesaikan pekerjaannya. Untuk faktor *skill* dan *effort*, memiliki nilai 0 atau rata-rata (*average*), dimana hal tersebut menunjukkan bahwa operator memiliki kemampuan bekerja rata-rata dan usaha yang dikeluarkan dalam bekerja adalah stabil. Faktor *condition* yang juga memiliki nilai 0 atau rata-rata yang berarti, kondisi pada saat pengamatan merupakan kondisi umum yang terjadi pada lingkungan kerja di lantai produksi. Berdasarkan wawancara yang telah dilakukan dengan tenaga kerja perakitan Medium Cu, operator menilai bahwa kondisi lingkungan kerja saat ini sudah cukup baik. Sedangkan faktor *consistency*, operator memiliki nilai 0 atau rata-rata (*average*) yang menunjukkan bahwa selisih hasil waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pada saat dilakukan pengamatan dengan waktu rata-rata operator menyelesaikan pekerjaan biasanya relatif kecil.

4.3.1.4 Perhitungan Waktu Normal

Waktu normal merupakan waktu yang telah dinormalkan dengan cara mengalikan rata-rata waktu pengamatan dengan *performance rating*. Berikut merupakan contoh perhitungan waktu normal elemen kerja 1 proses *coil assembly*.

Waktu normal = rata-rata waktu pengamatan x *performance rating*

$$\text{Waktu pengamatan} = \frac{\sum xi}{N} = \frac{0,73333 + 0,95000 + 0,75000 \dots + 0,83333}{29} = 0,777 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu normal} = 0,777 \times 1 = 0,777 \text{ menit}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, diperoleh besar waktu normal elemen kerja 1 proses *coil assembly* sebesar 0,777 menit. Tabel 4.6 merupakan rekap waktu normal elemen kerja

konstan proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu.

Tabel 4.6 Rekap Perhitungan Waktu Normal

Proses	Elemen Kerja	Rata-rata	PR	Waktu Normal (menit)
<i>Coil Assembly</i>	1	0,777	1	0,777
	4	0,682		0,682
	5	0,646		0,646
	9	0,522		0,522
	10	0,363		0,363
	11	1,287		1,287
<i>Washing</i>	1	0,602	1	0,602
	3	0,191		0,191
<i>Testing</i>	1	1,132	1	1,132
	2	0,186		0,186
	6	0,415		0,415
	7	0,110		0,110
	9	0,328		0,328
	10	1,247		1,247
<i>Final Assembly</i>	2	0,939	1	0,939
	3	0,907		0,907
<i>Packing</i>	2	2,293	1	2,293
	3	22,449		22,449
	4	5,043		5,043

Dari Tabel 4.6 dilihat waktu normal pada semua elemen kerja konstan proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* yang diperoleh dari perkalian waktu rata-rata dengan *performance rating*.

4.3.1.5 Perhitungan Allowance

Seorang operator tentu tidak akan mampu bekerja secara terus menerus, maka diperlukan kelonggaran (*allowance*) yang merupakan waktu khusus bagi operator dalam melakukan aktivitas pribadi, melepas lelah dan kebutuhan lainnya. Tenaga kerja perakitan Medium Cu seluruhnya adalah berjenis kelamin pria. Pada penelitian ini, pemberian *allowance* pada operator perakitan menggunakan tabel ILO (Tabel 2.3) dengan 12 kategori yang dinilai berdasarkan hasil pengamatan langsung di lapangan. Pemberian kelonggaran dilakukan atas dasar pengamatan langsung, wawancara dengan tenaga kerja perakitan, dan berdasarkan diskusi dengan SDH perakitan Medium Cu yang memahami kondisi departemen tersebut. Tabel 4.7 merupakan nilai *allowance* yang diberikan pada operator proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja Medium Cu.

Tabel 4.7 Perhitungan *Allowance*

Operator	Faktor <i>Allowance</i> (%)											Total (%)	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K		L
Coil Assembly	1	1	2	0	2	0	2	2	0	1	0	0	11
Washing	1	1	2	0	0	0	2	0	0	1	1	0	8
Testing	1	1	2	0	0	0	2	2	0	1	0	0	7
Final Assembly	1	1	2	0	1	0	2	2	0	1	1	0	11
Packing	1	1	2	0	1	0	2	0	0	1	1	0	9

Kategori pertama (A) adalah kelonggaran pribadi yang memiliki nilai 1 dan nilai tingkat kelelahan (B) juga sebesar 1 dimana nilai ini merupakan ketentuan yang diberikan oleh perusahaan kepada para pekerja. Kelonggaran untuk pekerjaan berdiri (C) diberi nilai 2 karena semua operator melakukan pekerjaannya dalam posisi berdiri. Kelonggaran untuk posisi tidak normal (D) diberi nilai 0 karena semua operator bekerja cukup kaku. Faktor tenaga yang dikeluarkan (E): operator *coil assembly* diberi nilai 2 karena besar beban yang dibawa ≤ 5 kg; operator *washing* diberi nilai 0 karena besar beban < 1 kg; operator *testing* diberi nilai 0 karena pekerjaan yang dilakukan adalah mengoperasikan *crane* dan memeriksa kebocoran dengan lampu sorot; operator *final assembly* diberi nilai 1 karena besar beban yang diangkat ≤ 3 kg; operator *packing* diberi nilai 1 karena besar beban yang diangkat ≤ 3 kg.

Tingkat pencahayaan (F) diberi nilai 0 karena pencahayaan dianggap cukup baik bagi operator. Kondisi udara (G) diberi nilai 0 karena operator bekerja di tempat terbuka sehingga kondisi udara tidak terlalu lembab karena memiliki sirkulasi udara cukup baik dengan suhu udara sekitar $24-28^{\circ}$ C. Tingkat perhatian (H) untuk operator *coil assembly*, *testing*, dan *final assembly* diberi nilai 2 karena diperlukan ketelitian agar unit produk sesuai dengan spesifikasi dan tidak terdapat cacat sedangkan untuk operator *washing* dan *packing* diberi nilai 0 karena pekerjaan yang dilakukan membutuhkan perhatian yang sedang.

Tingkat kebisingan (I): operator *coil assembly*, *final assembly*, dan *packing* diberi nilai 2 karena sumber kebisingan berasal dari mesin yang tidak digunakan secara kontinyu; operator *washing* dan *testing* diberi nilai 0 karena sumber kebisingan berasal dari semprotan air untuk membersihkan unit. Ketegangan mental (J) diberi nilai 1 untuk semua operator karena tergolong proses yang cukup rumit berdasarkan instruksi kerja masing-masing. Aktivitas dari operator *washing*, *final assembly*, dan *packing* tergolong monoton (K) karena elemen kerja yang dikerjakan tidak cukup banyak sehingga diberi nilai 1. Sedangkan operator *coil assembly* dan *testing* diberi nilai 0 karena elemen kerja yang

dikerjakan cukup banyak. Tingkat kebosanan (L) semua operator diberi nilai 0 karena jenis pekerjaan yang dikerjakan merupakan pekerjaan *repetitive* (berulang).

4.3.1.6 Perhitungan Waktu Baku

Waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan beserta kelonggaran waktu yang diberikan dengan memperhatikan kondisi pekerjaan. Sebelum melakukan perhitungan waktu standar, terlebih dahulu dilakukan perhitungan waktu observasi dan waktu normal. Tabel 4.8 merupakan hasil perhitungan waktu standar dari semua operator. Berikut merupakan contoh perhitungan waktu siklus, waktu normal dan waktu standar dari elemen kerja 1 proses *coil assembly*:

$$W_b = W_n \times \frac{100\%}{100\% - \text{allowance}}$$

$$= 0,77701 \times \frac{100\%}{100\% - 11\%} = 0,873 \text{ menit}$$

Tabel 4.8 Rekap Hasil Perhitungan Waktu Baku

Proses	Elemen Kerja	Wn (menit)	Allowance (%)	Ws (menit)
Coil Assembly	1	0,777	11	0,873
	4	0,682		0,766
	5	0,661		0,742
	9	0,526		0,591
	10	0,366		0,411
	11	1,287		1,446
Washing	1	0,601	8	0,654
	3	0,978		1,062
Testing	1	1,136	7	1,222
	2	0,189		0,204
	6	0,423		0,455
	7	0,114		0,122
	9	0,331		0,356
	10	1,240		1,334
Final Assembly	2	0,939	11	1,055
	3	0,914		1,027
Packing	2	2,293	9	3,221
	3	22,449		24,669
	4	5,043		5,541

Dari Tabel 4.8 rekap perhitungan hasil perhitungan waktu baku dapat dilihat masing-masing waktu baku elemen kerja konstan proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing*. Dalam penelitian ini waktu baku yang telah diperoleh tersebut digunakan untuk formula waktu siklus stasiun kerja perakitan medium Cu.

4.3.2 Pengolahan Data Elemen Kerja Variabel

Pengolahan data untuk elemen kerja variabel dilakukan dengan perhitungan regresi linear. Perhitungan tersebut terdiri dari uji asumsi klasik yaitu uji normalitas, uji multikolinearitas, uji heteroskedastisitas, uji autokorelasi, dan uji linearitas kemudian dilanjutkan dengan dan membuat persamaan regresi. Data yang digunakan dalam perhitungan merupakan data waktu siklus pengamatan secara langsung yang terdapat pada Lampiran 1. Sebelum melakukan perhitungan, terlebih dahulu dilakukan identifikasi variabel untuk tiap elemen kerja. Tabel 4.9 merupakan variabel-variabel tiap elemen kerja pada stasiun kerja Medium Cu.

Tabel 4.9 Identifikasi Variabel

Proses	Elemen Kerja	Variabel Terikat	Variabel Bebas
<i>Coil Assembly</i>	2	Waktu siklus	Panjang unit
	3		Panjang unit
	6		Jumlah lubang
	7		Jumlah lubang
	8		Jumlah lubang
<i>Washing</i>	2	Waktu siklus	Panjang unit
<i>Testing</i>	3	Waktu siklus	Panjang unit
	4		Jumlah lubang
	5		Panjang unit
	8		Jumlah lubang
<i>Final Assembly</i>	1	Waktu siklus	Jumlah casing
<i>Packing</i>	1	Waktu siklus	Panjang unit

Tabel 4.9 telah menjelaskan variabel terikat dan variabel bebas untuk tiap elemen kerja variabel. Variabel terikat semua elemen kerja variabel adalah waktu siklus, sedangkan variabel bebas untuk tiap elemen kerja berbeda-beda tergantung pada spesifikasi unit yang mempengaruhi elemen kerja tersebut seperti panjang unit dan jumlah lubang.

4.3.2.1 Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik perlu dilakukan untuk memperoleh hasil regresi linier yang baik. Berikut merupakan hasil uji asumsi klasik untuk elemen-elemen kerja variabel pada stasiun kerja Medium Cu.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dimaksudkan untuk mengetahui apakah residual yang diteliti berdistribusi normal atau tidak. Tabel 4.10 merupakan contoh hasil perhitungan dari uji normalitas elemen kerja 2 proses *coil assembly*.

Tabel 4.10 Hasil Uji Normalitas Elemen Kerja 2 Proses *Coil Assembly*
One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Unstandardized Residual
N		20
Normal Parameters ^{a,b}	Mean	.0000000
	Std. Deviation	.95810741
Most Extreme Differences	Absolute	.182
	Positive	.182
	Negative	-.091
Kolmogorov-Smirnov Z		.814
Asymp. Sig. (2-tailed)		.521

a. Test distribution is Normal.

b. Calculated from data.

H_0 : Residual Data Berdistribusi Normal (sig $\geq 0,05$)

H_1 : Residual Data tidak berdistribusi Normal (sig $< 0,05$)

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai sig. sebesar 0,521 atau lebih besar dari 0,05, maka berdasarkan hipotesis yang dibuat, H_0 diterima yaitu residual data berdistribusi normal. Tabel 4.11 merupakan hasil rekap uji normalitas elemen kerja variabel pada stasiun kerja Medium Cu.

Tabel 4.11 Rekap Uji Normalitas

Proses	Elemen Kerja	Nilai sig.	Proses	Elemen Kerja	Nilai sig.
<i>Coil Assembly</i>	2	0,521	<i>Testing</i>	3	0,865
	3	0,241		4	0,301
	6	0,478		5	0,303
	7	0,283		8	0,711
	8	0,583	<i>Final Assembly</i>	1	0,110
<i>Washing</i>	2	0,967	<i>Packing</i>	1	0,931

Berdasarkan Tabel 4.11, hasil perhitungan nilai sig. pada semua elemen kerja variabel lebih besar dari 0,05. Berdasarkan hal tersebut, maka H_0 diterima dan data pada penelitian ini berdistribusi normal. Asumsi klasik untuk uji normalitas telah terpenuhi. Yang artinya, data tersebut berasal dari populasi yang persebarannya normal. Tabel hasil uji normalitas untuk semua elemen variabel dapat dilihat pada Lampiran 3.

2. Uji Multikolinieritas

Multikolinieritas adalah variabel bebas yang satu dengan variabel bebas yang lain dalam model regresi saling berkorelasi linear. Suatu data dikatakan tidak terjadi multikolinieritas adalah disaat nilai VIF (*Variance Inflation Factor*) pada tabel *Collinearity*

Statistics kurang dari 10, dan nilai *tolerance* lebih dari 0,1. VIF adalah faktor inflasi penyimpangan baku kuadrat dan *tolerance* adalah tingkat kesalahan yang dibenarkan secara statistik. Tabel 4.12 merupakan contoh hasil perhitungan dari uji multikolinieritas elemen kerja 2 proses *coil assembly*.

Tabel 4.12 Hasil Uji Multikolinieritas Elemen Kerja 2 Proses *Coil Assembly*

Model	Collinearity Statistics	
	Tolerance	VIF
(Constant)		
Panjang unit	1.000	1.000

Berdasarkan hasil yang tertera pada tabel *Coefficient*, didapatkan bahwa VIF bernilai kurang dari 10, dan *tolerance* pada semua bernilai lebih dari 0,1, maka asumsi non multikolinieritas dapat terpenuhi. Tabel 4.13 berikut merupakan rekap hasil uji multikolinieritas elemen kerja variabel proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu.

Tabel 4.13 Rekap Uji Multikolinieritas

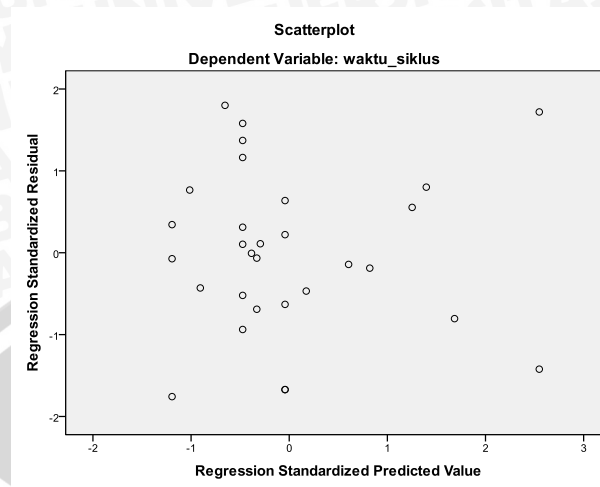
Proses	Elemen Kerja	Variabel Bebas	Tolerance	VIF
<i>Coil Assembly</i>	2	Panjang unit	1,000	1,000
	3	Panjang unit	0,907	1,103
		Jumlah lubang	0,907	1,103
	6	Jumlah lubang	1,000	1,000
	7	Jumlah lubang	1,000	1,000
8	Panjang unit	0,882	1,134	
	Jumlah lubang	0,882	1,134	
<i>Washing</i>	2	Panjang unit	1,000	1,000
<i>Testing</i>	3	Panjang unit	1,000	1,000
		Jumlah lubang	1,000	1,000
	4	Panjang unit	0,703	1,423
		Jumlah lubang	0,703	1,423
	5	Panjang unit	0,456	2,191
Jumlah lubang		0,456	2,191	
8	Panjang unit	0,290	3,444	
	Jumlah lubang	0,290	3,444	
<i>Final Assembly</i>	1	Jumlah casing	1,000	1,000
<i>Packing</i>	1	Panjang unit	1,000	1,000

Tabel 4.13 menunjukkan bahwa semua nilai VIF (bernilai kurang dari 10, dan *tolerance* pada semua variabel bernilai lebih dari 0,1, maka asumsi non multikolinieritas dapat terpenuhi. Tabel hasil perhitungan uji multikolinieritas untuk semua elemen variable dapat dilihat pada Lampiran 4.

3. Uji Heteroskedastisitas

Uji Heteroskedastisitas digunakan untuk mengetahui apakah terjadi ketidaksamaan nilai simpangan residual akibat besar kecilnya nilai salah satu variabel bebas atau adanya

perbedaan nilai ragam dengan semakin meningkatnya nilai variabel bebas. Prosedur uji dilakukan dengan uji *scatter plot*. 4.4 merupakan contoh hasil perhitungan dari uji heteroskedastisitas elemen kerja 2 proses *coil assembly*.



Gambar 4.4 Hasil Uji Heteroskedastisitas

Dari hasil pengujian yang ditunjukkan pada Gambar 4.4 didapatkan bahwa diagram tampilan *scatterplot* menyebar dan tidak membentuk pola apapun maka tidak terjadi heteroskedastisitas dan dapat disimpulkan bahwa residual data mempunyai ragam homogen (konstan). Uji heteroskedastisitas dengan melihat grafik *scatterplot* mempunyai kelemahan yang cukup signifikan sebab jumlah pengamatan tertentu sangat mempengaruhi hasil plotting. Oleh sebab itu, untuk mempertegas apakah terjadi masalah heteroskedastisitas atau tidak maka perlu dilakukan uji kembali melalui perhitungan *Spearman Bivariate Correlation*.

H_0 : Tidak terjadi Heteroskedastisitas (Homoskedastisitas) (jika $\text{sig} \geq 0,05$)

H_1 : Terjadi Heteroskedastisitas ($\text{sig} < 0,05$)

Tabel 4.14 Hasil Uji Heteroskedastisitas Elemen Kerja 2 Proses *Coil Assembly*

			Correlations	
			abs	Panjang unit
Spearman's rho	Abs	Correlation Coefficient	1.000	.284
		Sig. (2-tailed)	.	.225
		N	20	20
Panjang unit	Panjang unit	Correlation Coefficient	.284	1.000
		Sig. (2-tailed)	.225	.
		N	20	20

Dapat dilihat pada Tabel 4.14, nilai sig dari variabel bebas lebih dari 0,05. Maka sesuai hipotesis yang dibuat, H_0 diterima bahwa data tidak terjadi heteroskedastisitas. Pada Tabel 4.15 akan ditunjukkan rekap hasil pengolahan data uji heteroskedastisitas elemen

kerja variabel proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu.

Tabel 4.15 Rekap Uji Heteroskedastisitas

Proses	Elemen Kerja	Variabel Bebas	Nilai sig.
<i>Coil Assembly</i>	2	Panjang unit	0,225
	3	Panjang unit	0,067
		Jumlah lubang	0,268
	6	Jumlah lubang	0,081
		7	Jumlah lubang
8	Panjang unit	0,056	
	Jumlah lubang	0,926	
<i>Washing</i>	2	Panjang unit	0,722
<i>Testing</i>	3	Panjang unit	0,072
		Jumlah lubang	0,246
	4	Panjang unit	0,186
		Jumlah lubang	0,173
5	Panjang unit	0,927	
	Jumlah lubang	0,824	
8	Panjang unit	0,731	
	Jumlah lubang	0,665	
<i>Final Assembly</i>	1	Jumlah casing	0,106
<i>Packing</i>	1	Panjang unit	0,623

Berdasarkan hasil pengolahan pada Tabel 4.15, semua nilai sig. lebih dari 0,05. Data pada penelitian ini tidak terjadi heteroskedastisitas, artinya data memiliki ragam yang homogen (konstan). Sehingga, untuk uji asumsi klasik dari uji heteroskedastisitas telah terpenuhi. *Scatter plot* dan tabel hasil perhitungan uji heteroskedastisitas untuk semua elemen variabel dapat dilihat pada Lampiran 5.

4. Uji Autokorelasi

Autokorelasi merupakan korelasi antar variabel gangguan satu observasi dengan gangguan observasi lain. Uji asumsi autokorelasi dilakukan dengan melihat tabel Durbin Watson. Tabel 4.16 merupakan contoh hasil pengolahan data uji autokorelasi pada elemen kerja 2 proses *coil assembly*.

Tabel 4.16 Hasil Uji Autokorelasi Elemen Kerja 2
Proses *Coil Assembly*

Model Summary ^b	
Model	Durbin-Watson
1	2.338

a. Predictors: (Constant), Panjang unit

b. Dependent Variable: waktu_siklus

Berdasarkan hasil pengolahan yang ditunjukkan pada Tabel 4.16, dengan nilai n adalah 30 dan nilai k (variabel bebas) adalah 1, maka nilai DU sebesar 1,4894 dan 4-DU sebesar 2,5106. Nilai Durbin Watson berada diantara DU dan 4-DU yaitu, $1,4894 \leq 2,338 \leq 2,5106$. Artinya, tidak terdapat hubungan antar variabel gangguan satu observasi dengan

gangguan observasi lain sehingga dapat dipercaya kebenarannya. Tabel 4.17 merupakan rekap hasil uji autokorelasi elemen kerja variabel proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu.

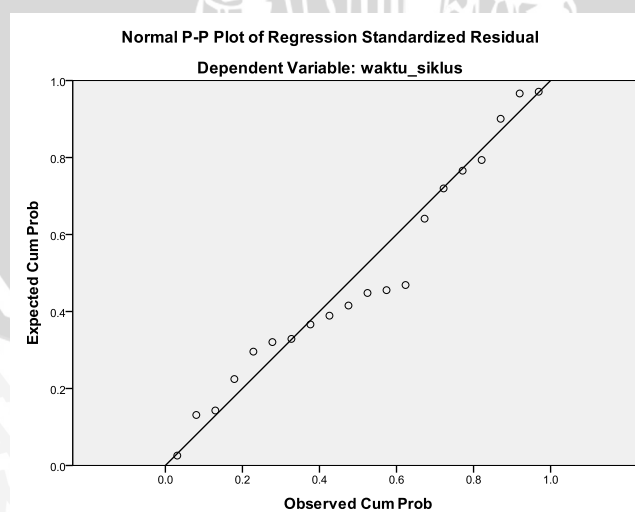
Tabel 4.17 Rekap Hasil Uji Autokorelasi

Proses	Elemen Kerja	DU	Durbin-Watson	4-DU
<i>Coil Assembly</i>	2	1,4894	2,338	2,5106
	3	1,5666	1,929	2,4334
	6	1,4894	1,866	2,5106
	7	1,4894	1,890	2,5106
	8	1,5666	1,894	2,4334
<i>Washing</i>	2	1,4894	2,081	2,5106
<i>Testing</i>	3	1,5666	1,708	2,4334
	4	1,5666	2,250	2,4334
	5	1,5666	1,935	2,4334
	8	1,5666	1,393	2,4334
<i>Final Assembly</i>	1	1,5666	1,384	2,4334
<i>Packing</i>	1	1,5666	2,004	2,4334

Pada rekap hasil uji autokorelasi diatas, semua nilai Durbin-Watson berada diantara DU dan 4-DU yang berarti bahwa pada data penelitian tidak terdapat hubungan antar variabel gangguan satu observasi dengan gangguan observasi lain sehingga dapat dipercaya kebenarannya. Tabel hasil perhitungan uji autokorelasi untuk semua elemen variable dapat dilihat pada Lampiran 6.

5. Uji Linearitas

Linearitas berarti bahwa ada hubungan garis lurus antara variabel bebas dan variabel terikat. Gambar 4.5 merupakan contoh hasil pengolahan data uji linieritas pada elemen kerja 2 proses *coil assembly*.



Gambar 4.5 Hasil Uji Linearitas

Berdasarkan Gambar 4.5, dapat disimpulkan bahwa data bersifat linear. Hal ini dibuktikan dengan penyimpangan yang terjadi pada grafik tersebut memiliki pola dan tersebar tidak jauh dari garis linear.

Tabel 4.18 Hasil Uji Linieritas Elemen Kerja 2 Proses *Coil Assembly*
ANOVA Table

			Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
waktu_siklus * Panjang unit	Between Groups	(Combined)	407.204	7	58.172	60.115	.000
		Linearity	401.375	1	401.375	414.778	.000
		Deviation from Linearity	5.829	6	.972	1.004	.466
	Within Groups		11.612	12	.968		
Total			418.816	19			

Dapat dilihat pada Tabel 4.18, pada baris *deviation from linearity* didapatkan nilai pada F_{hitung} adalah 1,004 dan nilai sig. sebesar 0,466. Data dapat dikatakan bersifat linear jika, nilai sig. $\geq 0,05$ dan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$. Maka, dengan nilai sig. $(0,466) \geq 0,05$ dan nilai $F_{hitung} 1,004 < F_{tabel} (6;12) (3,00)$, dapat disimpulkan bahwa variabel panjang unit secara linear mempengaruhi variabel waktu siklus. Berikut merupakan rekap hasil pengolahan data uji linieritas elemen kerja variabel proses *coil assembly, washing, testing, final assembly, dan packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu.

Tabel 4.19 Rekap Hasil Uji Linieritas

Proses	Elemen Kerja	Variabel Bebas	Nilai sig.	F hitung	df	F tabel
<i>Coil Assembly</i>	2	Panjang unit	0,466	1,004	6;12	3,00
	3	Panjang unit	0,594	0,834	19;19	2,42
		Jumlah lubang	0,098	2,035	14;14	2,48
	6	Jumlah lubang	0,151	1,811	16;12	2,59
	7	Jumlah lubang	0,842	0,578	14;14	2,48
	8	Panjang unit	0,087	2,074	9;19	2,42
		Jumlah lubang	0,856	0,565	15;13	2,53
<i>Washing</i>	2	Panjang unit	0,657	0,739	8;20	2,45
<i>Testing</i>	3	Panjang unit	0,997	0,107	7;21	2,48
		Jumlah lubang	0,068	2,276	14;14	2,49
	4	Panjang unit	0,950	0,291	7;21	2,49
		Jumlah lubang	0,090	2,043	11;17	2,41
	5	Panjang unit	0,214	1,512	9;19	2,42
		Jumlah lubang	0,163	1,679	11;17	2,41
	8	Panjang unit	0,215	1,519	7;21	2,48
		Jumlah lubang	0,077	2,226	15;13	2,53
<i>Final Assembly</i>	1	Jumlah casing	0,157	1,699	10;18	2,41
<i>Packing</i>	1	Panjang unit	0,092	2,031	10;18	2,41

Tabel 4.19 diatas menunjukkan bahwa nilai sig. pada semua data bernilai $\geq 0,05$ dan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$ sehingga semua variabel bebas pada penelitian secara linear

mempengaruhi variabel terikat. Tabel hasil perhitungan uji linearitas untuk semua elemen variable dapat dilihat pada Lampiran 7.

4.3.2.2 Analisa Regresi

Analisis regresi ini digunakan untuk menghitung besarnya pengaruh antara variabel bebas seperti panjang unit, jumlah lubang, dan jumlah casing terhadap variabel terikat yaitu waktu siklus. Analisa yang dilakukan yaitu dengan koefisien determinasi, uji F, dan uji t.

1. Koefisien Determinasi

Untuk mengetahui besar kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat yaitu digunakan nilai R^2 . Berikut merupakan salah satu contoh hasil perhitungan pada elemen kerja 2 proses *coil assembly*.

Tabel 4.20 Koefisien Determinasi Elemen Kerja 2 Proses *Coil Assembly*

Model Summary ^b			
Model	R	R Square	Adjusted R Square
1	.979 ^a	.958	.956

Koefisien determinasi digunakan untuk menghitung besarnya pengaruh atau kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat. Dari analisis pada Tabel 4.20 diperoleh nilai R-Square yang besarnya 0,958 menunjukkan bahwa proporsi pengaruh variabel panjang unit terhadap variabel waktu siklus sebesar 95,8%, sedangkan sisanya 4,2% (100% - 95,8%) dipengaruhi oleh variabel lain yang tidak ada didalam model regresi linear. Tabel 4.21 berikut merupakan rekap nilai koefisien determinasi dari semua elemen kerja variabel pada proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing*.

Tabel 4.21 Rekap Koefisien Determinasi

Proses	Elemen Kerja	R Square
<i>Coil Assembly</i>	2	0,958
	3	0,587
	6	0,821
	7	0,998
	8	0,779
<i>Washing</i>	2	0,729
	3	0,880
<i>Testing</i>	4	0,885
	5	0,592
	8	0,944
<i>Final Assembly</i>	1	0,906
<i>Packing</i>	1	0,965

Tabel 4.21 merupakan nilai R square dari tiap elemen kerja pada stasiun kerja perakitan Medium Cu. Nilai R square menunjukkan proporsi pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Tabel hasil perhitungan koefisien determinasi untuk semua elemen variable dapat dilihat pada Lampiran 8.

2. Uji F

Pengujian F atau pengujian model digunakan untuk mengetahui apakah hubungan antara keseluruhan variable bebas secara bersama – sama mempengaruhi variabel terikat secara signifikan atau tidak. Berikut ini langkah-langkah uji F untuk elemen kerja 2 proses *coil assembly*.

1) Menentukan formula hipotesis

H_0 : Tidak terdapat pengaruh signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat

H_1 : Terdapat pengaruh signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat.

2) Menentukan taraf nyata (α) dan nilai F tabel

Taraf nyata (α) = 0,05

F tabel = 4,41

3) Menentukan kriteria pengujian

H_0 diterima apabila $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ dan Nilai Sig $\geq 0,05$

H_0 ditolak apabila $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan Nilai Sig $< 0,05$

4) Menentukan nilai uji statistik dengan tabel anova

Tabel 4.22 merupakan hasil pengolahan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS.

Tabel 4.22 Hasil Perhitungan Uji F

ANOVA ^b						
Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	401.375	1	401.375	414.229	.000 ^a
	Residual	17.441	18	.969		
	Total	418.816	19			

a. Predictors: (Constant), Panjang unit

b. Dependent Variable: waktu_siklus

Berdasarkan hasil dari nilai F tabel dengan nilai α (alpha) adalah 0,05 dan *degree of freedom regression* adalah 1 dan nilai *degree of freedom residual* adalah 18, didapatkan nilai F tabel sebesar 4,41.

5) Membuat kesimpulan

Nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ yaitu $414,229 > 4,41$, maka H_0 ditolak atau terdapat pengaruh signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat. Sedangkan untuk nilai sig $< 0,05$, maka dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_1 diterima atau terdapat

pengaruh signifikan variabel bebas terhadap variabel terikat. Tabel 4.23 berikut merupakan rekap hasil perhitungan untuk pengujian F.

Tabel 4.23 Rekap Uji F

Proses	Elemen Kerja	df regression	df residual	F tabel	F hitung	Sig.
Coil Assembly	2	1	18	4,41	414,229	0,000
	3	2	27	3,35	19,184	0,000
	6	1	28	4,20	3,853	0,000
	7	1	28	4,20	17526,017	0,000
	8	2	27	3,35	19,495	0,000
Washing	2	1	28	4,20	75,309	0,000
Testing	3	2	27	3,35	37,669	0,000
	4	2	27	3,35	5,408	0,011
	5	2	27	3,35	15,316	0,000
	8	2	27	3,35	19,574	0,000
Final Assembly	1	1	28	4,20	29,451	0,000
Packing	1	1	28	3,35	766,832	0,000

Dari Tabel 4.23 dapat dilihat bahwa nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$ dan nilai sig $< 0,05$, hal tersebut berarti H_0 ditolak atau terdapat pengaruh signifikan antara variabel bebas terhadap variabel terikat. Tabel hasil perhitungan uji F untuk semua elemen variabel dapat dilihat pada Lampiran 9.

3. Uji t

Uji t digunakan untuk mengetahui apakah variabel-variabel independen secara parsial berpengaruh nyata atau tidak terhadap variabel dependen. Derajat signifikansi yang digunakan adalah 0,05. Apabila nilai signifikan lebih kecil dari derajat kepercayaan maka menerima hipotesis alternatif, yang menyatakan bahwa suatu variabel independen secara parsial mempengaruhi variabel dependen. Berikut ini adalah contoh langkah-langkah uji t yang digunakan untuk elemen kerja 2 proses *coil assembly*.

- 1) Menentukan formula hipotesis

H_0 : Tidak terdapat pengaruh signifikan antara panjang unit terhadap waktu siklus

H_1 : Terdapat pengaruh signifikan antara panjang unit terhadap waktu siklus

- 2) Menentukan taraf nyata

Taraf nyata (α) = 0,05

t tabel = 2,04523

- 3) Menentukan kriteria pengujian

H_0 diterima apabila $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ dan Nilai Sig $\geq 0,05$

H_0 ditolak apabila $t_{hitung} > t_{tabel}$ dan Nilai Sig $< 0,05$

- 4) Menentukan nilai uji statistik

Tabel 4.24 merupakan hasil perhitungan untuk uji t dengan menggunakan perangkat lunak SPSS.

Tabel 4.24 Hasil Perhitungan Uji t Elemen Kerja 2 Proses *Coil Assembly* Coefficients^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
1 (Constant)	2.145	.485		4.425	.000
Panjang unit	.003	.000	.979	20.353	.000

5) Membuat kesimpulan

$t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $20,353 > 2,04523$ atau nilai $sig\ t (0,000) < \alpha = 0,05$ maka pengaruh panjang unit terhadap waktu siklus adalah signifikan. Hal ini berarti H_0 ditolak dan H_1 diterima sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu siklus dapat dipengaruhi secara signifikan oleh panjang unit. Tabel 4.25 berikut merupakan rekap hasil perhitungan untuk uji t.

Tabel 4.25 Rekap Hasil Perhitungan Uji t

Proses	Elemen Kerja	Variabel Bebas	t_{hitung}	t_{tabel}	Sig.
<i>Coil Assembly</i>	2	Panjang unit	20,353	2,04841	0,000
	3	Panjang unit	4,780	2,05183	0,000
		Jumlah lubang	2,2777	2,05183	0,031
	6	Jumlah lubang	4,963	2,04841	0,000
	7	Jumlah lubang	132,386	2,04841	0,000
8	Panjang unit	8,027	2,05183	0,001	
	Jumlah lubang	2,135	2,05183	0,004	
<i>Washing</i>	2	Panjang unit	17,002	2,04841	0,000
<i>Testing</i>	3	Panjang unit	4,876	2,05183	0,002
		Jumlah lubang	2,448	2,05183	0,000
	4	Panjang unit	6,269	2,05183	0,000
		Jumlah lubang	3,066	2,05183	0,001
	5	Panjang unit	2,834	2,05183	0,000
Jumlah lubang	2,122	2,05183	0,002		
8	Panjang unit	9,136	2,05183	0,000	
	Jumlah lubang	2,711	2,05183	0,001	
<i>Final Assembly</i>	1	Jumlah casing	16,415	2,04841	0,000
<i>Packing</i>	1	Panjang unit	7,857	2,04841	0,000

Dari tabel hasil perhitungan uji t diatas, dapat dilihat bahwa semua nilai $t_{hitung} > t_{tabel}$, maka pengaruh variabel bebas terhadap waktu siklus pada tiap prosesnya adalah signifikan. Tabel hasil perhitungan uji t untuk semua elemen variable dapat dilihat pada Lampiran 10.

4. Persamaan Regresi

Pada tiap persamaan yang diperoleh, terdapat variabel terikat dan variabel bebas. Pada Tabel 4.26 akan dijelaskan gambaran pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat untuk tiap elemen kerja.

Tabel 4.26 Model Konseptual Persamaan Regresi

Model konseptual	Proses	Elemen kerja
	<i>Coil Assembly</i>	2
	<i>Washing</i>	2
	<i>Packing</i>	1
	<i>Coil Assembly</i>	3, 8
	<i>Testing</i>	3, 4, 5, 6
	<i>Coil Assembly</i>	6, 7

Berdasarkan pada tabel hasil perhitungan untuk uji t, didapatkan persamaan regresi yang disajikan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Rekap Persamaan Regresi Elemen Kerja Variabel

Proses	Elemen Kerja	Persamaan	Keterangan
<i>Coil Assembly</i>	2	$Y = 2,145 + 0,003X$	X = panjang unit
	3	$Y = 2,857 + 0,004X_1 + 0,004X_2$	X_1 = panjang unit X_2 = jumlah lubang
	6	$Y = 1,563 + 0,004X$	X = jumlah lubang
	7	$Y = 1,113 + 0,002X$	X = jumlah lubang
<i>Testing</i>	8	$Y = 2,864 + 0,011X_1 + 0,006 X_2$	X_1 = panjang unit X_2 = jumlah lubang
	3	$Y = 1,122 + 0,001 X_1 + 0,004 X_2$	X_1 = panjang unit X_2 = jumlah lubang
	4	$Y = 1,057 + 0,002 X_1 + 0,003 X_2$	X_1 = panjang unit X_2 = jumlah lubang
	5	$Y = 1,300 + 0,001 X_1 + 0,003 X_2$	X_1 = panjang unit X_2 = jumlah lubang
<i>Final Assembly</i>	1	$Y = 3,674 + 0,051X$	X = jumlah casing
<i>Packing</i>	1	$Y = 1,202 + 0,003X$	X = panjang unit

Berdasarkan interpretasi pada Tabel 4.27, dapat diketahui besarnya kontribusi variabel bebas terhadap variabel terikat, yaitu panjang unit sebesar 0,003. Sehingga dapat disimpulkan bahwa panjang unit berpengaruh positif terhadap waktu siklus. Dengan kata lain, apabila bahwa jika panjang unit meningkat maka akan diikuti peningkatan pada waktu siklus. Hal tersebut juga sama untuk persamaan-persamaan lainnya, bahwa tiap satuan x bertambah maka waktu siklus akan mengalami peningkatan.

4.3.3 Rekomendasi Formula Waktu Siklus

Berdasarkan hasil perhitungan *stopwatch time study* yang telah ditunjukkan pada Tabel 4.8 dan regresi linear pada Tabel 4.27, maka diperoleh rekomendasi formula waktu siklus yang digunakan untuk mengestimasi waktu produksi proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing* pada stasiun kerja perakitan Medium Cu maka diperoleh formula sebagai berikut.

Tabel 4.28 Formula Rekomendasi

Elemen Kerja		Formula
Coil Assembly		
1	Menyusun mal pada meja perakitan	0,87305 (menit)
2	Merakit <i>fin</i> dan <i>stirnblech</i>	$2,145 + 0,003X$
3	Merakit pipa	$2,857 + 0,004X_1 + 0,004X_2$ (menit)
4	Memasang <i>jig</i> pada unit	0,76654 (menit)
5	Mengukur dimensi unit	0,74233 (menit)
6	Memberi minyak pada pipa	$1,563 + 0,004X$ (menit)
7	<i>Hammer drill</i>	$1,113 + 0,002X$ (menit)
8	Proses <i>expand</i> pipa	$2,864 + 0,011X_1 + 0,006X_2$ (menit)
9	Melepas <i>jig</i>	0,59056 (menit)
10	Melepas <i>mal</i>	0,41130 (menit)
11	Memindahkan unit ke proses selanjutnya dengan <i>crane</i>	1,44632 (menit)
Washing		
1	Memindahkan unit ke ruang pencucian	0,65405 (menit)
2	Membersihkan unit	$1,594 + 0,006X$ (menit)
3	Memindahkan unit ke area tes kebocoran (<i>Leakage Test</i>)	1,06237 (menit)
Testing		
1	Memindahkan dan mengangkat unit ke atas kolam tes dengan <i>crane</i>	1,22176 (menit)
2	Membuka <i>ventil</i> pada <i>header</i> dan memasang selang untuk mengalirkan udara bertekanan	0,203923 (menit)
3	Pengisian unit dengan udara bertekanan 35 bar selagi unit masuk ke dalam kolam tes	$1,122 + 0,001 X_1 + 0,004 X_2$ (menit)
4	<i>Holding time</i>	$1,057 + 0,002 X_1 + 0,003 X_2$ (menit)
5	Mengecek kebocoran pada unit dengan lampu sorot	$1,300 + 0,001 X_1 + 0,003 X_2$ (menit)
6	Mengeluarkan unit dari kolam tes	0,454682 (menit)
7	Memberi stiker LT (Lulus Tes) pada unit	0,12235 (menit)
8	Menurunkan tekanan udara pada unit	$1,151 + 0,001 X_1 + 0,004 X_2$ (menit)
9	Melepas selang angin dan memasang tutup <i>header</i>	0,35631 (menit)
10	Memindahkan unit ke palet di area <i>final assembly</i>	1,33358 (menit)
Final Assembly		
1	Memasang <i>casing</i>	$1,883 + 1,24X$ (menit)
2	Pengecekan akhir dan penulisan pada <i>quality card</i>	1,05493 (menit)
3	Memindahkan unit ke area <i>electric assembly</i>	1,02709 (menit)
Packing		
1	Menyiapkan kayu untuk pengemasan	$1,102 + 0,003X$ (menit)
2	Memindahkan unit ke area pengemasan	3,221 (menit)
3	Memasang kayu pada semua sisi unit	24,66907 (menit)
4	Melapisi unit dengan plastik	5,54151 (menit)

Tabel 4.28 merupakan formula dari tiap-tiap proses. Untuk memperoleh estimasi waktu siklus tiap prosesnya, dilakukan dengan cara memasukkan parameter yang diperlukan pada elemen kerja yang variabel. Setelah itu jumlahkan waktu yang

diperoleh pada tiap elemen kerja. Berikut merupakan contoh perhitungan pada proses *coil assembly*. Berikut merupakan contoh perhitungan pada proses *coil assembly* dengan spesifikasi panjang unit = 3200, jumlah lubang = 216.

Tabel 4.29 Contoh Perhitungan Proses *Coil Assembly* dengan Formula Rekomendasi

	Elemen Kerja	Formula	Perhitungan
1	Menyusun mal pada meja perakitan	0,87305	0,87305
2	Merakit <i>fin</i> dan <i>stirnblech</i>	$2,145 + 0,003X$	$2,145 + 0,003*3200$
3	Merakit pipa	$2,857 + 0,004X_1 + 0,004X_2$	$2,857 + 0,004*3200 + 0,004*216$
4	Memasang <i>jig</i> pada unit	0,76654	0,76654
5	Mengukur dimensi unit	0,74233	0,74233
6	Memberi minyak pada pipa	$1,563 + 0,004X$	$1,563 + 0,004*216$
7	<i>Hammer drill</i>	$1,113 + 0,002X$	$1,113 + 0,002*216$
8	Proses <i>expand</i> pipa	$2,864 + 0,011X_1 + 0,006X_2$	$2,864 + 0,011*3200 + 0,006*216$
9	Melepas <i>jig</i>	0,59056	0,59056
10	Melepas <i>mal</i>	0,41130	0,41130
11	Memindahkan unit ke proses selanjutnya dengan <i>crane</i>	1,44632	1,44632
Total Waktu			75,248 menit

Berdasarkan Tabel 4.29, dapat dilihat cara menghitung waktu siklus yang diperlukan untuk tiap proses. Hal yang perlu dilakukan dalam perhitungan adalah memasukkan nilai variabel bebas yaitu spesifikasi unit pada persamaan yang telah dibuat, kemudian jumlahkan semua nilai sehingga diperoleh waktu siklus dari suatu proses.

4.4 Perbandingan Formula Terdahulu dan Formula Rekomendasi dengan Waktu Aktual

Perbandingan ini bertujuan untuk melihat perbedaan waktu siklus yang diperoleh dari waktu siklus saat ini, formula waktu siklus terdahulu, dan rekomendasi formula waktu siklus. Hal yang dilakukan sebelum melakukan hal tersebut adalah mengambil data waktu siklus saat ini kemudian membandingkannya dengan waktu siklus yang diperoleh dari formula waktu siklus terdahulu maupun rekomendasi.

Pengambilan data kondisi aktual ini bertujuan untuk melihat apakah formula waktu siklus usulan benar-benar sesuai dengan waktu siklus saat ini sehingga dapat mencapai target *efficiency rate* atau ataukah tidak. Data yang diambil adalah dalam satuan menit sebanyak tiga waktu siklus untuk masing-masing proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing*. Tabel 4.30 merupakan data waktu siklus saat ini yang diambil pada bulan November 2015.

Tabel 4.30 Data Waktu Siklus Medium Cu

No.	Waktu Siklus (menit)				
	<i>Coil Assembly</i>	<i>Washing</i>	<i>Testing</i>	<i>Final Assembly</i>	<i>Packing</i>
1	90,164	15,344	24,583	100,003	49,267
2	112,347	24,331	43,936	70,582	56,767
3	123,975	27,733	35,833	58,932	61,917

Data pada Tabel 4.30 selanjutnya digunakan untuk dibandingkan dengan hasil perhitungan formula terdahulu dan formula rekomendasi. Setelah memperoleh data waktu siklus aktual saat ini, selanjutnya data tersebut dibandingkan dengan formula usulan yang telah dibuat. Selain itu juga dibandingkan dengan formula yang telah dibuat oleh perusahaan sebelumnya. Tabel 4.31 berikut merupakan perbandingan waktu siklus dari waktu siklus saat ini, waktu siklus yang diperoleh dari formula terdahulu, dan waktu siklus yang diperoleh dari formula waktu siklus usulan.

Tabel 4.31 Perbandingan Waktu Siklus Aktual dengan Formula Terdahulu dan Formula Rekomendasi

Proses	Spesifikasi	Waktu Siklus (menit)		
		Aktual	Formula Terdahulu	Formula Rekomendasi
<i>Coil Assembly</i>	Panjang unit = 3200 Jumlah lubang = 216	90,164	59,192	75,248
	Panjang unit = 4000 Jumlah lubang = 220	112,347	71,565	89,712
	Panjang unit = 4800 Jumlah lubang = 224	123,975	84,297	104,176
<i>Washing</i>	Panjang unit = 1300	15,344	9,252	11,110
	Panjang unit = 2430	24,331	14,914	17,890
	Panjang unit = 3200	27,733	18,771	22,510
<i>Testing</i>	Panjang unit = 2200 Jumlah lubang = 144	24,583	16,532	21,339
	Panjang unit = 4800 Jumlah lubang = 360	43,936	16,896	37,363
	Panjang unit = 3200 Jumlah lubang = 120	35,833	16,552	26,003
<i>Final Assembly</i>	Jumlah casing = 58	100,003	67,732	75,885
	Jumlah casing = 39	70,582	46,199	64,025
	Jumlah casing = 28	58,932	33,732	47,085
<i>Packing</i>	Panjang unit = 1600	49,267	32,406	39,333
	Panjang unit = 3200	56,767	37,625	44,133
	Panjang unit = 4200	61,917	40,887	47,134

Dari Tabel 4.31 dapat dilihat bahwa waktu siklus yang diperoleh dari formula terdahulu memiliki waktu lebih pendek dibandingkan dengan waktu aktual saat ini. Sedangkan waktu siklus yang diperoleh dari formula rekomendasi lebih mendekati dengan waktu aktual. Dengan begitu, waktu siklus yang diperoleh dari formula terdahulu sudah tidak dapat mewakili waktu siklus saat ini karena waktu siklus aktual memiliki waktu lebih lama dari waktu siklus yang diperoleh dari formula terdahulu. Setelah melihat tabel diatas, maka langkah selanjutnya adalah menghitung *efficiency rate* dari tiap proses tersebut.

Efficiency rate merupakan nilai yang diperoleh dari waktu yang telah dibuat oleh perusahaan dibandingkan dengan waktu aktual pengerjaan satu unit. Berikut merupakan contoh perhitungan *efficiency rate* pada proses *coil assembly* elemen kerja 2 antara waktu siklus yang diperoleh dari formula terdahulu dengan waktu siklus aktual.

$$Eff.rate = \frac{\text{waktu siklus formula}}{\text{waktu siklus aktual}} \times 100\%$$

$$Eff.rate = \frac{59,192}{90,164} \times 100\% = 65,615\% = 66\%$$

Hasil perhitungan diatas diperoleh nilai sebesar 66% sehingga hal tersebut berarti belum mencapai target perusahaan (70%). Tabel 4.32 berikut merupakan rekap hasil perhitungan *efficiency rate* proses *coil assembly*.

Tabel 4.32 Rekap *Efficiency Rate*

Proses	<i>Efficiency Rate (%)</i>	
	Formula Terdahulu	Formula Rekomendasi
Coil Assembly	66	83
	64	80
	68	84
Washing	60	72
	61	74
	68	81
Testing	67	87
	58	82
	66	73
Final Assembly	68	76
	65	91
	57	80
Packing	66	80
	66	78
	66	76

Dari Tabel 4.32 dapat dilihat bahwa *efficiency rate* dari formula terdahulu belum mencapai target dari perusahaan sedangkan untuk *efficiency rate* dari formula rekomendasi telah mencapai target perusahaan. Dengan nilai *efficiency rate* diatas dapat dilihat keakuratan dari formula waktu siklus aktual dengan waktu siklus yang telah diestimasi. Semakin tinggi nilai *efficiency rate* maka waktu siklus estimasi semakin mendekati waktu siklus aktual. *Efficiency rate* pada formula rekomendasi memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan formula terdahulu. Dengan begitu, formula rekomendasi ini dapat digunakan perusahaan guna mengestimasi waktu siklus tiap unit pada tiap proses di stasiun kerja Medium Cu.

4.5 Analisa dan Pembahasan

Pada Tabel 4.28 sebelumnya telah ditunjukkan rekomendasi formula waktu siklus untuk tiap proses. Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai perbedaan antara formula waktu siklus terdahulu dengan formula waktu siklus rekomendasi pada proses *coil assembly*, *washing*, *testing*, *final assembly*, dan *packing*. Formula waktu siklus terdahulu dapat dilihat pada Lampiran 11.

4.5.1 Proses *Coil Assembly*

Nilai *efficiency rate* yang dihasilkan dari formula terdahulu belum mencapai nilai *efficiency rate* yang dibuat oleh perusahaan. Pada proses ini, rata-rata nilai *efficiency rate* dari formula terdahulu sebesar 66% sedangkan dengan formula rekomendasi rata-rata nilai *efficiency rate* menjadi 82%, terdapat selisih sebesar 16%. Selisih nilai terjadi karena formula waktu siklus terdahulu sudah tidak dapat mewakili keadaan saat ini. Pada formula terdahulu terdapat 10 elemen kerja, sedangkan pada formula rekomendasi terdapat 11 elemen kerja. Elemen kerja yang belum tercantum pada elemen kerja terdahulu adalah waktu yang diperlukan untuk unit dipindahkan ke proses selanjutnya dengan *crane*, elemen kerja yang ditambahkan tersebut menjadi elemen kerja ke-11 dan merupakan elemen kerja konstan.

Pada elemen kerja konstan yaitu elemen kerja 1, 4, 5, 9, dan 10 terjadi perubahan nilai. Perubahan yang dimaksud adalah dari formula terdahulu terhadap formula yang direkomendasikan. Pada elemen kerja 1 terjadi peningkatan sebesar 0,22567 menit; elemen kerja 4 terjadi peningkatan sebesar 0,09115 menit; elemen kerja 5 terjadi penurunan sebesar 0,13022 menit; elemen kerja 9 terjadi peningkatan sebesar 0,10438 menit; elemen kerja 10 terjadi peningkatan sebesar 0,10947. Pada elemen kerja variabel yaitu elemen kerja 2, 3, 6, 7, dan 8 juga terjadi perubahan formula persamaan. Elemen kerja 2 formula persamaan sebelumnya adalah $Y = 0.061 + 0.00200X$ menjadi $Y = 2.145 + 0.003X$; elemen kerja 3 formula persamaan sebelumnya adalah $Y = (0.0469 + 0.000005X_1)(X_2)$ menjadi $Y = 2.857 + 0.004X_1 + 0.004X_2$; elemen kerja 6 formula persamaan sebelumnya adalah $Y = 0.0006X$ menjadi $Y = 1.563 + 0.004X$; elemen kerja 7 formula persamaan sebelumnya adalah $Y = 0.0007X$ menjadi $Y = 1.113 + 0.002X$; elemen kerja 8 formula persamaan sebelumnya adalah $Y = (0.0019 + 0.000051X_1)(X_2)$ menjadi $Y = 2.864 + 0.011X_1 + 0.006X_2$.

4.5.2 Proses *Washing*

Pada proses ini, rata-rata nilai *efficiency rate* dari formula terdahulu sebesar 63% sedangkan dengan formula rekomendasi rata-rata nilai *efficiency rate* menjadi 76%, terdapat selisih sebesar 13%. Pada formula terdahulu maupun formula rekomendasi terdapat tiga elemen kerja yang terdiri dari 2 elemen kerja konstan dan 1 elemen kerja variabel.

Pada elemen kerja konstan yaitu elemen kerja 1 dan 3 terjadi perubahan nilai. Pada elemen kerja 1 terjadi peningkatan sebesar 0,22905 menit; elemen kerja 3 terjadi peningkatan sebesar 0,13737 menit. Pada elemen kerja variabel yaitu elemen kerja 2 juga terjadi perubahan formula persamaan. Elemen kerja 2 formula persamaan sebelumnya adalah $Y = 1.38936 + 0.00501X$ menjadi $Y = 1.594 + 0.006X$.

4.5.3 Proses *Testing*

Pada proses ini, rata-rata nilai *efficiency rate* dari formula terdahulu sebesar 64% sedangkan dengan formula rekomendasi rata-rata nilai *efficiency rate* menjadi 80%, terdapat selisih sebesar 16%. Pada proses ini, perusahaan tidak mendeskripsikan elemen kerja, melainkan membuat satu formula yang dapat mengestimasi pengerjaan pada proses ini sedangkan untuk formula rekomendasi elemen kerja dideskripsikan sesuai dengan proses aktual sehingga diharapkan dapat benar-benar mewakili keadaan aktual.

Formula persamaan terdahulu adalah $Y = 16.45 + (0.0000146103 * 0.01766X_1) (X_2)$ sedangkan untuk formula rekomendasi terdapat 10 elemen kerja yang terdiri dari 6 elemen kerja konstan dan 4 elemen kerja variabel. Elemen kerja konstan antara lain elemen kerja 1 yang memiliki nilai sebesar 1,22176 menit; elemen kerja 2 sebesar 0,20392 menit; elemen kerja 6 sebesar 0,45468 menit; elemen kerja 7 sebesar 0,12235 menit; elemen kerja 9 sebesar 0,35631 menit; elemen kerja 10 sebesar 1,33358 menit. Pada elemen kerja variabel yaitu elemen kerja 3 memiliki formula persamaan $Y = 1.122 + 0.001X_1 + 0.004X_2$; elemen kerja 4 memiliki formula persamaan $Y = 1.057 + 0.002X_1 + 0.003X_2$; elemen kerja 5 memiliki formula persamaan $Y = 1.300 + 0.001X_1 + 0.003X_2$; elemen kerja 8 memiliki formula persamaan $Y = 1.151 + 0.001X_1 + 0.004X_2$.

4.5.4 Proses *Final Assembly*

Pada proses ini, rata-rata nilai *efficiency rate* dari formula terdahulu sebesar 63% sedangkan dengan formula rekomendasi rata-rata nilai *efficiency rate* menjadi 82%, terdapat selisih sebesar 19%. Pada formula terdahulu maupun formula rekomendasi

terdapat tiga elemen kerja yang terdiri dari 2 elemen kerja konstan dan 1 elemen kerja variabel.

Pada elemen kerja konstan yaitu elemen kerja 2 dan 3 terjadi perubahan nilai. Pada elemen kerja 2 terjadi penurunan sebesar 0,05493 menit; elemen kerja 3 terjadi penurunan sebesar 0,02709 menit. Pada elemen kerja variabel yaitu elemen kerja 1 juga terjadi perubahan formula persamaan. Elemen kerja 1 formula persamaan sebelumnya adalah $Y = 1.133305X$ menjadi $Y = 1.883 + 1.24X$.

4.5.4 Proses Packing

Pada proses ini, rata-rata nilai *efficiency rate* dari formula terdahulu sebesar 66% sedangkan dengan formula rekomendasi rata-rata nilai *efficiency rate* menjadi 78%, terdapat selisih sebesar 12%. Pada proses ini, perusahaan tidak mendeskripsikan elemen kerja, melainkan membuat satu formula yang dapat mengestimasi pengerjaan pada proses ini sedangkan untuk formula rekomendasi elemen kerja dideskripsikan sesuai dengan proses aktual sehingga diharapkan dapat benar-benar mewakili keadaan aktual.

Formula persamaan terdahulu adalah $Y = (22,6567 + 0,002718X) 1,2$ sedangkan untuk formula rekomendasi terdapat 4 elemen kerja yang terdiri dari 3 elemen kerja konstan dan 1 elemen kerja variabel. Elemen kerja konstan antara lain elemen kerja 2 yang memiliki nilai sebesar 3,221 menit; elemen kerja 3 sebesar 24,66907 menit; elemen kerja 4 sebesar 5,54151 menit. Pada elemen kerja variabel yaitu elemen kerja 1 memiliki formula persamaan yaitu $Y = 1.102 + 0.003X$.

