

**IMPLEMENTASI KURVA BELAJAR DAN KELUPAAN PADA
PENJADWALAN PRODUKSI PEMBUATAN GARMEN DI CV.
LULLABIC KONVEKSI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Nama : Aninda Fitriah

No. Mahasiswa : 10522372

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2014**

**IMPLEMENTASI KURVA BELAJAR DAN KELUPAAN PADA
PENJADWALAN PRODUKSI PEMBUATAN GARMEN DI CV.
LULLABIC KONVEKSI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Strata-1
Pada Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri



Nama : Aninda Fitriah

No. Mahasiswa : 10522372

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2014**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TA

Demi Allah, saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah saya jelaskan sumbernya. Jika dikemudian hari ternyata terbukti pengakuan saya ini tidak benar dan melanggar peraturan yang sah dalam karya tulis dan hak kekayaan intelektual maka saya bersedia ijazah yang telah saya terima untuk ditarik kembali oleh Universitas Islam Indonesia.

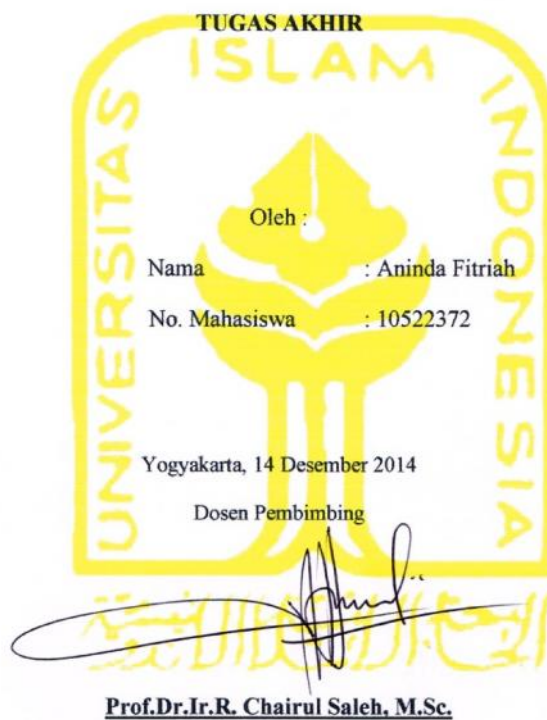
Yogyakarta, Desember 2014



Aninda Fitriah

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING

**IMPLEMENTASI KURVA BELAJAR DAN KELUPAAN PADA
PENJADWALAN PRODUKSI PEMBUATAN GARMEN DI CV. LULLABIC
KONVEKSI**



LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI

**IMPLEMENTASI KURVA BELAJAR DAN KELUPAAN PADA
PENJADWALAN PRODUKSI PEMBUATAN GARMEN DI CV.
LULLABIC KONVEKSI**

TUGAS AKHIR

Oleh :

Nama : Aninda Fitriah
No. Mahasiswa : 10522372

Telah dipertahankan di depan sidang penguji sebagai satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata-1 Teknik Industri

Yogyakarta, Januari 2015

Tim Penguji

Prof.Dr.Ir.R. Chairul Saleh, M.Sc.
Ketua

Amarria Dila Sari, S.T, M.Eng
Anggota I

Nashrullah Setiawan, S.T, M.Sc
Anggota II

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri
Universitas Islam Indonesia



Yuli Agusti Rochman, S.T., M.Eng.

HALAMAN PERSEMBAHAN

*Tugas akhir ini saya persembahkan
kepada kedua orang tua tercinta dan keluargaku.*

Ibu Sri Isnani dan Papa Ir. Abu Bakar

*Terima kasih atas cinta, kasih sayang, doa yang tiada henti dipanjatkan.
dan dukungan yang tak terhingga.*

Untuk sahabatku Qia, Pupu, Ajeng, Ainun, Lia, Vidya, Bagas, Husna, Fika.

Untuk teman bermain dan belajarku Arya, Girindra, Disa, Rizka, Fia, Ozi

Dan teman seperjuanganku Laely, Yudi, FTI 2010 dan Padmanaba 65

Terima kasih atas doa, motivasi, semangat dan cintanya

HALAMAN MOTTO

Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap

-QS. Asy-Syarah:8

When things aren't working out as you wish, be patient. Stop trying to
move ahead of God. His timing is perfect. Trust Him.

-idil

Put God first, and you'll never be the last.

-idil

KATA PENGANTAR



Assalamu'alaikum Warahmatullaahi Wabarakatuh

Puji syukur senantiasa penyusun panjatkan kepada kehadiran Allah SWT atas berkat, rahmat serta hidayah-Nya yang diberikan sehingga seluruh rangkain Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan diberi kelancaran. Alhamdulillah shalawat serta salam tak lupa dihanturkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga dan sahabat beliau agar selalu dilimpahkan rahmat dan syafa'atnya.

Laporan Tugas Akhir ini disusun guna memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Strata-1 pada Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses pelaksanaan Tugas Akhir ini tidak lepas dari doa, bimbingan, dorongan, dan bantuan baik dalam bentuk mental, spiritual, maupun material dari banyak pihak yang sekiranya memiliki peran penting. Oleh karena itu, dalam kesempatan yang berbahagia ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
2. Ketua Jurusan Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. R. Chairul Saleh, M.Sc., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, petunjuk, saran serta waktunya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Direktur dan seluruh karyawan Lullabic Konveksi.
5. Kedua orang tua tercinta dan keluarga yang selalu memberi dukungan, semangat, dan do'a kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih banyak terdapat kekurangannya, untuk itu sangat diharapkan saran dan kritik yang sekiranya dapat menambah pengetahuan serta lebih menyempurnakan laporan ini..

Wassalamu'alaikum warrahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta , Desember2014

Aninda Fitriah

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TA	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	iii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAAN	v
HALAMAN MOTTO	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Sistematika Penulisan Laporan	5
BAB II.....	8
KAJIAN LITERATUR.....	8
2.1 Kajian Literatur	8
2.2 Landasan Teori.....	11
2.2.1 Produktivitas	11
2.2.2 Tingkat Performansi	12
2.2.3 Kelonggaran (<i>Allowance</i>).....	13
2.2.4 Kurva Belajar (<i>Learning Curve</i>).....	16
2.2.5 Model Log – Linear (Model Wright).....	18
2.2.6 Plateau Model	22
2.2.7 B – Stanford Model.....	23

2.2.8	De Jong Model.....	25
2.2.9	S – Model (<i>Cubic Model</i>)	26
2.2.10	Eksponensial Model.....	29
2.2.11	Hiperbolik Model.....	31
2.2.12	<i>Learning Forgetting Curve Model</i>	33
2.2.13	Penjadwalan	34
BAB III		36
METODOLOGI PENELITIAN		36
3.1	Fokus Kajian dan Lokasi Penelitian.....	36
3.2	Model Penelitian	36
3.3	Model Kajian.....	37
3.3.1	Uji Kecukupan Data.....	37
3.3.2	Kurva Belajar	38
3.3.3	Kurva Kelupaan	42
3.3.4	Penjadwalan	43
3.4	Kriteria Sampel	44
3.5	Data Yang Diperlukan.....	44
3.6	Alat Penelitian.....	44
3.7	Sumber dan Cara Pengambilan Data.....	45
3.8	Diagram Alir Penelitian	46
3.9	Penjelasan Diagram Alir Penelitian	47
BAB IV		50
PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA		50
4.1	Pengumpulan Data	50
4.2	Data Input.....	51
4.3	Pengolahan Data.....	55
4.3.1	Uji Kecukupan Data.....	55
4.3.2	Pengolahan Dengan Menggunakan Kurva Belajar.....	61
4.3.3	Pengolahan Data Dengan <i>Forgetting Curve Model</i> LFCM.....	71
4.3.4	Penjadwalan Berdasarkan Kurva Belajar	76
BAB V		78
PEMBAHASAN		78
5.1	Kurva Belajar Perusahaan	78

5.2	Kurva Kelupaan Perusahaan	80
5.3	Pengaruh Kurva Belajar Terhadap Penjadwalan Perusahaan	81
BAB VI		82
KESIMPULAN DAN SARAN		82
6.1	Kesimpulan	82
6.2	Saran.....	83
DAFTAR PUSTAKA		84
LAMPIRAN.....		87

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Data Input Waktu Proses Pada Penjahitan (Sebelum Istirahat).....	52
Tabel 4.2.	Data Input Waktu Proses Pada Penjahitan (Setelah Istirahat).....	53
Tabel 4.3.	Kurva Belajar Pembuatan Tutup Saku.....	65
Tabel 4.4.	<i>Standard Error</i> Stasiun Pembuatan Tutup Saku.....	66
Tabel 4.5.	Kurva Belajar Perusahaan B - Stanford.....	67
Tabel 4.6.	Kurva Belajar Perusahaan Selama 3 Jam	70
Tabel 4.7.	Kurva Kelupaan Tiap Stasiun.....	72
Tabel 4.8.	Kurva Kelupaan 3 jam Produktif.....	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Sistem Produktivitas Produksi	12
Gambar 2.2.	Model – Model Kurva Belajar	17
Gambar 2.3.	Kurva Model Log-Linear Dengan Koordinat Aritmatik.....	19
Gambar 2.4.	Kurva Model Log-Linear Dengan Koordinat Logaritmatik.....	20
Gambar 2.5.	Kurva Model Plateau.....	22
Gambar 2.6.	Kurva Model B – Stanford.....	24
Gambar 2.7.	Kurva Model De – Jong	25
Gambar 2.8.	Kurva S – Model	26
Gambar 2.9.	Kurva yang dihasilkan oleh model hiperbolik	32
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian	46
Gambar 4.1	Grafik Kurva Belajar Pada Pembuatan Tutup Saku.....	67
Gambar 4.2	Grafik Kurva Standar Perusahaan	69
Gambar 4.3	Kurva Kelupaan Perusahaan	73
Gambar 4.4	Gabungan Kurva Belajar Dan Kelupaan Perusahaan.....	75
Gambar 4.5	Rekapitulasi Kurva Belajar Tiap Stasiun	76

ABSTRAK

Kurva belajar adalah kurva yang menunjukkan hubungan antara waktu dan jumlah komulatif unit yang diproduksi yang merupakan deskripsi matematis dari performansi pekerja dalam melakukan pekerjaan yang berulang-ulang. Permasalahan yang dihadapi adalah terjadinya perbedaan tingkat kinerja sebelum dan sesudah istirahat yang berdampak pada penjadwalan produksi perusahaan. Penelitian ini akan dilakukan pada industri garmen yang bertujuan memprediksi penjadwalan produksi menggunakan kurva belajar dan kelupaan perusahaan. Adapun hasil yang dicapai adalah pada proses pembuatan tutup saku presentase kurva belajar sebesar 76,05%. Pada proses pembuatan saku sebesar 89,06%. Proses pembuatan blekser luar sebesar 98,46%. Proses pembuatan body belakang sebesar 59,32%. Proses pembuatan blekser dalam sebesar 87,29%. Proses pembuatan lengan sebesar 72,02%. Proses pembuatan krah sebesar 94,5%. Proses obras sebesar 87,53%. Proses pemasangan label sebesar 92,49%. Proses pemasangan lengan sebesar 94,09%. Dan yang terakhir, proses kelim bawah 94,49%. Untuk presentase kurva belajar perusahaan didapatkan sebesar 93,24% dan presentase kurva kelupaan perusahaan didapatkan sebesar 92,9612%. Dengan presentase kurva belajar, didapatkan 26 unit pada jam produktif satu hari kerja yang digunakan sebagai dasar penjadwalan produksi.

Kata kunci: kurva belajar, kurva kelupaan, prediksi, penjadwalan produksi.

BAB I

PENDAHULUAN

Bab ini akan mempresentasikan mengenai latar belakang permasalahan penelitian dan isu yang akan dihadapi, rumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan hasil penelitian dalam bentuk laporan.

1.1 Latar Belakang

Produktivitas pada dasarnya berlandaskan pada konsep kualitas tenaga kerja, yang melakukan suatu kegiatan sesuai dengan waktu dan kuantitas yang telah ditargetkan. Produktivitas perusahaan akan sangat berkaitan dengan efektivitas yang mengarah kepada pencapaian target yang meliputi kualitas, kuantitas, dan waktu. Hal itu juga berkaitan dengan upaya membandingkan sumber daya yang digunakan dengan realisasi penggunaannya. Menurut Mali (1998), produktivitas adalah ukuran seberapa baik sumber daya yang digunakan bersama dalam organisasi untuk memperoleh sekumpulan hasil. Yang paling umum, produktivitas adalah rasio output terhadap input.

Tingkat produktivitas yang diketahui, dapat dijadikan sebagai tolok ukur dalam pengukuran performansi kerja. Banyak faktor yang mempengaruhi performansi kerja seseorang yaitu faktor dari individu tersebut ataupun faktor situasional yang mempengaruhi pekerja. Faktor individu antara lain pengalaman pekerja, pendidikan pekerja, dan motivasi untuk terus berkembang pada diri seseorang. Pada suatu pekerjaan

yang dilakukan secara repetitif dan kontinyu, akan menambah pengalaman kerja bagi seseorang. Dengan secara terus – menerus melakukan pekerjaannya, pekerja akan sedikit demi sedikit menghafal proses tersebut yang tanpa disadari kegiatan tersebut terekam dalam ingatannya. Akibatnya, pekerja akan menemukan penyelesaian masalah yang lebih cepat dengan menemukan gerakan – gerakan ekonomis yang dapat memperpendek waktu proses pengerjaan. Hal ini dapat dikatakan bahwa pekerja telah mengalami suatu pembelajaran terhadap masalah yang dihadapi berdasarkan pengalaman kerja, yang disebut dengan “ *learning by doing* “. Gejala tersebut dapat dijelaskan melalui kurva pengalaman atau kurva belajar. Kurva belajar akan terus terjadi selama manusia terlibat dalam suatu kegiatan, maka dipastikan ada proses belajar walaupun dalam tingkat yang rendah.

Pengaplikasian kurva belajar khususnya pada bidang manufaktur akan sangat bermanfaat dalam mengevaluasi kinerja pekerja. Dan dapat digunakan sebagai acuan dalam pengembangan manajemen perusahaan, seperti manajemen penjadwalan, optimasi jumlah pekerja, dan penerapan teknologi baru ataupun model baru pada perusahaan. Wahab dan Jabber (2010) melaporkan bahwa manfaat dari kurva belajar log – linear dapat diterapkan pada kegiatan perencanaan produksi. Menurut Lee (2011) yang meneliti tentang penjadwalan berbasis kurva belajar, penjadwalan dengan memperhatikan tingkat pembelajaran dapat diterima sejak Biskup (1999) menyatakan kurva belajar sebagai fungsi kekuatan dari suatu pekerjaan. Dan Hurley (1996) menunjukkan bahwa berdasarkan waktu proses aktual yang diberikan, waktu pengerjaan akan turun karena peningkatan jumlah pekerjaan. Menurut Jabber (2011), pentingnya menggunakan kurva belajar untuk mengatasi masalah pada bidang industri.

Selanjutnya, muncul permasalahan pada bidang industri garmen. Permasalahan yang dihadapi adalah terjadinya perbedaan tingkat kinerja. Sehingga membawa dampak

pada penjadwalan produksi perusahaan. Tingkat kinerja pada saat sebelum dan sesudah istirahat ternyata terdapat perbedaan. Yang dikarenakan kelupaan terhadap proses pembelajaran sebelumnya. Maka dari itu, pengaplikasian kurva belajar akan digunakan sebagai dasar acuan untuk mengukur tingkat pembelajaran perusahaan. Agar evaluasi ke depannya dapat digunakan sebagai proses perbaikan manajemen perusahaan khususnya pada bidang penjadwalan produksi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka dapat dirumuskan persoalan yang dihadapi pada masalah penelitian. Dalam memprediksi penjawalan produksi dengan menggunakan kurva belajar dan kelupaan perlu diketahui tingkat kinerja perusahaan melalui presentase pembelajaran yang didapatkan dari kurva belajar perusahaan. Untuk mengetahui presentase pembelajaran kurva belajar perusahaan, perlu diketahui presentase kurva belajar tiap stasiun kerja dan kurva kelupaan perusahaan. Sehingga dapat dimunculkan pada pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Berapa hasil dari presentase kurva belajar tiap stasiun kerja, kurva belajar perusahaan dan kurva kelupaan?
2. Bagaimana penjadwalan dilakukan berdasarkan presentase kurva belajar yang didapatkan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan dan pertanyaan penelitian di atas maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghitung persentase kurva belajar tiap stasiun kerja, kurva belajar dalam perusahaan, dan kurva kelupaan.
2. Mengetahui penjadwalan produksi perusahaan berdasarkan hasil *output* maksimal dari jam produktif perusahaan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah merupakan ruang lingkup dan berdasarkan latar belakang supaya penelitian ini dapat terfokus dan terkendali maka dibuat batasan permasalahan sebagai berikut:

1. Data diambil dari pengamatan langsung pada Lullabic Konveksi.
2. Pengamatan dilakukan dengan menghitung waktu proses produksi dengan *stopwatch*.
3. Penelitian hanya dilakukan pada produk kemeja.
4. Hanya dilakukan pada bagian penjahitan.
5. Data yang diambil sebanyak 48 data yang akan di uji kecukupan data.
6. Tidak menghitung performansi stasiun kerja pemotongan, *finishing* dan *packaging*.
7. Penelitian hanya terhadap kontribusi kurva belajar untuk menghitung produktifitas maksimal dan penjadwalan perusahaan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan khazanah ilmu pengetahuan khususnya dalam pemanfaatan kurva belajar.
2. Membantu perusahaan dengan mengetahui tingkat pembelajaran perusahaan.
3. Memberikan saran kepada perusahaan dalam memprediksi penjadwalan produksi.
4. Sebagai dasar yang digunakan untuk pengembangan manajemen perusahaan.

1.6 Sistematika Penulisan Laporan

Penyusunan laporan tugas akhir mengikuti sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Bab ini akan mempresentasikan mengenai latar belakang permasalahan penelitian dan isu yang akan dihadapi, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian serta sistematika penulisan hasil penelitian.

BAB 2 LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dipresentasikan kajian literatur yang terdiri dari kajian induktif dan deduktif. Kajian induktif adalah kajian yang memaparkan hasil-hasil penelitian terdahulu yang menjadi dasar kajian yang akan dilakukan dalam tugas akhir ini.

Sedangkan kajian deduktif adalah landasan teori yang mendukung dan akan digunakan di dalam menyelesaikan permasalahan penelitian yang akan dihadapi. Kajian literatur ini dimaksudkan untuk memberikan dukungan terhadap keilmuan dan pencarian *state of the art* kajian. Kajian literatur diperlukan untuk menghindari *out of date* atau kadaluarsanya penelitian dan plagiasi.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian yang dibagi menjadi beberapa sub bab seperti fokus kajian dan lokasi penelitian, model kajian yang digunakan dalam penelitian, jenis dan sumber data, cara pengambilan data, metode yang digunakan serta langkah-langkah penelitian. Selain itu, dalam bab ini juga akan menjelaskan hal-hal yang berkenaan dengan model persamaan yang akan digunakan.

BAB 4 PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Pada Bab 4 akan diuraikan tentang cara pengumpulan data dan bagaimana pengolahan datanya, analisis serta hasil yang dicapai termasuk gambar dan grafik yang diperolehnya. Pada bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada bab V. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data pengamatan pada waktu proses produksi. Pengolahan data dilakukan empat tahapan yaitu (1). Menghitung uji kecukupan data (2) Mengolah data dengan model – model kurva belajar sehingga mendapatkan kurva belajar perusahaan. (3) Menghitung kurva kelupaaan perusahaan. (4) Menghitung jumlah *output* pada jam produktif untuk penjadwalan produksi perusahaan.

BAB 5 PEMBAHASAN

Pada bab 5 akan dipresentasikan pembahasan terhadap hasil penelitian dibagi dalam beberapa bagian mulai dari penjelasan kurva belajar perusahaan, kurva kelupaan perusahaan, dan penjadwalan produksi. Pembahasan yang diperoleh dari penelitian akan digunakan sebagai dasar sehingga dapat menghasilkan sebuah kesimpulan.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

Memuat kesimpulan terhadap analisis yang menjawab rumusan masalah. Serta hasil rekomendasi atau saran-saran untuk perbaikan manajemen perusahaan dan saran untuk penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

BAB II

KAJIAN LITERATUR

Pada bab ini akan dijelaskan tentang kajian literatur yang dibagi dalam 2 bagian yaitu induktif dan deduktif. Kajian induktif diperoleh antara lain dari jurnal, proceeding, dan majalah yang terbit secara berkala. Sedangkan kajian deduktif adalah kajian yang diperoleh dari buku teks berkaitan dengan teori dasar dan pendukung penelitian yang bersifat umum. Kedua model kajian pustaka ini untuk mencari “*state of the art*” atau kekinian kajian.

2.1 Kajian Literatur

Kajian penelitian terdahulu disebut juga dengan kajian induktif. Kajian ini dimaksudkan untuk mencari kajian dari peneliti terdahulu, sehingga dapat diketahui arah dan *research on* atau arah penelitian dan kajian-kajian yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti terdahulu.

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu membuktikan bahwa kurva belajar dapat diaplikasikan dalam perusahaan untuk menghitung produktivitas. Kurva belajar, merupakan sebuah kurva garis yang menunjukkan hubungan antara waktu yang diperlukan untuk produksi dan jumlah kumulatif unit yang diproduksi. Kurva belajar pertama kali diamati pada tahun 1925 oleh komandan Wright – *Patterson Air Force Base* di Ohio (Reguero,1957). Kemudian pada tahun 1936 Wright melaporkan hasil pengamatannya setelah mengamati bagaimana rata – rata jam kerja langsung dalam

perakitan pesawat menurun bila jumlah yang diproduksi sebanyak dua kali lipat. Penurunan waktu tersebut diikuti dengan kecepatan yang konstan. Jumlah rata – rata jam kerja langsung untuk memproduksi kerangka pesawat kedua adalah 80 % dari yang diperlukan untuk unit pertama, dan unit keempat adalah 80% dari unit kedua. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tingkat pembelajaran dari pengalaman pada pembuatan kerangka pesawat tersebut adalah 80% pada jumlah kelipatan dua.

Menurut Blancett (2002) dan Globerson dan Gold (1997), kurva belajar log – linear adalah model kurva belajar yang paling sering digunakan untuk memprediksi masuk tingkat produksi dalam operasi berulang. Model ini menggambarkan sebagian besar operasi berbasis manual dengan presisi yang dapat diterima (Vitz dan Gelders, 2002). Terwiesch dan Bohn (2001) berpendapat, model ini juga digunakan untuk menilai pengaruh pembelajaran seluruh proses produksi dari model produk baru. Kemudian Wahab dan Jabber (2010) melaporkan bahwa manfaat dari kurva belajar log – linear dapat diterapkan pada kegiatan perencanaan produksi. Penelitian yang dilakukan oleh (Biskup, 1999) menganalisis dampak pembelajaran pada posisi pekerjaan di satu mesin. Dari kelanjutan penelitian tersebut, (Mosheiov, 2001) mengaplikasikan pada mesin paralel yang identik dengan parameter yang sama dengan pertimbangan independensi pekerjaan. Pendekatan untuk masalah penjadwalan juga disampaikan oleh (Anzanello dan Fogliatto, 2010), dengan waktu penyelesaian pekerjaan tergantung pada proses pembelajaran pekerja dan total pembobotan *earliness* dan *tardiness* yang perlu dioptimalkan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Teng, Lou dan Wang (2013) yang meneliti tentang kredit perdagangan dan ukuran lot kebijakan yang optimal dalam produksi ekonomi dengan kurva belajar dan biaya produksi, dengan kurva belajar biaya produksi menurun pada produksi produk dari 10 sampai 50 persen setiap kali akumulasi

volume produksi ganda. Hal ini disebabkan karena *skill performance* dan semakin banyak latihan mempunyai hubungan yang erat dengan keahlian Howard (2014).

Menurut Lee (2011) yang meneliti tentang penjadwalan berbasis kurva belajar, penjadwalan dengan memperhatikan tingkat pembelajaran dapat diterima sejak Biskup (1999) menyatakan kurva belajar sebagai fungsi kekuatan dari suatu pekerjaan. Dan Hurley (1996) menunjukkan bahwa berdasarkan waktu proses aktual yang diberikan, waktu pengerjaan akan turun karena peningkatan jumlah pekerjaan. Selain itu, tingkat pembelajaran menunjukkan variasi dalam industri atau perusahaan-perusahaan. Variasi meluas tidak hanya di perusahaan-perusahaan pada waktu tertentu, tetapi juga di dalam perusahaan-perusahaan dari waktu ke waktu. Efek model belajar sederhana tetapi memiliki fleksibilitas untuk menggambarkan perbedaan kurva belajar dengan mudah.

Malyusz dan Pem (2014) juga memprediksi performansi yang akan datang dengan menggunakan kurva menyatakan bahwa model kurva belajar matematika dapat digunakan dalam konstruksi untuk memprediksi waktu atau biaya yang diperlukan untuk melakukan aktivitas berulang.. Beberapa model matematika, Model Wright, Model DeJong, Model B – Stanford , rata-rata kumulatif, rata-rata bergerak eksponensial dan rata diidentifikasi, dan masing-masing digunakan untuk prediksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model B - stanford dan rata-rata kumulatif dan rata-rata eksponensial memberikan yang terbaik prediksi masa depan.

Menurut Indra Gunawan (2009) mengimplementasi lean manufaktur melalui model kurva pembelajaran untuk memperkirakan jumlah tenaga kerja. Sebagai studi kasus, kurva belajar pemodelan disajikan dengan data yang berasal dari produksi perusahaan. Dengan penerapan kurva belajar, dapat lebih akurat memprediksi dan penjadwalan pekerjaan.

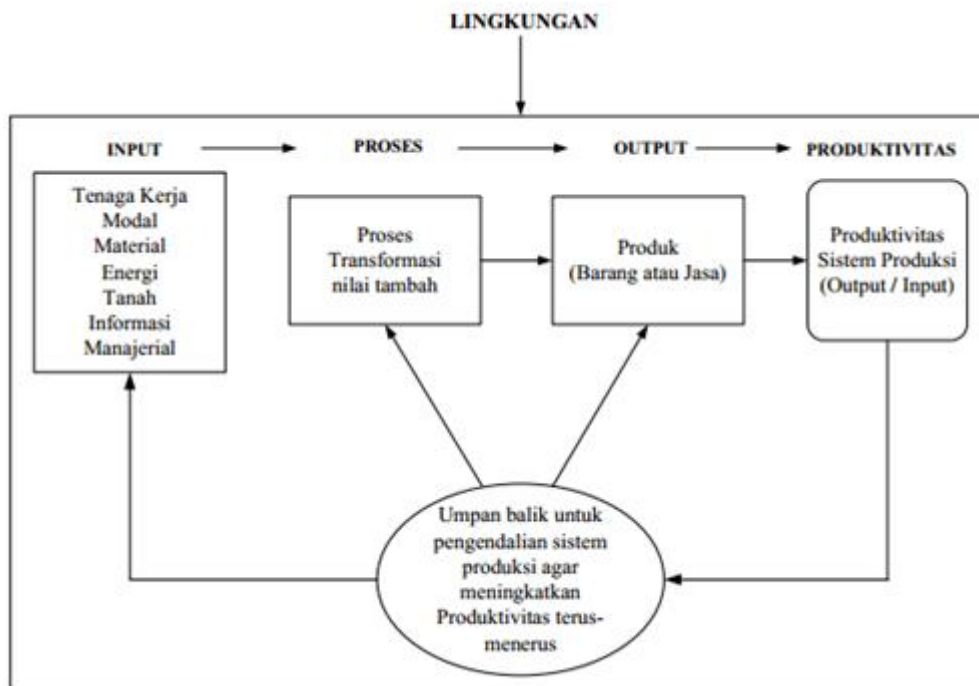
Dari kajian literatur dapat disimpulkan bahwa belum ada penelitian yang dilakukan pada industri garmen lebih tepatnya pada Lullabic Konveksi.. Penelitian ini akan mengkaji dengan penjadwalan dengan model kurva belajar dan kelupaan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat pembelajaran perusahaan dan *output* maksimal yang dihasilkan pada jam produktif perusahaan.

2.2 Landasan Teori

Untuk menyelesaikan permasalahan dalam penelitian ini diperlukan landasan teori. Untuk dibandingkan dengan kajian terdahulu sehingga dapat diketahui sejauh mana penelitian itu dapat dilaksanakan. Penelitian tentang kurva belajar untuk memprediksi jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan serta meminimasi biaya awal pada rantai produksi maka dibutuhkan dukungan teori sebagai berikut:

2.2.1 Produktivitas

Menurut Gomes F. Cardoso (1997) , produktivitas adalah rasio *output* terhadap *input*, *input* dapat mencakup biaya produksi dan biaya peralatan, sedangkan *output* terdiri dari pendapatan, penjualan dan kerusakan . Secara ekonomi, produktivitas merupakan usaha untuk memperoleh hasil yang sebesar – besarnya dengan pengorban yang sekecil – kecilnya. Dan secara teknis, produktivitas adalah efisiensi produksi terutama dalam pemakaian ilmu dan teknologi. Dengan demikian produktivitas merupakan kombinasi antara efisiensi dan efektivitas. Berdasarkan hasil uraian produktivitas di atas dapat digambarkan dengan sistem produktivitas produksi menurut Gazpersz (2000), berikut adalah skemanya :



Gambar 2.1. Sistem Produktivitas Produksi

Berdasarkan gambar 2.1 dapat dilihat bahwa faktor inputan akan mempengaruhi proses produksi yang akan mempengaruhi output dan produktivitas perusahaan. Dan juga ada faktor lingkungan yang mempengaruhi faktor-faktor di atas.

2.2.2 Tingkat Performansi

Performansi adalah jumlah *output* dihasilkan pada kurun waktu tertentu (Bernadin dan Russel, 2000). Performansi kerja tidak hanya berhubungan dengan *motoric skills*, tetapi juga berhubungan dengan *intellectual skills* dan *social skills*. Penilaian kinerja adalah sebuah gambaran atau deskripsi yang sistematis tentang kekuatan dan kelemahan yang terkait dari seseorang atau suatu kelompok (Cascio, 1992).

Secara garis besar terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kerja manusia dan dapat dibagi menjadi dua kelompok yaitu :

1. Faktor-faktor terdiri dari : sikap, sistem, nilai, karakteristik, fisik, motivasi, usia, jenis kelamin, pendidikan, dan pengalaman.
2. Faktor-faktor situasional : lingkungan fisik, mesin dan peralatan, dan metode kerja.

Kerja manusia bersifat mental dan fisik yang masing-masing mempunyai intensitas yang berbeda-beda. Tingkat intensitas yang terlalu tinggi memungkinkan pemakaian energi yang berlebihan, sebaliknya Intensitas yang terlalu rendah memungkinkan rasa bosan dan jenuh. Karena itu perlu diupayakan tingkat intensitas yang optimum yang ada diantara kedua batas yang ekstrim tadi dan tentunya untuk tiap individu berbeda. Pekerjaan seperti operator yang bertugas memantau panel kontrol termasuk pekerjaan yang mempunyai kadar intensitas fisik rendah namun intensitas mental yang tinggi, sebaliknya pekerjaan material handling secara manual intensitas fisiknya tinggi namun intensitas mentalnya rendah. Tingkat intensitas kerja optimum, umumnya apabila tidak ada tekanan dan ketegangan. Tekanan disini berkenaan dengan beberapa aspek dari aktivitas manusia dari lingkungannya yang terjadi akibat adanya reaksi individu tersebut tidak mendapatkan keinginan yang sesuai. Sedangkan ketegangan merupakan konsekuensi logis yang harus diterima oleh individu yang bersangkutan sebagai akibat dari tekanan.

2.2.3 Kelonggaran (*Allowance*)

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa fatigue, dan hambatan – hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja, dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur, dicatat, ataupun dihitung.

1. Kelonggaran Untuk Kebutuhan Pribadi.

Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi disini adalah, hal – hal seperti minum sekedar untuk menghilangkan rasa haus, kamar kecil, bercakap – cakap dengan teman sekerja sekedar menghilangkan ketegangan ataupun kejenuhan dalam bekerja. Besarnya kelonggaran yang diberikan untuk kebutuhan pribadi seperti itu berbeda – beda dari satu pekerjaan ke pekerjaan lainnya karena setiap pekerjaan mempunyai karakteristik sendiri – sendiri dengan “tuntutan” yang berbeda – beda. Penelitian yang khusus perlu dilakukan untuk menentukan besarnya kelonggaran ini secara tepat seperti dengan sampling kerja atau secara fisiologis. Berdasarkan penelitian ternyata besarnya kelonggaran ini bagi pekerja pria dari pekerja wanita; misalnya untuk pekerjaan – pekerjaan ringan pada kondisi – kondisi kerja normal pria memerlukan 2% – 2,5% dan wanita 5% (persentase ini adalah dari waktu normal).

2. Kelonggaran Untuk Menghilangkan Rasa *Fatigue*.

Rasa *fatigue* tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Karena salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat – saat dimana hasil produksi menurun. Tetapi masalahnya adalah kesulitan dalam menentukan pada saat – saat mana menurunnya hasil produksi yang disebabkan oleh timbulnya rasa *fatigue* karena masih banyak kemungkinan lain yang dapat menyebabkannya. Maka dari itu, besarnya kelonggaran untuk menghilangkan rasa *fatigue* dapat dilihat pada lampiran tabel 13,14, dan 15.

3. Kelonggaran Untuk Hambatan – Hambatan Yang Tidak Terhindarkan.

Dalam melaksanakan pekerjaannya, pekerja tidak akan lepas dari berbagai “hambatan”

ada hambatan yang dapat dihindarkan seperti mengobrol yang berlebihan dan mengaggur dengan sengaja, ada pula hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena berada di luar kekuasaan pekerja untuk mengendalikannya. Bagi hambatan yang pertama jelas tidak ada pilihan selain menghilangkannya sedangkan bagi yang terakhir walaupun harus diusahakan serendah mungkin. Beberapa contoh yang termasuk dalam hambatan yang tidak terhindarkan adalah:

1. Menerima atau meminta petunjuk kepada pengawas.
2. Melakukan penyesuaian – penyesuaian mesin.
3. Memperbaiki kemacetan – kemacetan singkat seperti mengganti alat potong yang patah, memasang kembali ban yang lepas dan sebagainya.
4. Memasang peralatan.
5. Mengambil alat – alat khusus atau bahan – bahan khusus dari gudang.
6. Hambatan – hambatan karena kesalahan pemakaian alat ataupun bahan.
7. Mesin mati karena aliran listrik.

Besarnya hambatan untuk kejadian – kejadian seperti itu sangat bervariasi dari suatu pekerjaan lain bahkan suatu stasiun kerja ke stasiun kerja lain karena banyaknya penyebab seperti, mesin, kondisi mesin, prosedur kerja, ketelitian suplai alat dan bahan dan sebagainya. Salah satu cara yang baik yang biasanya digunakan untuk menentukan besarnya kelonggaran bagi hambatan yang tidak terhindarkan adalah dengan melakukan sampling pekerjaan.

2.2.4 Kurva Belajar (*Learning Curve*)

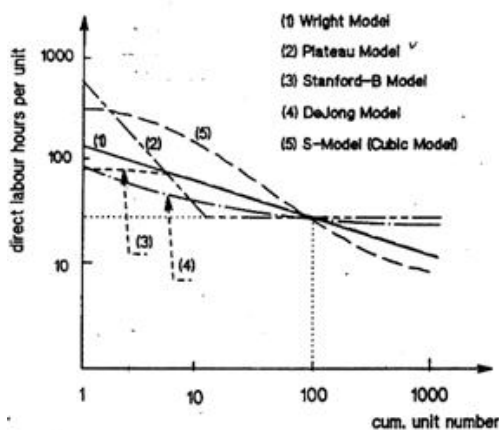
Kurva belajar pertama kali dikemukakan dan diamati oleh Wright pada tahun 1936. Hasil dari observasi yang dilakukan oleh Wright yaitu bahwa rata – rata jam kerja langsung akan menurun dengan tingkat tertentu dan jumlah yang diproduksi meningkat dua kali lipat. Fenomena kurva belajar terjadi dikarenakan adanya proses belajar dari faktor produksi serta semakin efisiennya proses produksi. Hal inilah yang disebut sebagai *learning by doing*.

Kurva belajar adalah deskripsi matematis dari performansi pekerja dalam melakukan pekerjaan yang berulang-ulang (Argote, 1999 : Badiru, 1992: Fioretti, 2007: Teplitz,1991: Wright, 1936). Karena pekerjaan berlangsung secara berulang, pekerja akan cenderung membutuhkan sedikit waktu untuk menyelesaikan pekerjaannya penyebabnya adalah sudah terjadi keakraban dengan operasi kerja, alat kerja, dan kemungkinan pekerja telah menemukan cara tercepat untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut (Dar-El, 2000: Teplitz, 1991: Wright, 1936).

Wright (1936) melakukan pengembangan secara empiris terhadap kurva belajar setelah mengamati bagaimana biaya perakitan pesawat mengalami penurunan akibat pengulangan pekerjaan yang dilakukan. Penurunan waktu proses produksi tersebut diikuti dengan laju yang konstan jumlah pesawat yang dirakit sebesar dua kali lipat. Sehingga menimbulkan aturan praktis yang disebut “ Kurva Belajar 80%” yang pada saat itu kemudian diterapkan secara luas dalam industri penerbangan. Berdasarkan aturan tersebut, biaya kumulatif perakitan pesawat dapat berkurang rata- rata 20% dengan jumlah unit yang diduplikasi (Argote, 1999: Askin and Goldberg, 2001: Badiru,1992: Cook, 1991: Teplitz, 1991).

Ukuran performasi pekerja dapat digunakan sebagai variabel dependen untuk kurva belajar. Performansi tersebut dapat berupa waktu yang diperlukan pekerja untuk menghasilkan satu unit, jumlah unit yang diproduksi pada interval waktu tertentu, biaya yang diperlukan untuk memproduksi satu unit produk, dan persentase unit yang tidak sesuai (Franceschini dan Galetto, 2002: Teplitz, 1991).

Kurva belajar memiliki beragam aplikasi yang menghasilkan model univariat dan multivariat dari proses pembelajaran di beberapa segmen ekonomis. Model univariat yang dikenal diantaranya adalah log-linear, eksponensial dan model hiperbolik.



Gambar 2.2. Model – Model Kurva Belajar

Pada gambar 2.2 dapat dilihat keseluruhan model kurva belajar. Sejak ditemukannya konsep Kurva Belajar oleh Wright pada tahun 1936, maka banyak penelitian dan pengembangan model dilakukan seperti:

1. Log – Linear Model
2. Plateau Model
3. Stanford B – Model
4. De Jong Model
5. S – Model

2.2.5 Model Log – Linear (Model Wright)

Secara umum telah dinyatakan bahwa model Kurva Belajar adalah yang biasa disebut Model Wright's. Model ini juga dikenal sebagai Model Log – Linear dengan model persamaan matematik sebagai berikut:

$$T_N = KN^s \quad \text{Pers. (2.1)}$$

Dimana :

T = waktu atau biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi unit ke-N

K = waktu (biaya) yang dibutuhkan untuk memproduksi unit pertama

N = unit ke- N

s = *slope* atau fungsi dari kecepatan peningkatan kurva belajar

Parameter s (*slope*) berada diantara $-1 < s < 0$ adalah kemiringan garis kurva belajar yang menggambarkan tingkat pembelajaran pekerja. Nilai s mendekati -1 menunjukkan tingginya tingkat pembelajaran dan kecepatan adaptasi untuk melaksanakan tugas (Argote, 1999: Badiru, 1992: Dar-El, 2000: Teplitz, 1991). *Slope* negatif sebab usaha (waktu) menurun dengan peningkatan produksi.

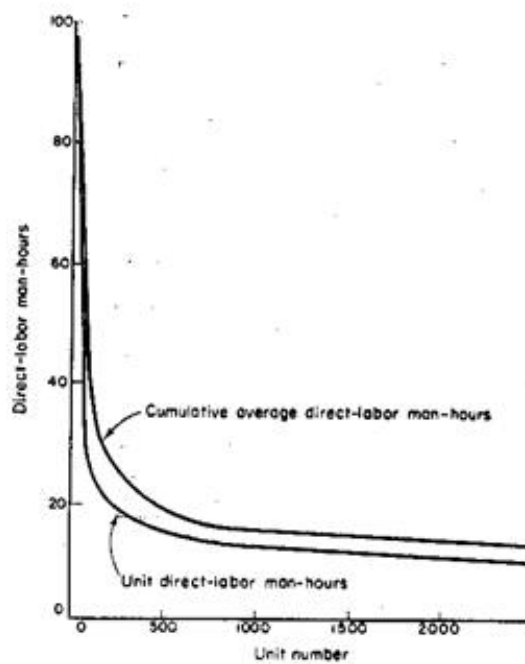
Berdasarkan persamaan (2.1) dilakukan modifikasi persamaan lebih lanjut pada model Wright dengan menambahkan perkiraan total waktu (biaya) untuk menghasilkan N unit, seperti pada persamaan berikut:

$$T_{1 \rightarrow N} = K_1 N^{s+1} \quad \text{Pers. (2.2)}$$

Dan waktu (biaya) yang diperlukan untuk menghasilkan unit tertentu dengan persamaan:

$$T_1 = K_1 [i^{S+1} - (i-1)^{S+1}] \quad \text{Pers (2.3)}$$

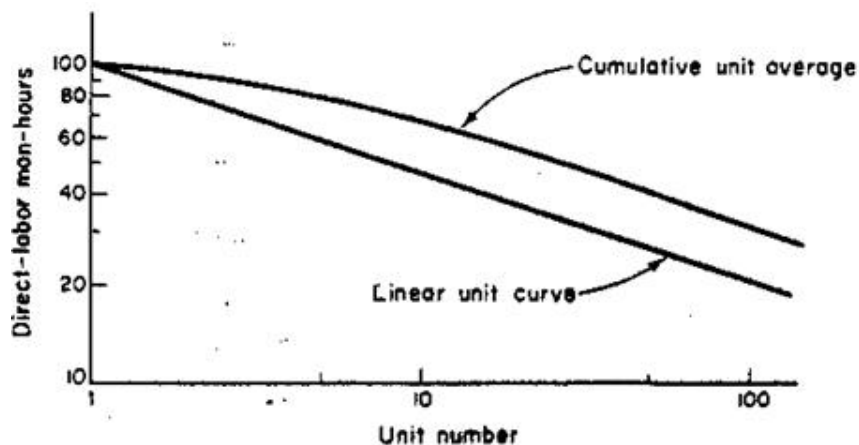
Berdasarkan persamaan (2.1) akan membentuk kurva garis koordinat aritmatik sebagai berikut:



Gambar 2.3. Kurva Model Log-Linear Dengan Koordinat Aritmatik

Persamaan (2.1) akan berbentuk kurva garis koordinat aritmatik seperti gambar 2.3, tetapi akan berbentuk garis lurus pada koordinat algoritma. Apabila persamaan (2.1) dirubah dalam bentuk persamaan algoritma sebagai berikut :

$$\log T_N = \log K + a \log N \quad \text{Pers. (2.4)}$$



Gambar 2.4. Kurva Model Log-Linear Dengan Koordinat Logaritmatik

Seperti pada bentuk persamaan garis lurus $y = a + b x$, dimana $y = \log T_N$, $a = \log K$, dan $x = \log N$. Maka dapat dibentuk kurva koordinat logaritmatik seperti pada gambar 2.4.

Pada persamaan (2.1) mengimplikasikan pengurangan tetap untuk produksi berganda. Untuk setiap nilai s ,

$$T_1 = K_1^s, T_2 = K_2^s$$

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{K(2N)^s}{K(N)^s} = 2^s \quad \text{Pers.(2.5)}$$

Persamaan (2.5) dapat juga untuk setiap kuantitas berganda $T_2 = K(2^s)$, $T_4 = K(4^s)$ sehingga $\frac{T_4}{T_2} = 2^s$. Dan dengan cara yang sama berlaku untuk $\frac{T_8}{T_4} = 2^s$, untuk setiap kuantitas berganda dan waktu per unit adalah 2^s . Nilai s selalu negatif karena waktu per unit menurun dengan kuantitas. Inilah aturan umum untuk menunjukkan pembelajaran produksi berganda.

$$= \frac{T_2}{T_1} = \frac{K(2N)^S}{K(N)^S} = 2^S \quad \text{Pers.(2.5)}$$

Dimana adalah rasio waktu desimal per unit yang diperlukan untuk produksi ganda.

Dengan persamaan algoritma maka didapatkan:

$$\log = s \log 2 \text{ atau } s = \frac{\log \phi}{\log 2} \quad \text{Pers. (2.7)}$$

Pada persamaan (2.7) dapat digunakan untuk menemukan fungsi dengan estimasi unit yang lain. Dimana hanya dua titik yang diperlukan untuk memperoleh kurva belajar.

Dua titik tersebut didefinisikan sebagai (N_i, K_i) dan (N_j, K_j) .

$$T_i = K N_i^S \text{ dan } T_j = K N_j^S \quad \text{Pers.(2.8)}$$

$$\frac{T_i}{T_j} = \left[\frac{N_i}{N_j} \right]^S \quad \text{Pers.(2.9)}$$

Dengan menambahkan fungsi log :

$$\log \frac{T_i}{T_j} = s \log \left[\frac{N_i}{N_j} \right]^S \quad \text{Pers.(2.10)}$$

$$s = \frac{\log T_i - \log T_j}{\log N_i - \log N_j}$$

Nilai K dapat diperoleh melalui substitusi s kepada $T_i = K N_i^S$ dan penyelesaian untuk K adalah :

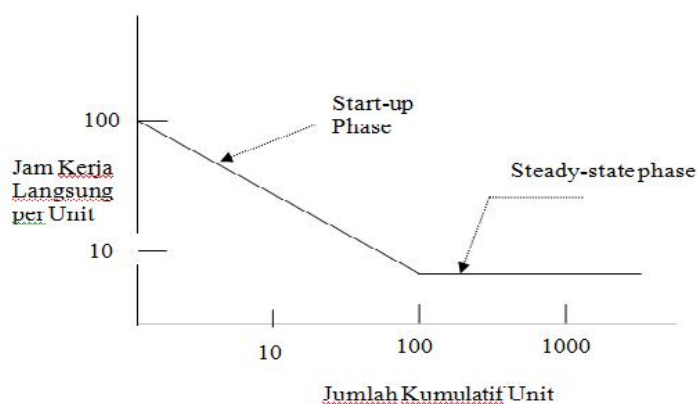
$$\log T_i = \log K - s \log N_i \quad \text{Pers.(2.11)}$$

2.2.6 Plateau Model

Learning Plateau adalah suatu keadaan dimana pergerakan seseorang saat melakukan suatu pekerjaan sampai pada tingkat tertentu, tingkat belajar atau adaptasi seseorang terhadap tugasnya akan bertambah dengan sangat pelan atau tidak secepat sebelumnya.

Model kurva belajar plateau pada dasarnya mempunyai dua fase. Fase pertama adalah fase awal (*start-up*), fase ini adalah keadaan saat awal memulai pekerjaan hingga pada keadaan tertentu tercapai hasil misalkan perakitan suatu produk atau bisa dikatakan sejarah dari perakitan produk. Fase kedua adalah fase yang disebut *steady state* yaitu titik pembelajaran pada kurva belajar. Fase *steady state* dapat dikatakan sebagai keadaan “jenuh” karena tingkat pembelajaran pekerja pada titik ini kecepatannya cenderung konstan.

Menurut Barloff (1966) yang telah mempelajari model plateau pada mesin intensif manufaktur. Penelitian dilakukan dengan 28 kasus yang terpisah dari produk dan proses *start-up* baru, dalam empat industri baja yang berbeda.



Gambar 2.5. Kurva Model Plateau

Kesimpulan yang dipelajari oleh Barloff adalah bahwa model Plateau seperti pada gambar 2.5 lebih banyak terjadi pada mesin industri intensif dari pada tenaga kerja industri intensif. Model Plateau dimungkinkan sangat dekat hubungannya dengan tenaga kerja berhenti untuk belajar. Pada mesin manufaktur intensif, fase Plateu ini terjadi dengan cepat/ tiba-tiba, sebab proporsi kecepatan mesin tenaga kerja lebih tinggi sedangkan progres ratio lebih kecil. Fase *steady state* dapat dihubungkan dengan keseganan manajemen untuk berinvestasi modal lebih banyak, supaya melahirkan peningkatan teknologi yang diperlukan untuk kelanjutan proses belajar.

Dalam model Plateau, konstanta K menggambarkan kinerja *steady state* pekerja. Apabila konstanta K ditambahkan dalam persamaan model log – linear, seperti pada persamaan berikut:

$$T_{\alpha} = K + K_1 N^S \quad \text{Pers. (2.12)}$$

Kondisi *steady state* akan tercapai setelah pembelajaran pada kurva belajar, ketika keterbatasan mesin memblokir peningkatan pekerja (Li dan Rajagopalan, 1938: Teplitz, 1991: Yelle, 1979).

2.2.7 B – Stanford Model

Model Log – Linear tidak memberikan efek kepada perubahan desain produk. Model B – Stanford Model telah dimodifikasi untuk memasukkan faktor ini. Persamaan umum yang dipakai adalah :

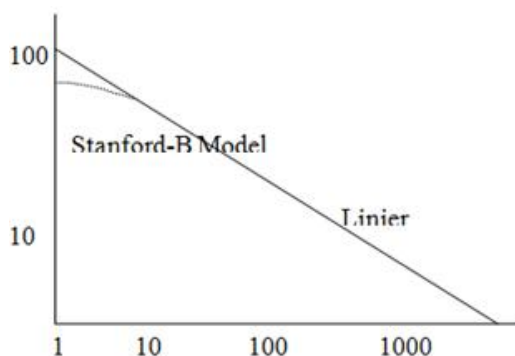
$$T_N = K (N + B)^S \quad \text{Pers. (2.13)}$$

Persamaan (2.13) disebut sebagai “ B – Stanford Formula “ atau rumusan belajar dengan B faktor. Dimana :

T_N = Usaha per unit produksi seperti jam orang atau biaya yang diperlukan untuk memproduksi unit yang ke N

N = Jumlah unit

K , B , s adalah konstanta parameter, selalu diestimasi melalui eksperimen dan pertimbangan. Parameter B mepresentasikan unit ekuivalen tersedianya eksperimen pada saat dimulainya eksperimen. Secara umum B mempunyai nilai diantara 1 sampai 10, nilai 4, pada kasus umum. Dan untuk kasus $B = 0$, parameter K mempresentasikan jam orang untuk unit yang pertama. Menurut Chairul Saleh (2014) parameter ini bernilai negatif (-) dan selalu lebih besar dari -1 (-5 adalah tipe nilai yang biasa).



Gambar 2.6. Kurva Model B – Stanford

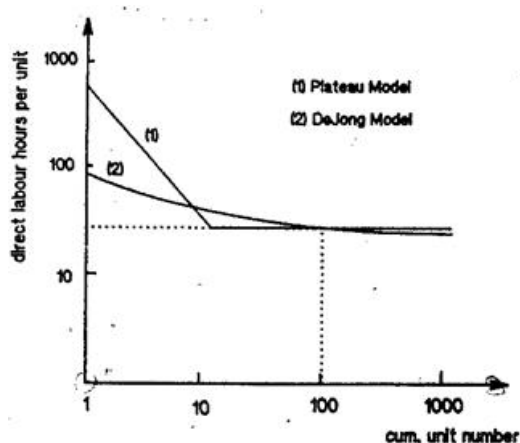
Pada gambar 2.6 menunjukkan kurva model B-Stanford. Tipe kuva dari model B – Stanford adalah kurva asimtot garis lurus dengan *slope* s , dan pendekatan seperti garis dari keseluruhan garis lurus nilai $B = 0$. Kurva ini telah digunakan diberbagi produksi industri besar seperti pada industri pesawat terbang Boeing B – 17, B – 47, dan B – 52.

2.2.8 De Jong Model

Fungsi $T_N = K N^s$ selanjutnya diturunkan sedangkan *output* dinaikkan untuk kasus – kasus *margin* dan biaya rata – rata. De Jong mengajukan modifikasi versi dari fungsi tersebut seperti berikut :

$$T_N = K [M + (1 - M) N^s] \quad \text{Pers. (2.14)}$$

Dimana K dan s adalah parameter, analog dengan parameter fungsi kejangkatan K dan s . M disebut *incompressibility factor*, yang didefinisikan sebagai rasio antara waktu siklus setelah sebuah jumlah tidak terbatas (*infinite*) dari pengulangan dan siklus pertama. M mempunyai nilai 0 sampai 1. Nilai $M = 0$ menunjukkan bahwa operasi dapat dibentuk waktu = 0, setelah pengulangan tidak terbatas, dan $M = 1$ mempunyai arti bahwa operasional berkurang tanpa memperhatikan jumlah pengurangan sebelumnya. Nilai M untuk seluruh operasi dimana – mana antara dua nilai ekstrim. Dengan demikian Model Wright dapat dikatakan sebagai model De – Jong. Dapat dilihat bahwa nilai N yang tinggi, T_N menjangkau nilai konstan, lebih atau kurang menyerupai model Plateau.

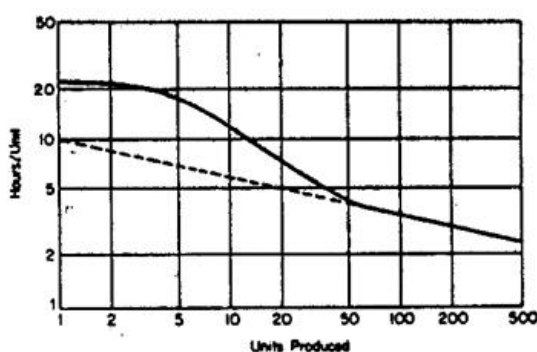


Gambar 2.7. Kurva Model De – Jong

Pada gambar 2.7 dapat dilihat contoh kurva belajar model De – Jong. Pada model De – Jong, ketika nilai M ($0 \leq M \leq 1$) adalah incompressibility factor yang menerangkan bahwa sebagian kecil pekerjaan dilakukan menggunakan alat (Yelle, 1979; badiru 1992). Ketika nilai $M = 0$ artinya tidak ada bantuan alat yang dalam melaksanakan tugas atau pekerjaan dilakukan secara manual. Ketika $M = 1$ menjelaskan bahwa pekerjaan seluruhnya diselesaikan oleh mesin atau tidak ada pembelajaran sama sekali (Badiru, 1992).

2.2.9 S – Model (*Cubic Model*)

S – Model atau *cubic model* menggambarkan pola dari kesalahan jam tenaga kerja pada unit produksi yang kompleks dari desain baru. Kurva ini dikembangkan dari teori kurva belajar tradisional. S – Model ini menunjukkan bahwa apa yang terjadi dalam eksperimen, terawal dari program unit biaya selalu keliru dengan kurva belajar “lurus” dengan persentase yang dapat diukur.



Gambar 2.8. Kurva S – Model

Pada gambar 2.8 memberikan lebih banyak pola bentuk S – Model. Keduanya menggunakan skala logaritma horizontal dan vertikal, sehingga slope menunjukkan

perubahan kecepatan yang proporsional. Dapat dilihat pada gambar 2.8 bahwa penurunan garis lurus dari kiri ke kanan adalah unit biaya klasik dari kurva belajar yang mana merupakan tipe siklus produksi yang panjang. Untuk mengenal *S* – Model diperlukan tiga tahapan produksi yang berbeda.

Tahap pertama adalah membangun kerjasama tim, Hal ini juga bagian dari waktu eksperimen, seperti pada pendekatan yang dicoba dalam kurva belajar untuk menggunakan petunjuk peralatan dan metodenya. Keadaan ini kemudian dikombinasikan dengan pengaturan perancangan baru beserta bahan bakunya, menjaga kekuatan dari keperluan teknik untuk pembiayaan awal yang rendah atau kecepatan peningkatannya. Tahap kedua, adalah stabilisasi perencanaan, koreksi dibuat terhadap alat, metode dan semua personel belajar terhadap pekerjaannya, unit biaya akan secara cepat bergerak ke bawah, dasar batas tingkat kurva peningkatan. Tahap ketiga, mempersiapkan aktifitas rutin yang dicirikan dengan kurva peningkatan dasar dan memperlihatkan tingkat kemiringan (*slope*) dari proses yang terlibat. Contohnya adalah 80% dari sebagian besar industri pesawat terbang dan 85% untuk industri fabrikasi baja.

Pada tahap pertama dan kedua, biasanya akan dihadapkan pada kesulitan – kesulitan kebutuhan *job training* untuk para pekerja. Setiap produk baru memerlukan pemeriksaan untuk mengidentifikasi titik yang tepat pada tahap akhir dan untuk memulai, *slope* tingkat biaya yang terlibat dan peningkatan khusus yang tercapai.

Kesulitan pada tahap pertama dari produksi dapat bertambah 50% atau lebih pada pengeluaran terkendali jam kerja yang direncanakan yang telah disesuaikan dengan teknik kurva belajar konvensional. Karena menekan besarnya biaya tambahan yang disebabkan kebutuhan mendesak untuk pengembangan siklus. Dapat juga digambarkan penekanan waktu dan total biaya dalam waktu singkat. Jika tingkatan angkatan kerja

tidak ditingkatkan secara sesuai, penambahan permintaan dengan kurva belajar yang membengkak dapat menyebabkan keterlambatan dalam pendistribusian.

S – Model membentuk lebih dari sekedar non-linear untuk kurva peningkatannya. *S* – Model digunakan untuk menghubungkan antara produk baru dan proses produksi. Kurva Model *S* bertujuan menggambarkan pembelajaran saat terjadi intervensi dengan mesin, dan siklus pertama dari permintaan operasi. Model *S* adalah hasil penggabungan dari model De Jong dan Stanford-B, seperti pada persamaan berikut:

$$T_N = K [M + (1 - M)(N + B)^s] \quad (\text{Pers. 2.15})$$

Dimana:

T_N = Usaha per unit produksi seperti jam orang atau biaya yang diperlukan untuk memproduksi unit yang ke N

N = Jumlah unit

K = Waktu yang diperlukan untuk memproduksi unit pertama

s = Kemiringan atau *slope*

M = Rasio antara waktu siklus setelah jumlah tidak terbatas dari pengulangan dan siklus waktu pertama

B = Mempresentasikan unit ekuivalen tersedianya eksperimen pada saat dimulainya eksperimen. Umumnya B mempunyai nilai 1 – 10, pada kasus umum nilainya 4.

2.2.10 Eksponensial Model

Kurva belajar Eksponensial Model mengandalkan satu set parameter yang lebih lengkap dibandingkan dengan Model Log – Linear. Menurut (Nembhard dan Uzumeri, 2000) seperti parameter yang mampu menggali informasi tambahan tentang proses pembelajaran pekerja, menghasilkan perkiraan tingkat produksi yang lebih tepat dari pada yang diberikan Model Log – Linear.

Berdasarkan studi eksponensial kurva belajar yang mengintegrasikan fungsi eksponensial dan Log – Linear untuk meningkatkan prediksi durasi produksi yang berjalan lebih panjang (Knecht, 1974). Persamaan yang diusulkan adalah sebagai berikut:

$$y = C_1 x^b e^{cx} \quad \text{Pers.(2.16)}$$

Dimana C adalah konstanta kedua atau parameter lain seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Tiga model eksponensial kurva belajar yang sering dibahas dalam literatur adalah 3 – parameter eksponensial, 2 – parameter eksponensial, dan model waktu konstan. Berikut adalah persamaan 3 – parameter model kurva belajar eksponensial :

$$y = k (1 - e^{-(x+p)/r}) \quad \text{Pers.(2.17)}$$

Dimana y menggambarkan kinerja pekerja dalam hal jumlah unit yang diproduksi setelah x satuan waktu operasi ($y \geq 0$ dan $x \geq 0$). Ada tiga parameter model kurva belajar pada persamaan (2.17). Model pertama, dimana k merupakan kinerja pekerja maksimal ketika proses pembelajaran dilakukan, diberikan dalam jumlah unit yang

diproduksi per waktu operasi ($k \geq 0$). Model kedua, dimana p merupakan pengalaman pekerja yang sesuai dengan sebelumnya dievaluasi dalam satuan waktu ($p > 0$). Model ketiga, dimana r adalah *learning rate* atau kecepatan pembelajaran yang diberikan dalam satuan waktu. Persamaan kurva belajar pada persamaan (2.11) memberikan sedikit kesesuaian pada karakteristik proses yang dilakukan pekerja terhadap pekerjaan baru yang lebih kompleks dan menantang (Mazur dan Hastie, 1978). Disisi lain model ini sangat sesuai apabila pekerja memiliki pengalaman kerja sebelumnya.

Pada model eksponensial kurva belajar 2 – parameter, parameter p tidak muncul. Hal ini menunjukkan lemahnya data kinerja jika dibandingkan dengan model eksponensial 3 – parameter (Mazur dan Hastie, 1978). Untuk model konstan, secara struktural mirip dengan model kurva belajar eksponensial 3 – parameter. Berikut adalah persamaan model waktu konstan menurut (Towill, 1990) :

$$y = y_c + y_f (1 - e^{-t/t}) \quad \text{Pers.(2.18)}$$

Dalam persamaan (2.18), parameter y_c adalah kkerja pekerja awal (dalam hal jumlah barang yang diproduksi per waktu) dan y_f adalah performa maksimal ketika pekerja selesai belajar, diberikan dalam satuan yang sama. Variabelnya adalah kumulatif waktu operasi (analog dengan x dalam model-model sebelumnya) yang memungkinkan estimasi lebih mudah dari waktu yang dibutuhkan untuk mencapai tingkat kinerja tertentu.

2.2.11 Hiperbolik Model

Kurva belajar hiperbolik 2 – parameter adalah model kurva belajar yang berkaitan dengan kesesuaian untuk jumlah unit yang diproduksi (Mazur dan Hastie, 1978). Pada model ini, x menggambarkan jumlah unit yang sesuai dan r adalah jumlah unit yang tidak sesuai. Seperti pada persamaan berikut:

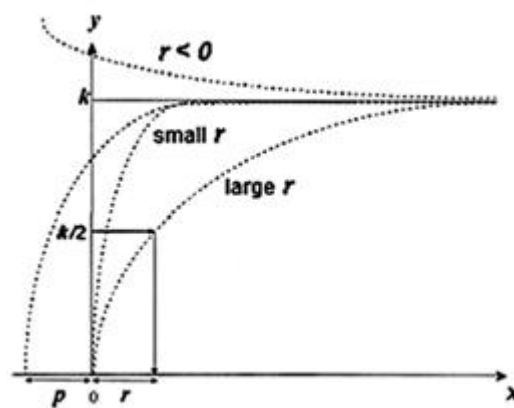
$$y = k \left(\frac{x}{x+r} \right) \quad \text{Pers.(2.19)}$$

Untuk tujuan model pembelajaran, parameter dalam Pers. (2.19) mirip dengan yang ada pada model eksponensial 2-parameter, dengan y sebagai jumlah item yang diproduksi dalam satuan x waktu operasi, k sebagai tingkat kinerja maksimum, dan r sebagai tingkat pembelajaran (Nembhard dan Uzumeri, 2000). Mazur dan Hastie (1978) juga mengusulkan dimasukkannya p parameter dalam Pers. (2.19) yang memungkinkan memasukkan pengalaman pekerja sebelumnya dalam melaksanakan tugas. Dan hal ini mengarah kepada kurva belajar hiperbolik dengan 3-parameter, yang diberikan dalam:

$$y = k \left(\frac{x+p}{x+p+r} \right) \quad \text{Pers.(2.22)}$$

Uzumeri dan Nembhard (1998), dan Nembhard dan Uzumeri (2000) menyatakan bahwa r bertindak sebagai bentuk faktor dalam model hiperbolik, yang mengarah ke tiga profil *learning*:

1. $r > 0$, kurva menyajikan profil meningkat sampai k , yang mewakili perilaku khas pekerja melakukan tugas-tugas baru
2. $r = 0$ kurva mengikuti pola horisontal, yang menunjukkan tidak adanya peningkatan pekerja
3. $r < 0$ kurva mengikuti pola kinerja menurun, biasanya berhubungan dengan kelelahan atau lupa.



Gambar 2.9. Kurva yang dihasilkan oleh model hiperbolik

Pada gambar 2.9 menggambarkan profil yang dihasilkan oleh model hiperbolik 3-parameter sesuai dengan parameter r . Model kurva belajar dievaluasi dalam hal efisiensi, stabilitas, efektivitas dan kemampuan untuk model skenario pembelajaran negatif (lupa). Selanjutnya, Anzanello dan Fogliatto (2007) mendapatkan bahwa model hiperbolik lebih kuat dibandingkan dengan model 3-parameter eksponensial konstant dan waktu. Model hiperbolik kurva belajar 3-parameter telah mampu mengefisienkan tugas pada pekerja yang bertujuan untuk meningkatkan sistem produksi.

2.2.12 *Learning Forgetting Curve Model*

Learning Forgetting Curve Model (LFCM) atau yang biasa disebut dengan kurva kelupaan menggambarkan penurunan memori dalam satua waktu. Konsep yang terkait adalah kekuatan memori yang mengacu pada daya tahan memori di otak. Semakin kuat memori dalam jangka waktu yang lama maka seseorang akan mampu mengingatnya.

Telah dijelaskan pada bagian sebelumnya tentang kurva belajar yang ditemukan oleh Wright pada tahun 1936. Fenomena kurva belajar menyatakan bahwa unit kuantitas produk manufaktur meningkat berganda dengan jumlah pemakaian jam kerja pekerja langsung dengan kecepatan serba sama. Yang dimaksud kecepatan serba sama adalah 90, 80%, 70% dan seterusnya. Kurva belajar mengikuti fungsi matematik $y = a + b^x$. Menurut Jabber dan Bonney (1996), waktu untuk memproduksi unit pertama dalam siklus i diprediksikan dari kurva belajar Wright sehingga intereseop kurva kelupaan untuk menghitung *forgetting curve* dengan model LFCM, dapat menggunakan persamaan di bawah ini :

$$T_N^{LFCM} = T_1(\theta + N)^s \quad \text{Pers. (2.21)}$$

Dimana :

T_N^{LFCM} = waktu untuk memproduksi unit ke N

T_1 = waktu untuk menghasilkan unit pertama

θ = harga desimal penambahan koefisien untuk kurva kelupaan

s = *slope*

Pada grafik kurva kelupaan menunjukkan bahwa manusia cenderung mengurangi separuh memori pengetahuan mereka yang baru dalam hitungan hari atau minggu kecuali manusia tersebut sadar mau meninjau materi belajar.

2.2.13 Penjadwalan

Penjadwalan oleh adalah proses pengalokasian sumber untuk memilih mengerjakan sekumpulan tugas dalam jangka waktu tertentu. Pada sistem produksi seperti jalur perakitan adalah biasanya tidak menantang dalam hal penjadwalan kerja. Itu dijelaskan oleh fakta bahwa tata letak aliran linear yang dikandung untuk mengoptimalkan produksi barang dengan persyaratan pengolahan yang sama, dan menengah untuk ukuran lot besar (Tompkins, 2010). Namun, seperti sistem produksi beradaptasi dengan menyediakan barang-barang disesuaikan, penjadwalan kerja menjadi penentu utama dari efisiensi linear *layout*. Kurva belajar dapat digunakan melihat dampak penugasan model baru pada kinerja pekerja yang sedang produksi, serta model-model sebelumnya sudah diproduksi. Penjadwalan kerja yang lebih realistis harus timbul dari mempertimbangkan informasi tersebut.

Scheduling atau penjadwalan secara umum didefinisikan sebagai kegiatan untuk mengalokasikan sumber daya yang dimiliki untuk mengerjakan sekumpulan pekerjaan. Yang artinya penjadwalan mempunyai dua fungsi. Pertama, sebagai pembuat keputusan, artinya jika terdapat sumber daya yang terbatas, dan terdapat permintaan dari konsumen, maka penjadwalan sangat dibutuhkan untuk memenuhi permintaan tersebut. Karena penjadwalan yang kurang baik akan menyebabkan tidak terpenuhinya permintaan. Sehingga, penjadwalan yang benar merupakan fungsi pembuat keputusan untuk mengalokasikan sumber daya yang dimiliki untuk memenuhi permintaan. Kedua,

fungsi penjadwalan sebagai dasar pemikiran optimasi, karena penjadwalan yang baik memerlukan penguasaan prinsip, model, teknik, dan konklusi logis. Sehingga dengan penguasaan hal tersebut, akan dapat mendasari kegiatan optimasi dalam segala bidang.

Tujuan pejadwalan secara umum menurut (Baker, 1974) antara lain :

1. Meningkatkan produktivitas dengan mengurangi *idle time*.
2. Mengurangi persediaan barang setengah jadi dengan jalan mengurangi jumlah rata-rata pekerjaan menunggu dalam antrian.
3. Mengurangi keterlambatan karena batas waktu telah dilewati dengan cara mengurangi maksimum keterlambatan maupun dengan mengurangi jumlah pekerjaan yang terlambat
4. Meminimasi biaya produksi

Melalui pencarian *learning coefficient* suatu kurva belajar dapat dicari kisaran jumlah *output* maksimal pada suatu proses dalam satuan waktu, perusahaan bisa melakukan penjadwalan produksi sesuai dengan jumlah *output* maksimal yang dapat di produksi dalam satu hari kerja. Sehingga jumlah input bahan baku dapat disesuaikan dan diminimalkan sehingga biaya produksi dapat ditekan. Hal ini penting sebab pada proses produksi *make to order* dengan biaya bahan baku yang tinggi dan pencarian bahan baku yang tergolong langka, penekanan biaya awal produksi merupakan salah satu cara dalam memaksimalkan keuntungan. Dan ini sesuai dengan tujuan dari penjadwalan itu sendiri yakni meningkatkan produktivitas, mengurangi persediaan barang setengah jadi, dan minimasi biaya produksi

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan mengenai metodologi penelitian yang dibagi menjadi beberapa sub bab seperti fokus kajian dan lokasi penelitian, model kajian yang digunakan dalam penelitian, jenis dan sumber data, cara pengambilan data, metode yang digunakan serta langkah-langkah penelitian.

3.1 Fokus Kajian dan Lokasi Penelitian

Fokus kajian penelitian adalah menghitung presentase kurva belajar perusahaan dan kelupaan perusahaan, yang berujuan untuk penjadwalan berdasarkan kurva belajar tersebut. Lokasi penelitian dilakukan pada Lullabic Konveksi yang beralamatkan di Jalan Golo UH 5/1001 C Yogyakarta.

3.2 Model Penelitian

Langkah – langkah penelitian pada penelitian ini adalah :

1. Melakukan observasi untuk menentukan proses produksi pada tempat penelitian.
2. Melakukan pengamatan waktu penyelesaian pekerjaan di setiap stasiun kerja.

3. Menghitung persentase kurva belajar dan kurva kelupaan masing-masing stasiun kerja.
4. Menghitung kurva belajar perusahaan dan kelupaan perusahaan.
5. Menghitung selisih kurva belajar dan kurva kelupaan pada stasiun yang memiliki persentase terendah dan tertinggi.
6. Menghitung jumlah *ouput* yang dihasilkan pada jam produktif berdasarkan presentase kurva belajar perusahaan yang didapatkan.
7. Memprediksi penjadwalan produksi berdasarkan *output* maksimal.

3.3 Model Kajian

Untuk memperjelas dan mempermudah langkah – langkah penelitian maka model kajian dibagi menjadi empat tahap yaitu tahap pertama adalah tahap uji kecukupan data dari *sample* yang ada, tahap kedua adalah menghitung presentase kurva belajar perusahaan, tahap ketiga menghitung kurva kelupaan perusahaan, dan tahap keempat pengaplikasian kurva belajar pada kegiatan penjadwalan perusahaan. Berikut adalah uraian lengkap tahapan tersebut :

3.3.1 Uji Kecukupan Data

Waktu proses yang sudah didapat dari hasil pengamatan kemudian di uji kecukupan data dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N' X^2 - (\sum X^2)}}{X} \right)^2$$

Dimana :

k = tingkat kepercayaan

s = derajat ketelitian

N = banyak data

Dari uji kecukupan data tersebut, data dapat dikatakan cukup apabila $N' \leq N$.

3.3.2 Kurva Belajar

Kurva Belajar dalam sistem produksi adalah kurva garis yang menunjukkan hubungan antara waktu yang diperlukan untuk produksi dan jumlah komulatif unit yang diproduksi. Terdapat lima model Kurva Belajar yaitu :

1. Model Log Linear

$$T_N = KN^s$$

Dimana :

T = waktu atau biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi unit ke- N

K = waktu (biaya) yang dibutuhkan untuk memproduksi unit pertama

N = unit ke- N

s = *slope* atau fungsi dari kecepatan peningkatan kurva belajar

Sedangkan untuk mencari besarnya *slope* kurva belajar dapat menggunakan rumus di bawah ini:

- a. Menghitung \bar{T}_1

$$\bar{T}_1 = \frac{\sum T_1}{N} \text{ (detik)}$$

b. Menghitung \bar{T}_N

$$\bar{T}_N = \frac{\sum T_N}{N} \text{ (detik)}$$

c. Menghitung \bar{T}_{2N}

$$\bar{T}_{2N} = \frac{\sum 2N}{N} \text{ (detik)}$$

d. Menghitung s

$$s = \frac{\log \left(\frac{\bar{T}_{2N}}{\bar{T}_N} \right)}{\log 2}$$

e. Menghitung θ

$$\theta = 2^s$$

Parameter s (*slope*) berada diantara $-1 < s < 0$ adalah kemiringan garis kurva belajar yang menggambarkan tingkat pembelajaran pekerja. Nilai s mendekati -1 menunjukkan tingginya tingkat pembelajaran dan kecepatan adaptasi untuk melaksanakan tugas (Argote, 1999; Badiru, 1992; Dar-El, 2000; Teplitz, 1991). *Slope* negatif sebab usaha (waktu) menurun dengan peningkatan produksi.

2. Model Plateau

$$T_N = K + KN^s$$

Pada model ini K ditambahkan ke model Log – Linear sesuai dengan persamaan :

$$\log T_i = \log K + s \log N_i$$

Di mana :

K = Konstanta performansi steady state pekerja.

K = Waktu yang diperlukan untuk memproduksi unit pertama

N = Unit ke - N

s = *Slope*

Pada Model plateau ini, keadaan *steady state* disimpulkan setelah pembelajaran selesai atau ketika keterbatasan mesin/alat membatasi perkembangan atau pembelajaran pada pekerja (Yelle, 1979; Teplitz, 1991; Li and Rajagopalan, 1998).

3. Model Stanford – B

$$T_N = K(N + B)^s$$

Dimana :

T_N = Usaha per unit produksi seperti jam orang atau biaya yang diperlukan untuk memproduksi unit yang ke N

N = Jumlah unit

s = *Slope*

K = Waktu yang diperlukan untuk memproduksi unit pertama

B = Mempresentasikan unit ekuivalen tersedianya eksperimen pada saat dimulainya eksperimen. Umumnya B mempunyai nilai 1 – 10, pada kasus umum nilainya 4 (Dar-El, 2000).

4. Model De Jong

Pada umumnya model De Jong menghitung kurva belajar dengan menggabungkan pengaruh mesin/alat pada kurva belajar. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$T_N = K [M + (1 - M)N^s]$$

Dimana:

T_N = Usaha per unit produksi seperti jam orang atau biaya yang diperlukan untuk memproduksi unit yang ke N

N = Jumlah unit

K = Waktu yang diperlukan untuk memproduksi unit pertama

s = *Slope*

M = Rasio antara waktu siklus setelah jumlah tidak terbatas dari pengulangan dan siklus waktu pertama

Ketika nilai M ($0 \leq M \leq 1$) adalah *incompressibility factor* yang menerangkan bahwa sebagian kecil pekerjaan dilakukan menggunakan alat (Yelle, 1979; badiru 1992).

Ketika nilai M = 0 artinya tidak ada bantuan alat yang dalam melaksanakan tugas atau pekerjaan dilakukan secara manual. Ketika M = 1 menjelaskan bahwa pekerjaan seluruhnya diselesaikan oleh mesin atau tidak ada pembelajaran sama sekali (Badiru, 1992).

5. Model S

Kurva Model S bertujuan menggambarkan pembelajaran saat terjadi intervensi dengan mesin, dan siklus pertama dari permintaan operasi. Model S adalah hasil penggabungan dari model De Jong dan Stanford-B, seperti pada persamaan berikut:

$$T_N = K [M + (1 - M)(N + B)^s]$$

Dimana:

T_N = Usaha per unit produksi seperti jam orang atau biaya yang diperlukan untuk memproduksi unit yang ke N

N = Jumlah unit

K = Waktu yang diperlukan untuk memproduksi unit pertama

s = *slope*

M = rasio antara waktu siklus setelah jumlah tidak terbatas dari pengulangan dan siklus waktu pertama

B = Mempresentasikan unit ekuivalen tersedianya eksperimen pada saat dimulainya eksperimen. Umumnya B mempunyai nilai 1 – 10, pada kasus umum nilainya 4.

3.3.3 Kurva Kelupaan

Forgetting Curve atau Kurva kelupaan menggambarkan penurunan memori dalam satuan waktu. Konsep yang terkait adalah kekuatan memori yang mengacu pada daya tahan memori di otak. Semakin kuat memori dalam jangka waktu yang lama maka

seseorang akan mampu mengingatnya. Untuk menghitung *forgetting curve* dengan model LFCM, dapat menggunakan persamaan di bawah ini :

$$T_N^{LFCM} = K(\theta + N)^s$$

Dimana :

T_N^{LFCM} = waktu untuk memproduksi unit ke N

T_1 = waktu untuk menghasilkan unit pertama

θ = harga desimal penambahan koefisien untuk kurva kelupaan

s = konstanta kurva belajar

Pada grafik kurva kelupaan menunjukkan bahwa manusia cenderung mengurangi separuh memori pengetahuan mereka yang baru dalam hitungan hari atau minggu kecuali manusia tersebut sadar mau meninjau materi belajar.

3.3.4 Penjadwalan

Penjadwalan pekerjaan di bidang manufaktur dan industri jasa memiliki menjadi topik penelitian yang penting dalam literatur (Pinedo, 2008). Tujuannya adalah untuk mengalokasikan pekerjaan ke sumber daya sehingga tujuan dioptimalkan. Namun, tampaknya bahwa memahami dampak pembelajaran pekerja pada masalah penjadwalan hanya baru-baru ini menjadi topik penelitian. Biskup (1999) adalah yang pertama untuk menganalisis efek dari pembelajaran di posisi pekerjaan di satu mesin.

Anzanello dan Fogliatto (2010) mengusulkan sebuah pendekatan untuk masalah penjadwalan di mana pekerjaan selesai tergantung pada proses pembelajaran pekerja.

Kurva belajar dapat digunakan untuk mengukur kinerja pekerja atas penugasan model baru dalam lini perakitan yang diberikan saat ini, serta model-model sebelumnya sudah diproduksi. Penjadwalan kerja yang lebih realistis harus timbul dengan mempertimbangkan informasi tersebut.

3.4 Kriteria Sampel

Sampel penelitian adalah adalah sebagian dari populasi yang diambil sebagai sumber data dan dapat mewakili seluruh populasi. Pada penelitian ini kriteria sampel yang diambil adalah:

1. Pengamatan dilakukan pada pekerja di bagian penjahitan kemeja.
2. Pekerja sudah mempunyai pengalaman kerja minimal 2 tahun.

Untuk data pekerja dapat dilihat pada lampiran tabel 16.

3.5 Data Yang Diperlukan

Pada penelitian ini, data yang diperlukan dalam penelitian adalah sebagai berikut:

1. Prose produksi pembuatan kemeja
2. Waktu proses masing-masing stasiun kerja pada bagian penjahitan

3.6 Alat Penelitian

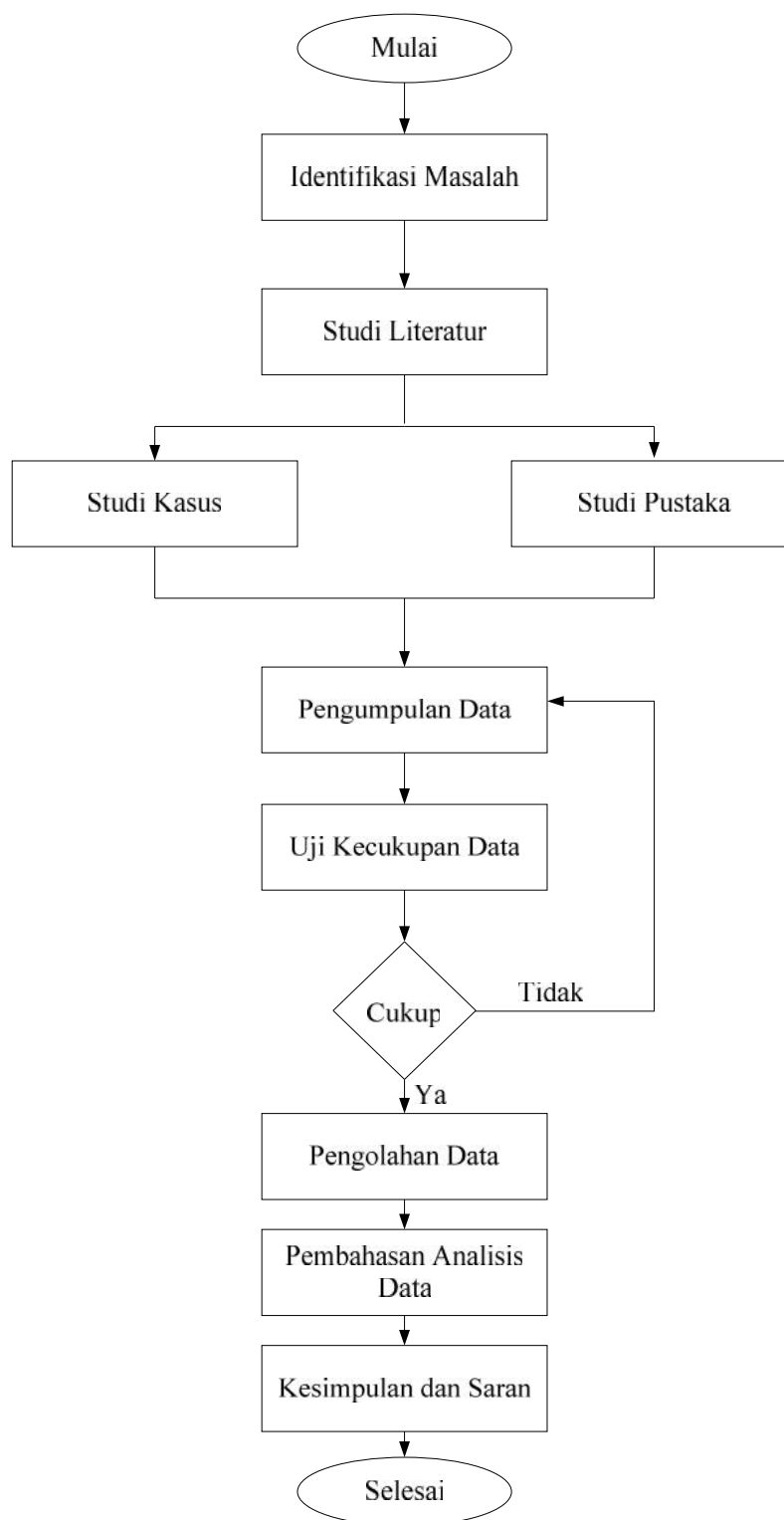
Alat yang digunakan untuk membantu penelitian adalah sebagai berikut:

1. *Stopwatch*
2. *Software* Microsoft Excel 2007

3.7 Sumber dan Cara Pengambilan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui hasil pengamatan langsung di perusahaan pada proses produksi kemeja di Lullabic Konveksi. Data yang diambil adalah data waktu proses pada tiap stasiun dan telah diuji kecukupan datanya dengan menggunakan uji kecukupan data. Alasan menggunakan data ini adalah untuk memprediksi penjadwalan pada proses produksi.

3.8 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.9 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

Berikut adalah penjelasan dari diagram alir pada gambar 3.1 yaitu :

1. Identifikasi Masalah

Dalam tahap ini dijelaskan masalah yang dihadapi dan akan diselesaikan dengan pendekatan-pendekatan yang berhubungan dengan keilmuan teknik industri. Disamping itu ditetapkan tujuan yang hendak dicapai dengan batasan masalah yang dimiliki.

2. Studi Literatur

Kajian pustaka ini meliputi sejarah perkembangan penelitian yang berhubungan dengan topik dan ruang lingkup kajian. Kurva Belajar (*Learning Curve*) dan Kurva Kelupaan (*Forgetting Curve*) serta teori-teori dasar yang dijadikan sebagai acuan berfikir dalam menyusun Tugas Akhir. Studi kasus meliputi identifikasi awal perusahaan apakah cocok diterapkan dengan permasalahan yang akan diambil.

Pada kajian deduktif atau disebut juga dengan kajian pustaka dilakukan untuk menjaga keaslian penelitian dan kekinian topik yang diteliti sehingga dapat bermanfaat. Kajian ini diperoleh dari jurnal, proseding, seminar, majalah dan lain sebagainya. Kajian deduktif membangun konseptual dimana fenomena atau parameter yang relevan disistematika, diklarifikasi dan dihubungkan sehingga bersifat umum. Kajian induktif merupakan sub bab yang menyajikan penelitian-penelitian terdahulu.

3. Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan pengamatan secara langsung di perusahaan. Data yang diambil adalah data waktu proses pada bagian penjahitan. Pengambilan data menggunakan alat bantu *stopwatch* yang dilakukan pada tiap stasiun kerja.

4. Uji Kecukupan Data

Data pengamatan yang didapat kemudian di uji kecukupan datanya. Apakah jumlah data yang diambil sudah mencukupi. Apabila data pengamatan yang diambil sudah mencukupi maka tahapan selanjutnya adalah pengolahan data. Tetapi apabila data tidak cukup maka dilakukan pengambilan data kembali.

5. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan lima model kurva belajar yang ada, kemudian dihitung nilai *error*. Model yang dipilih adalah model dengan nilai terendah. Kemudian dapat diketahui kurva belajar perusahaan dan dijadikan dasar untuk penjadwalan pada perusahaan.

6. Pembahasan dan Analisis

Setelah menghitung kurva belajar pada tiap stasiun akan didapatkan kurva belajar perusahaan, dari data tersebut dapat diketahui presentase kurva belajar dari perusahaan.

Kemudian dapat dilakukan pembahasan dan analisis terhadap hasil tersebut sesuai dengan tujuan penelitian yang ditentukan diawal.

7. Kesimpulan dan Saran

Merupakan tahap dimana seluruh rangkaian penelitian telah selesai sehingga dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil yang didapatkan. Pemberian saran juga dilakukan untuk mengembangkan hasil penelitian ini agar berguna untuk menyempurnakan penelitian selanjutnya mengenai permasalahan yang sama.

BAB IV

PENGUMPULAN DAN PENGOLAHAN DATA

Bab ini menguraikan tentang cara pengumpulan data dan pengolahan data, analisis serta hasil yang dicapai termasuk gambar dan grafik yang diperolehnya. Pada bab ini merupakan acuan untuk pembahasan hasil yang akan ditulis pada bab V.

4.1 Pengumpulan Data

Penelitian ini dilaksanakan pada Lullabic Konveksi yang beralamat di Jalan Golo UH 5/1001 C, Taman Siswa Yogyakarta.

Jam kerja yang diterapkan pada Lullabic Konveksi adalah 6 hari kerja dengan 1 hari kerja selama jam 8 jam. Adapun pembagian jam kerja adalah sebagai berikut:

Mulai bekerja : 08.00 – 17.00

Waktu istirahat : 12.00 – 13.00

Lullabic Konveksi termasuk ke dalam industri menengah rumah tangga yang menerima pesanan berupa kaos, kemeja, polo *shirt*, celana, dan jaket. Dengan sistem *make to order*. Stasiun kerja yang ada di Lullabic Konveksi terdiri dari bagian pola dan pemotongan, bagian penjahitan, bagian *finishing* dan *packaging*.

4.2 Data Input

Pengumpulan data dilakukan dengan cara wawancara langsung kepada pemilik dan karyawan. Kemudian menghitung proses kerja pada tiap stasiun kerja dengan pengamatan langsung di lapangan menggunakan alat bantu berupa *stopwatch*.

Data-data yang diambil adalah data waktu proses produksi kemeja yang merupakan produk yang dibuat secara *make to order* dan merupakan produk yang paling sering dipesan oleh pelanggan. Data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Waktu proses pengerjaan tiap produk pada bagian penjahitan yaitu :

Stasiun 1 = proses pembuatan tutup saku

Stasiun 2 = proses pembuatan saku

Stasiun 3 = proses pembuatan blekser luar

Stasiun 4 = proses pembuatan *body* belakang

Stasiun 5 = proses pembuatan blekser dalam

Stasiun 6 = proses pembuatan lengan

Stasiun 7 = proses pembuatan krah

Stasiun 8 = proses obras

Stasiun 9 = proses pemasangan label

Stasiun 10 = proses pemasangan lengan

Stasiun 11 = proses kelim bawah

2. Waktu proses yang diambil adalah waktu pada sebelum istirahat dan sesudah istirahat.

Data di bawah ini adalah data pengamatan waktu proses yang diambil dengan pengukuran menggunakan *stopwatch* pada setiap stasiun kerja.

Tabel 4.1. Data Input Waktu Proses Pada Penjahitan (Sebelum Istirahat)

No.	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
1	131,2	19,7	126,12	53,26	35,95	50,03	136,72	130,19	55,32	178,49	180,67
2	130,44	15,19	137,77	50,13	30,87	18,87	126,93	130,02	54,21	159,17	85,1
3	128,99	10,1	102,88	50,99	30,76	16,14	135,94	127,93	54,98	155,92	83,48
4	130,28	14,98	118,01	49,76	29,7	16,37	136,77	128,11	53,17	158,63	85,55
5	131,87	16,88	84,09	48,71	28,17	18,18	135,66	129,55	52,66	159,12	83,25
6	131,66	17,14	77,76	50,13	26,09	25,1	136,83	130,61	49,88	167,18	86,07
7	130,34	16,93	84,45	48,2	30,16	21,51	129,93	130,17	48,15	158,15	88,16
8	126,81	16,63	94,23	49,9	30,77	24,13	128,98	128,18	49,14	150,09	97,22
9	124,61	17,67	71,12	50,3	32,71	22,38	129,06	126,19	50,22	158,87	92,44
10	120,03	10,18	84,45	48,93	28,98	19,69	129,18	128,94	49,99	150,03	93,77
11	118,99	10,54	118,33	48,61	33,13	21,81	129,74	127,46	47,63	155,77	86,4
12	117,12	8,79	87,28	45,98	28,91	16,29	129,46	125,84	48,98	150,82	87,7
13	114,77	19,88	121,21	50,8	28,17	30,18	130,86	126,61	58,77	169,11	106,11
14	110,97	15,86	105,9	48,91	26,61	16,92	140,9	129,74	58,92	168,8	90,45
15	98,88	9,76	113,77	47,14	26,31	15,53	129,41	136,56	56,55	167,85	87,81
16	88,16	6,88	85,19	46,18	21,09	14,2	130,79	120,85	56,35	159,93	87,12
17	88,55	8,54	94,18	46,81	24,05	14,27	129,83	118,78	50,7	159,73	88,45
18	85,31	8,31	73,37	47,11	22,55	14,56	129,23	119,74	49,84	159,64	86,87
19	96,44	8,66	91,27	45,91	29,63	20,76	130,22	118,54	49,62	156,65	90,19
20	87,65	7,96	89,43	48,18	35,11	18,26	129,77	118,63	49,63	159,63	87,18
21	88,19	8,66	98,87	47,16	26,7	11,35	129,81	117,85	50,22	150,83	85,22
22	85,23	8,58	86,13	47,52	27,87	16,99	130,19	118,46	50,15	158,14	86,82
23	86,87	7,53	85,42	48,18	28,41	15,83	135,9	119,72	49,84	158,22	87,09
24	98,17	8,6	84,27	50,89	28,25	21,27	134,17	130,99	49,93	159,39	88,15
25	85,66	8,33	85,18	45,87	35,88	20,65	126,26	130,8	58,82	158,42	120,19
26	84,9	10,86	128,09	49,71	30,89	20,41	129,72	122,76	50,86	158,49	87,71
27	85,99	10,65	109,14	47,54	30,01	19,89	129,65	122,84	50,72	159,43	101,19
28	100,55	10,75	110,98	47,98	29,77	17,66	128,95	122,1	49,16	158,99	87,14
29	99,82	9,8	83,78	49,71	26,76	26,3	128,8	122,78	48,74	158,91	88,09
30	99,09	9,79	78,23	40,17	24,34	26,54	129,17	119,84	48,3	150,14	85,35
31	85,98	9,54	75,21	40,14	26,87	26,06	126,45	121,78	50,34	150,7	86,61
32	85,17	8,15	82,76	40,98	25,98	27,33	135,77	120,78	50,17	156,84	87,82
33	76,17	8,96	74,15	39,16	27,67	26,9	130,42	119,53	49,17	150,22	86,77

No.	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
34	104,96	9,31	74,97	38,88	26,9	26,04	134,05	118,64	48,94	150,61	87,1
35	103,33	8,36	87,66	37,87	27,54	15,1	133,71	119,94	47,85	150,77	88,99
36	100,07	9,08	86,57	38,11	27,29	23,17	132,45	118,15	46,19	155,99	88,16
37	116,87	17,81	94,16	37,05	26,87	15,12	131,49	119,68	46,03	160,18	120,04
38	98,7	14,88	72,37	36,41	28,7	15,31	130,16	118,9	50,84	159,98	87,9
39	97,54	13,16	89,25	35,13	27,54	16,36	130,08	117,54	50,14	154,77	85,18
40	99,54	10,87	77,31	33,98	29,54	15,1	128,86	119,54	50,09	163,64	85,55
41	98,65	7,03	85,38	35,75	28,65	19,11	129,22	118,65	49,62	159,87	101,91
42	98,14	7,77	96,25	36,58	28,14	15,31	130,14	118,14	48,81	163,46	101,8
43	100,79	8,5	93,16	35,23	29,79	14,36	130,02	120,79	46,63	161,98	100,84
44	106,65	7,71	87,4	30,16	26,65	18,19	129,56	116,65	46,42	160,66	101,74
45	111,22	7,22	89,37	36,14	21,22	14,15	129,98	111,22	48,91	155,73	89,9
46	94,76	7,14	87,12	37,17	24,76	14,18	128,65	114,76	47,9	150,89	88,17
47	76,98	7,15	88,1	30,03	26,98	15,95	127,15	116,98	49,12	149,94	87,76
48	74,66	7,66	82,98	30,19	24,66	15,32	126,87	114,66	46,18	149,98	83,3

Pada tabel 4.1 merupakan data waktu proses pembuatan pada 11 stasiun di bagian penjahitan yang diambil pada jam sebelum istirahat dan akan digunakan untuk melakukan perhitungan pada kurva belajar.

Tabel 4.2. Data Input Waktu Proses Pada Penjahitan (Setelah Istirahat)

No.	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
1	157,32	26,42	126,12	56,23	34,35	60,88	140,2	136,83	58,77	204,78	196,23
2	136,17	20,87	137,77	51,27	33,19	29,94	138,62	126,19	58,9	180,17	92,28
3	133,43	19,65	102,88	55,32	29,18	22,17	154,64	109,79	50,8	191,92	91,81
4	137,27	15,99	118,01	48,98	26,12	22,5	126,17	121,48	56,53	190,99	90,18
5	136,14	14,12	84,09	40,17	24,98	19,14	131,81	128,08	58,11	189,52	90,17
6	135,8	18,14	77,76	47,88	27,1	29,83	130,12	128,61	50,75	189,56	89,14
7	128,56	10,55	84,45	40,81	26,81	25,64	135,16	126,96	52,81	188,14	89,76
8	129,42	10,66	94,23	39,17	23,12	19,77	130,84	127,95	50,14	187,16	90,35
9	130,87	10,33	71,12	48,14	26,88	22,94	130,16	119,5	48,25	188,22	92,33
10	130,24	9,77	84,45	39,71	23,35	19,8	129,2	126,96	48,91	186,29	89,82
11	129,48	9,69	118,33	44,18	23,63	20,15	129,68	129,54	48,25	186,05	92,29
12	127,83	10,9	87,28	49,24	26,01	48,96	130,93	112,8	46,94	184,78	88,7

No.	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
13	124,65	10,5	121,21	55,8	32,92	27,39	129,16	119,85	50,73	189,9	90,35
14	123,74	10,24	105,9	49,76	30,1	22,27	130,15	129,82	50,53	185,81	90,11
15	123,49	16,11	113,77	46,25	29,11	19,79	129,29	123,87	50,56	184,17	89,36
16	122,75	9,89	85,19	47,4	27,8	21,19	125,98	118,86	52,97	182,87	90,26
17	120,25	9,16	94,18	45,17	26,19	19,44	125,87	119,58	50,81	183,26	89,77
18	127,83	11,25	73,37	46,61	25,93	20,35	134,36	119,46	49,97	182,82	87,36
19	120,19	10,3	91,27	42,11	25,78	19,76	134,63	118,49	49,78	183,36	86,16
20	118,93	9,06	89,43	43,79	25,18	28,64	130,71	122,05	49,66	180,08	85,11
21	118,76	9,1	98,87	43,88	26,01	19,03	133,16	118,12	49,7	179,73	90,1
22	115,52	9,56	86,13	39,98	26,81	19,84	132,77	125,66	49,64	178,16	92,13
23	113,69	8,9	90,42	39,78	25,14	29,11	138,9	134,98	50,83	176,22	93,27
24	111	9,17	89,27	40,75	24,23	50,05	126,7	133,05	50,92	174,44	90,28
25	109,96	17,55	85,18	52,99	35,18	28,1	138,52	136,49	50,04	170,16	89,27
26	105,89	16,65	98,09	50,19	33,13	26,6	136,17	123,87	50,83	169,73	80,18
27	104,29	9,78	89,14	50,13	32,17	25,66	139,85	121,1	50,5	168,27	90,93
28	100,26	7,89	84,98	49,87	30,91	17,75	138,92	122,16	53,37	170,89	89,17
29	98,23	9,15	83,78	49,77	32,01	16,14	135,74	128,09	50,72	165,8	88,2
30	97,16	8,24	78,23	50,01	29,91	16,55	134,85	122,76	50,71	165,19	90,43
31	96,43	9,33	75,21	50,78	27,98	24,65	132,99	122,24	53,82	164,09	91,55
32	95,48	8,24	82,76	43,88	27,18	26,93	135,93	119,87	52,64	164,57	89,67
33	94,37	9,98	74,15	39,11	26,94	26,77	136,04	117,56	50,16	162,98	89,44
34	92,76	9,13	74,97	48,96	27,61	26,87	130,83	118,53	50,23	163,15	88,26
35	91,55	10,88	87,66	47,76	26,83	28,7	130,76	135,81	50,44	164,17	87,35
36	91,4	8,91	86,57	44,17	25,8	27,54	130,95	134,13	50,86	162,88	90,17
37	89,47	10,15	94,16	41,87	32,9	19,54	136,93	122,17	56,73	161,72	90,25
38	89,72	9,21	72,37	39,98	29,91	18,65	130,06	133,25	56,1	160,6	89,26
39	90,7	9,66	89,25	42,9	26,09	18,14	131,81	125,17	55,84	159,78	88,16
40	90,36	10,14	77,31	48,04	24,6	20,79	128,15	133,87	55,63	159,05	89,03
41	89,92	9,24	85,38	49,87	25,76	26,65	125,84	126,16	55,72	157,98	88,15
42	89,09	9,01	96,25	42,19	23,14	21,22	130,13	133,17	50,64	158,88	90,16
43	88,7	8,27	89,16	39,18	23,98	24,76	126,91	130,84	50,97	158,45	82,28
44	88,36	9,88	87,4	40,98	24,87	26,98	128,96	130,74	50,02	157,71	89,99
45	89,42	8,62	88,37	42,1	23,53	25,66	125,81	130,62	50,84	156,72	88,38
46	87,58	8,39	88,12	39,65	23,1	24,02	124,72	129,74	49,87	157,14	87,26
47	87,11	8,66	87,01	38,81	22,67	22,38	123,63	129,55	49,52	156,33	85,39
48	86,09	8,11	87,14	38,03	22,24	20,74	122,54	129,19	48,01	156,27	85,45

Pada tabel 4.2 merupakan data waktu proses pembuatan pada 11 stasiun di bagian penjahitan yang diambil pada jam setelah istirahat dan akan digunakan untuk menghitung kurva kelupaan.

4.3 Pengolahan Data

Data berupa waktu proses yang telah didapat kemudian dilakukan pengolahan data untuk mengetahui apakah data yang diambil sudah mencukupi. Setelah uji kecukupan data dilakukan selanjutnya menghitung *learning curve* dan *forgetting curve* atau yang biasa disebut dengan kurva belajar dan kurva kelupaan.

Untuk menghitung *learning curve* model yang akan digunakan adalah model Wright's yang juga dikenal dengan Log-Linear Model, model plateau, model B – Stanford, model De Jong dan model S. Kemudian memilih dari kelima model tersebut model yang mempunyai *error* terkecil. Dengan mengetahui persentase *learning curve* dan *forgetting curve* dapat diketahui produktifitas pekerja sebelum istirahat dan setelah istirahat.

4.3.1 Uji Kecukupan Data

Waktu proses yang sudah didapat dari hasil pengamatan pada bagian penjahitan kemudian di uji kecukupan data dari waktu proses pekerja, dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N' X^2 - (\sum X^2)}}{X} \right)^2$$

Dari uji kecukupan data tersebut, data dapat dikatakan cukup apabila $N' \leq N$.

Berikut ini adalah contoh perhitungan uji kecukupan data, pada pembuatan tutup saku :

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(521363,9) - (24381078,8)}}{4937,72} \right)^2$$

$$N' = 10,5719032$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 10,5719032$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses pembuatan saku:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(6409,586) - (275026,8)}}{524,43} \right)^2$$

$$N' = 47,46196$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 47,46196$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses pembuatan blekser luar:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(421590,6) - (19669846)}}{4435,07} \right)^2$$

$$N' = 11,52023$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 11,52023$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses pembuatan *body* belakang:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(93885,7) - (4408446)}}{2099,63} \right)^2$$

$$N' = 8,898125$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 8,898125$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses pembuatan blekser dalam:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(38691,29) - (1834264)}}{1354,35} \right)^2$$

$$N' = 4,997796$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 4,997796$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses pembuatan lengan:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(20487,96) - (893270,7)}}{945,13} \right)^2$$

$$N' = 40,36904$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 40,36904$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses pembuatan krah:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(823118,2) - (39486896)}}{6283,86} \right)^2$$

$$N' = 0,230749$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 0,230749$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses obras:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(723489) - (34658064)}}{5887,11} \right)^2$$

$$N' = 0,801051$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 0,801051$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses pemasangan label:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(122988) - (5879655)}}{2424,8} \right)^2$$

$$N' = 1,616895$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 1,616895$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses pemasangan lengan:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(119829) - (57467771)}}{7580,75} \right)^2$$

$$N' = 0,562388$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 0,562388$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

Uji kecukupan data pada proses kelim bawah:

$$N' = \left(\frac{k/s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2$$

$$N' = \left(\frac{2/0,1 \sqrt{48(423740,9) - (19806772)}}{4450,48} \right)^2$$

$$N' = 10,75982$$

Berdasarkan perhitungan di atas didapatkan nilai $N' = 10,75982$. Karena $N' \leq N$ maka data dikatakan sudah mencukupi.

4.3.2 Pengolahan Dengan Menggunakan Kurva Belajar

Data pengamatan yang didapatkan kemudian akan dihitung menggunakan kurva belajar:

1. Model Log Linear

$$T_N = KN^S$$

2. Model Plateau

$$T_N = K + KN^S$$

3. Model B - Stanford

$$T_N = K(N + B)^S$$

4. Model De Jong

$$T_N = K [M + (1 - M)N^S]$$

5. Model S

$$T_N = K [M + (1 - M)(N + B)^S]$$

Sedangkan untuk mencari besarnya *slope* kurva belajar dapat menggunakan rumus di bawah ini:

a. Menghitung \bar{T}_1

$$\bar{T}_1 = \frac{\sum T_1}{N} \text{ (detik)}$$

Untuk waktu proses pembuatan tutup saku :

$$\bar{T}_1 = \frac{\sum T_1}{N} \text{ (detik)}$$

$$\bar{T}_1 = \frac{131,2}{48} \text{ (detik)}$$

$$\bar{T}_1 = 2,73 \text{ detik}$$

b. Menghitung \bar{T}_N yaitu N ke-24

$$\bar{T}_N = \frac{\sum T_{24}}{N} \text{ (detik)}$$

Untuk waktu proses pembuatan tutup saku :

$$\bar{T}_N = \frac{\sum T_{24}}{N} \text{ (detik)}$$

$$\bar{T}_N = \frac{98,17}{48} \text{ (detik)}$$

$$\bar{T}_N = 2,045 \text{ detik}$$

c. Menghitung \bar{T}_{2N} yaitu N ke-48

$$\bar{T}_{2N} = \frac{\sum T_{48}}{N} \text{ (detik)}$$

Untuk waktu proses pembuatan tutup saku :

$$\bar{T}_{2N} = \frac{\sum 48}{N} \text{ (detik)}$$

$$\bar{T}_{2N} = \frac{74,66}{48} \text{ (detik)}$$

$$\bar{T}_{2N} = 1,555 \text{ detik}$$

d. Menghitung s

$$s = \frac{\log \left(\frac{\bar{T}_{2N}}{\bar{T}_N} \right)}{\log 2}$$

Untuk waktu proses pembuatan tutup saku :

$$S = \frac{\log \left(\frac{\bar{T}_{2N}}{\bar{T}_N} \right)}{\log 2}$$

$$S = \frac{\log \left(\frac{1,555}{2,045} \right)}{\log 2}$$

$$s = -0,39495$$

d. Menghitung θ

$$\theta = 2^s$$

Untuk waktu proses pembuatan tutup saku :

$$\theta = 2^{-0,39495}$$

$$\theta = 0,760517$$

Untuk nilai rasio desimal dan *slope* pada masing-masing stasiun dapat dilihat pada lampiran tabel 11.

Dari perhitungan di atas maka akan dicari kurva belajar pada pembuatan tutup saku dengan kelima model yang ada.

Tabel 4.3. Kurva Belajar Pembuatan Tutup Saku

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC B - Stanford	LC De Jong	LC S
1	131,2	131,2	475,6202	69,4829	131,2	69,4829
2	130,44	99,77989	444,2001	64,65551	99,77989	64,65551
3	128,99	85,01516	429,4354	60,83663	85,01516	60,83663
4	130,28	75,88435	420,3046	57,71137	75,88435	57,71137
5	131,87	69,4829	413,9031	55,08824	69,4829	55,08824
6	131,66	64,65551	409,0758	52,84296	64,65551	52,84296
7	130,34	60,83663	405,2569	50,89079	60,83663	50,89079
8	126,81	57,71137	402,1316	49,17165	57,71137	49,17165
9	124,61	55,08824	399,5085	47,64152	55,08824	47,64152
10	120,03	52,84296	397,2632	46,26732	52,84296	46,26732
11	118,99	50,89079	395,311	45,02363	50,89079	45,02363
12	117,12	49,17165	393,5919	43,89051	49,17165	43,89051
13	114,77	47,64152	392,0618	42,8521	47,64152	42,8521
14	110,97	46,26732	390,6876	41,89557	46,26732	41,89557
15	98,88	45,02363	389,4439	41,01043	45,02363	41,01043
16	88,16	43,89051	388,3108	40,18799	43,89051	40,18799
17	88,55	42,8521	387,2723	39,421	42,8521	39,421
18	85,31	41,89557	386,3158	38,70334	41,89557	38,70334
19	96,44	41,01043	385,4307	38,02979	41,01043	38,02979
20	87,65	40,18799	384,6082	37,3959	40,18799	37,3959
21	88,19	39,421	383,8413	36,79782	39,421	36,79782
22	85,23	38,70334	383,1236	36,23221	38,70334	36,23221
23	86,87	38,02979	382,45	35,69615	38,02979	35,69615
24	98,17	37,3959	381,8161	35,1871	37,3959	35,1871
25	85,66	36,79782	381,2181	34,7028	36,79782	34,7028
26	84,9	36,23221	380,6525	34,24125	36,23221	34,24125
27	85,99	35,69615	380,1164	33,80068	35,69615	33,80068
28	100,55	35,1871	379,6074	33,3795	35,1871	33,3795
29	99,82	34,7028	379,1231	32,97629	34,7028	32,97629
30	99,09	34,24125	378,6615	32,58977	34,24125	32,58977
31	85,98	33,80068	378,2209	32,21879	33,80068	32,21879
32	85,17	33,3795	377,7997	31,86231	33,3795	31,86231
33	76,17	32,97629	377,3965	31,51938	32,97629	31,51938
34	104,96	32,58977	377,01	31,18915	32,58977	31,18915
35	103,33	32,21879	376,639	30,87082	32,21879	30,87082

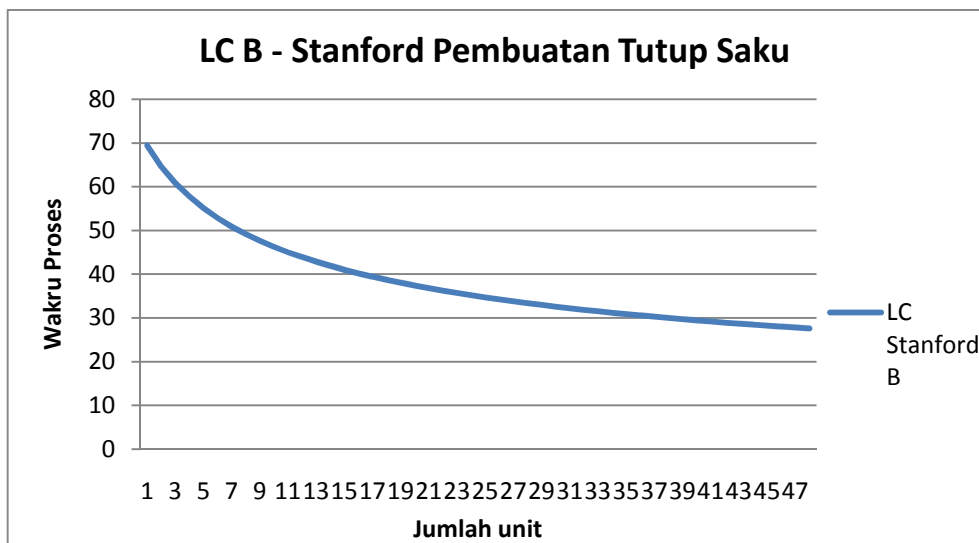
No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC B - Stanford	LC De Jong	LC S
36	100,07	31,86231	376,2826	30,56367	31,86231	30,56367
37	116,87	31,51938	375,9396	30,26705	31,51938	30,26705
38	98,7	31,18915	375,6094	29,98036	31,18915	29,98036
39	97,54	30,87082	375,2911	29,70304	30,87082	29,70304
40	99,54	30,56367	374,9839	29,43456	30,56367	29,43456
41	98,65	30,26705	374,6873	29,17447	30,26705	29,17447
42	98,14	29,98036	374,4006	28,92232	29,98036	28,92232
43	100,79	29,70304	374,1233	28,6777	29,70304	28,6777
44	106,65	29,43456	373,8548	28,44023	29,43456	28,44023
45	111,22	29,17447	373,5947	28,20957	29,17447	28,20957
46	94,76	28,92232	373,3426	27,98538	28,92232	27,98538
47	76,98	28,6777	373,0979	27,76736	28,6777	27,76736
48	74,66	28,44023	372,8605	27,55523	28,44023	27,55523

Pada tabel 4.3 merupakan hasil perhitungan kurva belajar dengan kelima model. Untuk data kurva belajar pada stasiun lainnya dapat dilihat pada lampiran tabel 1,2,3,4,5,6,7,8,9, dan 10 untuk masing-masing stasiun. Setelah dihitung dengan kelima model kurva belajar yang ada, kemudian mencari *error* yang paling kecil diantar kelima model tersebut.

Tabel 4.4. *Standard Error* Stasiun Pembuatan Tutup Saku

	Model				
	Log Linear	Plateau	B - Stanford	De Jong	S
<i>Standard Error</i>	2,902442031	2,902442	1,507235235	2,902442	1,507235

Dapat dilihat pada tabel 4.4 bahwa Model B – Stanford dan Model S mempunyai nilai *standard error* terendah dibanding model lainnya. Setelah terpilih model dengan *error* terendah, dapat dibentuk kurva belajar dari model tersebut. Model yang dipilih adalah model B – Stanford karena memasukkan faktor pengalaman di dalamnya. Untuk nilai *standard error* masing-masing stasiun dapat dilihat pada lampiran tabel 12. Pada grafik di bawah ini dapat dilihat kurva belajar pada pembuatan tutup saku.



Gambar 4.1 Grafik Kurva Belajar Pada Pembuatan Tutup Saku

Gambar 4.1 adalah grafik pembelajaran pada stasiun pembuatan tutup saku. Untuk grafik kurva belajar masing – masing stasiun dapat dilihat pada lampiran gambar 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10, dan 11.

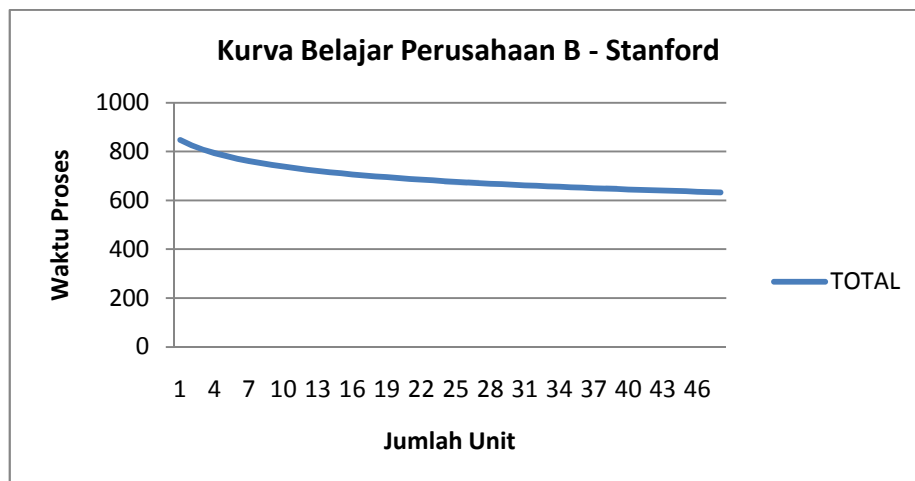
Kemudian melalui penjumlahan dari tiap stasiun kerja diperoleh kurva belajar standar perusahaan. Seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 4.5. Kurva Belajar Perusahaan B - Stanford

No	Kurva Belajar (B-Stanford)
1	846,8146
2	825,3753
3	808,0596
4	793,6218
5	781,2957
6	770,5788
7	761,125
No	Kurva Belajar (B-Stanford)
8	752,6867
9	745,0806
10	738,1679
11	731,8411

12	726,0151
13	720,6218
14	715,6056
15	710,9208
16	706,5293
17	702,399
18	698,5028
19	694,8172
20	691,3224
21	688,0008
22	684,8373
23	681,8185
24	678,9328
25	676,1696
26	673,5197
27	670,9749
28	668,5276
29	666,1713
30	663,8998
31	661,7077
32	659,59
33	657,5422
34	655,5601
35	653,6399
36	651,7782
37	649,9717
38	648,2175
39	646,5128
40	644,8552
41	643,2422
42	641,6717
43	640,1417
44	638,6502
45	637,1956
46	635,7762
47	634,3903
48	633,0367

Pada tabel 4.5 hasil didapatkan dari penjumlahan kurva belajar dari tiap stasiun stasiun pada tiap unitnya. Sehingga didapatkan nilai untuk kurva belajar perusahaan.



Gambar 4.2 Grafik Kurva Standar Perusahaan

Pada gambar 4.2 merupakan hasil kurva belajar yang dihitung menggunakan model B – Stanford. Dari kurva belajar tersebut dapat diketahui persentase kecepatan pembelajaran perusahaan.

Untuk mengetahui persentase kurva belajar standar perusahaan, dapat dihitung dengan cara mencari s (*slope*) dari data kurva belajar rata-rata perusahaan menggunakan model B – Stanford :

$$s = \frac{\log \left(\frac{\bar{T}_{2N}}{\bar{T}_N} \right)}{\log 2}$$

$$s = \frac{\log \left(\frac{633,0367}{678,9328} \right)}{\log 2}$$

$$s = -0,10098$$

Kemudian untuk mendapatkan besar nilai θ :

$$\theta = 2^s$$

$$\theta = 2^{-0,17323}$$

$$\theta = 0,9324$$

Jadi berdasarkan data di atas dapat diketahui persentase belajar perusahaan sebesar 93,24 %. Yang artinya kebutuhan jam kerja untuk unit produksi kedua adalah 0,9324 kali produksi pertama, kebutuhan jam kerja ununtuk unit keempat adalah 0,9234 kali produksi kedua, dan begitu seterusnya. Dengan demikian disimpulkan bahwa tingkat belajar dari pengalaman adalah 93,24% pada jumlah kelipatan dua.

Dengan menggunakan kurva belajar perusahaan yang telah didapat, perusahaan dapat mengukur kuantitas produk yang dihasilkan pada sebelum istirahat. Waktu yang dimiliki pekerja dari memulai pekerjaan hingga istirahat adalah 4 jam. Dengan *allowance* sebesar 27,5%, yang dapat dilihat pada lampiran tabel 16. Maka dapat diketahui bahwa jam produktif pada waktu sebelum istirahat adalah selama 3 jam (10800 detik) produktif.

Tabel 4.6. Kurva Belajar Perusahaan Selama 3 Jam

No.	Kurva Belajar
1	846,8146
2	789,5696
3	757,8946
4	736,1945
5	719,7913
6	706,6607
No.	Kurva Belajar
7	695,7459
8	686,4275
9	678,3117

10	671,1332
11	664,7049
12	658,8902
13	653,586
14	648,7132
15	644,2094

Pada tabel 4.6 dapat diketahui *output* maksimal pada 3 jam produktif sebelum istirahat. Diperoleh N maksimal sebanyak 15 unit dengan estimasi waktu sebesar 10558,65 detik. Berdasarkan data rata-rata waktu T_1 pada sesi sebelum istirahat di dapatkan $\bar{T}_1 = 846,9146$ detik. Dari perhitungan kurva belajar perusahaan didapatkan persentase rasio belajar sebesar 93,24 %, dan *slope* sebesar $-0,10098$.

4.3.3 Pengolahan Data Dengan *Forgetting Curve* Model LFCM

Forgetting Curve atau Kurva kelupaan dengan model LFCM dapat digunakan untuk mencari waktu standar kumulatif untuk jumlah output yang sama pada jam kerja setelah istirahat.

Untuk menghitung *forgetting curve* dengan model LFCM, dapat menggunakan persamaan di bawah ini :

$$T_N^{LFCM} = T_1(\theta + N)^s$$

Dimana :

T_N^{LFCM} = waktu untuk memproduksi unit ke N

T_1 = waktu untuk menghasilkan unit pertama

θ = harga desimal penambahan koefisien untuk kurva kelupaan

s = *slope*

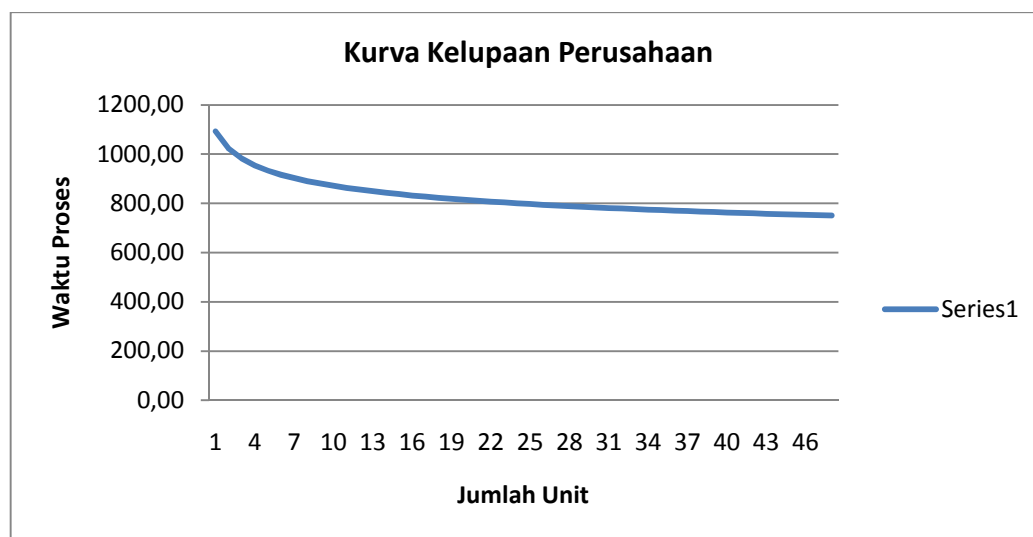
Di bawah ini adalah nilai kurva kelupaan (*forgetting curve*) pada setiap stasiun:

Tabel 4.7. Kurva Kelupaan Tiap Stasiun

KURVA KELUPAAN PERUSAHAAN												
No.	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11	Total
1	127,46	23,61	123,16	52,65	31,72	39,18	135,70	132,94	55,55	185,01	186,13	1093,14
2	108,20	21,90	121,42	50,51	30,14	19,86	133,04	130,65	53,62	172,99	180,11	1022,43
3	96,66	20,77	120,20	49,06	29,07	12,78	131,20	129,05	52,31	165,03	175,98	982,11
4	88,68	19,95	119,26	47,96	28,28	9,22	129,78	127,82	51,31	159,15	172,86	954,28
5	82,71	19,30	118,50	47,09	27,65	7,11	128,64	126,83	50,52	154,53	170,35	933,23
6	78,01	18,77	117,87	46,36	27,12	5,74	127,69	126,00	49,86	150,73	168,26	916,40
7	74,17	18,32	117,32	45,74	26,68	4,77	126,86	125,28	49,29	147,53	166,48	902,45
8	70,95	17,94	116,84	45,21	26,30	4,06	126,14	124,66	48,80	144,76	164,92	890,57
9	68,20	17,60	116,41	44,73	25,96	3,52	125,50	124,10	48,36	142,34	163,54	880,25
10	65,80	17,31	116,02	44,30	25,66	3,10	124,93	123,59	47,97	140,18	162,30	871,15
11	63,70	17,04	115,67	43,92	25,38	2,76	124,40	123,14	47,61	138,24	161,18	863,03
12	61,82	16,80	115,35	43,57	25,13	2,48	123,92	122,72	47,29	136,48	160,16	855,71
13	60,14	16,58	115,05	43,25	24,91	2,25	123,48	122,33	46,99	134,87	159,21	849,04
14	58,61	16,37	114,77	42,95	24,70	2,05	123,07	121,97	46,71	133,39	158,34	842,94
15	57,22	16,18	114,51	42,67	24,50	1,88	122,69	121,64	46,46	132,02	157,53	837,31
16	55,95	16,01	114,27	42,41	24,32	1,74	122,33	121,33	46,22	130,75	156,77	832,09
17	54,77	15,85	114,04	42,17	24,15	1,61	121,99	121,03	45,99	129,57	156,06	827,24
18	53,68	15,70	113,83	41,94	23,99	1,50	121,67	120,75	45,78	128,45	155,39	822,69
19	52,67	15,55	113,62	41,73	23,84	1,40	121,37	120,49	45,58	127,41	154,76	818,43
20	51,73	15,42	113,43	41,53	23,70	1,32	121,09	120,24	45,39	126,42	154,16	814,41
21	50,84	15,29	113,25	41,33	23,56	1,24	120,82	120,00	45,22	125,48	153,59	810,62
22	50,01	15,17	113,07	41,15	23,43	1,17	120,56	119,78	45,04	124,60	153,05	807,03
23	49,23	15,06	112,90	40,98	23,31	1,11	120,31	119,56	44,88	123,75	152,53	803,62
24	48,49	14,95	112,74	40,81	23,20	1,05	120,07	119,35	44,73	122,95	152,04	800,38
25	47,79	14,84	112,59	40,65	23,09	1,00	119,85	119,15	44,58	122,19	151,56	797,28
26	47,13	14,74	112,44	40,50	22,98	0,95	119,63	118,96	44,43	121,45	151,11	794,33
27	46,50	14,65	112,30	40,35	22,88	0,91	119,42	118,78	44,30	120,75	150,67	791,50
28	45,90	14,56	112,16	40,21	22,78	0,87	119,22	118,60	44,16	120,08	150,25	788,79
29	45,33	14,47	112,03	40,07	22,68	0,83	119,02	118,43	44,04	119,43	149,85	786,19
30	44,79	14,39	111,90	39,94	22,59	0,79	118,83	118,26	43,91	118,81	149,46	783,68
KURVA KELUPAAN PERUSAHAAN												
No.	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11	Total
31	44,26	14,30	111,78	39,82	22,51	0,76	118,65	118,10	43,80	118,21	149,08	781,28
32	43,76	14,23	111,66	39,69	22,42	0,73	118,48	117,95	43,68	117,63	148,72	778,96
33	43,28	14,15	111,54	39,58	22,34	0,70	118,31	117,80	43,57	117,08	148,37	776,72

34	42,82	14,08	111,43	39,46	22,26	0,68	118,14	117,66	43,46	116,54	148,02	774,55
35	42,38	14,01	111,32	39,35	22,18	0,65	117,98	117,52	43,36	116,02	147,69	772,46
36	41,96	13,94	111,21	39,24	22,11	0,63	117,82	117,38	43,26	115,51	147,37	770,44
37	41,54	13,87	111,11	39,14	22,04	0,61	117,67	117,25	43,16	115,02	147,06	768,48
38	41,15	13,81	111,01	39,04	21,97	0,59	117,53	117,12	43,07	114,55	146,76	766,57
39	40,77	13,75	110,91	38,94	21,90	0,57	117,38	116,99	42,97	114,09	146,46	764,73
40	40,40	13,69	110,82	38,84	21,83	0,55	117,24	116,87	42,88	113,64	146,18	762,94
41	40,04	13,63	110,72	38,75	21,77	0,54	117,11	116,75	42,80	113,20	145,90	761,20
42	39,69	13,57	110,63	38,66	21,71	0,52	116,97	116,63	42,71	112,78	145,62	759,50
43	39,36	13,52	110,54	38,57	21,65	0,50	116,84	116,52	42,63	112,37	145,36	757,86
44	39,03	13,46	110,46	38,48	21,59	0,49	116,72	116,41	42,55	111,97	145,10	756,25
45	38,72	13,41	110,37	38,40	21,53	0,48	116,59	116,30	42,47	111,58	144,85	754,69
46	38,41	13,36	110,29	38,32	21,47	0,46	116,47	116,19	42,39	111,20	144,60	753,16
47	38,12	13,31	110,21	38,24	21,42	0,45	116,36	116,09	42,31	110,83	144,36	751,68
48	37,83	13,26	110,13	38,16	21,36	0,44	116,24	115,99	42,24	110,46	144,12	750,23

Pada tabel 4.7 adalah nilai kurva kelupaan pada masing – masing stasiun. Kemudian kurva kelupaan masing-masing stasiun dijumlahkan dan akan mendapatkan kurva kelupaan perusahaan.



Gambar 4.3 Kurva Kelupaan Perusahaan

Gambar 4.3 adalah kurva kelupaan perusahaan yang dihitung pada jam setelah istirahat. Dapat diketahui bahwa presentase kurva kelupaan perusahaan sebesar 92,9612%.

Tabel 4.8. Kurva Kelupaan 3 jam Produktif

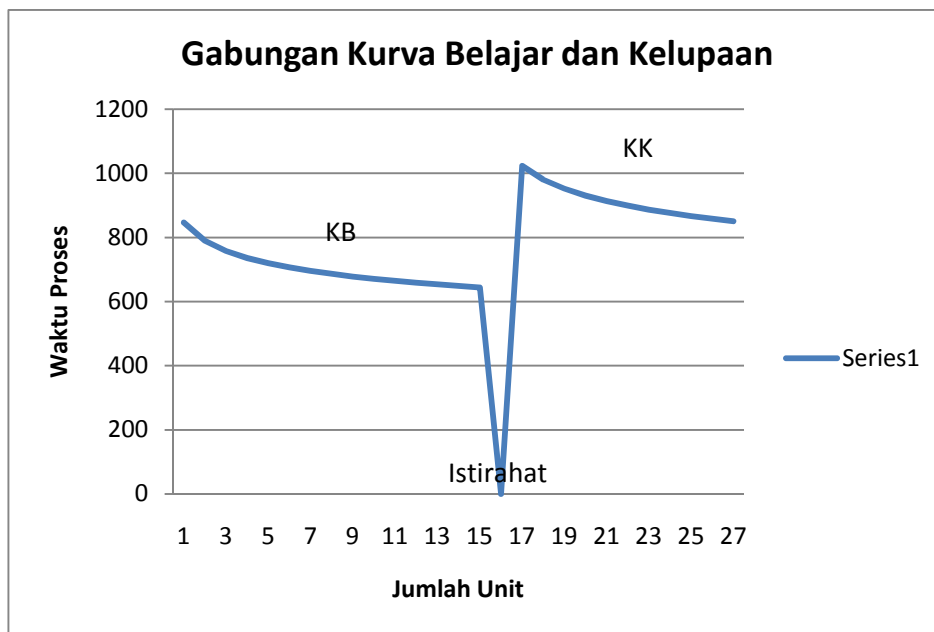
No.	Kurva Kelupaan
1	1022,784
2	980,6046
3	951,9752
4	930,4417
5	913,2579
6	899,0044
7	886,8546
8	876,2853
9	866,9455
10	858,5881
11	851,033

Berdasarkan tabel 4.8 dapat diketahui jumlah *output* produktif setelah istirahat dengan *allowance* yang sama pada waktu perhitungan *output* maksimal sebelum istirahat. Untuk mengetahui *output* maksimal pada 3 jam produktif perusahaan, akan dihitung berdasarkan data rata-rata waktu T_1 pada sesi setelah istirahat, di dapatkan \bar{T}_1 sebesar 1093,14 detik. Dengan menggunakan persentase kurva belajar perusahaan sebesar 93,24 %, dan *slope* sebesar $-0,10098$. Diperoleh N maksimal sebanyak 11 unit dengan estimasi waktu sebesar 10037,77 detik.

Setelah mendapatkan kurva belajar dan kelupaan perusahaan, dapat dicari selisih antara produktivitas sebelum dan sesudah istirahat.

$$N_{\text{selisih}} = N_{\text{sebelum istirahat}} - N_{\text{sesudah istirahat}}$$

$$= 15 - 11 = 4 \text{ unit.}$$

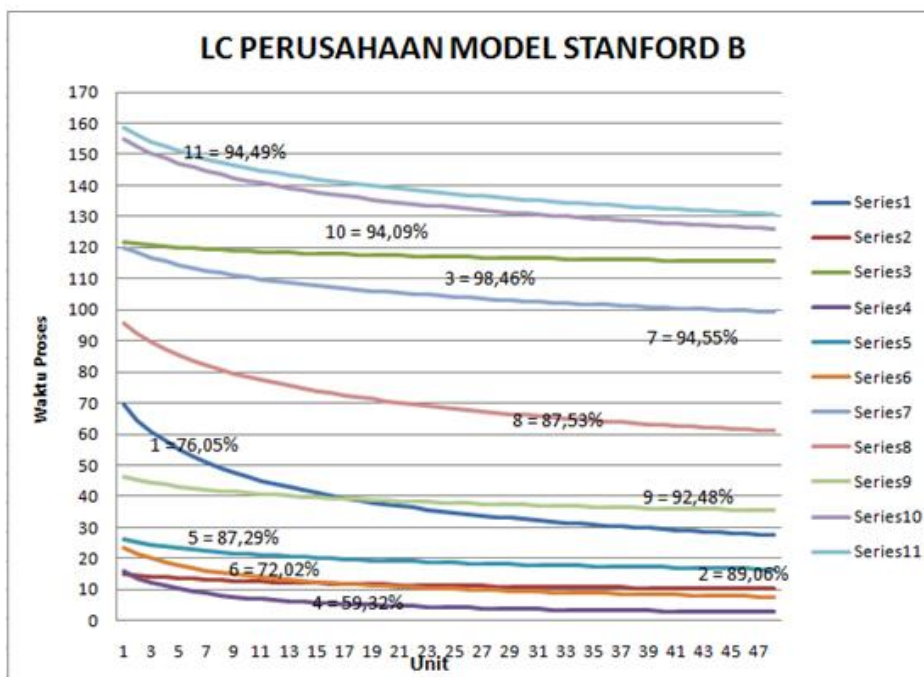


Gambar 4.4 Gabungan Kurva Belajar Dan Kelupaan Perusahaan

Pada gambar 4.4 dapat dilihat perbedaan antara kurva belajar dan kurva kelupaan. Terdapat perbedaan sebesar 4 unit antara produktivitas sebelum dan sesudah istirahat. Setelah istirahat ternyata waktu produksi tidak mengikuti pembelajaran dari kurva belajar melainkan cenderung lebih lambat dari unit pertama dari kurva belajar.

Perbedaan kurva belajar pada saat produk terakhir sebelum istirahat dan produk pertama setelah istirahat sebesar 61,9 %. Terjadinya penurunan waktu produksi setelah istirahat pada kurva kelupaan disebabkan karena kemungkinan operator mengalami kelupaan dengan pekerjaan yang dikerjakan sebelumnya, karena faktor – faktor yang mempengaruhi kelupaan oleh pekerja antara lain karena kelelahan, faktor psikologis pekerja, komunikasi, dan tingkat kesulitan yang dipengaruhi oleh kondisi bahan baku utama.

4.3.4 Penjadwalan Berdasarkan Kurva Belajar



Gambar 4.5 Rekapitulasi Kurva Belajar Tiap Stasiun

Kurva pada gambar 4.5 menunjukkan kurva belajar pada tiap – tiap stasiun kerja yang ada, termasuk presentase pembelajaran pada tiap stasiun. Dapat dilihat bahwa presentase yang paling tinggi pembelajarannya adalah pada stasiun 3 dengan presentase pembelajaran sebesar 98,46% dan yang paling rendah adalah stasiun 4 dengan 59,32%. Pada stasiun 3 dan 4 terdapat perbedaan presentase pembelajaran sebesar 39,14%. Perbedaan presentase ini dapat dipengaruhi banyak faktor antara lain perbedaan tingkat adaptasi operator, tingkat pengalaman operator, tingkat kesulitan dalam mengerjakan tiap tugas dan juga termasuk faktor kelelahan yang terjadi pada operator. Untuk rekapitulasi kurva belajar keempat model lainnya dapat dilihat pada lampiran gambar 12,13,14, dan 15.

Pengembangan kurva belajar selanjutnya adalah dengan mengaplikasikan kurva belajar pada penjadwalan perusahaan. Pada gambar 4.4 telah diketahui bahwa pada

output pada 3 jam produktif sebelum istirahat adalah 15 produk dan 11 produk untuk setelah istirahat. Jadi apabila pekerja melakukan pekerjaan selama 8 jam sehari, dan diambil waktu produktif adalah 6 jam (3 jam sebelum dan setelah istirahat) maka dalam satu hari kerja dapat menghasilkan 26 produk. Kemudian dapat dijadwalkan sesuai dengan pesanan yang didapat perusahaan. Sebagai contoh apabila mendapat pesanan sebanyak 100 produk, maka dapat dijadwalkan dalam ± 5 hari kerja. Dengan data ini perusahaan dapat menggunakannya sebagai acuan dalam penjadwalan produksi, penjadwalan bahan baku ataupun penjadwalan perawatan mesin apabila diperlukan.

BAB V

PEMBAHASAN

Bab ini melakukan pembahasan hasil yang diperoleh selama penelitian dan kesesuaian hasil dengan tujuan penelitian sehingga dapat menghasilkan rekomendasi.

5.1 Kurva Belajar Perusahaan

Dengan menghitung kurva belajar suatu perusahaan maka dapat diketahui performansi kerja pada perusahaan tersebut. Kemudian dapat dianalisis faktor – faktor yang mempengaruhi naik turunnya performansi kerja. Selain itu, untuk mengetahui seberapa besar performansi pekerja dapat dilihat pada peningkatan produktivitas dalam bekerja. Kurva belajar bisa dijadikan tolok ukur dalam peningkatan produktivitas dengan menghitung kurva belajar perusahaan. Karena pada suatu pekerjaan yang kontinyu dan mengalami pengulangan proses yang sama, pekerja akan mengalami peningkatan dalam kecepatan kerja. Dengan adanya standar kurva belajar maka akan memotivasi pekerja untuk meningkatkan performansi kerja. Kurva belajar dapat secara tepat menghitung seberapa besar pekerja mengalami peningkatan kecepatan, karena dengan peningkatan kecepatan maka otomatis produktivitas meningkat, maka perlu dicari seberapa besar persentase peningkatan kecepatan itu sendiri.

Menggunakan kelima rumus kurva belajar yaitu Model Log – Linear, Plateau, B – Stanford , De Jong, dan S akan dihitung nilai *error* pada masing – masing model dan dipilih *error* terendah. Kemudian akan dihitung presentase kurva belajar perusahaan

menggunakan model yang terpilih. Pada penelitian ini, didapatkan bahwa dari kelima model kurva belajar yang ada, *error* terendah adalah model B – Stanford dan model S. Pada kasus ini dipilih model B – Stanford dikarenakan pada saat pengamatan dilakukan perilaku pekerja pada awal proses menunjukkan sedikit pembelajaran, waktu yang diperlukan menyelesaikan pekerjaan masih cenderung lama dan tidak jauh berbeda dengan proses penyelesaian unit pertama, baru setelah beberapa saat waktu yang digunakan untuk penyelesaian mengalami penurunan. Artinya pekerja mengalami pembelajaran pada saat itu.

Jadi berdasarkan data yang ada dapat diketahui kurva belajar pada tiap stasiun kerja. Pada stasiun 1 atau pada proses pembuatan tutup saku presentase kurva belajar sebesar 76,05%. Pada proses pembuatan saku sebesar 89,06%. Proses pembuatan blekser luar sebesar 98,46%. Proses pembuatan *body* belakang sebesar 59,32%. Proses pembuatan blekser dalam sebesar 87,29%. Proses pembuatan lengan sebesar 72,02%. Proses pembuatan krah sebesar 94,5%. Proses obras sebesar 87,53%. Proses pemasangan label sebesar 92,49%. Proses pemasangan lengan sebesar 94,09%. Dan yang terakhir, proses kelim bawah 94,49%.

Persentase kurva belajar perusahaan didapatkan sebesar 93,24 %. Yang artinya kebutuhan jam kerja untuk unit produksi kedua adalah 0,9324 kali produksi pertama, kebutuhan jam kerja ununtuk unit keempat adalah 0,9324 kali produksi kedua, dan begitu seterusnya. Dengan demikian disimpulkan bahwa tingkat belajar dari pengalaman adalah 93,24% pada jumlah kelipatan dua. Dengan nilai *slope* -0,10098 yang menunjukkan bahwa tingkat pembelajaran dan kecepatan adaptasi dalam melaksanakan tugas pada perusahaan ini tidak begitu tinggi. Kemudian didapatkan jumlah komulatif produk yang dihasilkan dalam 3 jam produktif (10800 detik) sebelum istirahat sebanyak 15 unit dengan komulatif waktu sebesar 10558,65 detik.

5.2 Kurva Kelupaan Perusahaan

Kurva Kelupaan adalah kurva yang menggambarkan penurunan ingatan dalam satuan waktu. Yang mengacu pada kekuatan memori dan daya rekam otak. Dengan menggunakan kurva kelupaan dapat mengetahui fungsi dari lamanya istirahat dan dapat memperlihatkan cara untuk mengembangkan fungsi waktu istirahat pada performansi kerja karena pada dasarnya pekerja memiliki kemampuan kerja dan daya ingat yang berbeda, sehingga performansi kerja yang dimiliki berbeda pula.

Untuk presentase kurva kelupaan perusahaan diketahui sebesar 92,9612%. Berdasarkan data di atas, rata-rata waktu T_1 pada sesi setelah istirahat di dapatkan \bar{T}_1 selama 1093,14 detik. Dengan menggunakan presentase kurva belajar perusahaan, sebesar 93,24%. Diperoleh N maksimal sebanyak 11 unit dengan estimasi waktu sebesar 10037,77 detik atau kurang lebih 3 jam produktif. Dengan asumsi bahwa, semua pendekatan yang hampir sama kurva belajar yang serupa dapat digunakan untuk kedua model baik kurva belajar ataupun kurva kelupaan. Maka dari itu, untuk mengetahui perbedaan *output* maksimal pada sebelum dan sesudah istirahat digunakan presentase kurva belajar perusahaan sebesar 93,24%,

Terjadinya penurunan waktu dan jumlah yang dihasilkan yang terjadi pada kurva kelupaan disebabkan karena kemungkinan operator mengalami kelupaan dengan pekerjaan yang dikerjakan sebelumnya, karena faktor – faktor yang mempengaruhi kelupaan oleh pekerja antara lain karena kelelahan, faktor psikologis pekerja, komunikasi, dan tingkat kesulitan yang dipengaruhi oleh kondisi bahan baku utama.

5.3 Pengaruh Kurva Belajar Terhadap Penjadwalan Perusahaan

Dengan asumsi bahwa efisiensi meningkat dan jumlah input tenaga kerja langsung (jam) yang melakukan operasi menurun. Produktifitas akan meningkat sesuai dengan periode waktu tertentu, sehingga untuk menyeimbangkan dan meningkatkan presentase belajar pada stasiun yang mempunyai presentase terendah adalah dengan cara meningkatkan waktu operasi. Dengan semakin lancarnya pelaksanaan pekerjaan maka semakin cepat pekerjaan tersebut selesai. Untuk meningkatkan waktu operasi dapat dilakukan dengan cara memberikan pelatihan kepada operator sehingga pengalaman dan wawasannya semakin luas. Dengan mempunyai tingkat pengalaman yang tinggi, maka akan lebih mudah bagi operator menemukan cara atau gerakan – gerakan ekonomis dalam menyelesaikan pekerjaannya. Selain itu, tingkat adaptasi operator pun akan meningkat sehingga apabila produk yang dihasilkan mengalami inovasi baru atau bentuk baru akan lebih mudah beradaptasi dan mempelajarinya.

Pada output pada 3 jam produktif sebelum istirahat adalah 15 produk dan 11 produk untuk setelah istirahat. Jadi apabila pekerja melakukan pekerjaan selama 8 jam sehari, dan diambil waktu produktif adalah 6 jam (3 jam sebelum dan setelah istirahat) maka dalam satu hari kerja dapat menghasilkan 26 produk. Kemudian dapat dijadwalkan sesuai dengan pesanan yang didapat perusahaan. Sebagai contoh apabila mendapat pesanan sebanyak 100 produk, maka dapat dijadwalkan dalam ± 5 hari kerja. Dengan data ini perusahaan dapat menggunakannya sebagai acuan dalam penjadwalan produksi, penjadwalan bahan baku ataupun penjadwalan perawatan mesin apabila diperlukan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran terhadap hasil yang telah dicapai. Selanjutnya dapat disampaikan rekomendasi penelitian selanjutnya.

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian mengenai kurva belajar dan kurva kelupaan pada perusahaan dapat didapatkan beberapa kesimpulan. Kesimpulan yang didapat menjadi jawaban dari rumusan masalah yang telah ditentukan diawal adalah sebagai berikut :

1. Pada stasiun 1 atau pada proses pembuatan tutup saku presentase kurva belajar sebesar 76,05%. Pada proses pembuatan saku sebesar 89,06%. Proses pembuatan blekser luar sebesar 98,46%. Proses pembuatan *body* belakang sebesar 59,32%. Proses pembuatan blekser dalam sebesar 87,29%. Proses pembuatan lengan sebesar 72,02%. Proses pembuatan krah sebesar 94,5%. Proses obras sebesar 87,53%. Proses pemasangan label sebesar 92,49%. Proses pemasangan lengan sebesar 94,09%. Dan yang terakhir, proses kelim bawah 94,49%. Untuk presentase kurva belajar perusahaan didapatkan sebesar 93,24% dan presentase kurva kelupaan perusahaan didapatkan sebesar 92,9612%

2. Output yang bisa dihasilkan selama 6 jam produktif adalah sebanyak 26 produk dan akan digunakan sebagai dasar penjadwalan produksi.

6.2 Saran

Saran diberikan penulis sebagai acuan untuk perbaikan dan penyempurnaan penelitian yang dapat dilakukan di waktu mendatang, diantaranya adalah :

1. Untuk meningkatkan tingkat pembelajaran pada pekerja diperlukan pelatihan agar keterampilan dan wawasan semakin meningkat.
2. Diperlukan juga pemberian motivasi tentang peningkatan prestasi pekerjaan.
3. Dari hasil penelitian ini maka disarankan untuk dilakukan penelitian lanjutan dengan mempertimbangkan faktor kelelahan pekerja atau mengubah lamanya waktu istirahat pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Anzanello, M.J., Fogliatto, F.S. (2010). Scheduling learning dependent jobs in customized assembly lines. *International Journal of Production Research* 48 (13), 6683-6699.
- Argote, L. (1999). *Organizational Learning: Creating, Retaining and Transferring Knowledge*. Springer, New York.
- Askin, R., Goldberg, J. (2001). *Design and Analisis of Lean Production Systems*. John Wiley & Sons, New York.
- Badiru, A.B. (1992). Computational survey of univariate and multivariate learning curve models. *IEEE Transactions on Engineering Management* 39 (2), 176-188.
- Baloff, N. (1966). The learning curvesome controversial issues. *The Journal of Industrial Economics* 14 (3), 275-282
- Bernardin dan Russel. (2000) *Human Resources Management*. New York: Mc Graw Hill.
- Biskup, D. (1999). Single-machine scheduling with learning considerations. *European Journal of Operational Research* 115 (1), 173-178.
- Blancett, R.S. (2002). Learning from productivity learning curves. *Research-Technology Management* 43 (3), 54-58.
- Cascio, W. F. (1992). *Managing Human Resources : Productivity, Quality of Work. Life, Profits*. New York : Mc- Graw Hill Company.
- Chairul Saleh. (2014). *Kurva Belajar Dan Kelupaan*. Yogyakarta : Jaya Abadi
- Cook, J.A. (1991). Competitive model of the Japanese firm. *Journal of Policy Modelling* 13 (1), 93-114.
- Dar-El, E.M. (2000). *Human Learning: from Learning Curves to Learning Organizations.*, Massachusetts.
- Fioretti, G. (2007). The organizational learning curve. *European Journal of Operational Research*, 177 (3), 1375-1384.
- Franceschini, F., Galetto, M. (2002). Asymptotic defectiveness of manufacturing plants: an estimate based on process learning. *International Journal of Production Research* 40 (3), 537-545.
- Gazpersz, Vincent. (2000). *Manajemen Produktivitas Total*. Jakarta: PT. Gramedia Putaka Utama
- Globerson, S., Gold, D. (1997). Statistical attributes of the power learning curve model. *International Journal of Production Research* 35 (3), 699-711.
- Gomes, Faustino Cardoso. (1997). *Manajemen Sumber Daya Manusia*. Yogyakarta : Andi Offset

- Howard, R.W. (2014). Learning curves in highly skilled chess players : A test o the generality of power law of practice. *Acta Pstchologica 151*, (2014) 16-23
- Hurley, J.W. (1996). When are we going to change the learning curve lecture?. *Computers Operations Research 23 (5)*, 509-511.
- Indra Gunawan., (2009). Implementation of Lean Manufacturing Through Learning Curve Modelling for Labour Forecast. *Department of Mechanical and Manufacturing Engineering Auckland University of Technology*, Auckland, New Zealand
- Jaber, M., Saadany, A. (2011). An economic production and manufacturing model with learning effects. *International Journal of Production Economics 131 (1)*, 115-127.
- Jaber, M.Y., Bonney, M. (1996). Production breaks and the learning curve: the forgetting phenomenon. *Applied Mathematics Modelling 20 (2)*, 162-169.
- Knecht, G.R. (1974). Cotsing, technological growth and generalized learning curves. *Operational Research Quarterly*, 487- 491.
- Lee, Wen-Chiung. (2011). Scheduling with general position – based learning curves. *Information Sciences 181*, (2014) 5515-5522
- Li, G., Rajagopalan, S.(1998). A learning curve model with knowledge depreciation. *European Journal of Operational Research 105 (1)*, 143-154.
- Mali, Paul. (1998). *Improving Total Productivity*. Canada: John Wiley and Sons inc.
- Malyusz, L. and Pem, A. (2014). Predicting future performance by learning curve. *Procedia – Social and Behavioral Sciences, 119 (2014)*, 368-376
- Mazur, J.E., & Hastie, R. (1978). Learning as accumulation: A reexamination of the learning curve. *Psychological Bulletin, 85(6)*, 1256
- Mosheiov, G. (2001). Scheduling problems with learning effect. *European Journal of Operational Research 132 (3)*, 687-693.
- Nembhard, D.A., Uzumeri, M.V. (2000a). An individual-based description of learning within an organization. *IEEE Transactions on Engineering Management 47 (3)*, 370e378.
- Pinedo, M. (2008). *Scheduling, Theory, Algorithms and Systems*. Springer, New York
- Teng, J.-T., Lou, K.-R dan Wang, Lu.(2013). Optimal trade credit and lot size policies in economic production quantity models with learning curve production costs. *International Journal of Production Economics (2013)*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijpe.2013.10.012>
- Teplitz, C.J. (1991). *The Learning Curve Deskbook: A Reference Guide to Theory, Calculations and Applications*. Quorum Books, New York.
- Terwiesch, C., Bohn, R. (2001). Learning and process improvement during production ramp-up. *International Journal of Production Economics 70 (1)*, 1e19.
- Tompkins, J.A. (2010). *Facilities Planning*. John Wiley & Sons.
- Towill, D.R. (1990). Forecasting learning curves. *International Journal of Forecasting 6 (1)*, 25e38.

- Vits, J., Gelders, L. (2002). Performance improvement theory. *International Journal of Production Economics* 77 (3), 285e298
- Wahab, M., Jaber, M. (2010). Economic order quantity model for items with imperfect quality, different holding costs, and learning effects: a note. *Computers & Industrial Engineering* 58 (1), 186e190.
- Wright, T.P. (1936). Factors affecting the cost of airplanes. *Journal of the Aeronautical Sciences* 3, 122e128.
- Yelle, L.E. (1979). The learning curve: historical review and comprehensive survey. *Decision Science* 10 (2), 302e328.

LAMPIRAN

Lampiran Tabel 1. Kurva Belajar Pembuatan Saku

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	19,7	19,7	34,3212	15,05718	19,7	15,05718
2	15,19	17,54674	32,16795	14,60565	17,54674	14,60565
3	10,1	16,39799	31,01919	14,23447	16,39799	14,23447
4	14,98	15,62884	30,25005	13,92058	15,62884	13,92058
5	16,88	15,05718	29,67838	13,64945	15,05718	13,64945
6	17,14	14,60565	29,22685	13,4114	14,60565	13,4114
7	16,93	14,23447	28,85567	13,19963	14,23447	13,19963
8	16,63	13,92058	28,54178	13,00922	13,92058	13,00922
9	17,67	13,64945	28,27065	12,83649	13,64945	12,83649
10	10,18	13,4114	28,0326	12,67861	13,4114	12,67861
11	10,54	13,19963	27,82083	12,53338	13,19963	12,53338
12	8,79	13,00922	27,63042	12,39902	13,00922	12,39902
13	19,88	12,83649	27,45769	12,27413	12,83649	12,27413
14	15,86	12,67861	27,29981	12,15753	12,67861	12,15753
15	9,76	12,53338	27,15458	12,04826	12,53338	12,04826
16	6,88	12,39902	27,02023	11,9455	12,39902	11,9455
17	8,54	12,27413	26,89533	11,84857	12,27413	11,84857
18	8,31	12,15753	26,77873	11,75688	12,15753	11,75688
19	8,66	12,04826	26,66946	11,66993	12,04826	11,66993
20	7,96	11,9455	26,5667	11,58728	11,9455	11,58728
21	8,66	11,84857	26,46977	11,50856	11,84857	11,50856
22	8,58	11,75688	26,37808	11,43343	11,75688	11,43343
23	7,53	11,66993	26,29113	11,3616	11,66993	11,3616
24	8,6	11,58728	26,20848	11,29281	11,58728	11,29281
25	8,33	11,50856	26,12976	11,22683	11,50856	11,22683
26	10,86	11,43343	26,05463	11,16345	11,43343	11,16345
27	10,65	11,3616	25,9828	11,10249	11,3616	11,10249
28	10,75	11,29281	25,91401	11,04378	11,29281	11,04378
29	9,8	11,22683	25,84803	10,98718	11,22683	10,98718
30	9,79	11,16345	25,78465	10,93254	11,16345	10,93254
31	9,54	11,10249	25,72369	10,87975	11,10249	10,87975
32	8,15	11,04378	25,66498	10,82869	11,04378	10,82869
33	8,96	10,98718	25,60838	10,77925	10,98718	10,77925

34	9,31	10,93254	25,55374	10,73136	10,93254	10,73136
No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
35	8,36	10,87975	25,50095	10,68491	10,87975	10,68491
36	9,08	10,82869	25,44989	10,63983	10,82869	10,63983
37	17,81	10,77925	25,40045	10,59604	10,77925	10,59604
38	14,88	10,73136	25,35256	10,55349	10,73136	10,55349
39	13,16	10,68491	25,30611	10,5121	10,68491	10,5121
40	10,87	10,63983	25,26103	10,47182	10,63983	10,47182
41	7,03	10,59604	25,21725	10,4326	10,59604	10,4326
42	7,77	10,55349	25,17469	10,39438	10,55349	10,39438
43	8,5	10,5121	25,1333	10,35712	10,5121	10,35712
44	7,71	10,47182	25,09303	10,32077	10,47182	10,32077
45	7,22	10,4326	25,0538	10,28529	10,4326	10,28529
46	7,14	10,39438	25,01558	10,25065	10,39438	10,25065
47	7,15	10,35712	24,97832	10,21681	10,35712	10,21681
48	7,66	10,32077	24,94197	10,18373	10,32077	10,18373

Lampiran Tabel 2. Kurva Belajar Pembuatan Blekser Luar

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	126,12	126,12	216,5662	121,6825	126,12	121,6825
2	137,77	124,1894	214,6355	121,1897	124,1894	121,1897
3	102,88	123,0737	213,5199	120,7747	123,0737	120,7747
4	118,01	122,2883	212,7345	120,4163	122,2883	120,4163
5	84,09	121,6825	212,1287	120,1011	121,6825	120,1011
6	77,76	121,1897	211,6359	119,8198	121,1897	119,8198
7	84,45	120,7747	211,2209	119,5659	120,7747	119,5659
8	94,23	120,4163	210,8625	119,3346	120,4163	119,3346
9	71,12	120,1011	210,5472	119,1222	120,1011	119,1222
10	84,45	119,8198	210,266	118,9259	119,8198	118,9259
11	118,33	119,5659	210,0121	118,7434	119,5659	118,7434
12	87,28	119,3346	209,7808	118,573	119,3346	118,573
13	121,21	119,1222	209,5684	118,4131	119,1222	118,4131
14	105,9	118,9259	209,3721	118,2626	118,9259	118,2626
15	113,77	118,7434	209,1896	118,1203	118,7434	118,1203
16	85,19	118,573	209,0192	117,9856	118,573	117,9856
17	94,18	118,4131	208,8593	117,8575	118,4131	117,8575
18	73,37	118,2626	208,7087	117,7356	118,2626	117,7356
19	91,27	118,1203	208,5665	117,6192	118,1203	117,6192
20	89,43	117,9856	208,4318	117,5078	117,9856	117,5078

21	98,87	117,8575	208,3037	117,4011	117,8575	117,4011
No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
22	86,13	117,7356	208,1818	117,2987	117,7356	117,2987
23	85,42	117,6192	208,0653	117,2002	117,6192	117,2002
24	84,27	117,5078	207,954	117,1054	117,5078	117,1054
25	85,18	117,4011	207,8473	117,0139	117,4011	117,0139
26	128,09	117,2987	207,7448	116,9257	117,2987	116,9257
27	109,14	117,2002	207,6464	116,8404	117,2002	116,8404
28	110,98	117,1054	207,5515	116,7579	117,1054	116,7579
29	83,78	117,0139	207,4601	116,6779	117,0139	116,6779
30	78,23	116,9257	207,3719	116,6004	116,9257	116,6004
31	75,21	116,8404	207,2866	116,5252	116,8404	116,5252
32	82,76	116,7579	207,204	116,4522	116,7579	116,4522
33	74,15	116,6779	207,1241	116,3812	116,6779	116,3812
34	74,97	116,6004	207,0466	116,3122	116,6004	116,3122
35	87,66	116,5252	206,9714	116,2449	116,5252	116,2449
36	86,57	116,4522	206,8984	116,1795	116,4522	116,1795
37	94,16	116,3812	206,8274	116,1156	116,3812	116,1156
38	72,37	116,3122	206,7583	116,0534	116,3122	116,0534
39	89,25	116,2449	206,6911	115,9926	116,2449	115,9926
40	77,31	116,1795	206,6256	115,9333	116,1795	115,9333
41	85,38	116,1156	206,5618	115,8753	116,1156	115,8753
42	96,25	116,0534	206,4996	115,8187	116,0534	115,8187
43	93,16	115,9926	206,4388	115,7632	115,9926	115,7632
44	87,4	115,9333	206,3795	115,709	115,9333	115,709
45	89,37	115,8753	206,3215	115,6559	115,8753	115,6559
46	87,12	115,8187	206,2648	115,6039	115,8187	115,6039
47	88,1	115,7632	206,2094	115,553	115,7632	115,553
48	82,98	115,709	206,1552	115,5031	115,709	115,5031

Lampiran Tabel 3. Kurva Belajar Pembuatan *Body* Belakang

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	53,26	53,26	610,9096	15,84379	53,26	15,84379
2	50,13	31,59598	589,2455	13,81055	31,59598	13,81055
3	50,99	23,27985	580,9294	12,29643	23,27985	12,29643
4	49,76	18,74401	576,3936	11,1197	18,74401	11,1197
5	48,71	15,84379	573,4933	10,17558	15,84379	10,17558
6	50,13	13,81055	571,4601	9,399175	13,81055	9,399175
7	48,2	12,29643	569,946	8,747987	12,29643	8,747987
8	49,9	11,1197	568,7693	8,192974	11,1197	8,192974
9	50,3	10,17558	567,8251	7,713561	10,17558	7,713561
10	48,93	9,399175	567,0487	7,29474	9,399175	7,29474
11	48,61	8,747987	566,3975	6,925293	8,747987	6,925293
12	45,98	8,192974	565,8425	6,596656	8,192974	6,596656
13	50,8	7,713561	565,3631	6,302167	7,713561	6,302167
14	48,91	7,29474	564,9443	6,036567	7,29474	6,036567
15	47,14	6,925293	564,5748	5,795641	6,925293	5,795641
16	46,18	6,596656	564,2462	5,57597	6,596656	5,57597
17	46,81	6,302167	563,9517	5,37475	6,302167	5,37475
18	47,11	6,036567	563,6861	5,189659	6,036567	5,189659
19	45,91	5,795641	563,4452	5,018755	5,795641	5,018755
20	48,18	5,57597	563,2255	4,860403	5,57597	4,860403
21	47,16	5,37475	563,0243	4,713212	5,37475	4,713212
22	47,52	5,189659	562,8392	4,575995	5,189659	4,575995
23	48,18	5,018755	562,6683	4,447731	5,018755	4,447731
24	50,89	4,860403	562,51	4,327534	4,860403	4,327534
25	45,87	4,713212	562,3628	4,214636	4,713212	4,214636
26	49,71	4,575995	562,2256	4,108363	4,575995	4,108363
27	47,54	4,447731	562,0973	4,008126	4,447731	4,008126
28	47,98	4,327534	561,9771	3,913402	4,327534	3,913402
29	49,71	4,214636	561,8642	3,82373	4,214636	3,82373
30	40,17	4,108363	561,7579	3,7387	4,108363	3,7387
31	40,14	4,008126	561,6577	3,657944	4,008126	3,657944
32	40,98	3,913402	561,563	3,581135	3,913402	3,581135
33	39,16	3,82373	561,4733	3,507978	3,82373	3,507978
34	38,88	3,7387	561,3883	3,438208	3,7387	3,438208
35	37,87	3,657944	561,3075	3,371584	3,657944	3,371584
36	38,11	3,581135	561,2307	3,30789	3,581135	3,30789
37	37,05	3,507978	561,1575	3,246928	3,507978	3,246928
38	36,41	3,438208	561,0878	3,188518	3,438208	3,188518

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
39	35,13	3,371584	561,0211	3,132497	3,371584	3,132497
40	33,98	3,30789	560,9574	3,078715	3,30789	3,078715
41	35,75	3,246928	560,8965	3,027034	3,246928	3,027034
42	36,58	3,188518	560,8381	2,977328	3,188518	2,977328
43	35,23	3,132497	560,7821	2,929481	3,132497	2,929481
44	30,16	3,078715	560,7283	2,883387	3,078715	2,883387
45	36,14	3,027034	560,6766	2,838946	3,027034	2,838946
46	37,17	2,977328	560,6269	2,796067	2,977328	2,796067
47	30,03	2,929481	560,579	2,754666	2,929481	2,754666
48	30,19	2,883387	560,5329	2,714665	2,883387	2,714665

Lampiran Tabel 4. Kurva Belajar Pembuatan Blekser Dalam

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	35,95	35,95	88,63022	26,22082	35,95	26,22082
2	30,87	31,38149	84,06171	25,3	31,38149	25,3
3	30,76	28,98317	81,66339	24,54673	28,98317	24,54673
4	29,7	27,39354	80,07376	23,91238	27,39354	23,91238
5	28,17	26,22082	78,90104	23,36646	26,22082	23,36646
6	26,09	25,3	77,98022	22,88868	25,3	22,88868
7	30,16	24,54673	77,22696	22,46491	24,54673	22,46491
8	30,77	23,91238	76,5926	22,08488	23,91238	22,08488
9	32,71	23,36646	76,04668	21,74098	23,36646	21,74098
10	28,98	22,88868	75,56891	21,42734	22,88868	21,42734
11	33,13	22,46491	75,14513	21,13943	22,46491	21,13943
12	28,91	22,08488	74,76511	20,8736	22,08488	20,8736
13	28,17	21,74098	74,4212	20,62694	21,74098	20,62694
14	26,61	21,42734	74,10757	20,39706	21,42734	20,39706
15	26,31	21,13943	73,81965	20,18196	21,13943	20,18196
16	21,09	20,8736	73,55382	19,98	20,8736	19,98
17	24,05	20,62694	73,30717	19,78977	20,62694	19,78977
18	22,55	20,39706	73,07728	19,61007	20,39706	19,61007
19	29,63	20,18196	72,86218	19,4399	20,18196	19,4399
20	35,11	19,98	72,66022	19,27834	19,98	19,27834
21	26,7	19,78977	72,46999	19,12465	19,78977	19,12465
22	27,87	19,61007	72,2903	18,97814	19,61007	18,97814
23	28,41	19,4399	72,12012	18,83822	19,4399	18,83822
24	28,25	19,27834	71,95857	18,70436	19,27834	18,70436
25	35,88	19,12465	71,80487	18,57611	19,12465	18,57611

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
26	30,89	18,97814	71,65836	18,45304	18,97814	18,45304
27	30,01	18,83822	71,51844	18,33477	18,83822	18,33477
28	29,77	18,70436	71,38459	18,22099	18,70436	18,22099
29	26,76	18,57611	71,25633	18,11138	18,57611	18,11138
30	24,34	18,45304	71,13326	18,00568	18,45304	18,00568
31	26,87	18,33477	71,015	17,90363	18,33477	17,90363
32	25,98	18,22099	70,90121	17,80501	18,22099	17,80501
33	27,67	18,11138	70,79161	17,70961	18,11138	17,70961
34	26,9	18,00568	70,6859	17,61724	18,00568	17,61724
35	27,54	17,90363	70,58385	17,52774	17,90363	17,52774
36	27,29	17,80501	70,48523	17,44095	17,80501	17,44095
37	26,87	17,70961	70,38983	17,35671	17,70961	17,35671
38	28,7	17,61724	70,29747	17,27489	17,61724	17,27489
39	27,54	17,52774	70,20797	17,19537	17,52774	17,19537
40	29,54	17,44095	70,12117	17,11803	17,44095	17,11803
41	28,65	17,35671	70,03693	17,04277	17,35671	17,04277
42	28,14	17,27489	69,95511	16,96948	17,27489	16,96948
43	29,79	17,19537	69,87559	16,89807	17,19537	16,89807
44	26,65	17,11803	69,79826	16,82846	17,11803	16,82846
45	21,22	17,04277	69,72299	16,76056	17,04277	16,76056
46	24,76	16,96948	69,6497	16,6943	16,96948	16,6943
47	26,98	16,89807	69,5783	16,6296	16,89807	16,6296
48	24,66	16,82846	69,50868	16,56641	16,82846	16,56641

Lampiran Tabel 5. Kurva Belajar Pembuatan Lengan

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	50,03	50,03	145,7857	23,35261	50,03	23,35261
2	18,87	36,03477	131,7905	21,42155	36,03477	21,42155
3	16,14	29,74127	125,497	19,91397	29,74127	19,91397
4	16,37	25,95452	121,7102	18,69409	25,95452	18,69409
5	18,18	23,35261	119,1083	17,68026	23,35261	17,68026
6	25,1	21,42155	117,1772	16,82003	21,42155	16,82003
7	21,51	19,91397	115,6697	16,07797	19,91397	16,07797
8	24,13	18,69409	114,4498	15,42915	18,69409	15,42915
9	22,38	17,68026	113,436	14,85544	17,68026	14,85544
10	19,69	16,82003	112,5757	14,3433	16,82003	14,3433
11	21,81	16,07797	111,8337	13,8824	16,07797	13,8824
12	16,29	15,42915	111,1849	13,46467	15,42915	13,46467
13	30,18	14,85544	110,6111	13,08372	14,85544	13,08372
14	16,92	14,3433	110,099	12,73444	14,3433	12,73444
15	15,53	13,8824	109,6381	12,41263	13,8824	12,41263
16	14,2	13,46467	109,2204	12,11485	13,46467	12,11485
17	14,27	13,08372	108,8394	11,83823	13,08372	11,83823
18	14,56	12,73444	108,4901	11,58037	12,73444	11,58037
19	20,76	12,41263	108,1683	11,33923	12,41263	11,33923
20	18,26	12,11485	107,8706	11,11305	12,11485	11,11305
21	11,35	11,83823	107,5939	10,90035	11,83823	10,90035
22	16,99	11,58037	107,3361	10,69983	11,58037	10,69983
23	15,83	11,33923	107,0949	10,51036	11,33923	10,51036
24	21,27	11,11305	106,8688	10,33096	11,11305	10,33096
25	20,65	10,90035	106,6561	10,16075	10,90035	10,16075
26	20,41	10,69983	106,4555	9,998982	10,69983	9,998982
27	19,89	10,51036	106,2661	9,844968	10,51036	9,844968
28	17,66	10,33096	106,0867	9,698105	10,33096	9,698105
29	26,3	10,16075	105,9165	9,557853	10,16075	9,557853
30	26,54	9,998982	105,7547	9,423726	9,998982	9,423726
31	26,06	9,844968	105,6007	9,29529	9,844968	9,29529
32	27,33	9,698105	105,4538	9,172149	9,698105	9,172149
33	26,9	9,557853	105,3136	9,053947	9,557853	9,053947
34	26,04	9,423726	105,1794	8,940361	9,423726	8,940361
35	15,1	9,29529	105,051	8,831095	9,29529	8,831095
36	23,17	9,172149	104,9279	8,725882	9,172149	8,725882
37	15,12	9,053947	104,8096	8,624474	9,053947	8,624474
38	15,31	8,940361	104,6961	8,526646	8,940361	8,526646

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
39	16,36	8,831095	104,5868	8,432191	8,831095	8,432191
40	15,1	8,725882	104,4816	8,340918	8,725882	8,340918
41	19,11	8,624474	104,3802	8,252652	8,624474	8,252652
42	15,31	8,526646	104,2823	8,167229	8,526646	8,167229
43	14,36	8,432191	104,1879	8,084499	8,432191	8,084499
44	18,19	8,340918	104,0966	8,004323	8,340918	8,004323
45	14,15	8,252652	104,0084	7,926571	8,252652	7,926571
46	14,18	8,167229	103,9229	7,851123	8,167229	7,851123
47	15,95	8,084499	103,8402	7,777865	8,084499	7,777865
48	15,32	8,004323	103,76	7,706694	8,004323	7,706694

Lampiran Tabel 6. Kurva Belajar Pembuatan Krah

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	136,72	136,72	310,1219	120,0653	136,72	120,0653
2	126,93	129,2813	302,6832	118,3114	129,2813	118,3114
3	135,94	125,1189	298,5208	116,8485	125,1189	116,8485
4	136,77	122,2472	295,6492	115,5959	122,2472	115,5959
5	135,66	120,0653	293,4672	114,5023	120,0653	114,5023
6	136,83	118,3114	291,7133	113,5327	118,3114	113,5327
7	129,93	116,8485	290,2504	112,6627	116,8485	112,6627
8	128,98	115,5959	288,9979	111,8742	115,5959	111,8742
9	129,06	114,5023	287,9042	111,1538	114,5023	111,1538
10	129,18	113,5327	286,9346	110,491	113,5327	110,491
11	129,74	112,6627	286,0646	109,8774	112,6627	109,8774
12	129,46	111,8742	285,2761	109,3065	111,8742	109,3065
13	130,86	111,1538	284,5557	108,773	111,1538	108,773
14	140,9	110,491	283,8929	108,2723	110,491	108,2723
15	129,41	109,8774	283,2793	107,8009	109,8774	107,8009
16	130,79	109,3065	282,7084	107,3555	109,3065	107,3555
17	129,83	108,773	282,1749	106,9336	108,773	106,9336
18	129,23	108,2723	281,6743	106,5329	108,2723	106,5329
19	130,22	107,8009	281,2028	106,1513	107,8009	106,1513
20	129,77	107,3555	280,7574	105,7873	107,3555	105,7873
21	129,81	106,9336	280,3355	105,4393	106,9336	105,4393
22	130,19	106,5329	279,9348	105,1061	106,5329	105,1061
23	135,9	106,1513	279,5532	104,7864	106,1513	104,7864
24	134,17	105,7873	279,1892	104,4793	105,7873	104,4793
25	126,26	105,4393	278,8412	104,1838	105,4393	104,1838

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
26	129,72	105,1061	278,508	103,8991	105,1061	103,8991
27	129,65	104,7864	278,1883	103,6245	104,7864	103,6245
28	128,95	104,4793	277,8812	103,3593	104,4793	103,3593
29	128,8	104,1838	277,5857	103,1029	104,1838	103,1029
30	129,17	103,8991	277,301	102,8548	103,8991	102,8548
31	126,45	103,6245	277,0264	102,6145	103,6245	102,6145
32	135,77	103,3593	276,7612	102,3814	103,3593	102,3814
33	130,42	103,1029	276,5048	102,1552	103,1029	102,1552
34	134,05	102,8548	276,2567	101,9356	102,8548	101,9356
35	133,71	102,6145	276,0164	101,7221	102,6145	101,7221
36	132,45	102,3814	275,7833	101,5145	102,3814	101,5145
37	131,49	102,1552	275,5572	101,3124	102,1552	101,3124
38	130,16	101,9356	275,3375	101,1155	101,9356	101,1155
39	130,08	101,7221	275,124	100,9236	101,7221	100,9236
40	128,86	101,5145	274,9164	100,7366	101,5145	100,7366
41	129,22	101,3124	274,7143	100,554	101,3124	100,554
42	130,14	101,1155	274,5174	100,3758	101,1155	100,3758
43	130,02	100,9236	274,3255	100,2017	100,9236	100,2017
44	129,56	100,7366	274,1385	100,0316	100,7366	100,0316
45	129,98	100,554	273,9559	99,86524	100,554	99,86524
46	128,65	100,3758	273,7777	99,70254	100,3758	99,70254
47	127,15	100,2017	273,6036	99,54331	100,2017	99,54331
48	126,87	100,0316	273,4335	99,38742	100,0316	99,38742

Lampiran Tabel 7. Kurva Belajar Obras

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	130,19	130,19	371,3855	95,5673	130,19	95,5673
2	130,02	113,9597	355,1552	92,27819	113,9597	92,27819
3	127,93	105,4205	346,616	89,58575	105,4205	89,58575
4	128,11	99,75283	340,9483	87,31704	99,75283	87,31704
5	129,55	95,5673	336,7628	85,36363	95,5673	85,36363
6	130,61	92,27819	333,4736	83,65331	92,27819	83,65331
7	130,17	89,58575	330,7812	82,13567	89,58575	82,13567
8	128,18	87,31704	328,5125	80,77423	87,31704	80,77423
9	126,19	85,36363	326,5591	79,54177	85,36363	79,54177
10	128,94	83,65331	324,8488	78,41745	83,65331	78,41745
11	127,46	82,13567	323,3311	77,38503	82,13567	77,38503
12	125,84	80,77423	321,9697	76,43157	80,77423	76,43157
13	126,61	79,54177	320,7372	75,54664	79,54177	75,54664
14	129,74	78,41745	319,6129	74,72169	78,41745	74,72169
15	136,56	77,38503	318,5805	73,94965	77,38503	73,94965
16	120,85	76,43157	317,627	73,22459	76,43157	73,22459
17	118,78	75,54664	316,7421	72,54151	75,54664	72,54151
18	119,74	74,72169	315,9171	71,89615	74,72169	71,89615
19	118,54	73,94965	315,1451	71,28484	73,94965	71,28484
20	118,63	73,22459	314,42	70,70443	73,22459	70,70443
21	117,85	72,54151	313,737	70,15216	72,54151	70,15216
22	118,46	71,89615	313,0916	69,62561	71,89615	69,62561
23	119,72	71,28484	312,4803	69,12267	71,28484	69,12267
24	130,99	70,70443	311,8999	68,64146	70,70443	68,64146
25	130,8	70,15216	311,3476	68,18032	70,15216	68,18032
26	122,76	69,62561	310,8211	67,73775	69,62561	67,73775
27	122,84	69,12267	310,3181	67,31243	69,12267	67,31243
28	122,1	68,64146	309,8369	66,90316	68,64146	66,90316
29	122,78	68,18032	309,3758	66,50885	68,18032	66,50885
30	119,84	67,73775	308,9332	66,12854	67,73775	66,12854
31	121,78	67,31243	308,5079	65,76134	67,31243	65,76134
32	120,78	66,90316	308,0986	65,40644	66,90316	65,40644
33	119,53	66,50885	307,7043	65,06309	66,50885	65,06309
34	118,64	66,12854	307,324	64,73064	66,12854	64,73064
35	119,94	65,76134	306,9568	64,40845	65,76134	64,40845
36	118,15	65,40644	306,6019	64,09597	65,40644	64,09597
37	119,68	65,06309	306,2586	63,79266	65,06309	63,79266
38	118,9	64,73064	305,9261	63,49805	64,73064	63,49805

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
39	117,54	64,40845	305,6039	63,21168	64,40845	63,21168
40	119,54	64,09597	305,2914	62,93314	64,09597	62,93314
41	118,65	63,79266	304,9881	62,66205	63,79266	62,66205
42	118,14	63,49805	304,6935	62,39805	63,49805	62,39805
43	120,79	63,21168	304,4071	62,1408	63,21168	62,1408
44	116,65	62,93314	304,1286	61,88999	62,93314	61,88999
45	111,22	62,66205	303,8575	61,64534	62,66205	61,64534
46	114,76	62,39805	303,5935	61,40657	62,39805	61,40657
47	116,98	62,1408	303,3363	61,17343	62,1408	61,17343
48	114,66	61,88999	303,0855	60,94567	61,88999	60,94567

Lampiran Tabel 8. Kurva Belajar Pemasangan Label

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	55,32	55,32	126,7411	46,14781	55,32	46,14781
2	54,21	51,16518	122,5863	45,20976	51,16518	45,20976
3	54,98	48,88097	120,3021	44,43154	48,88097	44,43154
4	53,17	47,32241	118,7436	43,76826	47,32241	43,76826
5	52,66	46,14781	117,569	43,19142	46,14781	43,19142
6	49,88	45,20976	116,6309	42,68187	45,20976	42,68187
7	48,15	44,43154	115,8527	42,2261	44,43154	42,2261
8	49,14	43,76826	115,1894	41,81427	43,76826	41,81427
9	50,22	43,19142	114,6126	41,43897	43,19142	41,43897
10	49,99	42,68187	114,103	41,09451	42,68187	41,09451
11	47,63	42,2261	113,6473	40,77639	42,2261	40,77639
12	48,98	41,81427	113,2354	40,48104	41,81427	40,48104
13	58,77	41,43897	112,8601	40,20555	41,43897	40,20555
14	58,92	41,09451	112,5157	39,94752	41,09451	39,94752
15	56,55	40,77639	112,1975	39,70498	40,77639	39,70498
16	56,35	40,48104	111,9022	39,47624	40,48104	39,47624
17	50,7	40,20555	111,6267	39,25989	40,20555	39,25989
18	49,84	39,94752	111,3687	39,05471	39,94752	39,05471
19	49,62	39,70498	111,1261	38,85965	39,70498	38,85965
20	49,63	39,47624	110,8974	38,67381	39,47624	38,67381
21	50,22	39,25989	110,681	38,49639	39,25989	38,49639
22	50,15	39,05471	110,4759	38,32669	39,05471	38,32669
23	49,84	38,85965	110,2808	38,16411	38,85965	38,16411
24	49,93	38,67381	110,095	38,0081	38,67381	38,0081
25	58,82	38,49639	109,9175	37,85816	38,49639	37,85816

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
26	50,86	38,32669	109,7478	37,71387	38,32669	37,71387
27	50,72	38,16411	109,5853	37,57483	38,16411	37,57483
28	49,16	38,0081	109,4292	37,4407	38,0081	37,4407
29	48,74	37,85816	109,2793	37,31115	37,85816	37,31115
30	48,3	37,71387	109,135	37,1859	37,71387	37,1859
31	50,34	37,57483	108,996	37,06468	37,57483	37,06468
32	50,17	37,4407	108,8618	36,94726	37,4407	36,94726
33	49,17	37,31115	108,7323	36,83341	37,31115	36,83341
34	48,94	37,1859	108,607	36,72293	37,1859	36,72293
35	47,85	37,06468	108,4858	36,61564	37,06468	36,61564
36	46,19	36,94726	108,3684	36,51137	36,94726	36,51137
37	46,03	36,83341	108,2546	36,40996	36,83341	36,40996
38	50,84	36,72293	108,1441	36,31127	36,72293	36,31127
39	50,14	36,61564	108,0368	36,21516	36,61564	36,21516
40	50,09	36,51137	107,9325	36,1215	36,51137	36,1215
41	49,62	36,40996	107,8311	36,03018	36,40996	36,03018
42	48,81	36,31127	107,7324	35,94109	36,31127	35,94109
43	46,63	36,21516	107,6363	35,85413	36,21516	35,85413
44	46,42	36,1215	107,5426	35,7692	36,1215	35,7692
45	48,91	36,03018	107,4513	35,68623	36,03018	35,68623
46	47,9	35,94109	107,3622	35,60511	35,94109	35,60511
47	49,12	35,85413	107,2753	35,52578	35,85413	35,52578
48	46,18	35,7692	107,1904	35,44816	35,7692	35,44816

Lampiran Tabel 9. Kurva Belajar Pemasangan Lengan

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	178,49	178,49	389,1738	154,9711	178,49	154,9711
2	159,17	167,9524	378,6362	152,5103	167,9524	152,5103
3	155,92	162,0791	372,7629	150,4603	162,0791	150,4603
4	158,63	158,0369	368,7207	148,7068	158,0369	148,7068
5	159,12	154,9711	365,6549	147,177	154,9711	147,177
6	167,18	152,5103	363,1941	145,8219	152,5103	145,8219
7	158,15	150,4603	361,1441	144,6069	150,4603	144,6069
8	150,09	148,7068	359,3906	143,5065	148,7068	143,5065
9	158,87	147,177	357,8608	142,5016	147,177	142,5016
10	150,03	145,8219	356,5058	141,5775	145,8219	141,5775
11	155,77	144,6069	355,2907	140,7225	144,6069	140,7225
12	150,82	143,5065	354,1903	139,9275	143,5065	139,9275
13	169,11	142,5016	353,1854	139,1847	142,5016	139,1847
14	168,8	141,5775	352,2613	138,488	141,5775	138,488
15	167,85	140,7225	351,4064	137,8322	140,7225	137,8322
16	159,93	139,9275	350,6113	137,213	139,9275	137,213
17	159,73	139,1847	349,8685	136,6265	139,1847	136,6265
18	159,64	138,488	349,1719	136,0697	138,488	136,0697
19	156,65	137,8322	348,5161	135,5397	137,8322	135,5397
20	159,63	137,213	347,8968	135,0342	137,213	135,0342
21	150,83	136,6265	347,3103	134,5511	136,6265	134,5511
22	158,14	136,0697	346,7535	134,0886	136,0697	134,0886
23	158,22	135,5397	346,2235	133,6451	135,5397	133,6451
24	159,39	135,0342	345,718	133,2191	135,0342	133,2191
25	158,42	134,5511	345,2349	132,8093	134,5511	132,8093
26	158,49	134,0886	344,7725	132,4146	134,0886	132,4146
27	159,43	133,6451	344,3289	132,034	133,6451	132,034
28	158,99	133,2191	343,9029	131,6665	133,2191	131,6665
29	158,91	132,8093	343,4931	131,3113	132,8093	131,3113
30	150,14	132,4146	343,0984	130,9676	132,4146	130,9676
31	150,7	132,034	342,7178	130,6347	132,034	130,6347
32	156,84	131,6665	342,3503	130,312	131,6665	130,312
33	150,22	131,3113	341,9951	129,999	131,3113	129,999
34	150,61	130,9676	341,6514	129,695	130,9676	129,695
35	150,77	130,6347	341,3185	129,3995	130,6347	129,3995
36	155,99	130,312	340,9959	129,1123	130,312	129,1123
37	160,18	129,999	340,6828	128,8327	129,999	128,8327
38	159,98	129,695	340,3788	128,5604	129,695	128,5604

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
39	154,77	129,3995	340,0834	128,2951	129,3995	128,2951
40	163,64	129,1123	339,7961	128,0364	129,1123	128,0364
41	159,87	128,8327	339,5165	127,7841	128,8327	127,7841
42	163,46	128,5604	339,2442	127,5377	128,5604	127,5377
43	161,98	128,2951	338,9789	127,2972	128,2951	127,2972
44	160,66	128,0364	338,7202	127,0621	128,0364	127,0621
45	155,73	127,7841	338,4679	126,8323	127,7841	126,8323
46	150,89	127,5377	338,2216	126,6076	127,5377	126,6076
47	149,94	127,2972	337,981	126,3876	127,2972	126,3876
48	149,98	127,0621	337,7459	126,1724	127,0621	126,1724

Lampiran Tabel 10. Kurva Belajar Kelim Bawah

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
1	180,67	180,67	294,9337	158,4234	180,67	158,4234
2	85,1	170,7296	284,9933	156,0826	170,7296	156,0826
3	83,48	165,1703	279,434	154,1306	165,1703	154,1306
4	85,55	161,336	275,5998	152,4594	161,336	152,4594
5	83,25	158,4234	272,6871	151,0003	158,4234	151,0003
6	86,07	156,0826	270,3464	149,707	156,0826	149,707
7	88,16	154,1306	268,3943	148,5465	154,1306	148,5465
8	97,22	152,4594	266,7231	147,495	152,4594	147,495
9	92,44	151,0003	265,264	146,5343	151,0003	146,5343
10	93,77	149,707	263,9707	145,6503	149,707	145,6503
11	86,4	148,5465	262,8103	144,8322	148,5465	144,8322
12	87,7	147,495	261,7587	144,0711	147,495	144,0711
13	106,11	146,5343	260,798	143,3597	146,5343	143,3597
14	90,45	145,6503	259,9141	142,6923	145,6503	142,6923
15	87,81	144,8322	259,0959	142,0638	144,8322	142,0638
16	87,12	144,0711	258,3348	141,4701	144,0711	141,4701
17	88,45	143,3597	257,6235	140,9077	143,3597	140,9077
18	86,87	142,6923	256,956	140,3735	142,6923	140,3735
19	90,19	142,0638	256,3275	139,865	142,0638	139,865
20	87,18	141,4701	255,7338	139,3798	141,4701	139,3798
21	85,22	140,9077	255,1714	138,9161	140,9077	138,9161
22	86,82	140,3735	254,6372	138,472	140,3735	138,472
23	87,09	139,865	254,1287	138,046	139,865	138,046
24	88,15	139,3798	253,6436	137,6367	139,3798	137,6367
25	120,19	138,9161	253,1798	137,2429	138,9161	137,2429

No.	Waktu Proses	LC Log Linear	LC Plateau	LC Stanford B	LC De Jong	LC S
26	87,71	138,472	252,7357	136,8636	138,472	136,8636
27	101,19	138,046	252,3097	136,4977	138,046	136,4977
28	87,14	137,6367	251,9004	136,1443	137,6367	136,1443
29	88,09	137,2429	251,5066	135,8027	137,2429	135,8027
30	85,35	136,8636	251,1273	135,4721	136,8636	135,4721
31	86,61	136,4977	250,7614	135,1519	136,4977	135,1519
32	87,82	136,1443	250,408	134,8414	136,1443	134,8414
33	86,77	135,8027	250,0664	134,5401	135,8027	134,5401
34	87,1	135,4721	249,7358	134,2475	135,4721	134,2475
35	88,99	135,1519	249,4156	133,9631	135,1519	133,9631
36	88,16	134,8414	249,1051	133,6864	134,8414	133,6864
37	120,04	134,5401	248,8038	133,4172	134,5401	133,4172
38	87,9	134,2475	248,5112	133,155	134,2475	133,155
39	85,18	133,9631	248,2268	132,8994	133,9631	132,8994
40	85,55	133,6864	247,9502	132,6502	133,6864	132,6502
41	101,91	133,4172	247,6809	132,407	133,4172	132,407
42	101,8	133,155	247,4187	132,1696	133,155	132,1696
43	100,84	132,8994	247,1631	131,9378	132,8994	131,9378
44	101,74	132,6502	246,9139	131,7112	132,6502	131,7112
45	89,9	132,407	246,6708	131,4896	132,407	131,4896
46	88,17	132,1696	246,4334	131,2729	132,1696	131,2729
47	87,76	131,9378	246,2015	131,0609	131,9378	131,0609
48	83,3	131,7112	245,9749	130,8533	131,7112	130,8533

Lampiran Tabel 11. Rasio Desimal Dan *Slope* Tiap Stasiun

	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 7	St 8	St 9	St 10	St 11
T ₁	0,4104	2,6275	1,1095	0,7489	1,0422	2,8483	2,7122	1,1525	3,7185	3,7639
T ₂₄	0,1791	1,7556	1,0602	0,5885	0,4431	2,7952	2,7289	1,0402	3,3206	1,8364
T ₄₈	0,1595	1,7287	0,6289	0,5137	0,3191	2,6431	2,3887	0,9620	3,1245	1,7354
S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	0,1669	0,0222	0,7533	0,1960	0,4734	0,0807	0,1920	0,1126	0,0877	0,0816
	0,8906	0,9846	0,5932	0,8729	0,7202	0,9455	0,8753	0,9248	0,9409	0,9449

Lampiran Tabel 12. *Standard Error* Tiap Stasiun

Stasiun	Model				
	Log Linear	Plateau	B - Stanford	De Jong	S
2	0,289845	0,289845	0,18222	0,289845	0,18222
3	0,341049	0,341049	0,236575	0,341049	0,236575
4	1,263764	1,263764	0,442592	1,263764	0,442592
5	0,584009	0,584009	0,35922	0,584009	0,35922
6	1,153121	1,153121	0,554662	1,153121	0,554662
7	1,174017	1,174017	0,784238	1,174017	0,784238
8	2,089369	2,089369	1,289064	2,089369	1,289064
9	0,617607	0,617607	0,403688	0,617607	0,403688
10	1,640984	1,640984	1,090977	1,640984	1,090977
11	1,566077	1,566077	1,253343	1,566077	1,253343

Lampiran Tabel 13. *Tabel Allowance* (1)

Faktor	Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)		
A. Tenaga yang dikeluarkan		Ekivalen beban	Pria	Wanita
1. Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	Tanpa beban	0,0-6,0	0,0-6,0
2. Sangat ringan	Bekerja dimeja, berdiri	0,00-2,25 Kg	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00-18,00	12,0-19,0	16,0-30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	19,00-27,00	19,0-30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00	30,0-50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	diatas 50 Kg		
B. Sikap kerja				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,00-1,0	
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0-2,5	
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat kontrol		2,5-4,0	
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang atau depan badan		2,5-4,0	
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki		4,0-10	
C. Gerakan kerja				
1. Normal	Ayunan bebas dari palu		0	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0-5	
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0-5	
4. Pada anggota-anggota badan terbatas	Bekerja dengan tangan diatas kepala		5-10	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit		10-5	

Lampiran Tabel 14. Tabel Allowance (2)

Faktor	Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)	
D. Kelelahan mata *)			
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur	Pencapaian baik 0,0-6,0	Buruk 0,0-6,0
2. Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan yang teliti	6,0-7,5	6,0-7,5
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah-ubah	Memeriksa cacat-cacat pada kain	7,5-12,0	7,5-16,0
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan sangat teliti	12,0-19,0 19,0-30,0 30,0-50,0	16,0-30,0
E. Keadaan temperatur tempat kerja**)			
	Temperatur (oC)	Kelembaban normal	Berlebihan
1. Beku	Dibawah 0	Diatas 10	Diatas 12
2. Rendah	0-13	10-0	12-5
3. Sedang	13-22	5-0	8-0
4. Normal	22-28	0-5	0-8
5. Tinggi	28-38	5-40	8-100
6. Sangat tinggi	diatas 38	diatas 40	diatas 100
F. Keadaan atmosfer***)			
1. Baik	Ruang yang berventilasi baik, udara segar		0
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan (tidak berbahaya)		0-5
3. Kurang Baik	Adanya debu-debu beracun, atau tidak beracun tetapi banyak		5-10
4. Buruk	Adanya bau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pemafasan		10-20

Lampiran Tabel 15. Tabel Allowance (3)

Faktor	Contoh pekerjaan	Kelonggaran (%)
G. Keadaan lingkungan yang baik		
1. Bersih, sehat, cerah dengan kebisingan rendah		0
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik		0-1
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik		1-3
4. Sangat bising		0-5
5. Jika factor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas		0-5
6. Terasa adanya getaran lantai		5-10
7. Keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan, dll)		5-15

*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan

***) Tergantung juga pada keadaan ventilasi

****) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim

Catatan pelengkap : Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi bagi : Pria = 0-2,5%

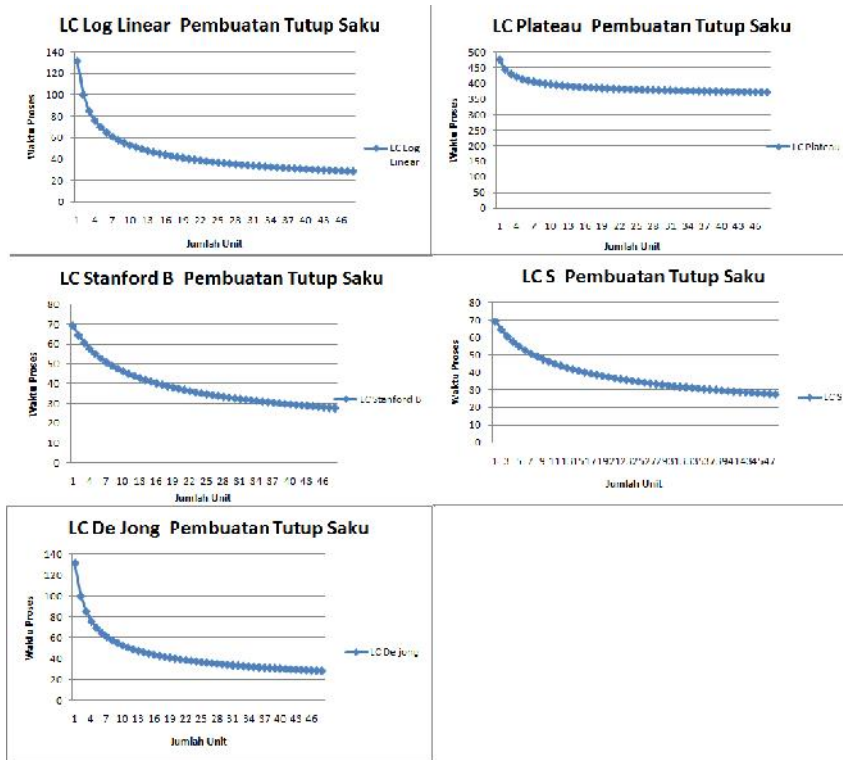
Wanita = 2-5,0%

Lampiran Tabel 16. Data *Allowance* Pekerja

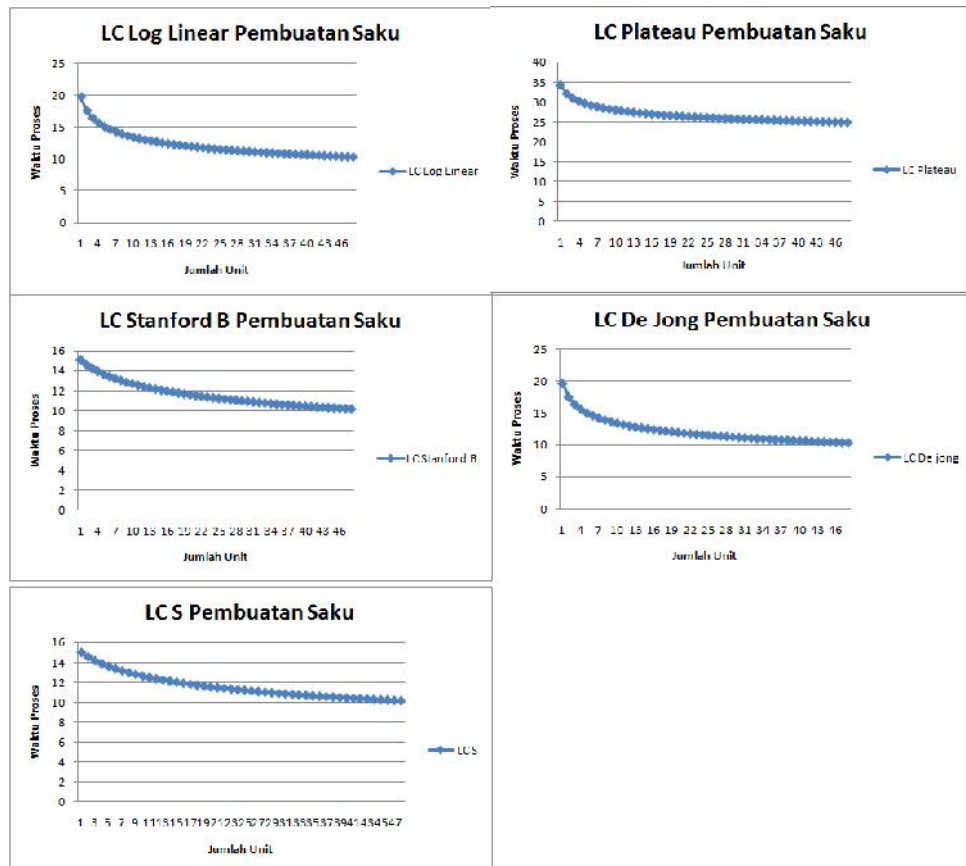
No	Faktor	Keterangan	<i>Allowance</i> (%)
1	Kebutuhan pribadi	Pria	2,5
2	Menghilangkan <i>fatigue</i>		
	a. Tenaga yang dikeluarkan	Dapat diabaikan, (bekerja di meja, duduk)	5
	b. Sikap Kerja	Duduk	1
	c. Gerakan kerja	Normal	0
	d. Kelelahan mata	Pandangan yang hampir terus - menerus	5
	e. Keadaan temperatur	Normal	3
	f. Keadaan atmosfer	Cukup	3
	g. Keadaan lingkungan	Siklus kerja berulang 0 – 5 detik	3
3.	Hambatan tak terhindarkan		2,5
	Total		25%

Lampiran Tabel 17. Data Pekerja

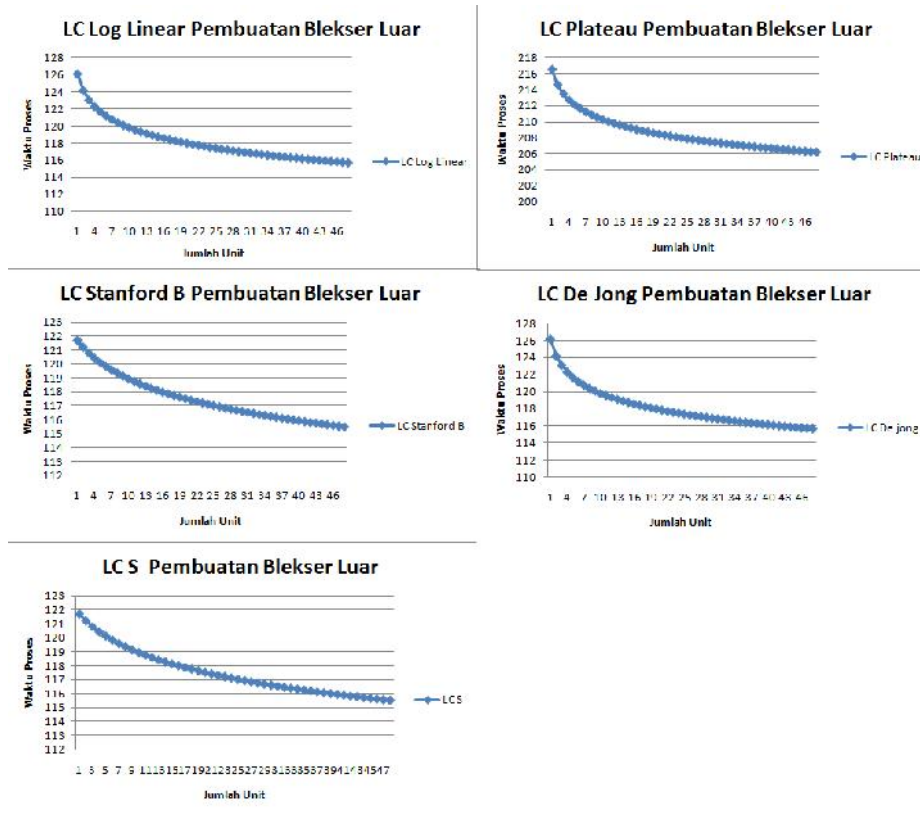
	Jenis Kelamin	Usia	Pengalaman Kerja
Pekerja 1	Laki – laki	27 tahun	5 tahun
Pekerja 2	Laki – laki	34 tahun	8 tahun
Pekerja 3	Laki – laki	38 tahun	7 tahun
Pekerja 4	Laki – laki	28 tahun	5 tahun
Pekerja 5	Laki – laki	40 tahun	10 tahun
Pekerja 6	Laki – laki	32 tahun	7 tahun
Pekerja 7	Laki – laki	33 tahun	6 tahun
Pekerja 8	Laki – laki	35 tahun	8 tahun
Pekerja 9	Laki – laki	30 tahun	8 tahun
Pekerja 10	Laki – laki	39 tahun	7 tahun
Pekerja 11	Laki – laki	28 tahun	5 tahun



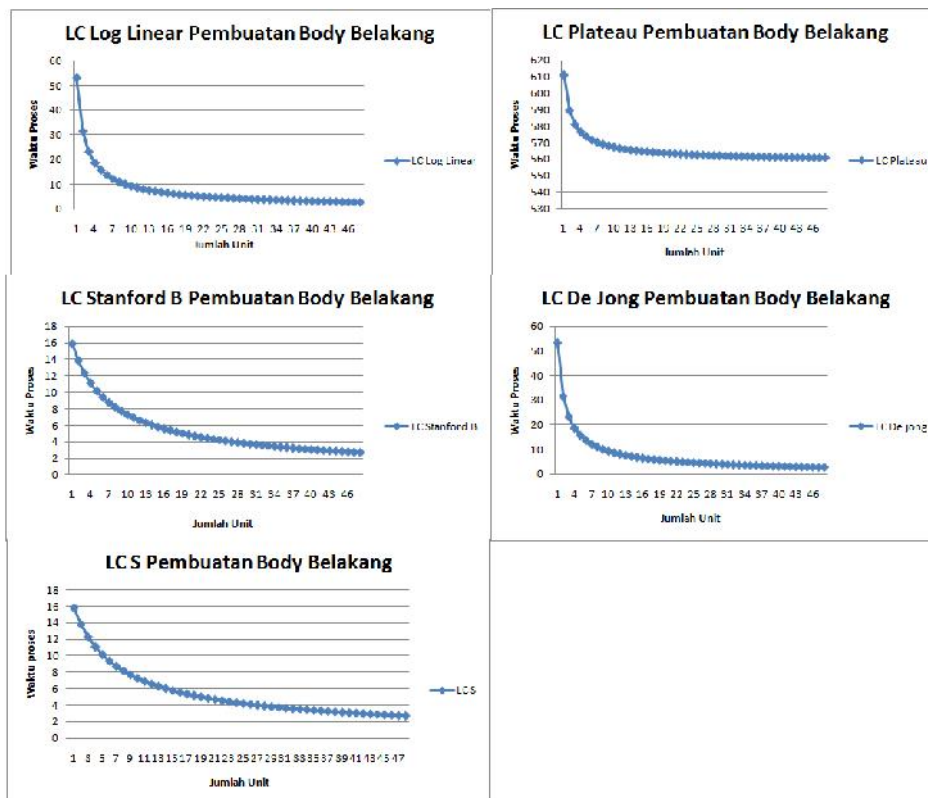
Lampiran Gambar 1. KB Pembuatan Tutup Saku



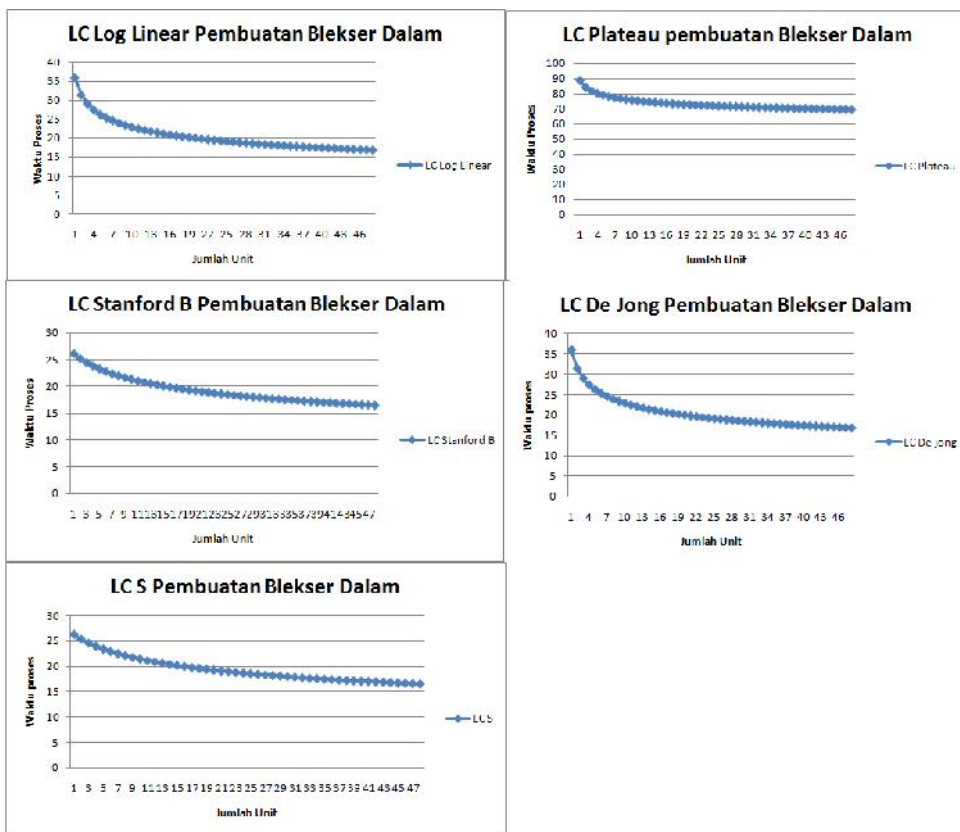
Lampiran Gambar 2. KB Pembuatan Saku



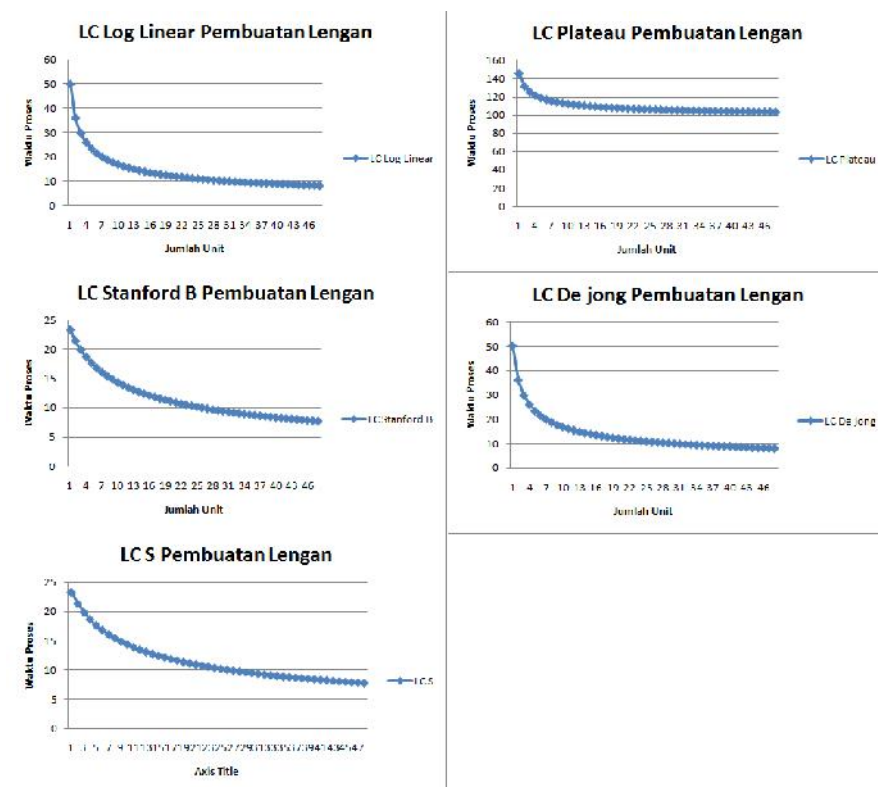
Lampiran Gambar 3. KB Pembuatan Blekser Luar



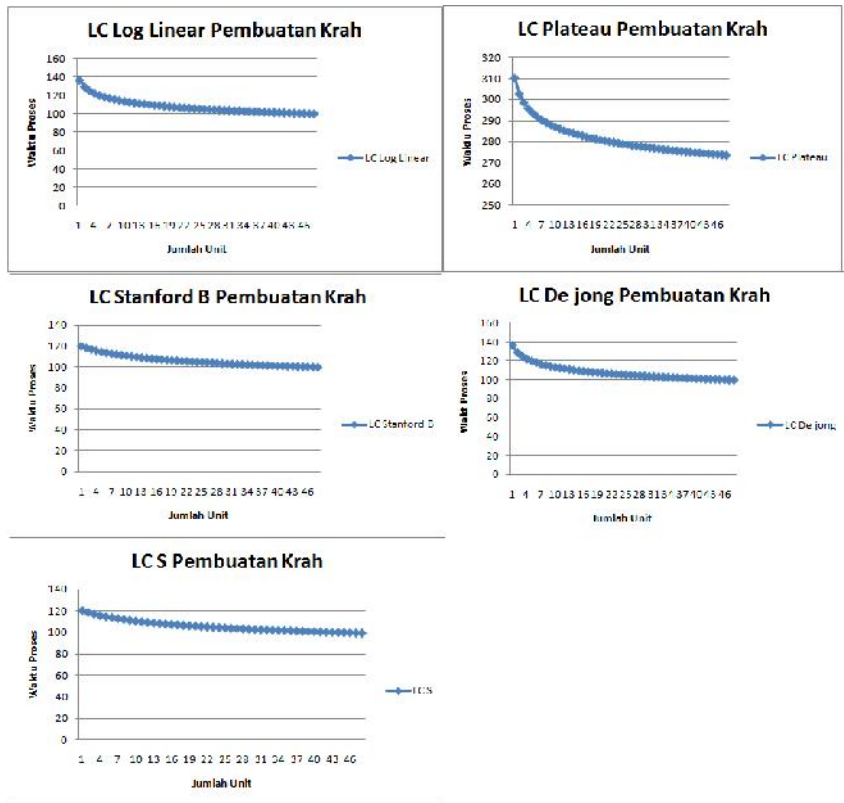
Lampiran Gambar 4. KB Pembuatan *Body* Belakang



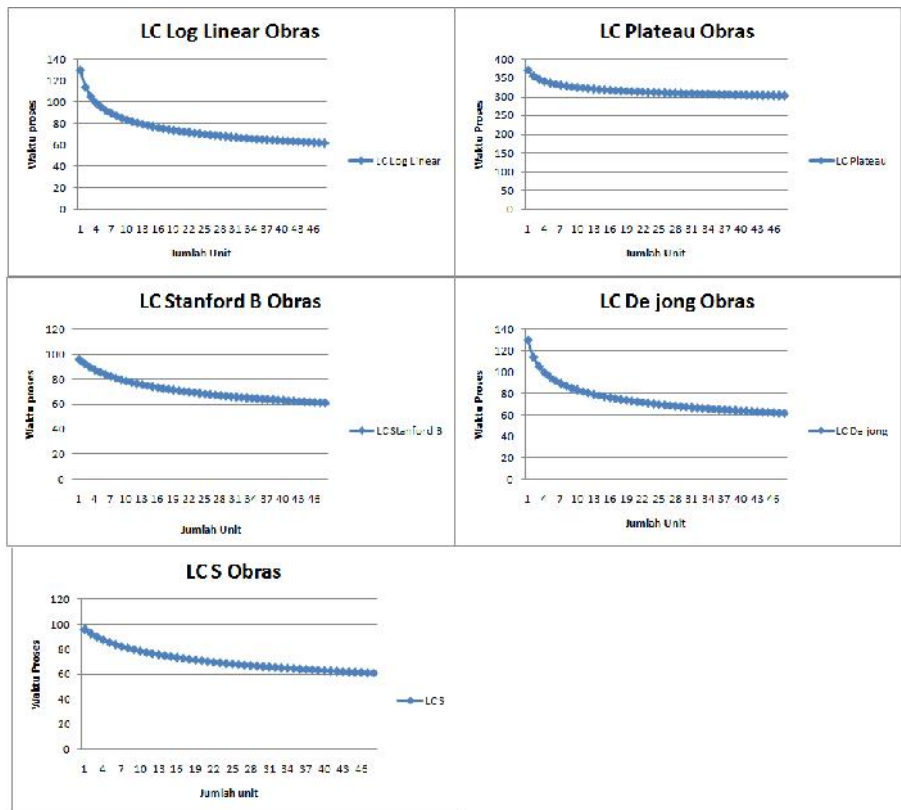
Lampiran Gambar 5. KB Pembuatan Blekser Dalam



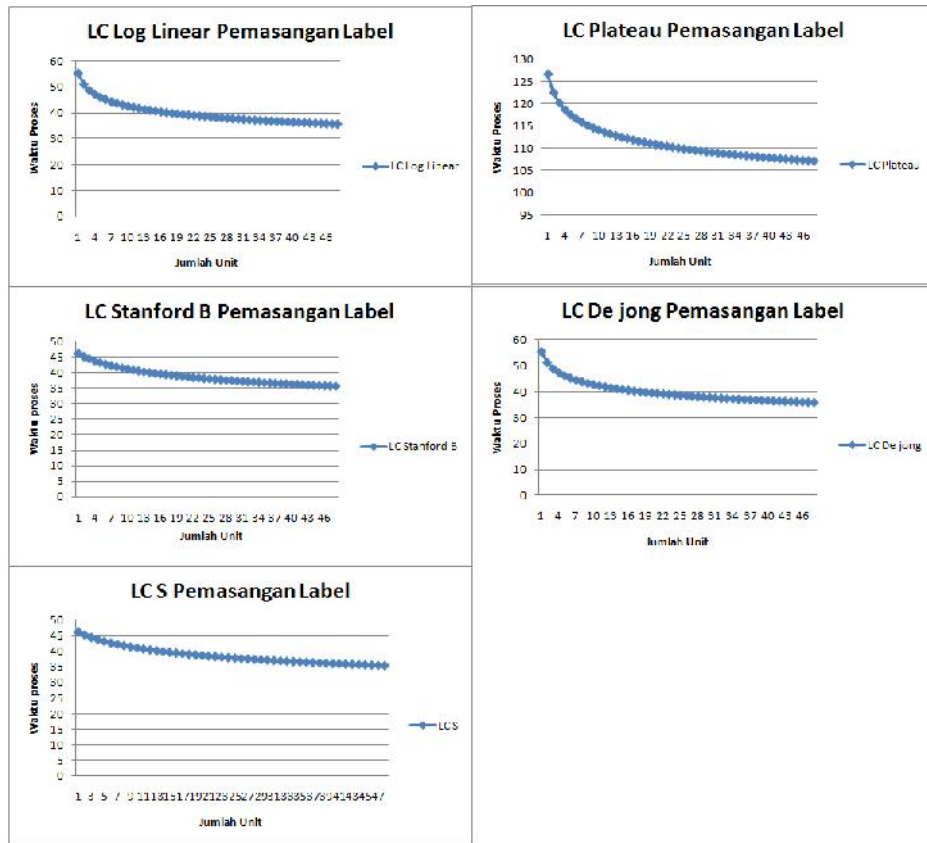
Lampiran Gambar 6. KB Pembuatan Lengan



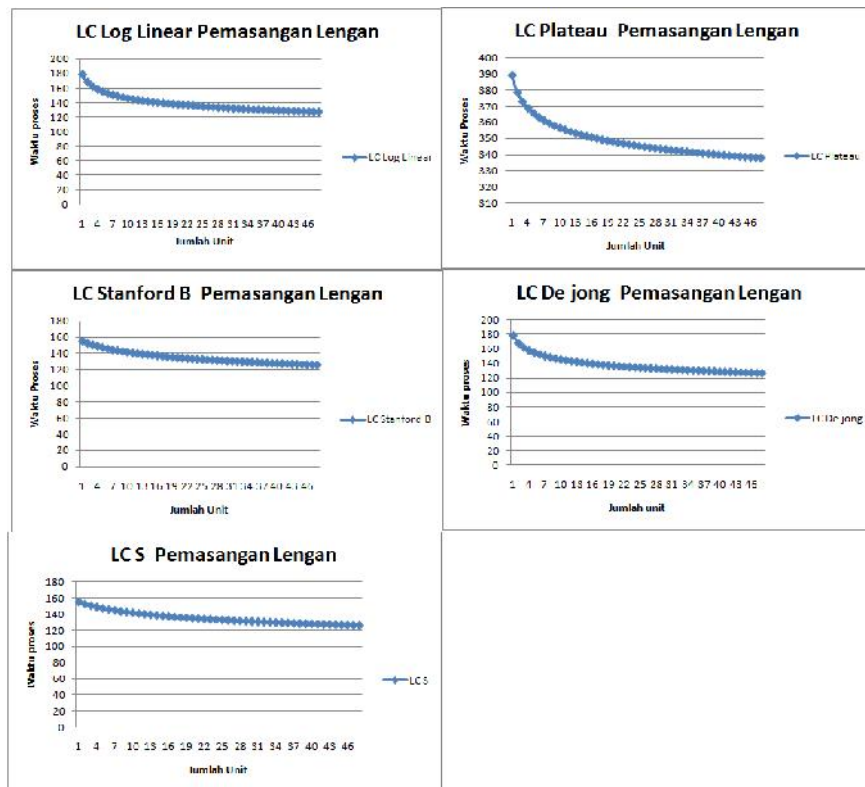
Lampiran Gambar 7. KB Pembuatan Krah



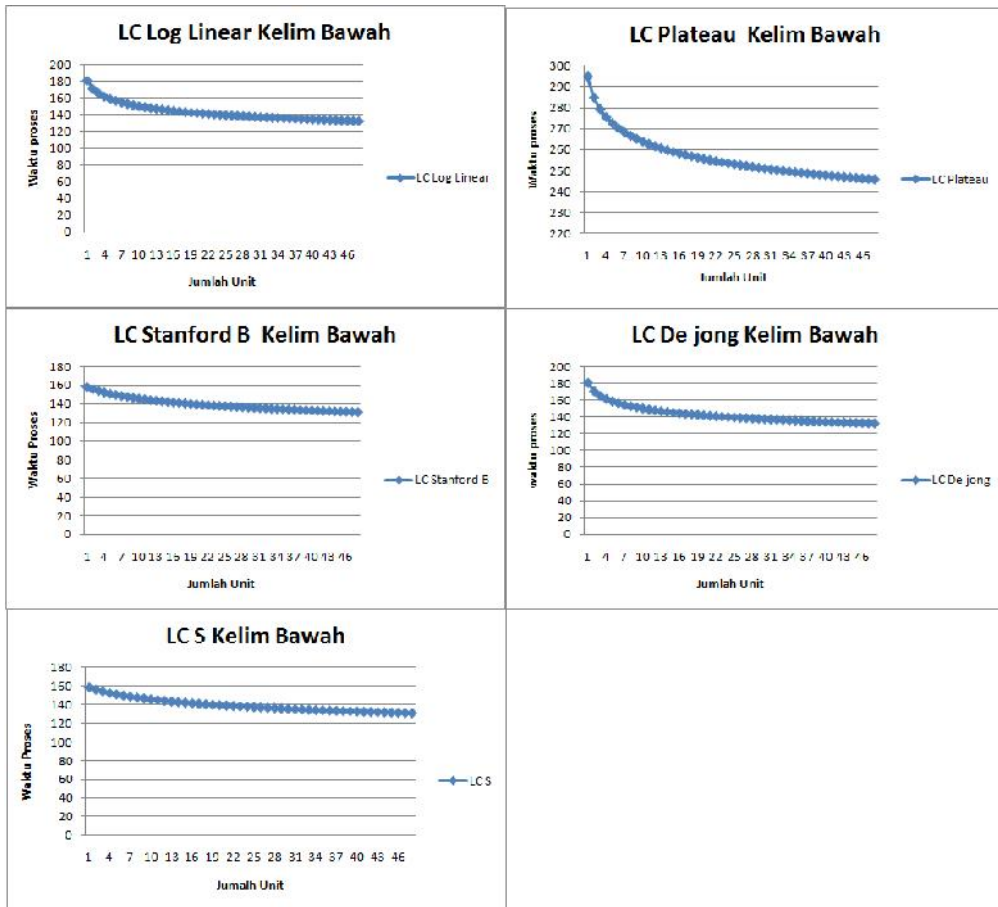
Lampiran Gambar 8. KB Obras



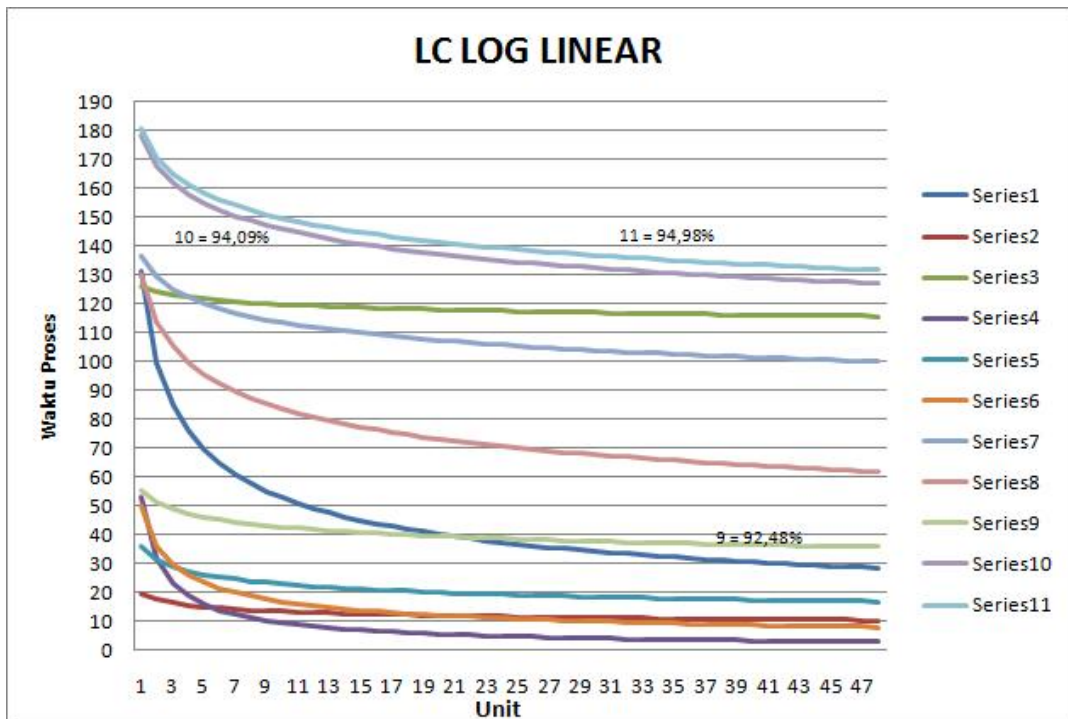
Lampiran Gambar 9. KB Pemasangan Label



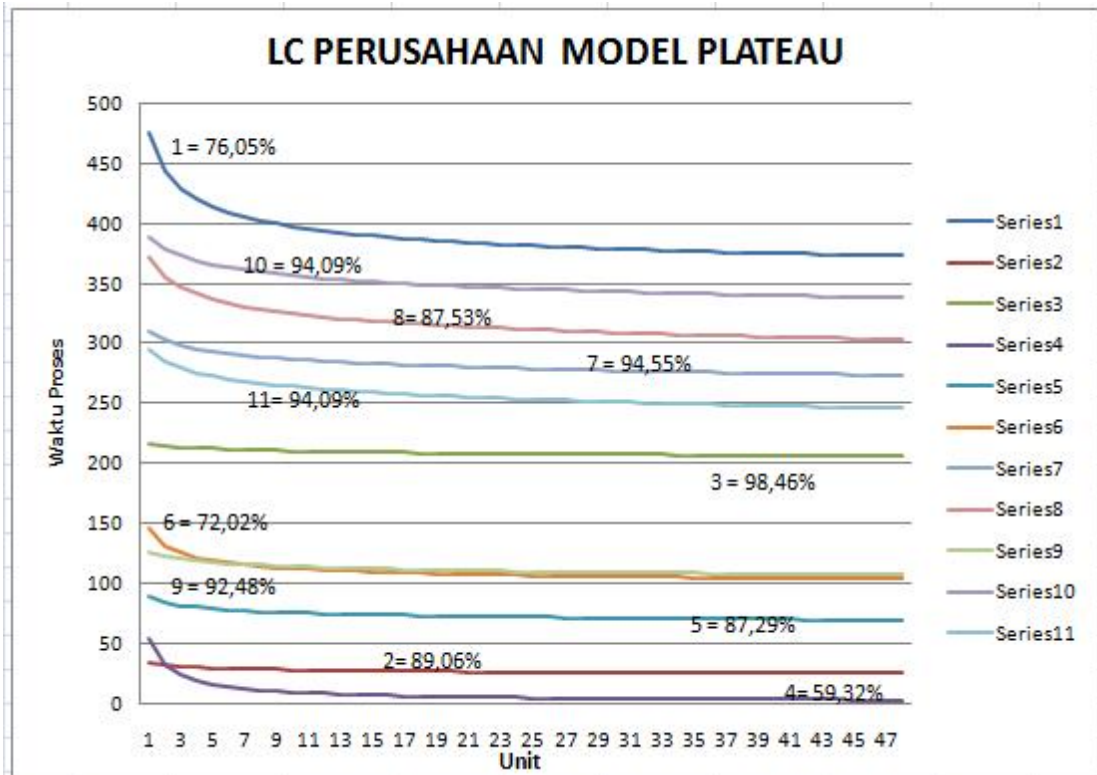
Lampiran Gambar 10. KB Pemasangan lengan



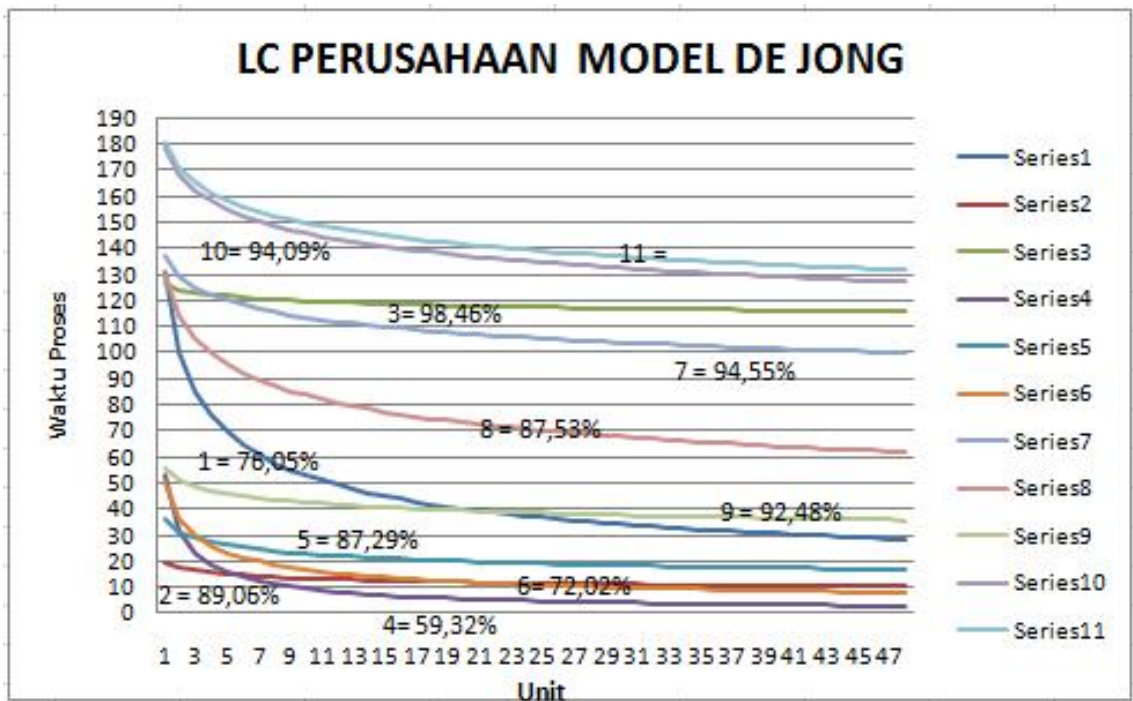
Lampiran Gambar 11. KB Kelim Bawah



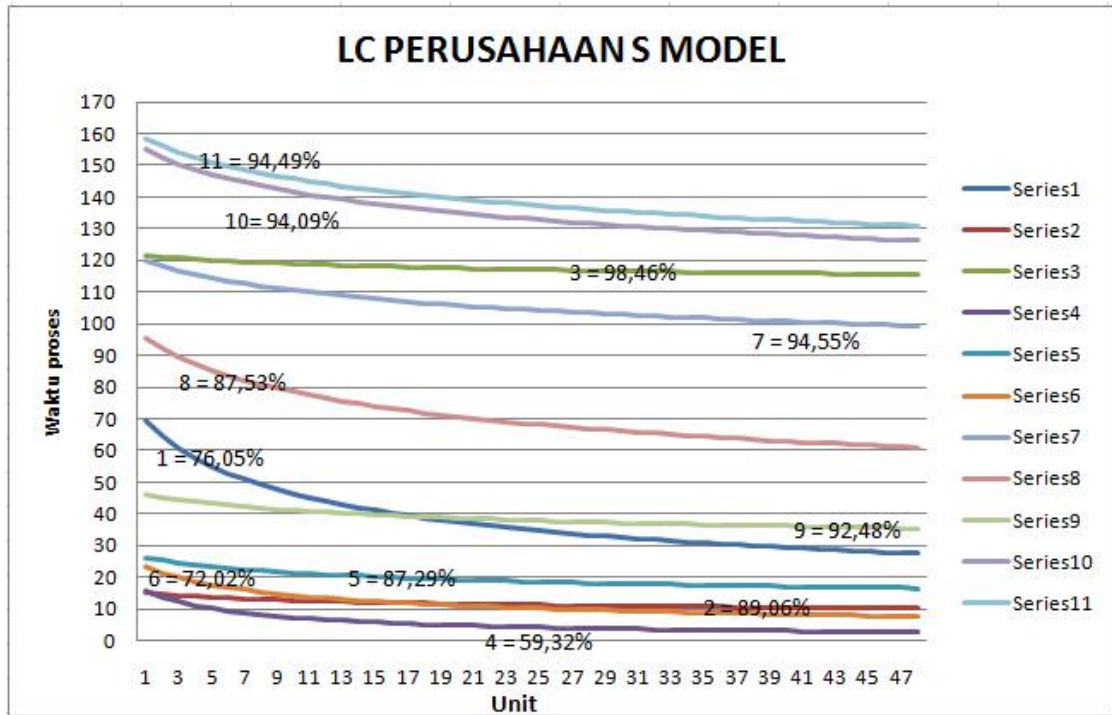
Lampiran Gambar 12. Rekapitulasi KB Log-Linear Tiap Stasiun



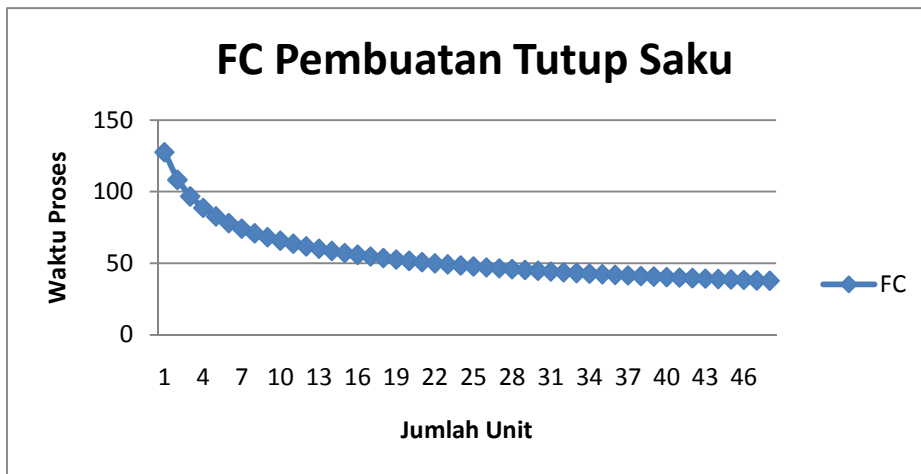
Lampiran Gambar 13. Rekapitulasi KB Plateau Tiap Stasiun



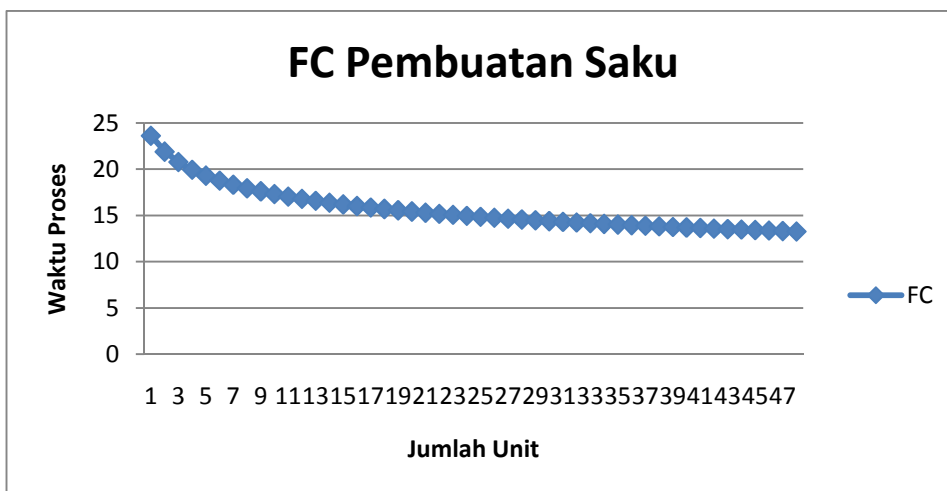
Lampiran Gambar 14. Rekapitulasi KB De Jong Tiap Stasiun



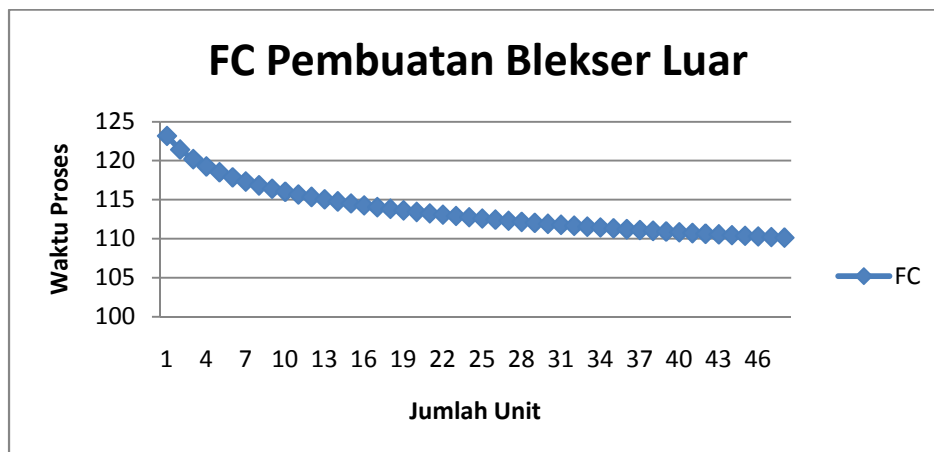
Lampiran Gambar 15. Rekapitulasi KB S Model



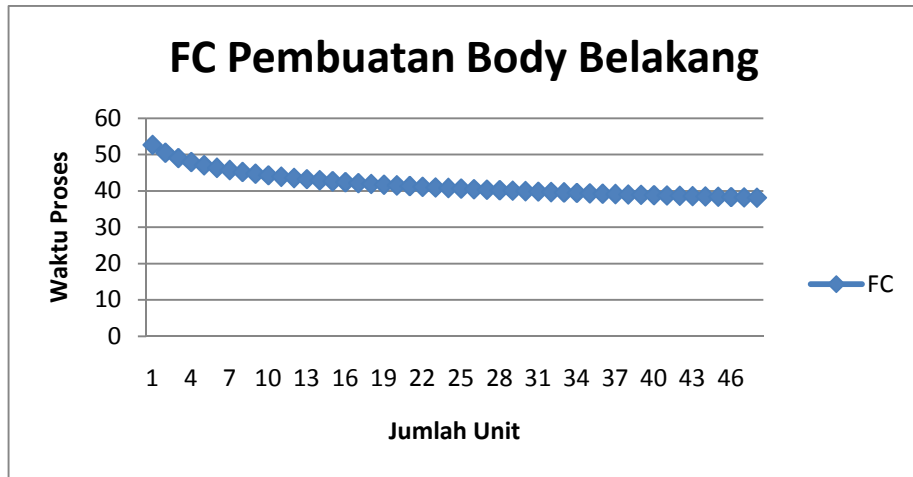
Lampiran Gambar 16. Kurva Kelupaan Pembuatan Tutup Saku



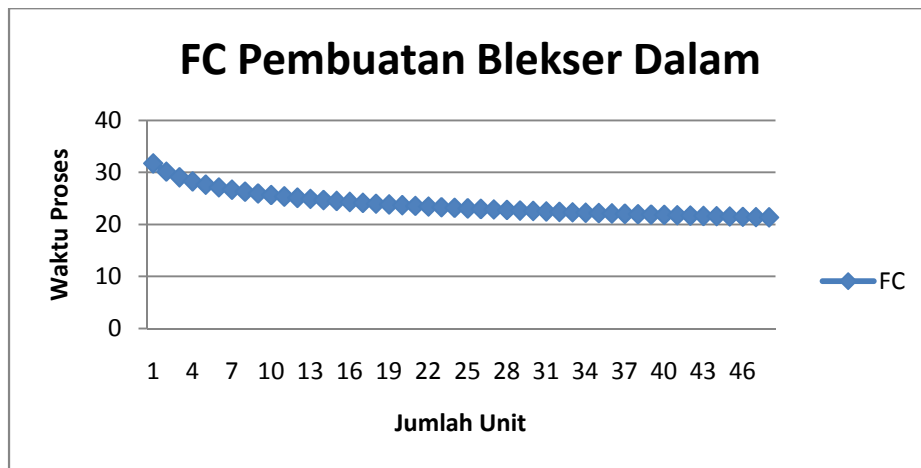
Lampiran Gambar 17. Kurva Kelupaan Pembuatan Saku



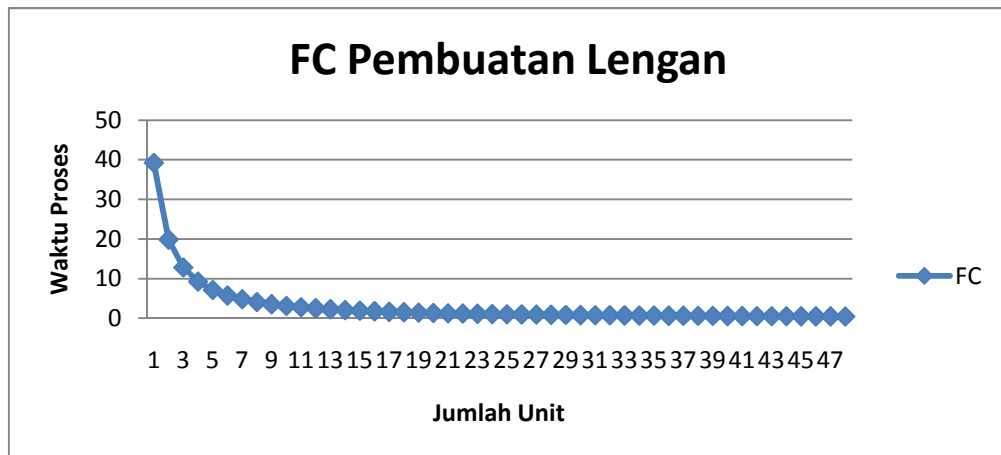
Lampiran Gambar 18. Kurva Kelupaan Pembuatan Blekser Luar



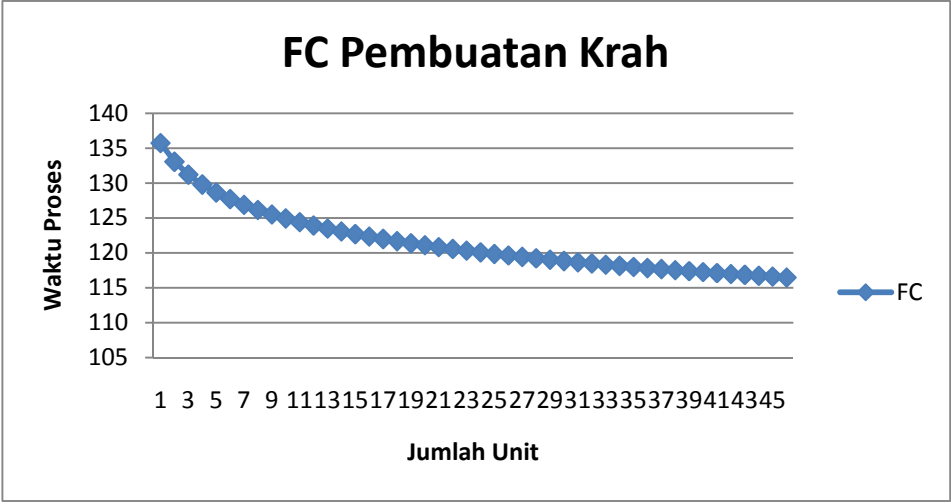
Lampiran Gambar 19. Kurva Kelupaan Pembuatan Body Belakang



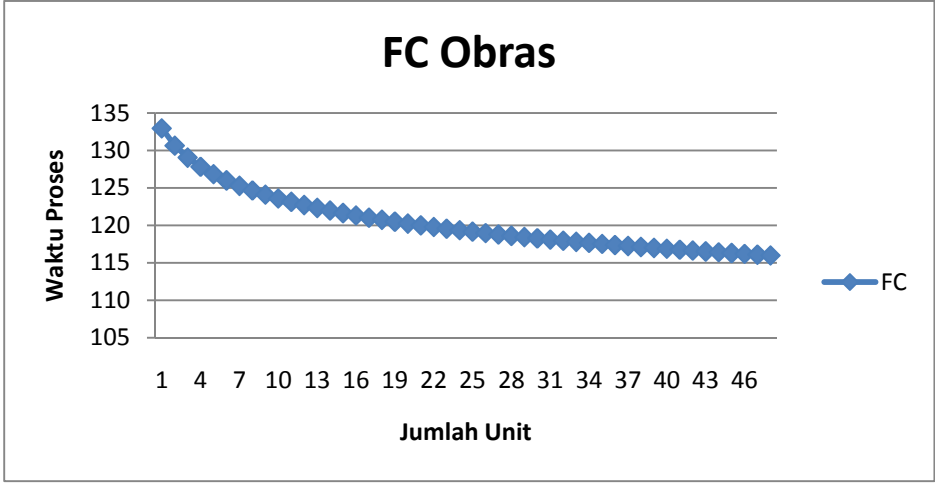
Lampiran Gambar 20. Kurva Kelupaan Pembuatan Blekser Dalam



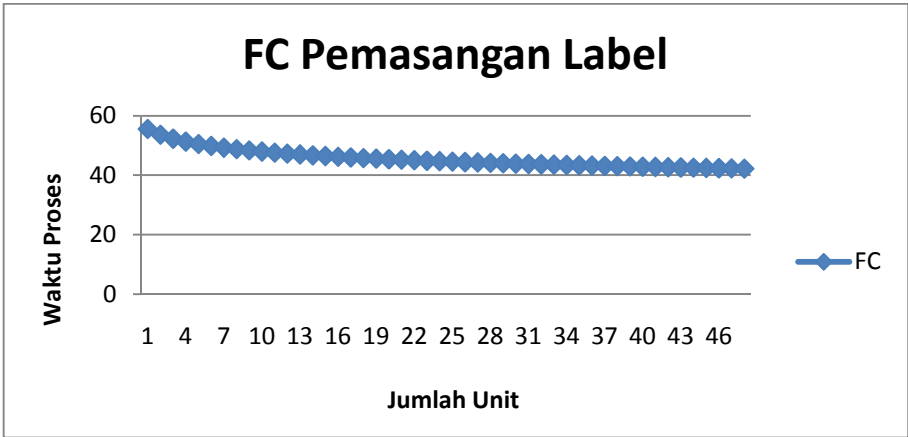
Lampiran Gambar 21. Kurva Kelupaan Pembuatan Lengan



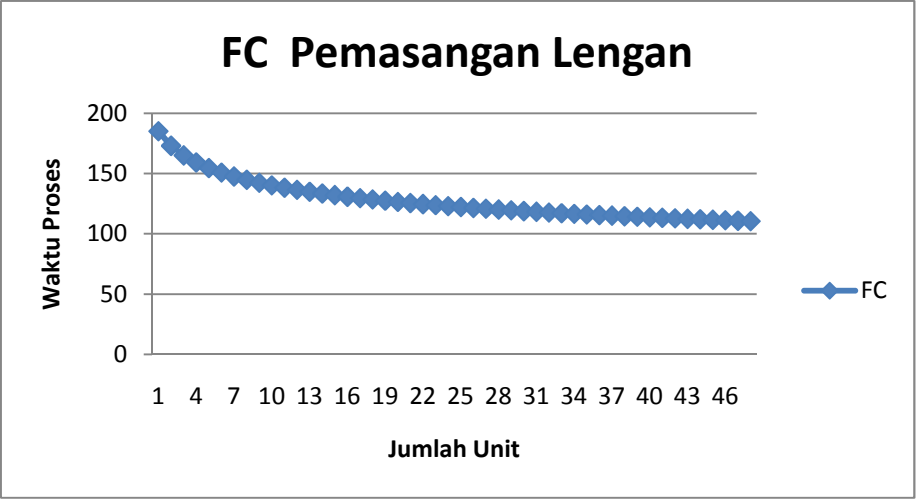
Lampiran Gambar 22. Kurva Kelupaan Pembuatan Krah



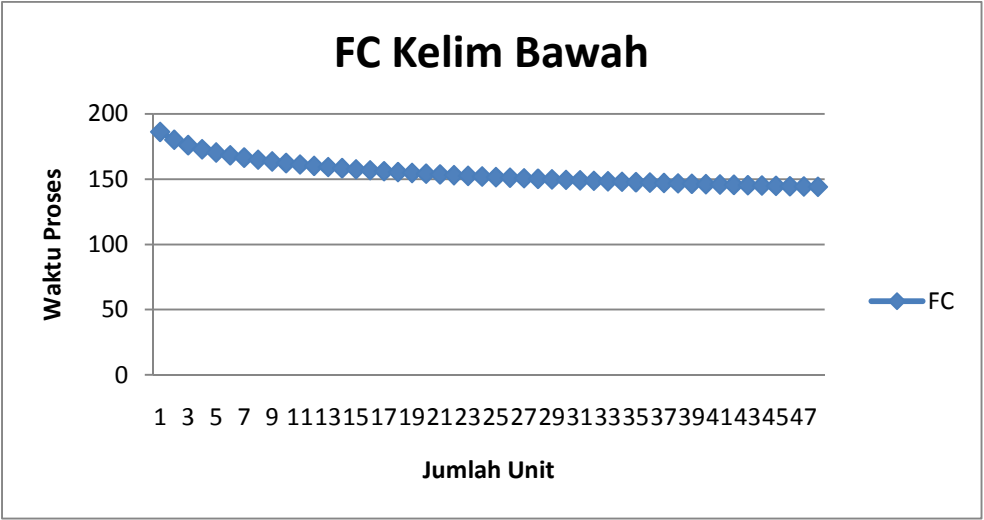
Lampiran Gambar 23. Kurva Kelupaan Obras



Lampiran Gambar 24. Kurva Kelupaan Pemasangan Label



Lampiran Gambar 25. Kurva Kelupaan Pemasangan Lengan



Lampiran Gambar 26. Kurva Kelupaan Kelim Bawah