



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR - SS 090302

**PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES PRODUKSI
SEPATU KULIT DI SENTRA INDUSTRI KULIT UKM METRO
KABUPATEN MAGETAN JAWA TIMUR**

KARTIKA AYUNING TYAS
NRP 1311 030 037

Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

Program Studi Diploma III
JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014



TUGAS AKHIR - SS 090302

**PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES
PRODUKSI SEPATU KULIT DI SENTRA INDUSTRI
KULIT UKM METRO KABUPATEN MAGETAN JAWA
TIMUR**

**KARTIKA AYUNING TYAS
NRP 1311 030 037**

**Dosen Pembimbing
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN STATISTIKA
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT - SS 090302

**TIME MEASUREMENT OF PRODUCTION PROCESS
IN LEATHER SHOES LEATHER INDUSTRY CENTER
METRO MAGETAN EAST JAVA**

**KARTIKA AYUNING TYAS
NRP 1311 030 037**

Supervisor
Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT

DIPLOMA III STUDY PROGRAM
DEPARTMENT OF STATISTICS
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014

**TIME MEASUREMENT OF PRODUCTION
PROCESS IN LEATHER SHOES LEATHER
INDUSTRY CENTER METRO MAGETAN EAST
JAVA**

Name of Student : Kartika Ayuning Tyas
NRP : 1311030037
Study Program : Diploma III
Department : Statistics FMIPA-ITS
Supervisor : Dra. Sri Mumpuni
Retnaningsih, M.T

Abstract

Measurement of working time is an attempt to determine the length of time the work required by a trained employee to complete a job working at a normal rate of speed . Through the measurement of working time can also note the time allowances for employees , the normal time and standard time standard output , in addition to the measurement of working time can also be known to the productivity of an industry and assembly lines . The importance of the measurement of working time primarily on small industries need to be done , because if not then the irregularity of production will occur . After calculation of the time the standard benchmark in the production process have met or finish production . At the time of leeway in mind that the operator work time 540 minutes resulting in a time clearances at 2.78 % . Through the grace that has been obtained is then used to calculate the standard time , then generate output standaryang time calculation of 5,043 units / day and productivity .

***Keywords : Measurement of Working Time , Time Allowance ,
Standard Time , Standard Output***

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

**PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES
PRODUKSI SEPATU KULIT DI SENTRA INDUSTRI
KULIT UKM METRO KABUPATEN MAGETAN JAWA
TIMUR**

Nama Mahasiswa : Kartika Ayuning Tyas
NRP : 1311 030 037
Program Studi : Diploma III
Jurusan : Statistika FMIPA-ITS
Dosen Pembimbing : Dra. Sri Mumpuni
Retnaningsih, M.T

Abstrak

Pengukuran waktu kerja merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang karyawan yang terlatih untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada tingkat kecepatan kerja yang normal. Melalui pengukuran waktu kerja juga dapat diketahui waktu kelonggaran bagi karyawan, waktu normal waktu standar dan output standar, selain itu dengan pengukuran waktu kerja juga dapat diketahui produktivitas dari suatu industry dan lini perakitan. Pentingnya pengukuran waktu kerja utamanya pada industri kecil ini perlu dilakukan, karena jika tidak maka ketidakteraturan produksi akan terjadi. Setelah dilakukan perhitungan terhadap waktu standar maka proses produksi memiliki patokan dalam memenuhi atau menyelesaikan produksi. Pada waktu kelonggaran diketahui waktu kerja operator yakni 540 menit sehingga menghasilkan waktu kelonggaran sebesar 2,78%. Melalui waktu kelonggaran yang telah diperoleh kemudian akan digunakan untuk menghitung waktu standar, output standaryang kemudian menghasilkan perhitungan waktu sebesar 5,043 unit/hari dan produktivitas.

Kata kunci: Pengukuran Waktu Kerja, Waktu Kelonggaran, Waktu Standar, Output Standar

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



LEMBAR PENGESAHAN

PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES PRODUKSI SEPATU KULIT DI SENTRA INDUSTRI KULIT UKM METRO KABUPATEN MAGETAN JAWA TIMUR

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
pada
Program Studi Diploma III Jurusan Statistika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

KARTIKA AYUNING TYAS
NRP. 1311030 037

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT
NIP. 19610311 198701 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Statistika FMIPA-ITS

Dr. Muhammad Mashuri, MT
NIP. 19620408 198701 1 001

SURABAYA, Juli 2014



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr.Wb

Puji syukur dipanjatkan kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya segala sesuatu yang terjadi merupakan kehendakNya dimana Dialah sebaik-baiknya pemberi dan penolong. Shalawat dan Salam senantiasa tercurahkan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan dengan baik Tugas Akhir dengan judul **”PENGUKURAN WAKTU KERJA PADA PROSES PRODUKSI SEPATU KULIT DI SENTRA INDUSTRI KULIT UKM METRO KABUPATEN MAGETAN JAWA TIMUR”**. Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik tidak terlepas dari dukungan, doa serta semangat yang diberikan oleh banyak pihak pada penulis. Pada kesempatan ini penulis ingin memberikan penghormatan dan ucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada:

1. Ibu Dra. Sri Mumpuni Retnaningsih, MT selaku dosen pembimbing serta sebagai Ketua Program Studi Diploma III Jurusan Statistika yang telah rela membagi waktu dan pikiran, memberikan dorongan motivasi dan dengan sabar membimbing penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Dr. Muhammad Mashuri, MT selaku dosen penguji serta Ketua Jurusan Statistika ITS dan Ibu Diaz Fitra Aksioma S.Si, M.Si untuk kritik dan saran yang sangat membangun kesempurnaan tugas akhir ini.
3. Ibu Ir.Sri Pingit, M.Si selaku dosen wali telah dengan sabar dan baik hati memberikan motivasi, inspirasi dan dukungan yang diberikan.
4. Seluruh dosen statistika yang telah memberikan banyak ilmu yang bermanfaat serta motivasi dan juga para karyawan yang turut menunjang proses belajar mengajar.
5. Terimakasih teramat besar kepada Bapak Idam selaku *owner* UKM Metro Kabupaten Magetan dan karyawan UKM Metro yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk

- melakukan pengambilan data, serta dengan telaten membimbing penulis demi kelancaran Tugas Akhir ini
6. Kedua orang tua tercinta , Bapak Hestu Marsudi dan ibu Menik Hermastuti, yang selama ini selalu mencurahkan kasih sayang dan perhatian kepada penulis . Bapak dan ibu yang selalu memberi dukungan dan doa yang tak pernah putus untuk penulis. Serta adikku tercinta Dian Pratiwi, sebagai pelengkap dukungan kepada penulis.
 7. Untuk SAHABAT TERBAIKKU DIII 2011 yang melengkapi serta menjadi teman yang sangat berarti. Terimakasih atas persahabatan dan dukungan. Semoga kita lulus dengan hasil terbaik.
 8. Untuk yang selalu kurindukan sahabat-sahabatku Vero, Gita,Cyntia, Icha, Fitri yang dengan tangan terbuka dan dengan rendah hati menemani penulis mulai dari awal masuk kuliah hingga saat ini.
 9. Untuk sahabatku yang selalu mengukir senyum disetiap waktu Delta, Fauziah , Zuhria , Vivi , Yurike , dan Fadiyah. Penulis mengucapkan terimakasih untuk persahabatan selama ini, sungguh menjadi kenangan yang tak akan pernah kulupa. Terimakasih setiap dukungan dan tawa yang kalian beri.
 10. Untuk Anita, Ana, Farida,Hira, Dini, Kiky, Citra, Ajeng,Suci,Nina, Fath Ul terimakasih untuk setiap moment berharga.
 11. Teman-teman Lab Industri yang telah berjuang bersama Sigit,Asiyah,Fiqih, Sulhan,dan lain-lain.
 12. Spesial Terimakasihku kepada Fiqih Nur Aminah yang selama ini menemani penulis, memberi arahan dan motivasi, menampung keluh kesah, tangis tawa. Menjadi Kakak yang selalu dengan rendah hati membantu penulis.
 13. Untuk seseorang teristimewa yang telah mendampingi penulis hingga hari ini Teguh Setyo Utomo. Terimakasih atas waktu dan pikiran yang terbagi, terimakasih atas dorongan semangat dan doa. Terimakasih atas semua kesempatan dan *moment* berharga yang diberi. Terimakasih
 14. Untuk sahabat terbaikku Achmad Nova sahabat seperjuangan sahabat terbaik, terimakasih telah menemani penulis dan menampung segala keluh dan kesah penulis selama ini.

15. Untuk Kakak Ega, Surya, Urifa yang selalu memberi dukungan, menjadi kakak-kakak yang lucu baik.
16. Serta semua pihak yang telah terlibat dengan penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terimakasih atas bantuan yang diberikan

Penulis menyadari masih adanya kekurangan dan ketidaksempurnaan dalam penulisan Tugas Akhir ini, untuk itu saran dan masukan dari semua pihak sangatlah diharapkan. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak. Amin

Wassalamualaikum Wr.Wb

Surabaya, Juli 2014

Penulis

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

	halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Statistika Deskriptif.....	5
2.2 Pengukuran Waktu Kerja	5
2.2.1 Tahap-Tahap Pengukuran Kerja.....	6
2.3 Asumsi Pengukuran Kerja.....	9
2.3.1 Kecukupan Data	9
2.3.2 Keseragaman Data	10
2.4 Faktor Penyesuaian.....	11
2.5 Waktu Kelonggaran.....	14
2.5.1 Kelonggaran Untuk Kebutuhan Pribadi	14
2.5.2 Kelonggaran Untuk Rasa <i>Fatigue</i>	14
2.5.3 Kelonggaran Untuk Hambatan	14
2.6 Produktivitas	14
2.7 Lini Perakitan.....	15
2.7.1 Tahap Penyeimbang Lini Perakitan.....	16
2.8 Kerajinan Sepatu Kulit	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Sumber Data.....	21

3.2 Variabel Penelitian	21
3.3 Langkah Penelitian.....	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Statistika Deskriptif.....	33
4.2 Asumsi-Asumsi.....	34
4.2.1 Kecukupan Data.....	34
4.2.2 Keseragaman Data	37
4.3 Penentuan Faktor Penyesuaian.....	42
4.4 Penentuan Waktu Kelonggaran.....	44
4.5 Perhitungan Waktu Normal, Waktu Standar dan Output Standar.....	45
4.6 Pengukuran Produktivitas	50
4.7 Tahap Penyeimbang Lini Perakitan	52
4.7.1 Diagram <i>Precedence</i>	53
4.7.2 Perhitungan Waktu Siklus Stasiun	53
4.7.3 Penentuan Efisiensi Lini.....	56
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	61
BIODATA PENULIS	89

DAFTAR TABEL

	halaman
Tabel 2.1 Organisasi Data Peta Individu	12
Tabel 2.2 Tabel <i>Performance Rating's</i>	13
Tabel 3.1 Variabel Penelitian	21
Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Pengukuran Kerja	33
Tabel 4.2 Statistika Deskriptif Pengukuran Kerja (<i>Lanju- tan</i>)	34
Tabel 4.3 Pengujian Kecukupan Data	36
Tabel 4.4 Pengujian Kecukupan Data (<i>Lanjutan</i>)	37
Tabel 4.5 Pengujian Keseragaman Data	39
Tabel 4.6 Pengujian Keseragaman Data (<i>Lanjutan</i>)	40
Tabel 4.7 Pengujian Keseragaman Data (<i>Lanjutan</i>)	41
Tabel 4.8 Kecukupan Data Setelah Data Ekstrim Hilang	42
Tabel 4.9 Penentuan Faktor Penyesuaian	43
Tabel 4.10 Perhitungan Total Waktu Normal	46
Tabel 4.11 Perhitungan Total Waktu Normal (<i>Lanjutan</i>)	47
Tabel 4.12 Perhitungan Waktu Standar	48
Tabel 4.13 Data <i>Precedence</i> Proses Operasi	53

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

	halaman
Gambar 2.1 Proses Pengeringan Lem Pada Sol	19
Gambar 2.2 Proses Pembersihan Sisa Lem	19
Gambar 2.3 Proses Pelapisan Sepatu	20
Gambar 2.4 Hasil Sepatu yang Telah Dilapisi	20
Gambar 2.5 Pengemasan Sepatu	20
Gambar 4.1 Peta Kontrol <i>I</i> Variabel A1	38
Gambar 4.2 Peta Kontrol <i>MR</i> Variabel A1	39
Gambar 4.3 Diagram <i>Precedence</i> Proses Operasi	53
Gambar 4.4 Diagram <i>Precedence</i> Berdasarkan Stasiun Kerja	55

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan industri di Indonesia kini mengalami kemajuan yang pesat. Kemajuan tersebut ditandai dengan semakin menjamurnya industri mulai dari industri dalam skala besar maupun industri dalam skala kecil atau industri rumah tangga. Perkembangan industri ini haruslah didukung dan diimbangi dengan kinerja yang baik pula dari karyawan yang bekerja pada industri tersebut. Permasalahn yang terjadi dalam dunia industri ternyata kebanyakan dari industri kecil belum memiliki waktu standar dalam proses produksi. Masalah tersebut yang akhirnya membuat pihak industri kecil tidak bisa dengan tepat waktu untuk memenuhi pesanan pelanggan, sehingga berakibat pada kekecewaan pelanggan. Hal inilah yang harusnya diwaspadai oleh pihak industri, karena kepuasan pelanggan merupakan hal utama yang harus dicapai. Solusi yang dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini adalah sebuah industri haruslah melakukan analisis pengukuran waktu kerja dari proses produksi industri tersebut.

Pengukuran waktu kerja merupakan suatu usaha untuk menentukan lamanya waktu kerja yang dibutuhkan oleh seorang karyawan yang terlatih untuk menyelesaikan suatu pekerjaan pada tingkat kecepatan kerja yang normal (Wignjosoebroto,2000). Menggunakan pengukuran waktu kerja setiap operasi kerja diuraikan ke dalam elemen-elemen yang akan membantu mendiskripsikan operasi secara rinci dan menunjukkan langkah demi langkah (Buffa,1999). Analisis pengukuran waktu kerja juga dapat mengetahui waktu standar dan output standar karyawan, dengan waktu standar karyawan ini dapat diketahui waktu yang dibutuhkan seorang karyawan dalam menyelesaikan satu proses operasi. Produktivitas juga akan diketahui dengan melakukan anlisis pengukuran waktu kerja, dengan diketahuinya produktivitas nantinya akan diketahui pula banyaknya unit produk

tiap jamnya. Penyeimbangan lini perakitan juga dipertimbangkan dalam perhitungan waktu kerja, hal itu dikarenakan dengan analisis lini perakitan nantinya dapat dengan mudah dilakukan dalam melakukan pengontrolan atau pengawasan suatu proses produksi. Pentingnya pengukuran waktu kerja utamanya pada industri kecil ini perlu dilakukan, karena jika tidak maka ketidakteraturan produksi akan terjadi. Sehingga dapat mengganggu kinerja dari masing-masing proses produksi. Oleh karena itu, kemudian dilakukan penelitian terhadap salah satu industri kecil yakni industri sepatu kulit di Kabupaten Magetan

Industri sepatu kulit di Kabupaten Magetan ternyata belum memiliki standar waktu kerja, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui standar waktu kerja karyawan. Pihak industri juga mengakui tak jarang mengalami kesulitan untuk memenuhi pesanan pelanggan tepat waktu. Setelah diketahuinya waktu standar maka proses produksi memiliki patokan dalam menyelesaikan produksi sepatu kulit. Dengan dilakukannya pengukuran waktu kerja nantinya diharapkan dapat membantu pihak industri sepatu kulit dalam pemenuhan produksi dengan waktu yang telah ditentukan.

Penelitian menggunakan analisis pengukuran kerja juga pernah dilakukan oleh (Dinne , 2007) mengenai pengukuran waktu kerja pada proses produksi dompet kulit di industri kerajinan kulit Tanggulangin. Penelitian tersebut memperoleh hasil waktu standar, output standard. Selain itu pada penelitian tersebut diketahui juga diperlukan beberapa stasiun kerja dalam lini perakitan agar terjadiya keseimbangan antara operator dengan *output*. Hasil penelitian waktu kerja terlebih dahulu haruslah memenuhi beberapa asumsi, agar dapat dilanjutkan ke analisis selanjutnya. Penelitian ini dilakukan dengan pengukuran waktu kerja pada proses produksi sepatu kulit di UKM Metro Kabupaten Magetan. Objek penelitian adalah sepatu kulit pria jenis fantofel.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Bagaimana waktu standar yang diperlukan pekerja dalam memproduksi sepatu kulit di sentra industri kulit di UKM Metro Kabupaten Magetan?
2. Bagaimana hasil pengukuran produktivitas di industri sepatu kulit tersebut?
3. Bagaimana lini perakitan dari proses produksi di industri sepatu kulit tersebut?

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut

1. Menentukan waktu standar yang dihasilkan karyawan dalam memproduksi sepatu kulit.
2. Menentukan produktivitas di industri sepatu kulit Kabupaten Magetan.
3. Menentukan proses-proses pada lini perakitan menjadi stasiun kerja yang akan memaksimalkan lini perakitan pada proses produksi industri sepatu kulit UKM Metro Kabupaten Magetan.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu apabila di industri sepatu kulit belum diketahui standar waktu kerja maka dengan penelitian ini nantinya dapat diketahui standar waktu kerja untuk karyawan. Selain itu, dengan diketahuinya output standar industri sepatu kulit di Kabupaten Magetan dapat dengan tepat memenuhi permintaan konsumen sepatu kulit.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan dari pengamatan langsung, dengan mengamati proses operasi dari pembuatan 10 pasang sepatu yang akan dijadikan penelitian. Sepatu yang akan dijadikan pengamatan adalah sepatu jenis fantofel bagi laki-laki dengan tingkat kesulitan sedang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif meliputi peringkasan dalam bentuk tabel, grafik, diagram maupun perhitungan numerik yang mengukur pusat dan pertebaran himpunan data (Walpole, 1995). Penelitian ini menggunakan analisis deskriptif untuk mengetahui karakteristik waktu dari masing-masing elemen kerja dari setiap proses operasi dalam pembuatan sepatu kulit jenis fantofel pria.

2.2 Pengukuran Waktu Kerja

Pengukuran waktu kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit *output* yang dihasilkan. Pengukuran waktu kerja ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan. (Wignjosoebroto,2000). Pengukuran waktu kerja ialah penerapan teknik yang direncanakan untuk menetapkan waktu bagi pekerja yang memenuhi syarat untuk menyelesaikan pekerjaan tertentu pada tingkat prestasi yang ditetapkan (Wetik,1975).

Standar tenaga kerja diperlukan untuk menentukan hal-hal dibawah ini

1. Perencanaan kebutuhan tenaga kerja
2. Estimasi biaya atau upah bagi karyawan yang harus dibayarkan sesuai dengan pekerjaan atau *performance* yang telah ditunjukkan oleh pekerja.
3. Standar kerja juga dapat digunakan sebagai rencana penjadwalan kerja yang menyatakan berapa lama suatu kegiatan itu berlangsung dan berapa output yang dihasilkan.
4. Perencanaan system pemberian bonus dan insentif bagi karyawan atau pekerja yang berprestasi.
5. Indikasi output yang mampu dihasilkan oleh seorang karyawan/pekerja.

Menurut Wignjosoebroto (2008) salah satu cara untuk menentukan standar tenaga kerja adalah dengan studi waktu yang dilakukan dengan menggunakan jam henti (*stopwatch*). Suatu studi waktu merupakan penetapan waktu standar bagi sampel kinerja pada karyawan. Perhitungan waktu standar dalam penyelesaian suatu pekerjaan membutuhkan prinsip dan teknik pengukuran kerja. Persyaratan yang harus dipenuhi sebelum melakukan pengukuran kerja adalah pekerjaan yang diukur merupakan pekerjaan yang distandarkan. Hal ini mempunyai pengertian bahwa pekerjaan tersebut mempunyai metode yang baku sehingga tidak ada alternatif metode lain yang dapat digunakan selama proses penyelesaian pekerjaan. Hal ini mengharuskan peneliti untuk melakukan analisis metode terlebih dahulu pada pekerjaan yang akan diukur.

2.2.1 Tahap-Tahap Pengukuran Kerja

Dalam pengukuran standar waktu kerja dengan *stopwatch* dilakukan pemecahan menjadi beberapa elemen-elemen kerja. Seseorang dapat menetapkan waktu standar dengan langkah-langkah sebagai berikut ini.

a. Penetapan Tujuan Pengukuran

Dalam suatu penelitian tentunya diperlukan penetapan tujuan agar masalah yang akan diangkat diketahui penjelasan dalam menyelesaikannya. Hal tersebut juga berlaku pada pengukuran waktu kerja agar tujuan bisa diidentifikasi dan ditetapkan terlebih dahulu. Tujuan yang nantinya diperoleh dapat dimanfaatkan dan dikaitkan dengan proses produksi.

b. Pemilihan Operator

Operator dalam pengukuran waktu kerja merupakan sesuatu yang sangat utama dan penting. Selain mempersiapkan kondisi dan cara kerja dalam langkah awal pengukuran waktu kerja tidak kalah pentingnya adalah menentukan operator yang akan melakukan pekerjaan yang diukur. Operator ini haruslah memenuhi persyaratan tertentu agar pengukuran dapat berjalan dengan baik dan dapat diandalkan, syarat tersebut adalah berkemampuan normal dan dapat diajak bekerja sama

(Sutalaksana,2006). Operator dengan kemampuan normal yang dimaksud adalah bukan operator dengan kemampuan tinggi ataupun operator dengan kemampuan rendah. Karena jika dipilih operator dengan kemampuan tinggi waktu baku yang akan ditetapkan tidak dapat diikuti oleh rata-rata operator yang ada. Sedangkan operator dengan kemampuan rendah dapat dipastikan bahwa rata-rata operator akan mampu melampaui waktu baku dan perusahaan akan mengalami kerugian.

c. Pembagian Operasi Menjadi Elemen-Elemen Kerja

Waktu baku yang ditetapkan untuk suatu operasi hanya bisa berlaku untuk operasi yang sama prosedurnya. Pelaksanaan pengukuran waktu kerja dilakukan terlebih dahulu membagi operasi menjadi elemen-elemen kerja dan mengukur masing-masing elemen kerja tersebut. Dengan membagi kedalam elemen-elemen kerja merupakan cara terbaik untuk menggambarkan suatu operasi. Waktu baku bisa ditetapkan berdasarkan elemen-elemen kerja yang ada. Dengan mengetahui waktu baku maka kemungkinan untuk menetapkan total waktu baku untuk suatu operasi kerja.

d. Pengukuran Waktu Kerja

Elemen-elemen kerja yang telah terbagi kemudian selanjutnya akan dilakukan pengukuran kerja. Terlebih dahulu menyiapkan alat-alat ukur seperti halnya alat tulis untuk mencatat,lembar pengamatan yang berisi kolom-kolom guna menuliskan waktu kerja yang didapat nanti, dan jam henti atau *stopwatch*. Nantinya dari alat-alat ukur tersebut diperoleh hasil pengukuran kerja dari setiap elemen-elemen kerja dan kemudian dapat dilanjutkan ke analisis pengukuran kerja selanjutnya. Data yang telah diperoleh belum bisa langsung dilakukan pengukuran kerja dengan menetapkan waktu standar namun sebelumnya dilakukan analisis menggunakan asumsi kecukupan data dan keseragaman data, selain itu dianalisis guna penentuan faktor penyesuaian. Setelah diketahui data yang diperoleh cukup kemudian dilanjutkan ke analisis selanjutnya seperti perhitungan output standar.

e. Perhitungan Waktu Siklus Rata-Rata

Siklus kerja dalam setiap elemen-elemen kerja akan mengalami perbedaan dan cenderung tidak sama persis. Hal tersebut terjadi dikarenakan adanya perbedaan dalam menetapkan saat mulai atau berakhirnya suatu elemen kerja yang dibaca dengan menggunakan *stopwatch*. Berikut adalah rumus-rumus yang akan memberikan cara mengevaluasi sejumlah siklus dari suatu elemen-elemen. Berikut rumus yang dapat digunakan untuk menghitung siklus rata-rata (Render dan Heizer,2006)

$$\text{waktu siklus rata - rata} = \frac{\text{jumlah waktu tercatat setiap unsur}}{\text{jumlah pengamatan}} \quad (2.1)$$

f. Perhitungan Waktu Normal Untuk Setiap Elemen

Hasil yang diperoleh merupakan waktu kerja melalui faktor penyesuaian (*performance rating*). Menjumlahkan waktu normal untuk setiap elemen agar dapat diperoleh total waktu normal untuk suatu proses operasi.

$$\text{Waktu Normal} = \text{waktu siklus rata-rata} \times \text{performance rating} \quad (2.2)$$

Menjumlahkan waktu normal untuk setiap elemen agar dapat diperoleh total waktu normal untuk suatu proses operasi.

g. Menghitung Waktu Standar

Perhitungan waktu standar ini memperhatikan faktor-faktor manusiawi seperti kebutuhan pribadi, pemborosan waktu kerja yang tidak dapat dihindari, kelelahan kerja yang merupakan waktu kelonggaran (*allowance*) yang diberikan pada karyawan. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut (Render dan Heizer,2006)

$$\text{Waktu standar} = \frac{\text{waktu normal total}}{1 - \text{allowance}} \quad (2.3)$$

Terdapat kekurangan pada kedelapan langkah pengukuran waktu kerja tersebut, Wignjosoebroto (2008) menambahkan

pengujian kecukupan dan keseragaman data setelah pencatatan waktu pelaksanaan elemen kerja. Pengujian kecukupan dan keseragaman data ini digunakan untuk lebih memastikan apakah data yang diambil sudah dapat dikatakan cukup dan seragam sehingga layak untuk ditentukan waktu standarnya. Perhitungan output standar yang dapat ditentukan berdasarkan waktu standar yang diperoleh.

$$\text{Output standar} = \frac{1}{\text{waktu standar}} \quad (2.4)$$

2.3 Asumsi Pengukuran Kerja

Pengukuran waktu kerja yang sudah dilakukan terlebih dahulu dengan cara mencatat hasil pengukuran kerja dari setiap elemen kerja dengan menggunakan jam henti atau *stopwatch* kemudian dianalisis terlebih dahulu dengan beberapa asumsi. Beberapa asumsi yang harus terpenuhi adalah asumsi kecukupan data, asumsi keseragaman data. (Wignjosobroto, 2000)

Berikut adalah uraian dari masing-masing asumsi yang harus dipenuhi sebelum melanjutkan ke analisis selanjutnya

2.3.1 Kecukupan Data

Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan elemen kerja pada umumnya akan sedikit berbeda dari siklus ke siklus kerja sekalipun operator bekerja pada kecepatan normal, masing-masing elemen dalam siklus yang berbeda tidak selalu akan bisa diselesaikan dalam waktu yang persis sama. Aktivitas pengukuran kerja pada dasarnya adalah merupakan proses *sampling*. Konsekuensi yang diperoleh adalah bahwa semakin besar jumlah siklus kerja yang diamati atau diukur maka akan semakin mendekati kebenaran akan data waktu yang diperoleh. Konsistensi dari hasil pengukuran dan pembacaan waktu oleh *stopwatch* merupakan hal yang diinginkan dalam proses pengukuran kerja. Semakin kecil variasi atau perbedaan data waktu yang ada, maka jumlah pengukuran atau pengamatan yang harus dilakukan juga akan cukup kecil. Sebaliknya, semakin besar variabilitas dari data waktu pengukuran, akan menyebabkan

jumlah siklus kerja yang diamati juga akan semakin besar agar bisa diperoleh ketelitian yang dikehendaki (Wignjosoebroto, 2000).

Uji Kecukupan data dilakukan untuk mendapatkan apakah jumlah data hasil pengamatan cukup untuk melakukan penelitian. Adapun formulasi untuk melakukan pengujian kecukupan data adalah sebagai berikut (Wignjosoebroto, 2008).

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \sum_{i=1}^n xi^2 - \left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2}}{\sum_{i=1}^n xi} \right]^2 \quad (2.5)$$

Dengan :

n' = jumlah pengamatan yang sebenarnya harus diambil

n = jumlah pengamatan awal yang seharusnya dilakukan

x_i = waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu elemn kerja pada pengamatan ke- i

s = derajat ketelitian dari data yang dikehendaki

k = nilai peluang $Z_{1-\alpha/2}$ atau angka deviasi standard untuk yang besarnya tergantung pada tingkat keyakinan yang diambil

2.3.2 Keseragaman Data

Uji keseragaman data perlu untuk dilakukan terlebih dahulu sebelum menggunakan data yang diperoleh guna menetapkan waktu baku. Uji keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara visual dan/atau mengaplikasikan peta kontrol (*control chart*). Peta kontrol (*control chart*) adalah suatu alat yang tepat guna dalam menguji keseragaman data dan/atau keajegan data yang diperoleh dari hasil pengamatan.

Uji keseragaman data secara visual dilakukan secara

sederhana mudah dan cepat, dengan hanya sekedar melihat data yang terkumpul dan seterusnya mengidentifikasi data yang terlalu ekstrim. Yang dimaksud dengan data yang terlalu “ekstrim” adalah data yang terlalu besar atau yang terlalu kecil dan jauh menyimpang dari *trend* rata-ratanya atau apabila dilihat melalui peta kontrol dapat dilihat dari data yang keluar dari batas kendali yakni BKA atau BKB. Data yang terlalu ekstrim ini sebaiknya direduksi dan tidak dimasukkan ke dalam perhitungan selanjutnya, (Wignjosoebroto, 2000).

Batas Kontrol Atas (BKA), Garis Tengah dan Batas Kontrol Bawah (BKB) untuk diagram kontrol individu (*I*) dapat diformulasikan sebagai berikut.

$$\bar{x} = \frac{\sum^n x_i}{n} = \text{Garis Tengah} \quad (2.6)$$

$$BKA = \bar{x} + 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (2.7)$$

$$BKB = \bar{x} - 3 \frac{\overline{MR}}{d_2} \quad (2.8)$$

Selanjutnya diagram kontrol *moving range* (MR) diformulasikan sebagai berikut

$$\overline{MR} = \frac{\sum^N |x_i - x_{i-1}|}{n-1} = \text{GarisTengah} \quad (2.9)$$

$$BKA = D_4 \overline{MR} \quad (2.10)$$

$$BKB = D_3 \overline{MR} \quad (2.11)$$

Berikut adalah susunan data atau organisasi data dari peta individu *I-MR*.

Tabel 2.1 Organisasi Data Peta Individu

X_1	X_2	X_3	X_p
X_{11}	X_{21}	X_{31}	.	X_{p1}
X_{12}	X_{22}	X_{32}	.	X_{p2}
.
.
.
.
X_{1n}	X_{2n}	X_{3n}		X_{pn}

2.4 Faktor Penyesuaian

Penyesuaian adalah proses dimana analisa pengukuran waktu membandingkan penampilan operator (kecepatan atau tempo) dalam pengamatan dengan konsep pengukur sendiri tentang bekerja secara wajar. Setelah pengukuran berlangsung, pengukur harus mengamati kewajaran kerja yang ditunjukkan operator. Ketidakwajaran dapat saja terjadi, misalnya bekerja tanpa kesungguhan, sangat cepat seolah-olah diburu waktu, atau karena menjumpai kesulitan-kesulitan, seperti karena kondisi ruangan yang buruk. Sebab-sebab seperti ini mempengaruhi kecepatan kerja yang berakibat terlalu singkat atau terlalu panjangnya waktu penyelesaian. Hal ini jelas tidak diinginkan karena waktu baku yang dicari adalah waktu yang diperoleh dari kondisi dan cara kerja yang baku yang diselesaikan secara wajar.

Apabila terjadi ketidakwajaran, maka pengukur harus mengetahuinya dan menilai seberapa jauh hal itu terjadi. Penilaian perlu diadakan karena berdasarkan inilah penyesuaian dilakukan. Jadi jika pengukur mendapatkan harga rata-rata siklus/elemen yang diketahui diselesaikan dengan kecepatan tidak wajar oleh operator, maka agar harga rata-rata tersebut menjadi wajar, pengukur harus menormalkannya dengan melakukan penyesuaian.

Biasanya penyesuaian dilakukan mengalikan waktu siklus rata-rata atau waktu elemen rata-rata dengan suatu harga p yang disebut faktor penyesuaian. Besarnya harga p tentunya sedemikian rupa sehingga hasil perkalian yang diperoleh mencerminkan waktu yang normal. Bila peneliti berpendapat bahwa operator bekerja di atas normal (terlalu cepat), maka harga $p > (1)$. Sebaliknya jika operator dipandang bekerja di bawah normal, maka harga p akan lebih kecil dari satu (p). Seandainya pengukur berpendapat bahwa operator bekerja dengan wajar, maka harga p -nya sama dengan satu ($p=1$) (Sutalaksana, 2006).

Tabel 2.2 Tabel Performance Rating's

SKILL	EFFORT
+ 0,15 A1 Superskill	+ 0,13 A1 Superskill
+ 0,13 A2	+ 0,12 A2
+ 0,11 B1 Excellent	+ 0,10 B1 Excellent
+ 0,08 B2	+ 0,08 B2
+ 0,06 C1 Good	+ 0,05 C1 Good
+ 0,03 C2	+ 0,02 C2
0,00 D Average	0,00 D Average
0,05 E1 Fair	0,04 E1 Fair
0,10 E2	0,08 E2
0,16 F1 Poor	0,12 F1 Poor
0,22 F2	0,17 F2
CONDITION	CONSISTENCY
+ 0,06 A Ideal	+ 0,04 A Ideal
+ 0,04 B Excellent	+ 0,03 B Excellent
+ 0,02 C Good	+ 0,01 C Good
0,00 D Average	0,00 D Average
0,03 E Fair	0,02 E Fair
0,07 F Poor	0,04 F Poor

2.5 Waktu Kelonggaran

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan-hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal-hal

yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja, dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur, dicatat, ataupun dihitung. Karenanya sesuai pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan (Sutalaksana, 2006).

2.5.1 Kelonggaran Untuk Kebutuhan Pribadi

Dalam kebutuhan pribadi disini adalah hal-hal seperti minum sekadarnya untuk menghilangkan rasa haus, ke kamar kecil, bercakap-cakap dengan teman sekerja untuk menghilangkan ketegangan dan kejenuhan kerja. Kebutuhan-kebutuhan ini jelas terlihat sebagai sesuatu yang mutlak. Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi seperti itu berbeda-beda dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya karena setiap pekerjaan memiliki karakteristik sendiri-sendiri dengan tuntunan yang berbeda-beda.

2.5.2 Kelonggaran Untuk Menghilangkan Rasa *Fatigue*

Rasa *fatigue* tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat-saat dimana hasil produksi menurun.

2.5.3 Kelonggaran Untuk Hambatan-Hambatan tak Terhindarkan

Dalam melaksanakan pekerjaannya, pekerja tidak akan lepas dari berbagai “hambatan”. Ada hambatan yang dapat dihindarkan seperti mengobrol berlebihan dan menganggur dengan sengaja ada pula hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena berada di luar kekuasaan pekerja untuk mengendalikannya. Beberapa contoh yang termasuk ke dalam hambatan tak terhindarkan adalah :

- a. Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas.
- b. Melakukan penyesuaian-penyesuaian mesin
- c. Memperbaiki kemacetan-kemacetan singkat seperti mengganti

- alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.
- d. Mengasah peralatan potong.
 - e. Mengambil alat-alat khusus atau bahan-bahan khusus dari gudang.

2.6 Produktivitas

Proses pembuatan barang dan jasa memerlukan transformasi sumber daya menjadi barang dan jasa. Produktivitas secara tidak langsung menyatakan kemajuan dari perubahan ini, yang mana produktivitas adalah perbandingan anatar jumlah barang atau jasa yang dihasilkan dengan sumber daya yang dipakai. Produktivitas dirumuskan pada persamaan berikut (Render dan Heizer,2006).

$$Produktivitas = \frac{\text{output yang dihasilkan}}{\text{input yang digunakan}} \quad (2.12)$$

Produktivitas faktor tunggal menggunakan satu sumber daya sebagai input untuk mengukur produktivitas. Peningkatan produktivitas bergantung pada tiga variabel produktivitas yaitu tenaga kerja, modal dan manajemen.

2.7 Lini Perakitan

Lini perakitan adalah sebuah lini produksi dimana material atau bahan bergerak secara *continue* dalam tingkat rata-rata seragam pada seluruh urutan stasiun kerja dimana perakitan dilakukan. Pengaturan kerja sepanjang lini perakitan akan bervariasi sesuai ukuran produk yang akan dirakit. Adapun permasalahan penting dalam penyeimbangan lini adalah.

1. Penyeimbangan antar stasiun kerja
2. Menjaga kelangsungan produksi dalam lini perakitan

Dengan adanya lini perakitan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi tiap stasiun kerja dan menyeimbangkan lintasan sehingga seluruh stasiun kerja dalam lintasan bekerja dengan kecepatan yang optimal.

2.7.1 Tahap Penyeimbangan Lini Perakitan

Setelah membuat diagram *precedence* yang merangkum urutan waktu tugas kemudian tugas-tugas dikelompokkan dalam stasiun kerja. Berikut langkah analisis dalam lini perakitan (Render dan Heizer,2006).

1. Menghitung unit yang dibutuhkan perhari (tingkat permintaan atau tingkat produksi) dan dibagi dengan waktu produksi yang tersedia perhari. Nantinya akan diperoleh waktu siklus yang merupakan waktu maksimal dimana produk dapat tersedia pada setiap stasiun kerja pada tingkat produksi yang ingin dicapai.

$$\text{waktu siklus stasiun} = \frac{\text{waktu produksi yang tersedia perhari}}{\text{unit yang diproduksi perhari}} \quad (2.13)$$

2. Menghitung jumlah stasiun kerja minimal secara teoritis. Jumlah ini merupakan waktu pengerjaan tugas total (waktu standar yang dibutuhkan untuk membuat produk) dibagi dengan waktu siklus stasiun.

$$\text{Jumlah stasiun kerja minimal} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu pengerjaan tugas } i}{\text{waktu siklus stasiun}} \quad (2.14)$$

3. Dengan n merupakan jumlah tugas perakitan
 - a. Menyeimbangkan lini perakitan dengan memberikan tugas perakitan tertentu pada setiap stasiun kerja. Berikut prosedur formal untuk mengerjakan hal ini
 - a. Mengidentifikasi daftar tugas utama.
 - b. Menghilangkan tugas yang telah diberikan pada stasiun kerja tertentu.
 - c. Menghilangkan tugas yang memiliki hubungan prioritas yang tidak dapat dipenuhi.
 - d. Menggunakan salah satu heuristik penyeimbang lini perakitan

2.8 Kerajinan Sepatu Kulit

Produksi sepatu kulit merupakan salah satu industri yang masih bertahan dari goncangan ekonomi di negara ini. Salah satu daerah yang masih memproduksi kerajinan kulit berada di Kabupaten Magetan. Sepatu kulit Magetan sudah terkenal kualitasnya yang baik dan sangat awet. Lokasi industri sepatu di Magetan yang memproduksi sepatu kulit salah satunya adalah UKM Metro. Tidak hanya memproduksi sepatu saja akan tetapi juga memproduksi sepatu sandal.

Kualitas yang baik pada sepatu kulit tentunya juga dikarenakan proses yang baik dari industri. Adapun proses sepatu diantara adalah proses mal, proses pembuatan kap, menipiskan kulit, penjahitan, pembentukan sepatu (proses tarik), dan finishing. Hasil produksi sepatu kulit tidak hanya dipasarkan disekitar wilayah Magetan saja akan tetapi telah merambah ke seluruh Indonesia. Berikut ini akan diuraikan proses pembuatan sepatu kulit

a). Proses Mal

Proses mal merupakan proses penggambaran pola sepatu pada lembaran kulit. Penggambaran tersebut dilakukan dengan menempatkan pola-pola sepatu berdasarkan ukuran dan model sepatu yang diinginkan. Penggambaran ini haruslah dilakukan dengan teliti, selain itu seorang karyawan yang bertugas menggambar haruslah pintar-pintar menempatkan pola sepatu pada bagian-bagian yang kosong agar tidak banyak kulit yang terbuang.

Setelah proses penggambaran selesai dilakukan tahap selanjutnya pada proses mal adalah dengan menggunting pola. Pada penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa pada saat menggunting pola haruslah rapi dan lurus (sesuai pola) dalam artian hasil guntingan yang tidak bergelombang.

b). Proses Pembuatan Kap

Kap merupakan hasil penjahitan dari pola-pola sepatu yang telah digunting. Proses pembuatan kap ini diperlukan ketelitian tinggi, karena apabila tidak memiliki ketelitian tinggi maka hasil jahitan akan berantakan dan tidak rapi. Tahapan awal dalam proses pembuatan kap yakni terlebih dahulu menipiskan kulit yang telah dibentuk pola menggunakan mesin penipis. Penipisan ini dilakukan pada bagian sisi pola sepatu. Kemudian memberikan lem dasar, melakukan pelipatan sisi kulit yang telah di lem hingga sampai pada tahapan penjahitan. Proses penjahitan dilakukan dengan cara merangkai pola kemudian pinggiran pola dijahit, pemasangan furing dengan lem lalu dijahit hingga pada akhirnya penjahitan keseluruhan pola sepatu.

c). Proses Tarik

Proses tarik atau disebut juga proses pembentukan, dinamakan proses tarik karena pada proses ini dilakukan proses penarikan sepatu di dalam lis (cetakan sepatu). Pada saat sepatu akan dilakukan proses tarik terlebih dulu akan dibuat alas bagian dalam. Setelah alas terpasang maka dilakukan proses penarikan. Karyawan yang bertugas dalam proses ini haruslah rapi dan memiliki ketelatenan tinggi, karena apabila penarikan kurang sempurna maka lipatan sepatu dapat dikatakan gagal, atau merupakan produk cacat.

d). Proses Sol

Pada proses sol ini merupakan tahapan untuk perangkaian sepatu mulai dari bagian sepatu yang telah di cetak di dalam lis dengan sol sepatu yang telah tersedia. Sebelum sol sepatu dipasang pada sepatu yang masih berada di dalam lis, sol harus diberi lem dahulu.



Gambar 2.1 Proses Pengeringan Lem Pada Sol

Setelah lem mulai setengah mengering kemudian mulai ditempel dengan sepatu yang ada di lis (cetakan). Sebelum melepas sepatu dari cetakan dibutuhkan waktu 30 menit untuk menunggu sol dan sepatu telah melekat sempurna.

e). Proses *Finishing*

Proses terakhir dalam tahapan pembuatan sepatu adalah proses *finishing*. Pada proses ini dilakukan pengecekan ulang terhadap sepatu yang telah jadi, pengecekan itu meliputi pembersihan kulit sepatu dari sisa lem menggunakan karet, pemberian alas sepatu, hingga proses pelapisan sepatu dengan cat khusus.



Gambar 2.2 Proses Pembersihan Sisa Lem



Gambar 2.3 Proses Pelapisan Sepatu

Proses belum berhenti hingga proses pelapisan selesai, akan tetapi proses berlanjut hingga proses pengemasan sepatu.



Gambar 2.4 Hasil Sepatu yang telah Dilapisi



Gambar 2.5 Pengemasan Sepatu

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data primer yang diperoleh langsung dari hasil pengukuran waktu kerja pada setiap proses operasi satu jenis sepatu kulit. Setiap proses terbagi menjadi beberapa elemen kerja yang nantinya tiap elemen kerja dikerjakan oleh satu karyawan. Setiap elemen kerja akan diambil pengamatan awal (n) sebanyak 10 waktu kerja dari setiap elemen kerja. Data yang diperoleh dari pengamatan awal selanjutnya digunakan untuk menguji asumsi kecukupan data, apabila $n < n'$ maka perlu dilakukan kembali pengamatan hingga mendapatkan hasil $n \geq n'$.

3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang digunakan adalah elemen kerja dari masing-masing proses yaitu waktu yang diperlukan untuk penyelesaian proses produksi satu elemen kerja. Berikut adalah tabel variabel penelitian

Tabel 3.1 Tabel Variabel Penelitian

No	Proses Operasi	Variabel	Variabel Penelitian (Elemen Kegiatan Kerja)
1	Proses Mal (proses penggambaran pola)	A1 A2	Karyawan A 1. Menggambar pola sepatu 2. Menggunting pola sepatu yang sudah digambar
2	Proses pembuatan kap (hasil penjahitan dinamakan kap)	B1 B2	Karyawan B 1. Menipiskan kulit yang sudah dibentuk pola menggunakan mesin. 2. Memberikan lem dasar pada kulit yang sudah ditipiskan

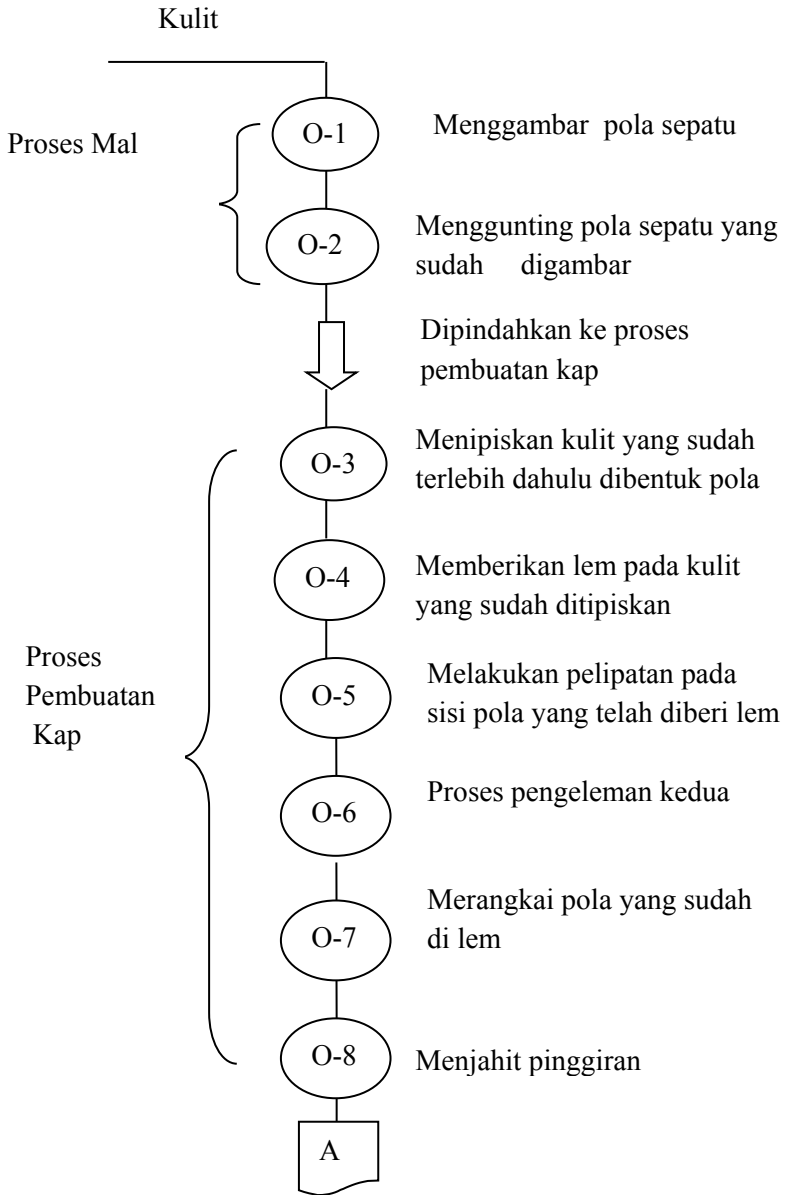
Tabel 3.2 Tabel Variabel Penelitian (*Lanjutan*)

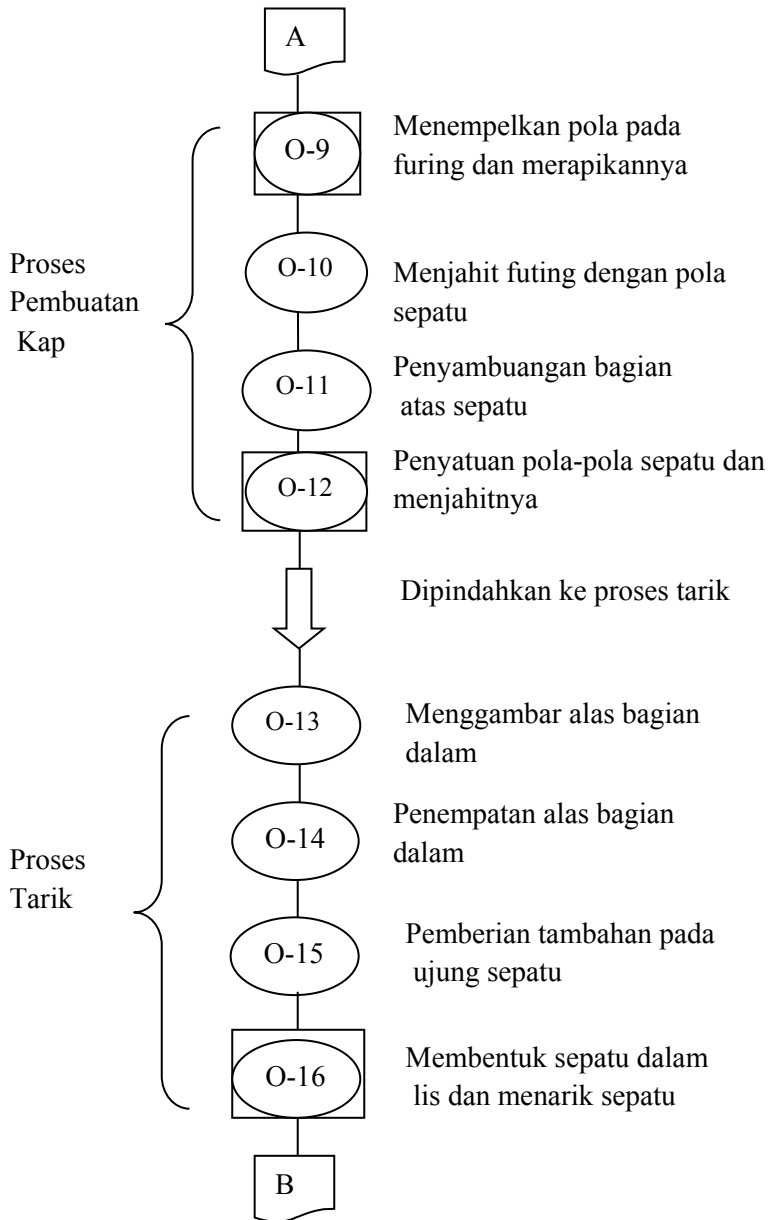
No	Proses Operasi	Variabel	Variabel Penelitian (Elemen Kegiatan Kerja)
		B3 B4 B5 B6 B7 B8 B9 B10	3. Melipat sisi kulit yang telah diberi lem dasar 4. Memberikan lem kedua pada bagian yang tidak terlipat 5. Merangkai bagian-bagian sepatu yang sudah di lem 6. Penjahitan pinggiran pola yang telah disatukan dan di lem 7. Pemasangan <i>furing</i> 8. Penjahitan kembali agar <i>furing</i> terpasang 9. Penyambungan bagian atas sepatu 10. Penyatuan pola sepatu yang telah dijahit menjadi kap sepatu
3	Proses tarik (proses pembentukan)	C1 C2 C3 C4	Karyawan C 1. Penggambaran alas bagian dalam 2. Penempatan alas bagian dalam 3. Pemberian tambahan pada ujung sepatu 4. Membentuk sepatu dalam lis
4	Proses sol	D1 D2	Karyawan D 1. Pemberian lem dasar pada sol sepatu bagian dalam 2. Pengamplasan bagian

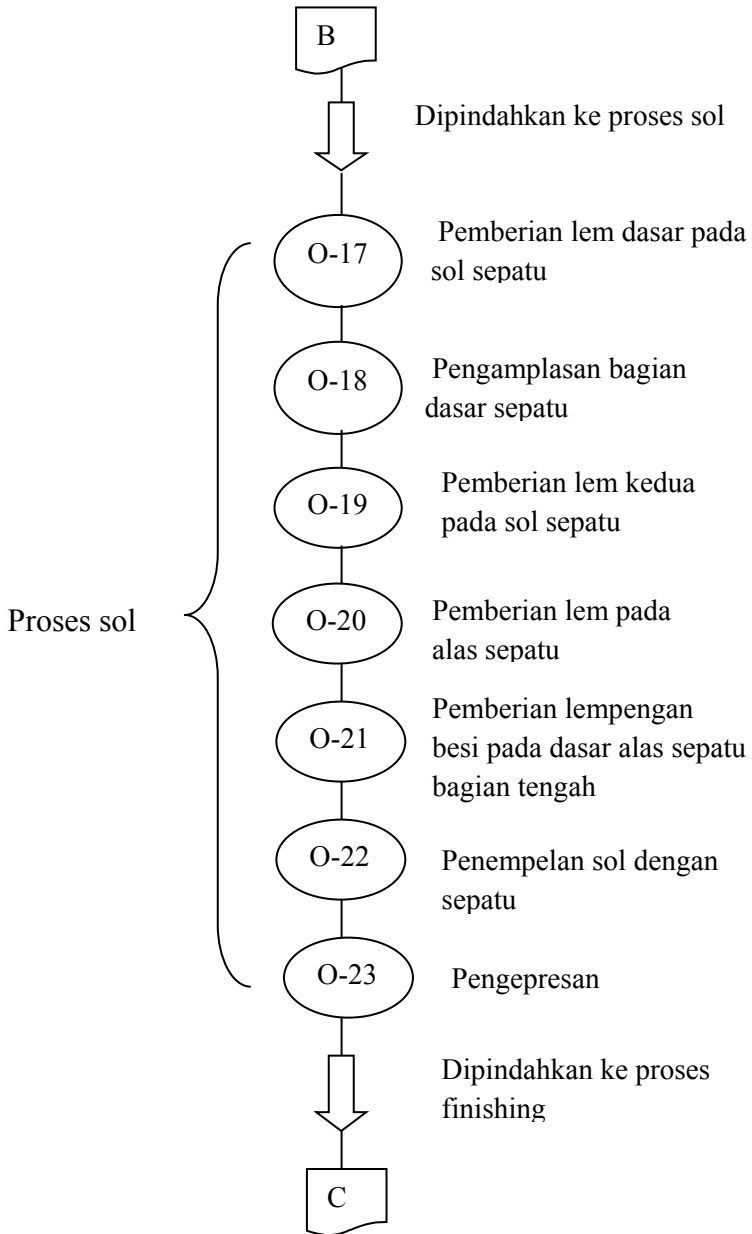
Tabel 3.3 Tabel Variabel Penelitian (*Lanjutan*)

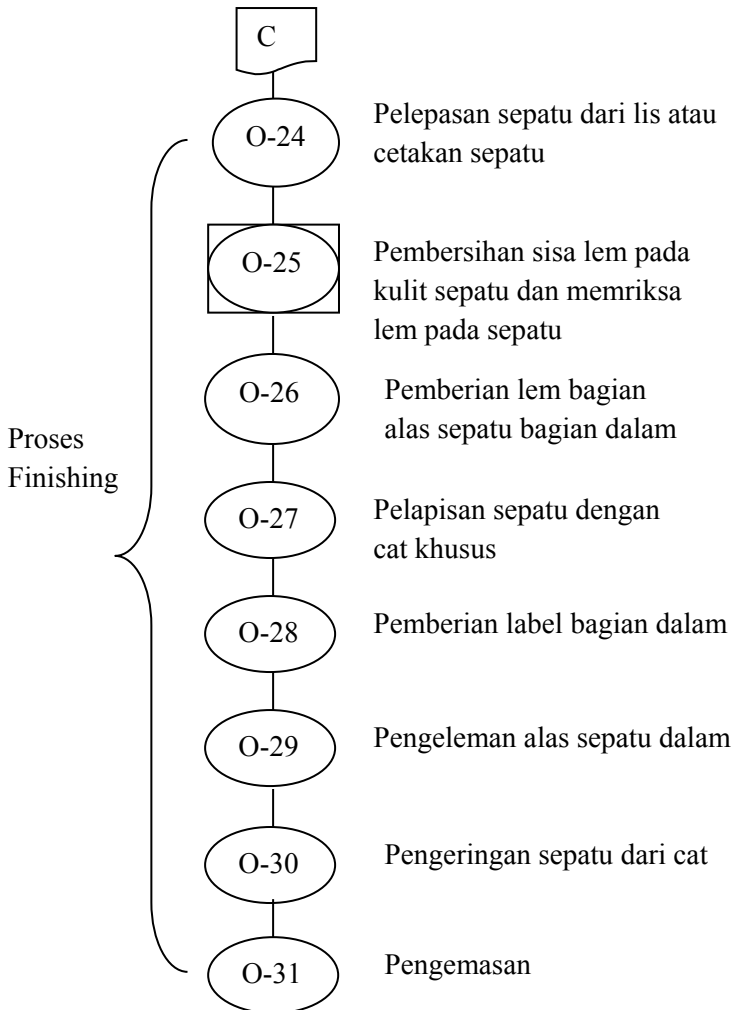
No	Proses Operasi	Variabel	Variabel Penelitian (Elemen Kegiatan Kerja)
		D3 D4 D5 D6 D7	dasar sepatu 3. Pemberian lem kedua pada saol sepatu 4. Pemberian lem pada alas sepatu 5. Pemberian lempengan besi pada dasar alas sepatu bagian tengah 6. Penempelan sol dengan sepatu 7. Melakukan proses pengepresan
5	Proses Finishing	E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7 E8	Karyawan E 1. Pelepasan sepatu dari lis 2. Pembersihan sisa lem pada kulit sepatu 3. Pemberian lem pada alas sepatu bagian dalam 4. Pelapisan sepatu dengan cara menyemprot kulit sepatu dengan cat khusus 5. Pemberian label pada bagian alas dalam sepatu 6. Pengeleman alas sepatu dalam 7. Pengeringan sepatu dari cat 8. Pengemasan

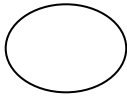
Berdasarkan elemen-elemen kerja yang ada pada variabel penelitian selanjutnya digambarkan dalam bentuk peta proses operasi seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut.



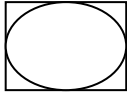








: Operasi kerja



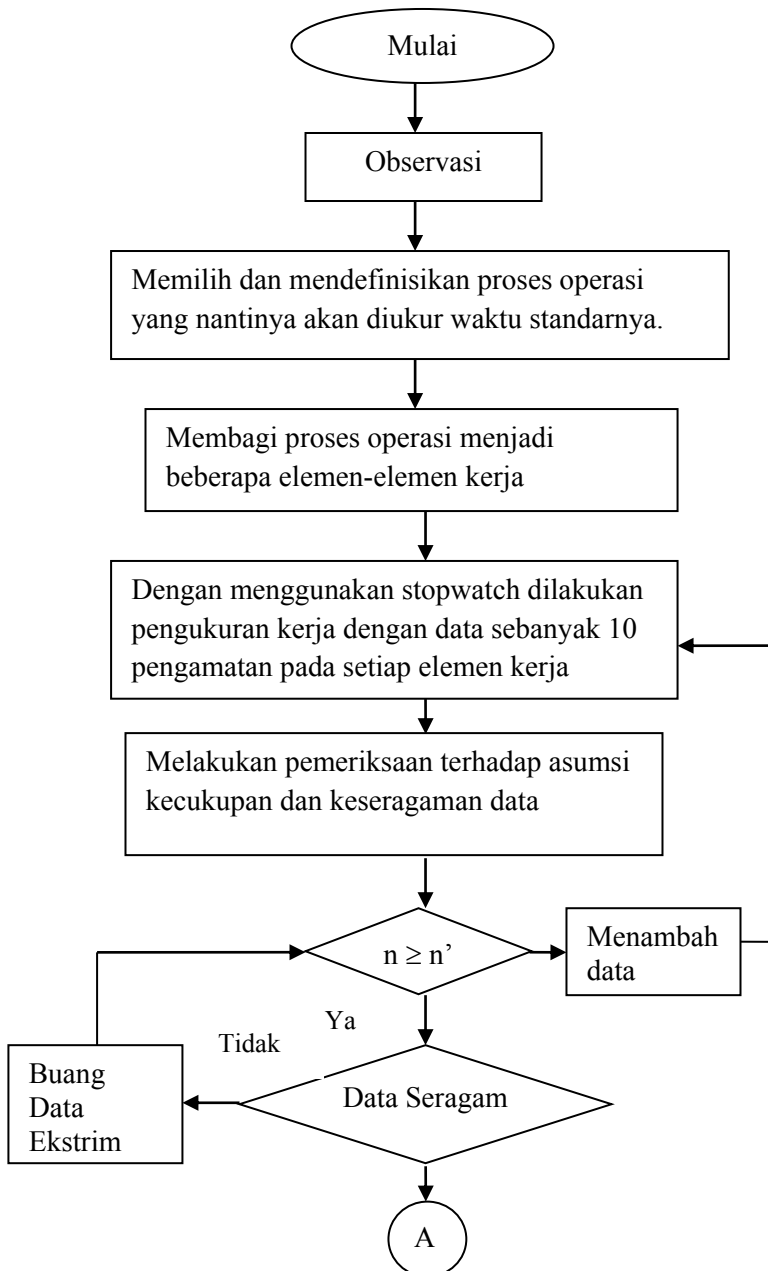
: Aktivitas ganda (dua elemen kerja dilaksanakan bersamaan)

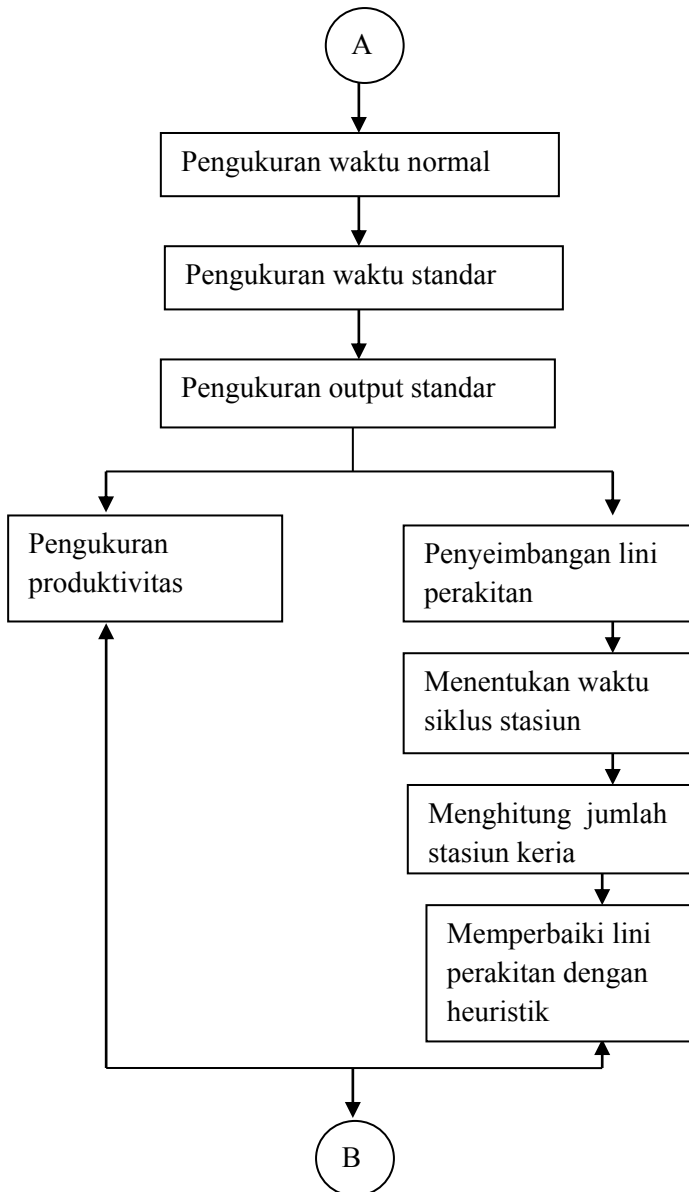
3.3 Langkah Penelitian

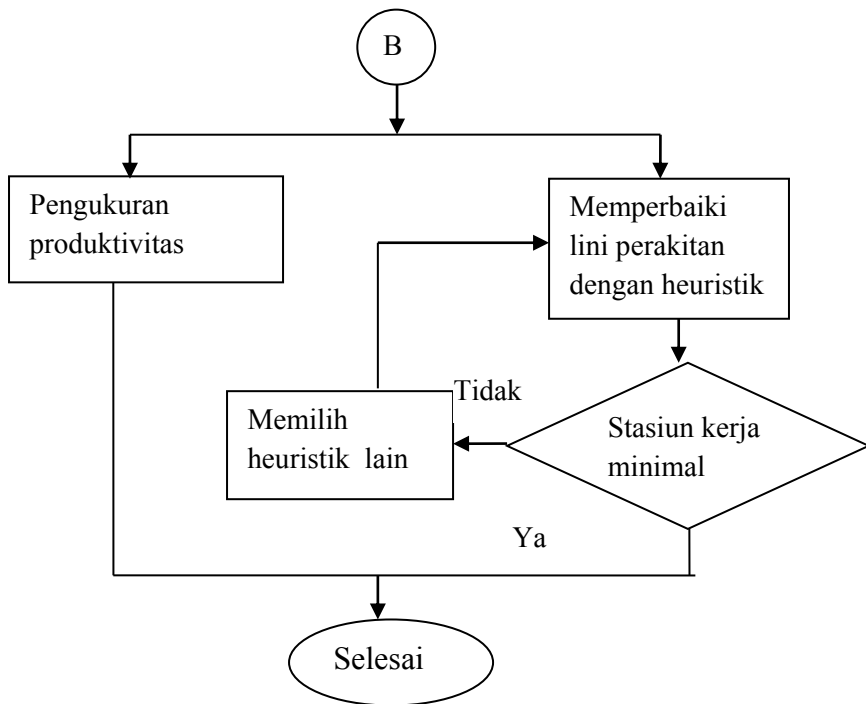
Langkah Penelitian yang dilakukan berdasarkan tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut.

1. Untuk menentukan output standar yang dihasilkan karyawan dalam memproduksi sepatu kulit, adapun langkah-langkah analisis yang digunakan adalah sebagai berikut.
 - i. Melakukan uji kecukupan data dan keseragaman data.
 - ii. Menganalisis waktu siklus rata-rata dengan waktu kelonggaran
 - iii. Menghitung waktu standar berdasarkan waktu normal dengan *performance rating* yang ditentukan atas kinerja karyawan.
 - iv. Menghitung output standar berdasarkan waktu standar
2. Untuk menentukan produktivitas di industry sepatu kulit, langkah analisis yang digunakan sebagai berikut
 - i. Menetapkan waktu standar karyawan sebagai input dalam perhitungan produktivitas.
 - ii. Menghitung produktivitas
3. Untuk menentukan lini perakitan, langkah analisis yang digunakan adalah sebagai berikut
 - i. Menentukan waktu siklus stasiun
 - ii. Menghitung jumlah stasiun kerja
 - iii. Menyeimbangkan lini perakitan.

Tahapan proses pembuatan laporan dapat dilihat pada halaman selanjutnya







(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Statistika Deskriptif

Statistika deskriptif digunakan untuk mengetahui karakteristik dari data pengukuran kerja yang telah diperoleh. Tabel 4.1 adalah hasil pengukuran kerja yang dirangkum dalam statistika deskriptif.

Tabel 4.1 Statistika Deskriptif Data Pengukuran Kerja

Proses Operasi	Variabel (detik)	Mean (detik)	StDev (detik)	Minimum (detik)	Maximum (detik)
Proses Mal	A1	196,68	8,74	186	214,2
	A2	331,98	22,17	313,8	377,4
Proses Pembuatan Kap	B1	317,64	8,41	307,8	333
	B2	142,56	5,46	136,2	152,4
	B3	363,18	20,31	331,2	379,2
	B4	70,02	3,3	65,4	75
	B5	221,16	14,24	208,8	243,6
	B6	96,54	8,33	91,8	120
	B7	318,54	2,86	315	322,8
	B8	92,82	1,202	91,2	94,8
	B9	143,7	2,34	139,2	147
	B10	257,52	3,26	253,2	262,8
Proses Tarik	C1	203,64	2,1	199,8	207
	C2	92,7	1,726	90	94,8
	C3	376,14	1,43	374,4	378,6
	C4	439,2	1,65	436,8	441,6
Proses Sol	D1	71,82	2,06	69	75,6
	D2	93,54	1,66	90	95,4
	D3	32,52	1,762	28,8	35,4

Tabel 4.2 Statistika Deskriptif Data Pengukuran Kerja (*Lanjutan*)

Proses Operasi	Variabel (detik)	Mean (detik)	StDev (detik)	Minimum (detik)	Maximum (detik)
Proses Sol	D4	89,88	2,132	87	94,2
	D5	15,12	1,226	13,8	16,8
	D6	144,42	2,1	141	148,2
	D7	76,68	1,226	75	78,6
Finishing	E1	8,22	0,696	7,2	9
	E2	571,44	10,82	564	601,2
	E3	72,54	1,731	69,6	75
	E4	74,94	2,34	72	79,2
	E5	9,9	0,812	8,4	10,8
	E6	130,44	2,96	126	135,6
	E7	307,02	0,851	306	308,4
	E8	134,22	1,42	132	136,8

Tabel 4.1 merupakan hasil analisis dengan menggunakan statistika deskriptif diketahui bahwa nilai mean terbesar terdapat pada proses operasi *finishing* dengan elemen kerja E2 sebesar 571.44 detik, dan nilai mean terendah berada pada elemen kerja E1 sebesar 7,2 detik.

4.2 Asumsi -Asumsi

Pengukuran waktu kerja yang telah dilakukan pada masing-masing elemen kerja dari setiap proses operasi tidak dapat langsung ditetapkan sebagai waktu standar, oleh karena itu data yang telah diperoleh harus memenuhi beberapa asumsi yakni asumsi kecukupan data dan asumsi keseragaman data. Selanjutnya setelah asumsi tersebut terpenuhi dilanjutkan dengan analisis untuk penentuan faktor penyesuaian, waktu kelonggaran dan perhitungan waktu normal. Setelah dilakukan beberapa analisis tersebut barulah dapat ditentukan waktu standar dan output standar.

4.2.1 Kecukupan Data

Hasil pengukuran terhadap elemen-elemen kerja pada proses pembuatan sepatu terlebih dahulu akan dilakukan analisis terhadap pemenuhan asumsi kecukupan data. Pengujian kecukupan data diperlukan karena data yang diperoleh pada saat pengukuran waktu kerja tidak selalu konsisten, karena suatu pekerjaan dapat dikerjakan karyawan dalam waktu cepat atau bahkan dalam waktu yang lama.

Keragaman data pada pengamatan awal (n) yang tinggi juga akan berpengaruh terhadap pengamatan yang sebenarnya akan diambil (n') juga tinggi. Pengukuran waktu kerja yang telah dilakukan pada setiap elemen kerja dengan pengamatan awal $n=10$ yang dilakukan pada setiap elemen kerja, sehingga setiap elemen kerja dari setiap proses operasi masing-masing memiliki 10 data. Pada penelitian ini digunakan taraf signifikan 5% sehingga diperoleh nilai $k=1.96$, sedangkan derajat ketelitian yang digunakan (s) adalah 5%. Berikut adalah hasil analisis pengujian asumsi kecukupan data pada proses operasi dengan elemen kerja A1.

$$n' = \left[\frac{\frac{k}{s} \sqrt{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2}}{\sum_{i=1}^n x_i} \right]^2$$

$$n' = \left[\frac{\frac{1,96}{0,05} \sqrt{10(3875184) - (19668)^2}}{19668} \right]^2$$

$$n' = 2.73$$

$$n' = 3$$

Berdasarkan hasil pengujian asumsi kecukupan data pada proses operasi mal dengan elemen kerja A1 diketahui bahwa jumlah pengamatan yang sebenarnya harus diambil $n'= 3$. sedangkan pengamatan awal $n=10$. Pengujian asumsi kecukupan data akan terpenuhi apabila mendapatkan $n \geq n'$. dengan tujuan jumlah pengamatan awal harus lebih besar atau sama dengan jumlah pengamatan yang sebenarnya harus diambil, sehingga dari hasil perhitungan yang telah dilakukan yakni $n \geq n'$ yang artinya data telah cukup.

Tabel 4.1 menunjukkan ringkasan perhitungan data dari keseluruhan elemen kerja berdasarkan masing-masing proses operasi yang terdapat pada Lampiran 1

Tabel 4.3 Pengujian Asumsi Kecukupan Data

No	Proses Operasi	Variabel	n	n'	Keterangan
1	Proses Mal	A1	10	3	Data Cukup
2		A2	10	6	Data Cukup
3	Proses Pembuatan Kap	B1	10	1	Data Cukup
4		B2	10	2	Data Cukup
5		B3	10	4	Data Cukup
6		B4	10	3	Data Cukup
7		B5	10	6	Data Cukup
8		B6	10	10	Data Cukup
9		B7	10	0,1	Data Cukup
10		B8	10	0,2	Data Cukup
11		B9	10	0,4	Data Cukup
12		B10	10	0,2	Data Cukup
13	Proses Tarik	C1	10	0,1	Data Cukup
14		C2	10	0,5	Data Cukup
15		C3	10	0,02	Data Cukup

Tabel 4.4 Pengujian Asumsi Kecukupan Data (Lanjutan)

No	Proses Operasi	Variabel	n	n'	Keterangan
16	Proses Tarik	C4	10	0,02	Data Cukup
17	Proses Sol	D1	10	1	Data Cukup
18		D2	10	0.4	Data Cukup
19		D3	10	4	Data Cukup
20		D4	10	0.8	Data Cukup
21		D5	10	9	Data Cukup
22		D6	10	0.3	Data Cukup
23		D7	10	0.3	Data Cukup
24	Finishing	E1	10	10	Data Cukup
25		E2	10	0.5	Data Cukup
26		E3	10	0,8	Data Cukup
27		E4	10	1	Data Cukup
28		E5	10	9	Data Cukup
29		E6	10	0.7	Data Cukup
30		E7	10	0.01	Data Cukup
31		E8	10	0.15	Data Cukup

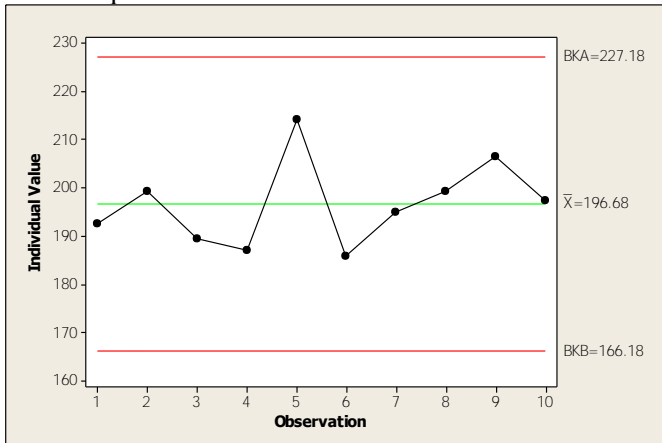
Tabel 4.3 diketahui bahwa semua variabel yakni dari masing-masing elemen kerja telah memenuhi asumsi kecukupan data. Hal tersebut dikarenakan hasil perhitungan jumlah pengamatan yang sebenarnya harus diambil ($n' \leq n$) sehingga keseluruhan pengamatan telah memenuhi asumsi kecukupan data.

4.2.2 Keseragaman Data

Pengujian asumsi keseragaman data dimaksudkan untuk mengidentifikasi data dan menghilangkan data ekstrim pada pengukuran waktu kerja. Data ekstrim yang ada menjadikan hasil yang didapat menjadi tidak valid, sehingga apabila terbukti ada hasil dengan data ekstrim maka data tersebut harus dihilangkan.

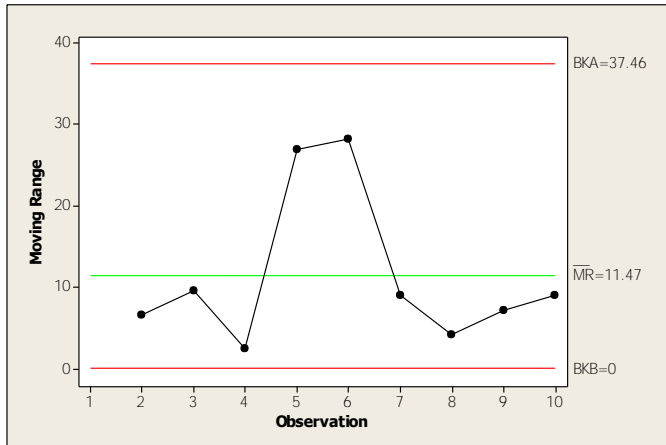
Untuk memeriksa keseragaman data pada data pengukuran waktu kerja digunakan peta kontrol *I-MR*.

Penggunaan peta kontrol *I-MR* atau (*Individual Moving Range Chart*) digunakan untuk pengamatan individu dimana $n=1$. Pengukuran waktu kerja dari masing-masing elemen kerja termasuk sebagai pengamatan individu, karena dari proses operasi dilakukan oleh seorang karyawan saja. Artinya, tidak terjadi pergantian karyawan atau *shift* dalam satu proses operasi. Berikut adalah hasil analisis menggunakan peta kontrol *I-MR* pada elemen kerja A1 dengan proses operasi Mal pada proses pembuatan sepatu kulit.



Gambar 4.1 Peta Kontrol *I* untuk Variabel A1

Berdasarkan Gambar 4.1 diketahui bahwa hasil analisis dari peta kontrol *I* dengan variabel A1 menghasilkan nilai $BKA=2227.18$; garis tengah= 196.68 ; $BKB= 166.18$, dimana semua pengukuran waktu kerja pada variabel A1 berada dalam batas kontrol bawah maupun batas kontrol atas.



Gambar 4.2 Peta Kontrol *MR* Variabel A1

Berdasarkan Gambar 4.2 yakni peta kontrol *MR* (*Moving Range*) diketahui bahwa nilai $BKA = 37.46$; garis tengah = 11.47 ; $BKB = 0$, dimana semua pengukuran waktu kerja pada variabel A1 berada dalam batas kontrol bawah dan batas kontrol atas.

Kedua peta kontrol yakni peta *I* dan peta kontrol *MR* yang telah dianalisis pada variabel A1 ternyata berada pada batas kontrol atas dan batas kontrol bawah, sehingga dapat diambil kesimpulan bahwa variabel A1 seragam. Kemudian hal tersebut akan dibuktikan juga pada variabel penelitian pengukuran waktu kerja yang lain. Tabel 4.3 menunjukkan hasil analisis dengan menggunakan peta kontrol *I-MR* yang dirangkum dari Lampiran 2

Tabel 4.5 Pengujian Asumsi Keceragaman Data

No	Proses Operasi	Variabel	Titik Pengamatan Ekstrem		Kesimpulan
			Diagram <i>I</i>	Diagram <i>MR</i>	
1	Proses Mal	A1	-	-	Data seragam
2		A2	-	-	Data seragam
3	Pembuatan Kap	B1	-	-	Data seragam
4		B2	-	-	Data seragam

Tabel 4.6 Pengujian Asumsi Keseragaman Data (*Lanjutan*)

No	Proses Operasi	Variabel	Titik Pengamatan Ekstrem		Kesimpulan	
			Diagram <i>I</i>	Diagram <i>MR</i>		
5	Proses Pembuatan Kap	B3	-	-	Data seragam	
6		B4	-	-	Data seragam	
7		B5	-	-	Data seragam	
8		B6	1	2	Data belum seragam	
9		B7	-	-	Data seragam	
10		B8	-	-	Data seragam	
11		B9	-	-	Data seragam	
12		B10	-	-	Data seragam	
13		Proses Tarik	C1	-	-	Data seragam
14			C2	-	-	Data seragam
15	C3		-	-	Data seragam	
16	C4		-	-	Data seragam	
17	Proses Sol	D1	-	-	Data seragam	
18		D2	-	-	Data seragam	
19		D3	-	-	Data seragam	
20		D4	-	-	Data seragam	
21		D5	-	-	Data seragam	
22		D6	-	-	Data seragam	
23		D7	-	-	Data seragam	
24	Finishing	E1	-	-	Data seragam	
25		E2	2	-	Data belum seragam	
26		E3	-	-	Data seragam	
27		E4	-	-	Data seragam	
28		E5	-	-	Data seragam	

Tabel 4.7 Pengujian Asumsi Keseragaman Data (*Lanjutan*)

No	Proses Operasi	Variabel	Titik Pengamatan Ekstrim		Kesimpulan
			Diagram <i>I</i>	Diagram <i>MR</i>	
29		E6	-	-	Data seragam
30		E7	-	-	Data seragam
31		E8	-	-	Data seragam

Berdasarkan Tabel 4.5 diketahui bahwa pada pengujian asumsi keseragaman data terdapat 2 variabel yang belum memenuhi asumsi keseragaman data yakni pada variabel B6 proses pembuatan kap dan variabel E2 proses *finishing*. Dari 10 variabel pada proses pembuatan kap terdapat satu variabel yakni B6 yang belum memenuhi asumsi keseragaman data. Berdasarkan pengamatan dilapangan pada waktu pembuatan kap dengan elemen kerja penjahitan pinggiran membutuhkan waktu yang lama. Hal ini dikarenakan saat awal akan menjahit karyawan mengganti benang terlebih dahulu, kemudian memasukkan benang ke jarum, sehingga dari hal tersebut yang membuat waktu awal saat pengerjaan kap terlampau lama.

Pada variabel E2 yakni proses *finishing* tepatnya elemen kerja pembersihan dari lem. Berdasarkan pengamatan dilapangan pada waktu pembersihan sepatu dari lem terkadang karyawan memebersihkan lem membutuhkan waktu lama dikarenakan lem yang menempel pada bagian kulit sepatu sulit untuk hilang, sehingga harus dibersihkan berkali-kali. Hal itulah yang menyebabkan adanya data ekstrim pada proses operasi *finishing*.

Adanya variabel yang tidak seragam akan mengganggu kevalidan data. Variabel yang tidak seragam akan mengalami reduksi atau pengurangan data. Pengurangan data tentunya juga akan mempengaruhi perhitungan n' . sehingga perlu dilakukan pengujian kecukupan data lagi pada variabel yang tidak seragam. Berikut adalah pengujian kecukupan data setelah data ekstrim dihilangkan pada variabel yang tidak seragam.

Tabel 4.8 Asumsi Kecukupan Data Setelah Data Ekstrim Dihilangkan

No	Proses Operasi	Variabel	n	n'	Keterangan
1	Proses Pembuatan Kap	B6	8	0.3	Data Cukup
2	Proses Finishing	E2	9	0.04	Data Cukup

Berdasarkan Tabel 4.8 dua variabel yakni B6 dan E2 setelah mengalami reduksi data ternyata masih memenuhi asumsi kecukupan data. Hasil dari analisis diatas memeperlihatkan bahwa nilai n' menjadi jauh lebih kecil daripada pengujian kecukupan data sebelum data ekstrim dihilangkan, sehingga data ekstrim yang dihilangkan kini membuat data pengamatan lebih homogen. Setelah asumsi kecukupan data dan keseragaman data telah terpenuhi, maka dapat dilakukan ke analisis selanjutnya.

4.3 Penentuan Faktor Penyesuaian

Data pengukuran waktu kerja telah memenuhi asumsi kecukupan dan asumsi keseragaman data. Setelah diketahui bahwa data telah memenuhi kedua asumsi tersebut analisis selanjutnya yang dilakukan adalah menentukan faktor penyesuaian. Adapun tujuan yang diperoleh dari penentuan faktor penyesuaian adalah dengan penentuan faktor penyesuaian akan diketahui kewajaran kerja yang ditunjukkan oleh operator, artinya apakah operator dari masing-masing proses operasi telah bekerja dalam keadaan normal atau belum. Menggunakan metode *westing house system's rating* terdapat empat penilaian faktor penyesuaian yang dapat mempengaruhi kinerja operator yakni kemampuan, usaha, kondisi dan konsistensi. Dalam menentukan faktor penyesuaian ini dilakukan oleh orang yang benar-benar memahami pekerjaan karyawan. Tabel 4.5 menunjukkan penentuan faktor penyesuaian yang telah dilakukan

Tabel 4.9 Penentuan Faktor Penyesuaian

No	Proses Operasi	Aspek				Jumlah
		Kemampuan	Usaha	Kondisi	Konsistensi	
1	Mal dan Pembuatan Kap (karyawan A)	Excellent (B2) +0,08	Good (C2) +0,02	Average (C) 0,00	Excellent (D) +0,03	+0,13
2	Proses Tarik (karyawan B)	Excellent (B2) +0,08	Good (C1) +0,05	Average (C) 0,00	Good (C) +0,01	+0,14
3	Proses Sol (karyawan C)	Good (C1) +0,06	Good (C1) +0,05	Average (C) 0,00	Average (D) +0,03	+0,14
4	Proses Finishing (karyawan D)	Good (C1) +0,06	Average (D) 0,00	Good (C) +0,02	Good (C) +0,01	+0,09

Tabel 4.9 menunjukkan hasil penilaian tentang penentuan faktor penyesuaian dengan menggunakan sistem *westing house* pada masing-masing operator. Berdasarkan hasil diatas diketahui bahwa karyawan A memiliki kemampuan *excellent* (sangat baik), dikarenakan pada karyawan A yang bekerja dalam proses mal dan pembuatan kap membutuhkan kemampuan yang tinggi dalam menggambar pola, sebab apabila terjadi kesalahan maka ukuran sepatu juga akan berbeda. Pada proses pembuatan kap juga diperlukan keahlian khusus dalam menjahit kap dengan jahitan rapi, sedangkan penilaian tentang aspek usaha dan konsistensi pada karyawan A mendapatkan penilaian *good* (baik) dan *excellent*.

Kemampuan *excellent* juga terlihat pada operator B yang bekerja pada proses tarik. Hal tersebut dikarenakan pada proses tarik tersebut haruslah operator yang mempunyai kemampuan khusus. Pada proses tarik haruslah teliti terutama dalam

membentuk kap sepatu di dalam lis sepatu, sedangkan kondisi lingkungan sekitar yang digunakan pada proses tarik dikatakan rata-rata dikarenakan kondisi lingkungan kerja banyak lem yang tercecer. sehingga belum bisa dikatakan dengan kondisi baik.

Proses sol yang dilakukan oleh seorang operator memiliki kemampuan yang baik. Dikatakan baik karena operator pada proses sol tersebut harus memahami tahapan pemasangan sol dengan baik. selain itu dalam melakukan proses pengeringan lem sol pada oven haruslah tepat. karena jika tidak lem tidak dapat melekat dengan baik pada sepatu. Seperti halnya pada proses tarik. kondisi lingkungan pada proses sol ini dikatakan berada pada penilaian rata-rata dikarenakan lingkungan sekitar proses sol ini cenderung panas sebab lokasi proses sol dekat dengan oven sepatu.

Operator dalam proses *finishing* memiliki kemampuan yang baik juga karena dalam proses terakhir dalam pembuatan sepatu ini haruslah operator dengan tingkat ketelitian tinggi. Misalnya saat karyawan membersihkan lem dari sepatu begitu juga hingga proses pengecatan sepatu. Apabila seorang operator tidak teliti maka hasil akhir dari sepatu dan pengecatan kurang baik dan memungkinkan adanya sisa lem yang menempel pada sepatu. Kemudian setelah diketahui jumlah dari masing-masing faktor penyesuaian hasil tersebut akan ditambahkan $p=1$, sehingga jumlah faktor penyesuaian pada proses mal dan proses pembuatan kap menjadi +1.13. pada proses tarik menjadi +1.14. pada proses sol menjadi +1.14 dan pada proses *finishing* menjadi +1.09.

4.4 Penentuan Waktu Kelonggaran

Kelonggaran diberikan kepada karyawan atau operator dikarenakan seorang operator tidak mampu bekerja penuh tanpa adanya waktu kelonggaran yakni seperti halnya waktu istirahat. Adapun kelonggaran yang diberikan untuk operator yakni kebutuhan pribadi, rasa *fatigue* dan hambatan lain yang tidak dapat dihindarkan.

Penentuan waktu kelonggaran pada proses pembuatan sepatu kulit juga didasarkan pada jam kerja perator setiap harinya. UKM Metro sendiri memiliki waktu kerja 9 jam perhari, mulai pukul 08.00-17.00. Adapun waktu istirahat yang diberikan yakni hanya 15 menit. Waktu istirahat ini meliputi faktor-faktor waktu kelonggaran yang telah disebutkan, misal untuk kebutuhan pribadi. Proses sepatu tak jarang menghabiskan waktu lebih dari 1 hari dalam pembuatannya. Berikut adalah perhitungan untuk waktu kelonggaran yang dibutuhkan operator.

$$\begin{aligned}\text{Waktu kerja} &= 9 \text{ jam} \times 60 \text{ menit} \\ &= 540 \text{ menit}\end{aligned}$$

Kelonggaran = 15 menit (Dengan rincian untuk kebutuhan pribadi 10 menit. kelonggaran untuk *fatigue* 3 menit dan kelonggaran untuk hambatan lain 2 menit)

$$\begin{aligned}\text{Waktu kelonggaran} &= \frac{15}{540} \times 100\% \\ &= 2,78\%\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan waktu kelonggaran yang telah dilakukan diketahui bahwa waktu kelonggaran yang dibutuhkan operator sebesar 2.78%. Waktu kelonggaran yang telah diperoleh nantinya akan digunakan untuk menghitung waktu standar.

4.5 Perhitungan Waktu Normal Waktu Standard dan Output Standar

Setelah diketahuinya faktor penyesuaian kemudian dilanjutkan untuk menghitung waktu normal. Perhitungan waktu normal ini terlebih dahulu akan dilakukan perhitungan waktu siklus rata-rata dari setiap elemen kerja. Berikut adalah perhitungan waktu siklus rata-rata dan kemudian perhitungan waktu normal pada elemen kerja A1 yakni proses penggambaran pola sepatu.

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus rata-rata} &= \frac{\text{elemen-elemen kerja}}{\text{jumlah pengamatan}} \\ &= \frac{1966,8}{10} = 196,68 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Normal} &= \text{waktu siklus rata-rata} \times \text{performance rating} \\ &= 196,68 \times 1,13 \\ &= 222,25 \text{ detik/unit} \end{aligned}$$

Perhitungan yang telah dilakukan pada elemen kerja A1 yakni proses menggambar pola diketahui waktu siklus rata-rata sebesar 199.68 detik. Kemudian dari waktu siklus rata-rata tersebut dapat diperoleh waktu normal sebesar 225.6384 detik/unit sepatu. Tabel 4.6 menunjukkan perhitungan waktu normal dari tiap elemen kerja, dimana waktu siklus selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 1

Tabel 4.10 Perhitungan Total Waktu Normal

Proses Operasi	Variabel	Jumlah Pengamatan	Waktu siklus rata-rata	Faktor Penyesuaian	Waktu Normal (detik/unit)	Total Waktu Normal (detik)
Proses Mal	A1	10	196,68	1,13	222,25	597,39
	A2	10	331,98	1,13	375,14	
Proses Pembuatan Kap	B1	10	317,64	1,13	358,93	2283,78
	B2	10	142,56	1,13	161,09	
	B3	10	363,18	1,13	410,39	
	B4	10	70,02	1,13	79,12	
	B5	10	221,16	1,13	249,91	
	B6	8	93,9	1,13	106,12	
	B7	10	318,54	1,13	359,95	
	B8	10	92,82	1,13	104,89	
	B9	10	143,7	1,13	162,38	

Tabel 4.11 Perhitungan Total Waktu Normal (*Lanjutan*)

Proses Operasi	Variabel	Jumlah Pengamatan	Waktu siklus rata-rata	Faktor Penyesuaian	Waktu Normal (detik/unit)	Total Waktu Normal
Proses Kap	B10	10	257,52	1,13	291	
Proses Tarik	C1	10	203,64	1,14	232,15	1267,32
	C2	10	92,7	1,14	105,68	
	C3	10	376,14	1,14	428,8	
	C4	10	439,2	1,14	500,69	
Proses Sol	D1	10	71,82	1,14	81,87	597,34
	D2	10	93,54	1,14	106,64	
	D3	10	32,52	1,14	37,07	
	D4	10	89,88	1,14	102,46	
	D5	10	15,12	1,14	17,24	
	D6	10	144,42	1,14	164,64	
	D7	10	76,68	1,14	87,42	
Finishing	E1	10	8,22	1,09	8,96	1422,9
	E2	9	568,13	1,09	619,27	
	E3	10	72,54	1,09	79,07	
	E4	10	74,94	1,09	81,68	
	E5	10	9,9	1,09	10,79	
	E6	10	130,44	1,09	142,18	
	E7	10	307,02	1,09	334,65	
	E8	10	134,22	1,09	146,30	

Tabel 4.10 merupakan hasil perhitungan waktu normal dan total waktu normal. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh pada total waktu normal dari proses mal diketahui bahwa untuk menyelesaikan 1satu pasang sepatu membutuhkan waktu sebesar 597.39 detik sedangkan pada proses pembuatan kap memerlukan

waktu 2283,78 detik, pada proses tarik sebesar 1267.32 detik, proses sol sebesar 597.34 detik, dan pada proses *finishing* 1422,9 detik. Total waktu normal terbesar berasal dari proses pembuatan kap, dikarenakan pada proses tersebut diperlukan ketelitian tinggi dalam menjahit dan menyatukan pola sepatu.

Kemudian dari waktu normal yang telah dihasilkan dapat ditentukan waktu standar. Perhitungan waktu standar tersebut mempertimbangkan waktu kelonggaran. Berikut adalah perhitungan waktu standar dari proses operasi mal.

$$\begin{aligned}
 \text{Waktu standar} &= \frac{\text{waktu normal total}}{1 - \text{allowance}} \\
 &= \frac{597,3858}{1 - 0,0278} \\
 &= 614,47 \text{ detik/unit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan waktu standar yang telah dilakukan terhadap proses operasi mal diketahui bahwa waktu standar dari proses mal sebesar 614,47 detik/unit. Hasil perhitungan itu berarti seorang operator mampu menyelesaikan proses operasi mal untuk satu pasang sepatu selama 614,47 detik/unit. Tabel 4.7 menunjukkan perhitungan waktu standar untuk proses operasi lainnya.

Tabel 4.12 Perhitungan Waktu Standar

No	Proses Operasi	Waktu Normal Total	Allowance	Waktu standar
1	Proses Mal (A1-A2)	597.39	0,0278	614,47
2	Proses Pembuatan Kap (B1-B10)	2283.77	0,0278	2349.07
3	Proses Tarik (C1-C4)	1267,32	0,0278	1303,55
4	Proses Sol (D1-D7)	597,34	0,0278	614,42
5	<i>Finishing</i> (E1-E8)	1422.9	0,0278	1463.59
Total Waktu Standar				6345.11

Hasil perhitungan waktu standar pada Tabel 4.12 diketahui bahwa pada proses mal menghasilkan waktu standar sebesar 614,47 detik. artinya bahwa operator membutuhkan waktu untuk menyelesaikan proses mal satu pasang sepatu adalah sebesar 614,47 detik. Sedangkan pada proses pembuatan kap menghasilkan waktu standar sebesar 2349,07 detik, pada proses tarik menghasilkan waktu standar sebesar 1303,55 detik, proses sol menghasilkan waktu standar sebesar 614,42 detik, dan pada proses *finishing* menghasilkan waktu standar 1463,59 detik. Waktu standar yang telah diketahui ini nantinya dapat digunakan sebagai waktu standar karyawan. Setelah dilakukannya perhitungan standar, kemudian ingin diketahui total waktu standar yakni dengan cara menjumlahkan keseluruhan waktu standar mulai dari proses mal hingga proses *finishing*. Berikut adalah pehitungannya.

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu standar} &= 614,47 + 2349,07 + 1303,55 + \\
 &614,42 + 1463,59 \\
 &= 6345,11 \text{ detik/ unit} \\
 &= 105,75 \text{ menit/unit}
 \end{aligned}$$

Perhitungan waktu total standar yang telah dilakukan diketahui bahwa total waktu standar yang diperlukan untuk membuat satu pasang sepatu adalah 105,75 menit atau sama dengan 1 jam 45 menit. Kemudian total waktu standar yang telah diperoleh akan dianalisis lagi untuk menentukan *output* standar dengan perhitungan sebagai berikut

$$\begin{aligned}
 \text{Output standar} &= \frac{1}{\text{waktu standar}} \\
 &= \frac{1}{105,75} \\
 &= 0,009456 \text{ unit/menit} \\
 &= 5,12 \text{ unit/hari}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan *output* standar diketahui bahwa hasil *output* standar sebesar 5,12 unit/hari. Artinya dalam satu hari UKM Metro mampu menghasilkan 5,12 pasang sepatu fantofel pria. Setelah diketahui waktu standar dan output standar

maka hal ini dapat digunakan pihak industri untuk menentukan kepastian penyelesaian sepatu agar pesanan dapat dipenuhi dengan tepat, sehingga konsumen tidak kecewa.

4.6 Pengukuran Produktivitas

Produktivitas merupakan perbandingan antara jumlah barang dan jasa yang dihasilkan dengan sumber daya yang dipakai. Produktivitas juga merupakan gabungan dari efektivitas dan efisiensi yang menjadi indikator penilaian baik tidaknya suatu perusahaan. Produktivitas juga berkaitan erat dengan waktu kerja karyawan. Adapun pengukuran produktivitas yang dilakukan yakni pada proses operasi mal, proses pembuatan kap, proses tarik, proses sol dan *finishing*.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{output yang dihasilkan}}{\text{input yang digunakan}}$$

Proses Mal :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{1}{614,47} \\ &= 0,00163 \text{ unit/detik} \\ &= 5,86 \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Output perhari} &= 5,86 \text{ unit/jam} \times 9 \text{ jam} \\ &= 52,73 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran produktivitas pada proses mal menghasilkan nilai produktivitas sebesar 5.86 unit/ jam. artinya pada proses mal menghasilkan 5.86 unit sepatu setiap jamnya. sedangkan output perhari sebesar 52.73 unit mal sepatu.

Proses Pembuatan Kap :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{1}{2349,07} \\ &= 0,000426 \text{ unit/detik} \\ &= 1,53 \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Output perhari} &= 1,53 \text{ unit/jam} \times 9 \text{ jam} \\ &= 13,79 \text{ unit}\end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran produktivitas pada proses mal menghasilkan nilai produktivitas sebesar 1,53 unit/ jam, artinya pada proses pembuatan kap menghasilkan 1,53 unit hasil kap setiap jamnya, sedangkan output perhari sebesar 13,79 unit hasil kap sepatu.

Proses Tarik :

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas} &= \frac{1}{1303,55} \\ &= 0,00077 \text{ unit/detik} \\ &= 2,76 \text{ unit/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Output perhari} &= 2,76 \text{ unit/jam} \times 9 \text{ jam} \\ &= 24,85 \text{ unit}\end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran produktivitas pada proses tarik menghasilkan nilai produktivitas sebesar 2,76 unit/ jam, artinya pada proses tarik menghasilkan 2,76 unit hasil tarik setiap jamnya, sedangkan output perhari sebesar 24,85 unit hasil tarik sepatu.

Proses Sol :

$$\begin{aligned}\text{Produktivitas} &= \frac{1}{614,42} \\ &= 0,00163 \text{ unit/detik} \\ &= 5,86 \text{ unit/jam}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Output perhari} &= 5,86 \text{ unit/jam} \times 9 \text{ jam} \\ &= 52,73 \text{ unit}\end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran produktivitas pada proses sol menghasilkan nilai produktivitas sebesar 5,86 unit/ jam, artinya pada proses sol menghasilkan 5,86 unit hasil sol setiap jamnya, sedangkan output perhari sebesar 52,73 unit hasil sol sepatu.

Finishing :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{1}{1463.59} \\ &= 0,00068 \text{ unit/detik} \\ &= 2,46 \text{ unit/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Output perhari} &= 2,46 \text{ unit/jam} \times 9 \text{ jam} \\ &= 22,14 \text{ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan pengukuran produktivitas pada proses *finishing* menghasilkan nilai produktivitas sebesar 2,46 unit/ jam, artinya pada proses sol menghasilkan 2,46 unit hasil *finishing* setiap jamnya, sedangkan output perhari sebesar 22,14 unit hasil *finishing* sepatu. Hasil produktivitas yang telah diperoleh menggambarkan efisiensi dari industri tersebut. Efisiensi waktu kerja dapat dievaluasi menggunakan keseimbangan lini perakitan. Setelah mengetahui produktivitas maka kemudian akan dilakukan analisis lini perakitan. Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diketahui bahwa ternyata dalam sehari perusahaan dapat memproduksi hingga 13 pasang sepatu.

4.7 Tahap Penyeimbangan Lini Perakitan

Penyeimbangan lini perakitan dilaksanakan untuk meminimalkan ketidakseimbangan antara operator dengan *output* dari lini perakitan. Lini produksi menjadi tidak efisien apabila kecepatan produksi stasiun kerja yang tidak berimbang. Adapun tahapan awal yang dilakukan dalam penyeimbangan lini perakitan adalah mengembangkan diagram *precedence* yang merangkum urutan dan waktu tugas.

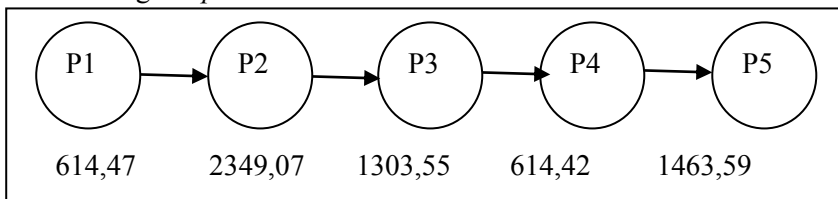
4.7.1 Diagram *Precedence*

Diagram *precedence* bertujuan untuk memudahkan pengontrolan kegiatan dalam suatu proses produksi. Dalam diagram *precedence* ini nantinya berisi tentang waktu standar dari setiap proses produksi. Berikut merupakan data diagram *precedence* dari proses operasi sepatu kulit pria.

Tabel 4.13 Data *precedence* Proses Operasi

No	Proses Operasi	Kode	Waktu standar
1	Proses Mal	P1	614.47
2	Proses pembuatan kap	P2	2349.07
3	Proses Tarik	P3	1303.55
4	Proses Sol	P4	614.42
5	<i>Finishing</i>	P5	1463.59
Total Waktu Standar			6345.11

Berikut ini adalah data *precedence* yang digambarkan dalam diagram *precedence*.



Gambar 4.3 Diagram *Precedence* Proses Operasi

Gambar 4.3 menunjukkan diagram *precedence* yang merangkum urutan waktu tugas kemudian tugas-tugas dikelompokkan dalam stasiun kerja. Setelah diketahuinya diagram *precedence* langkah selanjutnya adalah melakukan perhitungan waktu siklus stasiun, jumlah stasiun minimal, dan menyeimbangkan lini dengan memberikan tugas tertentu.

4.7.2 Perhitungan Waktu Siklus Stasiun

Waktu siklus merupakan waktu maksimal dimana produk dapat tersedia pada setiap stasiun kerja pada tingkat produksi yang ingin dicapai. Pada perhitungan waktu siklus ini didasarkan

pada target produksi industry perhari. Adapun target produksi yakni sebesar 25 pasang sepatu perhari. Waktu kerja untuk setiap operator dalam sehari adalah 9 jam yakni mulai jam 08.00-17.00. Berikut ini perhitungan waktu siklus stasiun

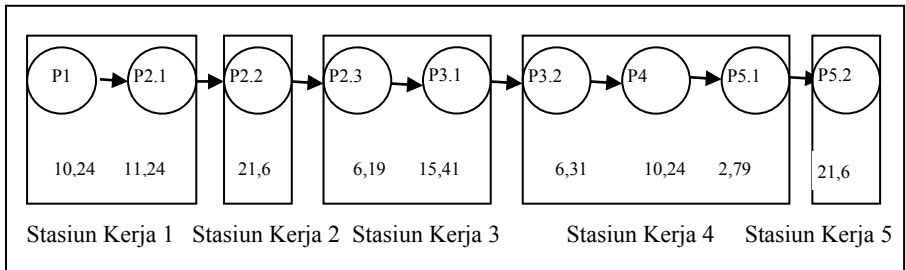
$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus stasiun} &= \frac{\text{waktu produksi yang tersedia perhari}}{\text{unit yang diproduksi perhari}} \\ &= \frac{9 \text{ jam} \times 60 \text{ menit/jam}}{25 \text{ unit}} \\ &= \frac{540 \text{ menit}}{25 \text{ unit}} \\ &= 21,6 \text{ menit/ unit} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan waktu siklus yang telah dilakukan diketahui bahwa waktu maksimal pada setiap stasiun dalam lini perakitan adalah sebesar 21,6 menit/unit. Setelah hasil perhitungan waktu siklus diketahui. langkah selanjutnya yakni menghitung jumlah stasiun kerja minimal. Berikut adalah perhitungan jumlah stasiun kerja minimal.

Jumlah stasiun

$$\begin{aligned} \text{kerja minimal} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu pengerjaan tugas } i}{\text{waktu siklus stasiun}} \\ &= \frac{105,75 \text{ menit/unit}}{21,6 \text{ menit/unit}} \\ &= 4,89 \\ &= 5 \text{ stasiun kerja} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan yang telah dilakukan diketahui jumlah stasiun kerja minimal adalah 5 stasiun kerja dengan waktu siklus stasiunnya adalah 21,6 menit/unit. Berikut adalah diagram *precedence* setelah diketahuinya jumlah stasiun kerja minimal.



Gambar 4.4 Diagram *Precedence* Berdasarkan Stasiun Kerja

Berdasarkan Gambar 4.4 diketahui bahwa dengan waktu maksimal tiap stasiun yakni sebesar 21,6 menit/unit terbentuklah 5 stasiun kerja untuk P1 hingga P5. Terbentuk lima stasiun kerja dimana masing-masing proses memiliki nilai P1 (proses mal) mempunyai waktu standar sebesar 10,24 menit, pada P2 (proses pembuatan kap) mempunyai waktu standar sebesar 39,15 menit, sedangkan P3 (proses tarik) mempunyai waktu standar sebesar 21,72 menit, P4 (proses sol) mempunyai waktu standar sebesar 10,24 menit dan pada P5 (*finishing*) mempunyai waktu standar sebesar 24,39 menit, dimana nilai tersebut nantinya ketika dibagi menjadi lima stasiun kerja akan dipecah sesuai dengan nilai maksimal setiap stasiun sebesar 21,6 menit. Stasiun kerja 1 terdiri dari P1 (proses mal) sebesar 10,24 menit dengan P2.1 (proses pembuatan kap) sebesar 11,24 menit sehingga menghasilkan nilai pada stasiun kerja 1 sebesar 21,6 menit. Stasiun kerja 2 terdiri dari P2.2 (proses pembuatan kap) sebesar 21,6 menit. Stasiun kerja 3 terdiri dari P2.3 (proses pembuatan kap) sebesar 6,19 menit dengan P3.1 (proses tarik) sebesar 15,41 menit sehingga menghasilkan nilai pada stasiun kerja 3 sebesar 21,6 menit. Stasiun kerja 4 terdiri dari P3.2 (proses tarik) sebesar 6,31 menit dengan P4 (proses sol) sebesar 10,24 menit dan P5.1 (*finishing*) sebesar 2,79 menit sehingga menghasilkan nilai pada stasiun kerja 4 sebesar 19,34 menit. Stasiun 5 terdiri dari P5.2 (*finishing*) sebesar 21,6 menit, sehingga apabila dari P1 hingga P5 dijumlahkan maka akan menghasilkan waktu 105,75 menit yang berarti hasil tersebut

lebih dari waktu siklus stasiun sebesar 21,6 menit, hal tersebut yang membuat hanya terbentuk 5 stasiun kerja.

4.7.3 Penentuan Efisiensi Lini

Setelah dilakukannya tahapan untuk menentukan waktu siklus stasiun kemudian dilanjutkan dengan menentukan efisiensi lini . Efisiensi lini dapat dihitung dengan membagi waktu tugas total dengan jumlah stasiun kerja yang dibutuhkan dikalikan dengan waktu siklus. Berikut adalah perhitungan untuk efisiensi lini.

$$\begin{aligned}
 \text{Efisiensi lini Perakitan} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{waktu pengerjaan tugas } i}{(\text{jumlah stasiun}) \times (\text{waktu siklus terbesar})} \\
 &= \frac{105,75 \text{ menit/unit}}{(5 \text{ stasiun}) \times (21,6 \text{ menit per unit})} \\
 &= 0,979 \\
 &= 97,9\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan efisiensi lini perakitan sebesar 97,9%. Hal tersebut berarti sumber daya memiliki dayaguna sebesar 97,9%. Kapasitas yang dapat diketahui dari lini perakitan yang telah terbentuk adalah sebagai berikut

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut

1. Waktu standar yang diperlukan untuk memproduksi satu pasang sepatu kulit adalah sebesar 6345,11 detik/ unit atau 1 jam 45 menit.
2. Produktivitas yang diperoleh adalah produktivitas sebesar 5,86 unit/ jam, artinya pada proses mal menghasilkan 5,86 unit sepatu setiap jamnya. Pada proses pembuatan kap hasil produktivitas diketahui sebesar 1,53 unit/jam. Proses tarik menghasilkan nilai produktivitas sebesar 2,76 unit/jam. Produktivitas dari proses sol sebesar 5,86 unit/ jam. Pada proses terakhir yakni *finishing* produktivitas yang dihasilkan sebesar 2,46 unit/jam.
3. Penyeimbang lini perkitan bahwa industri dapat mencapai target produksi sepatu sebanyak 25 pasang sepatu dengan 5 stasiun kerja dimana efisiensi sebesar 97,9%.

5.2 Saran

Adapun saran yang harus dilakukan industri dari hasil penelitian ini yakni industri agar lebih memperbaiki kualitas produksi. Hal tersebut dapat diperbaiki dari kualitas karyawan dan waktu kerja karena ternyata industri belum mampu memproduksi sepatu sesuai dengan keinginan industri sepatu kulit.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Buffa, Elwood,S dan Sarin, Rakesh,K. (1999). *Manajemen Operasi dan Produksi Modern*.Jilid dua. Jakarta: Binarupa Aksara
- Heizer, Jey, dkk. (2006). *Manajemen Operasi*. Jakarta: Salemba Empat.
- Haris. 2014. Langkah-langkah pengukuran kerja. <http://vampire1721.blogspot.com/2010/11/langkah-langkah-pengukuran-motion-and.html>. 26 Januari 2014.
- Dilworth, James,B. (1992). *Operations Management*. Singapore:McGraw-Hill.
- Shandy,Dinne Febria. 2007. Mengenai Pengukuran Waktu Kerja Pada Proses Produksi Dompok Kulit Di Industri Kerajinan Kulit Tanggulangin. Tugas Akhir. Institut Teknologi Sepuluh Nopember ITS. Surabaya
- Sutalaksana, Iftikar Z. 2006. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: ITB
- Walpole, R.E. (1995). *Pengantar Statistik Edisi Ketiga*. Jakarta:PT. Gramedia Pustaka Umum
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2006). *Ergonomi Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Wignjosoebroto, Sritomo. (2006). *Pengantar Teknik dan Manajemen Industri*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis dengan nama lengkap Kartika Ayuning Tyas merupakan anak pertama dari pasangan Bapak (Hestu Marsudi) dan Ibu (Menik Hermastuti). Lahir di Magetan pada tanggal 4 Juli 1993. Penulis yang akrab disapa Tika ini merupakan anak kedua dari 2 bersaudara. Pendidikan yang pernah ditempuh penulis yakni Tk Angkasa, SMPN 1 Maospati, SMAN 1 Maospati dan pada tahun 2011 penulis diterima untuk melanjutkan pendidikan Perguruan Tinggi ITS melalui jalur reguler DIII. Mahasiswa dengan NRP 1311030037 ini pernah aktif sebagai anggota dari divisi SCC HIMASTA ITS, pernah juga menjadi panitia dari STATION, MUNAS,GERIGI 2013. Selain itu penulis juga aktif dalam kegiatan pelatihan LKMM Pra TD dan LKMM TD. Sungguh pengalaman dan pendidikan yang luar biasa selama berada di Statistika ITS ini. Sebuah mimpi yang akhirnya dapat terwujud. Penulis yang memiliki hobi berenang dan menulis ini mengambil tugas akhir di lab industri dengan melakukan penelitian di industri kecil. Apabila pembaca ingin berdiskusi dengan penulis mengenai tugas ahir ataupun hal lainnya dapat dihubungi melalui email tiecka84@gmail.com.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Perhitungan Asumsi Kecukupan.....	59
Lampiran 2. Peta <i>I-MR</i>	71

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. Perhitungan Asumsi Kecukupan Data

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
A1	3.21	192.6	37094.76	1966.8	3868302.24	387518.4
	3.32	199.2	39680.64			
	3.16	189.6	35948.16			
	3.12	187.2	35043.84			
	3.57	214.2	45881.64			
	3.1	186	34596			
	3.25	195	38025			
	3.32	199.2	39680.64			
	3.44	206.4	42600.96			
	3.29	197.4	38966.76			
A2	5.3	318	101124	3319.8	11021072	1106532
	5.28	316.8	100362.24			
	6.29	377.4	142430.76			
	5.43	325.8	106145.64			
	5.55	333	110889			
	6.12	367.2	134835.84			
	5.3	318	101124			
	5.48	328.8	108109.44			
	5.35	321	103041			
	5.23	313.8	98470.44			
B1	5.22	313.2	98094.24	3176.4	10089517	1009588
	5.13	307.8	94740.84			
	5.4	324	104976			
	5.32	319.2	101888.64			
	5.17	310.2	96224.04			
	5.24	314.4	98847.36			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
B1	5.32	319.2	101888.64			
	5.45	327	106929			
	5.14	308.4	95110.56			
	5.55	333	110889			
B2	2.32	139.2	19376.64	1425.6	2032335	203501.5
	2.51	150.6	22680.36			
	2.27	136.2	18550.44			
	2.38	142.8	20391.84			
	2.39	143.4	20563.56			
	2.54	152.4	23225.76			
	2.29	137.4	18878.76			
	2.3	138	19044			
	2.35	141	19881			
	2.41	144.6	20909.16			
B3	6.27	376.2	141526.44	3631.8	13189971	1322709
	5.59	335.4	112493.16			
	6.31	378.6	143337.96			
	6.18	370.8	137492.64			
	5.52	331.2	109693.44			
	6.22	373.2	139278.24			
	6.32	379.2	143792.64			
	6.26	375.6	141075.36			
	5.59	335.4	112493.16			
	6.27	376.2	141526.44			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n x_i$	$\left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$
B4	1.13	67.8	4596.84	700.2	490280	49125.96
	1.1	66	4356			
	1.18	70.8	5012.64			
	1.25	75	5625			
	1.22	73.2	5358.24			
	1.09	65.4	4277.16			
	1.13	67.8	4596.84			
	1.2	72	5184			
	1.22	73.2	5358.24			
	1.15	69	4761			
B5	3.54	212.4	45113.76	2211.6	4891175	490943.5
	3.48	208.8	43597.44			
	3.58	214.8	46139.04			
	4.01	240.6	57888.36			
	3.56	213.6	45624.96			
	4.06	243.6	59340.96			
	3.57	214.2	45881.64			
	3.5	210	44100			
	4.01	240.6	57888.36			
	3.55	213	45369			
B6	2	120	14400	965.4	931997.2	93824.28
	1.57	94.2	8873.64			
	1.55	93	8649			
	1.55	93	8649			
	1.59	95.4	9101.16			
	1.58	94.8	8987.04			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
B6	1.58	94.8	8987.04			
	1.55	93	8649			
	1.59	95.4	9101.16			
	1.53	91.8	8427.24			
B7	5.28	316.8	100362.24	3185.4	10146773	1014751
	5.36	321.6	103426.56			
	5.32	319.2	101888.64			
	5.29	317.4	100742.76			
	5.38	322.8	104199.84			
	5.25	315	99225			
	5.37	322.2	103812.84			
	5.25	315	99225			
	5.28	316.8	100362.24			
	5.31	318.6	101505.96			
B8	1.53	91.8	8427.24	928.2	861555.2	86168.52
	1.55	93	8649			
	1.58	94.8	8987.04			
	1.53	91.8	8427.24			
	1.52	91.2	8317.44			
	1.58	94.8	8987.04			
	1.55	93	8649			
	1.54	92.4	8537.76			
	1.55	93	8649			
	1.54	92.4	8537.76			
B9	2.38	142.8	20391.84	1437	2064969	206546
	2.44	146.4	21432.96			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
B9	2.4	144	20736			
	2.32	139.2	19376.64			
	2.42	145.2	21083.04			
	2.45	147	21609			
	2.35	141	19881			
	2.4	144	20736			
	2.4	144	20736			
	2.39	143.4	20563.56			
B10	4.25	255	65025	2575.2	6631655	663261.1
	4.22	253.2	64110.24			
	4.31	258.6	66873.96			
	4.3	258	66564			
	4.3	258	66564			
	4.38	262.8	69063.84			
	4.28	256.8	65946.24			
	4.22	253.2	64110.24			
	4.37	262.2	68748.84			
	4.29	257.4	66254.76			
C1	3.39	203.4	41371.56	2036.4	4146925	414732.2
	3.45	207	42849			
	3.42	205.2	42107.04			
	3.35	201	40401			
	3.42	205.2	42107.04			
	3.33	199.8	39920.04			
	3.38	202.8	41127.84			
	3.4	204	41616			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
	3.39	203.4	41371.56			
	3.41	204.6	41861.16			
C2	1.51	90.6	8208.36	927	859329	85959.72
	1.53	91.8	8427.24			
	1.56	93.6	8760.96			
	1.58	94.8	8987.04			
	1.57	94.2	8873.64			
	1.55	93	8649			
	1.52	91.2	8317.44			
	1.55	93	8649			
	1.58	94.8	8987.04			
	1.5	90	8100			
C3	6.24	374.4	140175.36	3761.4	14148130	1414831
	6.26	375.6	141075.36			
	6.24	374.4	140175.36			
	6.3	378	142884			
	6.25	375	140625			
	6.28	376.8	141978.24			
	6.28	376.8	141978.24			
	6.26	375.6	141075.36			
	6.31	378.6	143337.96			
	6.27	376.2	141526.44			
C4	7.32	439.2	192896.64	4392	19289664	1928991
	7.29	437.4	191318.76			
	7.3	438	191844			
	7.28	436.8	190794.24			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
C4	7.35	441	194481			
	7.35	441	194481			
	7.36	441.6	195010.56			
	7.3	438	191844			
	7.33	439.8	193424.04			
	7.32	439.2	192896.64			
D1	1.2	72	5184	718.1	515811.2	51619.32
	1.15	69	4761			
	1.18	70.8	5012.64			
	1.22	73.2	5358.24			
	1.15	69	4761			
	1.23	73.8	5446.44			
	1.2	72	5184			
	1.18	70.8	5012.64			
	1.26	75.6	5715.36			
	1.2	72	5184			
D2	1.56	93.6	8760.96	935.4	874973.2	87522.12
	1.5	90	8100			
	1.56	93.6	8760.96			
	1.58	94.8	8987.04			
	1.55	93	8649			
	1.59	95.4	9101.16			
	1.56	93.6	8760.96			
	1.53	91.8	8427.24			
	1.57	94.2	8873.64			
	1.59	95.4	9101.16			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
D3	0.52	31.2	973.44	325.2	105755	10603.44
	0.54	32.4	1049.76			
	0.55	33	1089			
	0.53	31.8	1011.24			
	0.57	34.2	1169.64			
	0.59	35.4	1253.16			
	0.54	32.4	1049.76			
	0.55	33	1089			
	0.55	33	1089			
	0.48	28.8	829.44			
D4	1.52	91.2	8317.44	898.8	807841.4	80825.04
	1.57	94.2	8873.64			
	1.49	89.4	7992.36			
	1.45	87	7569			
	1.48	88.8	7885.44			
	1.45	87	7569			
	1.52	91.2	8317.44			
	1.51	90.6	8208.36			
	1.49	89.4	7992.36			
	1.5	90	8100			
D5	0.23	13.8	190.44	151.2	22861.44	2299.68
	0.26	15.6	243.36			
	0.23	13.8	190.44			
	0.24	14.4	207.36			
	0.28	16.8	282.24			
	0.24	14.4	207.36			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n x_i$	$\left[\sum_{i=1}^n x_i \right]^2$	$\sum_{i=1}^n x_i^2$
D5	0.23	13.8	190.44			
	0.26	15.6	243.36			
	0.28	16.8	282.24			
	0.27	16.2	262.44			
D6	2.41	144.6	20909.16	1444.2	2085714	208611
	2.44	146.4	21432.96			
	2.39	143.4	20563.56			
	2.35	141	19881			
	2.43	145.8	21257.64			
	2.47	148.2	21963.24			
	2.42	145.2	21083.04			
	2.37	142.2	20220.84			
	2.39	143.4	20563.56			
	2.4	144	20736			
D7	1.27	76.2	5806.44	766.8	587982.2	58811.76
	1.3	78	6084			
	1.26	75.6	5715.36			
	1.27	76.2	5806.44			
	1.31	78.6	6177.96			
	1.25	75	5625			
	1.26	75.6	5715.36			
	1.27	76.2	5806.44			
	1.3	78	6084			
	1.29	77.4	5990.76			
E1	0.14	8.4	70.56	82.2	6756.84	680.04
	0.15	9	81			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
E1	0.13	7.8	60.84			
	0.12	7.2	51.84			
	0.15	9	81			
	0.14	8.4	70.56			
	0.13	7.8	60.84			
	0.15	9	81			
	0.12	7.2	51.84			
	0.14	8.4	70.56			
E2	9.49	569.4	324216.36	5714.4	32654367	3266490
	10.02	601.2	361441.44			
	9.55	573	328329			
	9.45	567	321489			
	9.4	564	318096			
	9.5	570	324900			
	9.42	565.2	319451.04			
	9.45	567	321489			
	9.52	571.2	326269.44			
	9.44	566.4	320808.96			
E3	1.24	74.4	5535.36	725.4	526205.2	52647.48
	1.2	72	5184			
	1.18	70.8	5012.64			
	1.24	74.4	5535.36			
	1.16	69.6	4844.16			
	1.21	72.6	5270.76			
	1.25	75	5625			
	1.19	71.4	5097.96			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
	1.2	72	5184			
	1.22	73.2	5358.24			
E4	1.24	74.4	5535.36	749.4	561600.4	56209.32
	1.22	73.2	5358.24			
	1.32	79.2	6272.64			
	1.25	75	5625			
	1.3	78	6084			
	1.2	72	5184			
	1.22	73.2	5358.24			
	1.24	74.4	5535.36			
	1.28	76.8	5898.24			
	1.22	73.2	5358.24			
	E5	0.18	10.8			
0.15		9	81			
0.17		10.2	104.04			
0.16		9.6	92.16			
0.18		10.8	116.64			
0.16		9.6	92.16			
0.17		10.2	104.04			
0.14		8.4	70.56			
0.18		10.8	116.64			
0.16		9.6	92.16			
E6	2.18	130.8	17108.64	1304.4	1701459	170224.6
	2.1	126	15876			
	2.24	134.4	18063.36			
	2.26	135.6	18387.36			

LAMPIRAN

Proses Operasi	Waktu (menit)	Waktu (detik)	x kuadrat (detik)	$\sum_{i=1}^n xi$	$\left[\sum_{i=1}^n xi \right]^2$	$\sum_{i=1}^n xi^2$
E6	2.15	129	16641			
	2.13	127.8	16332.84			
	2.14	128.4	16486.56			
	2.2	132	17424			
	2.18	130.8	17108.64			
	2.16	129.6	16796.16			
E7	5.1	306	93636	3070.2	9426128	942619.3
	5.13	307.8	94740.84			
	5.12	307.2	94371.84			
	5.1	306	93636			
	5.14	308.4	95110.56			
	5.12	307.2	94371.84			
	5.13	307.8	94740.84			
	5.12	307.2	94371.84			
	5.1	306	93636			
	5.11	306.6	94003.56			
E8	2.22	133.2	17742.24	1342.2	1801501	180168.1
	2.2	132	17424			
	2.25	135	18225			
	2.23	133.8	17902.44			
	2.22	133.2	17742.24			
	2.26	135.6	18387.36			
	2.28	136.8	18714.24			
	2.24	134.4	18063.36			
	2.25	135	18225			
	2.22	133.2	17742.24			

Lampiran 2. Peta *I-MR*

