BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan data yang dibutuhkan dalam melakukan penelitian, yaitu data yang diperlukan untuk digunakan pada tahap pengolahan data. Setelah diperoleh data-data yang diperlukan, maka akan dilakukan pengolahan data menggunakan teori yang digunakan agar diperoleh suatu penyelesaian terhadap permasalahan yang diteliti.

4.1 Gambaran Umum Perusahaan

4.1.1 Profil PT Beiersdorf Indonesia Production Center Malang

Beiersdorf Indonesia adalah salah satu anggota dari Beiersdorf AG Jerman yang dapat dikategorikan ke dalam perusahaan yang unik. Beiersdorf Indonesia memiliki dua bisnis utama, yaitu Produksi Nivea dan Plaster. Perusahaan ini didirikan di salah satu daerah yang terletak di Kota Malang sebagai pusat produksi, sedangkan untuk beberapa departemen seperti *Human Resource* (HR), *Finance, Sales and Marketing* berbasis di kantor pusat Jakarta. Pabrik *production center* (PC) Malang dibangun pada tahun 1979 dan mulai beroperasi sejak tahun 1980 yang awalnya hanya memiliki sepuluh karyawan yang bekerja untuk dua produk, yaitu Nivea Crème dan Hansaplast strip *elastic*.

PC Malang terletak di Jalan Randu Agung km 75, Singosari, Malang, Jawa Timur, di sisi jalan utama Malang-Surabaya. Luas dari PC Malang adalah lebih dari 4 hektar, yang hanya sekitar 30% dari luas area dibangun kantor, pabrik produksi Nivea dan Plaster, jalan, serta *rest area* yang berupa daerah hijau dengan banyak pohon untuk menjaga resapan air. Perusahaan ini juga menjaga limbah cair dengan mengoperasikan Instalasi Pengelolaan Air Limbah (IPAL) untuk mengikuti peraturan pemerintah dan *zero discharge.*

Lingkungan dan kondisi sekitar PC Malang menyediakan lingkungan terbaik untuk industry manufaktur. Hal ini karena lokasinya yang tidak jauh dari daerah perumahan dan juga terdapat beberapa kantor dan pangkalan militer di sekitar PC Malang sehingga memberikan lingkungan yang aman, selain itu sedikit jauh dari pusat Kota Malang yang merupakan kota pariwisata domestik bagi wisatawan local dan manca negara.

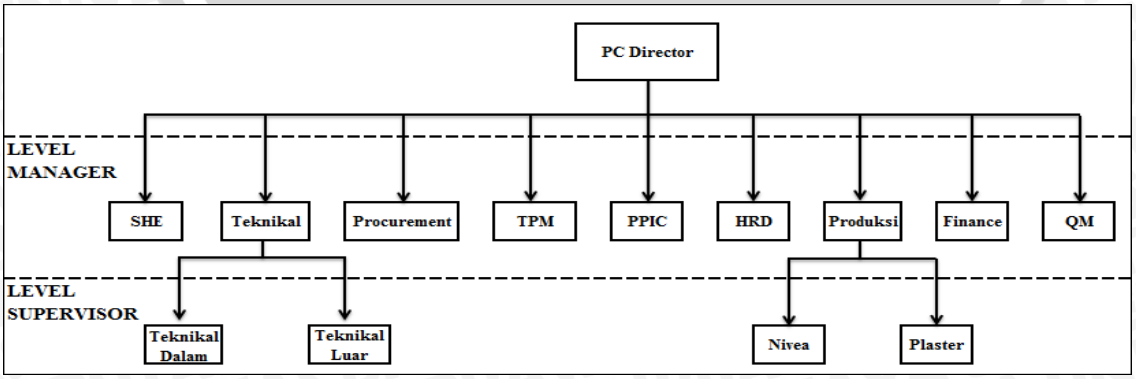
Seperti yang telah disebutkan sebelumnya bahwa PC Malang memproduksi dua produk utama dari PT Beiersdorf, yaitu Nivea dan Hansaplast. PC Malang melakukan

penggantian beberapa mesin dan peralatan di area produksi akibat penyusutan dan nilai kelayakan. Di masa mendatang PC Malang akan fokus pada pengurangan bekerja secara manual dengan melakukan pertimbangan yang intens oleh tim manajemen dalam rangka untuk mendapatkan atau menyimpan biaya produksi.

Hal unik lainnya dari PC Malang adalah cara mereka melaporkan kegiatan produksi dan hasil yang didapatkan setiap hari dalam *daily meeting*. Waktu pertemuan tersebut memakan waktu maksimal 10 sampai dengan 15 menit setiap pagi. *Supervisor* tingkat atas termasuk tim manajemen dari PC dan tim *Supply Chain* harus menghadiri pertemuan ini. *Daily meeting* digunakan sebagai tempat untuk membahas semua permasalahan yang terjadi pada proses produksi, cara pemecahan masalah, prestasi, serta kinerja untuk membahas isu-isu penting terkait dengan bisnis perusahaan. Program ini menjadi agenda penting bagi budaya Beiersdorf PC Malang sejak lama yang harus dipertahankan karena dikembangkan menjadi kegiatan yang tepat untuk berkomunikasi dan membangun kerja sama tim dari PC Malang itu sendiri.

4.1.2 Struktur Organisasi

Dalam memproduksi produk-produk seperti Nivea dan Hansaplast di PT Beiersdorf Indonesia PC Malang tentu didukung oleh seluruh karyawan yang menciptakan suatu tata kerja yang terbaik dan teratur sebagai alat pencapaian tujuan yang telah ditetapkan dan digariskan oleh perusahaan. Salah satu cara untuk menciptakan tata kerja tersebut adalah dengan menyusun struktur organisasi perusahaan sebagai hirarki dalam pemisahan tugas, tanggung jawab dan wewenang yang jelas pada setiap bagian yang ada dalam perusahaan. Struktur organisasi merupakan sebuah perangkat yang menggambarkan tugas, wewenang, tanggung jawab, serta hubungan kerja antar karyawan. Struktur organisasi PT Beiersdorf PC Malang ditunjukkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Struktur Organisasi PT Beiersdorf Indonesia PC Malang

4.2 Pengumpulan Data

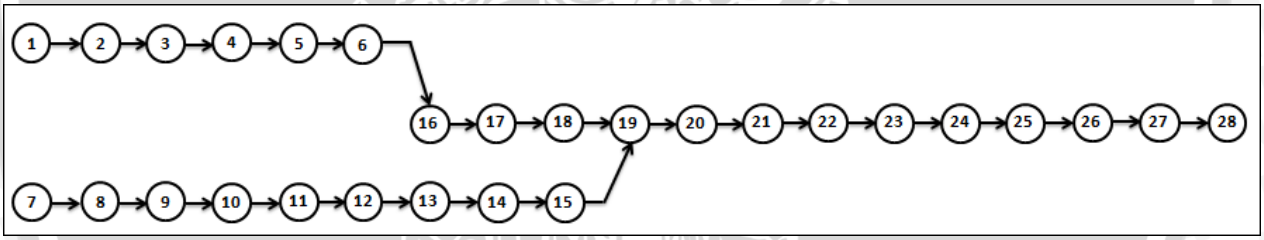
Pengumpulan data gerakan kerja dilakukan dengan menguraikan proses berdasarkan gerakan kerja proses *manual packing* produk HP ASS WR 40 dan dihitung waktunya dengan menggunakan *stopwatch.*

4.2.1 Peta Proses Operasi

Untuk mengetahui proses *manual packing* secara keseluruhan diperlukan peta proses operasi yang akan menggambarkan langkah-langkah proses yang dilewati oleh material dari awal sampai proses pengemasan seperti waktu yang diperlukan, material yang digunakan, tempat dan alat yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran 2.

4.2.2 *Precedence Diagram*

Precedence diagram adalah gambaran grafis dari hubungan antar elemen kerja, yang memperlihatkan keseluruhan dan ketergantungan dari masing-masing operasi. Pada dasarnya, diagram ini dibuat berdasarkan peta proses operasi. *Precedence diagram* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 *Precedence Diagram*

4.2.3 Replikasi Data Aktual

Dalam penelitian ini, peneliti melakukan lima belas kali replikasi untuk setiap elemen gerakan kerja. Penentuan banyaknya replikasi kerja didapatkan dari pengamatan yang dilakukan ke setiap operator selama ± 5 menit dan menghasilkan rata-rata setiap operator melakukan replikasi gerakan sebanyak lima belas kali. Replikasi data aktual dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Replikasi Data Aktual

No	REPLIKASI															Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Menjangkau strip jumbo pertama															
	1.8	1.6	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6	1.5	1.5	1.6	1.6	1.5	1.7	1.4	**1.56**
2	Menjangkau strip jumbo kedua															
	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4	1.4	1.2	1.5	1.4	1.3	1.6	**1.37**
3	Melipat strip jumbo kedua															
	2.8	2.8	2.6	2.7	2.7	2.6	2.7	2.5	2.6	2.7	2.8	2.4	2.6	2.7	2.5	**2.65**

No	REPLIKASI															Rata-rata
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
4	Menjangkau strip jumbo ketiga															
	1.3	1.2	1.3	1.1	1.4	1.2	1.3	1.4	1.2	1.4	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	**1.27**
5	Memotong strip jumbo ketiga															
	2	1.7	1.9	2.2	2	1.7	1.7	1.9	1.9	1.8	2.1	1.9	1.6	1.7	1.8	**1.86**
6	Meletakkan strip 24 ke *tray*															
	1.4	1.3	1.1	1.2	1.2	1.3	1.1	1.1	1.3	1.2	1.2	1.4	1.5	1.1	1.3	**1.25**
7	Menjangkau *folding box* lembaran															
	2.2	2	2.1	1.9	2.1	2	2	1.9	2	1.9	1.9	1.8	2	1.8	2	**1.97**
8	Membentuk *folding box* menjadi kotak															
	2.2	2.4	2.7	2.5	2.4	2.4	2.1	2.2	2.4	2.5	2.4	2.8	2.6	2.5	2.7	**2.45**
9	Melipat *folding box* bagian bawah															
	1.3	1.5	1.3	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5	1.5	1.4	1.6	1.4	1.6	1.5	1.5	**1.45**
10	Mengambil lem															
	1.7	1.6	1.6	1.4	1.4	1.4	1.5	1.6	1.5	1.4	1.7	1.6	1.6	1.4	1.7	**1.54**
11	Memberi lem ke lipatan *folding box* bawah															
	2.1	1.8	2	1.8	2	1.9	1.7	1.9	1.9	1.8	1.7	1.9	1.6	1.8	1.6	**1.83**
12	Melepas lem															
	1.3	1.4	1.2	1.3	1.4	1.6	1.3	1.3	1.5	1.4	1.2	1.6	1.5	1.3	1.4	**1.38**
13	Melipat bagian bawah *folding box*															
	1.5	1.5	1.4	1.4	1.3	1.5	1.3	1.4	1.5	1.5	1.6	1.6	1.7	1.4	1.5	**1.47**
14	Menekan *folding box*															
	1.4	1.6	1.3	1.5	1.6	1.3	1.5	1.3	1.4	1.5	1.4	1.7	1.5	1.3	1.4	**1.45**
15	Meletakkan *folding box* terlipat ke *tray*															
	1.6	1.4	1.4	1.5	1.4	1.6	1.7	1.5	1.6	1.5	1.7	1.4	1.8	1.5	1.5	**1.54**
16	Menjangkau strip 16															
	1.2	1	1	1.1	1.2	1.1	1	1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.3	1	1.3	**1.12**
17	Menjangkau strip 24															
	1.5	1.5	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.5	1.3	1.2	1.4	1.3	**1.37**
18	Menggabungkan strip 16 dan 24															
	1.4	1.5	1.3	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.2	1.4	1.5	1.3	**1.35**
19	Memasukkan strip ke *folding box*															
	2.1	2.1	2	1.9	2	1.9	1.8	1.8	1.9	1.7	1.9	1.6	1.8	1.5	1.9	**1.86**
20	Menjangkau *folding box* terisi dari *tray*															
	1.3	1.3	1.2	1.1	1.3	1.4	1.1	1.2	1.2	1.1	1.3	1.5	1.3	1.4	1.4	**1.27**
21	Melipat bagian atas *folding box*															
	1.6	1.4	1.5	1.3	1.7	1.6	1.5	1.6	1.4	1.6	1.7	1.5	1.8	1.6	1.3	**1.54**
22	Memberi lem di lipatan atas *folding box*															
	1.9	1.7	1.8	1.6	1.9	1.7	1.8	1.7	1.9	1.8	2.1	1.5	1.7	1.6	1.8	**1.77**
23	Menekan *folding box*															
	1.2	1.3	1.1	1.2	1.1	1.2	1	1.1	1.3	1.2	1.1	1.3	1.1	1	1.2	**1.16**
24	Meletakkan *folding box* jadi ke *tray*															
	1.5	1.3	1.5	1.4	1.3	1.3	1.2	1.5	1.3	1.5	1.5	1.3	1.4	1.4	1.2	**1.37**
25	Menjangkau *folding box* jadi dari *tray*															
	1.7	1.5	1.7	1.5	1.6	1.8	1.4	1.4	1.6	1.3	1.4	1.7	1.5	1.8	1.6	**1.57**
26	Menimbang *folding box*															
	2.2	2	1.8	2.2	2	1.8	2	2	1.9	1.9	1.7	1.8	2.3	2	1.8	**1.96**
27	Memasukkan *folding box* ke *shipping carton*															
	2.1	1.9	1.7	2	1.9	1.8	1.8	1.7	1.9	1.8	1.6	1.9	2	1.7	1.9	**1.85**
28	Mengatur *folding box* di dalam *shipping carton*															
	2.5	2.1	2.4	2.4	2.1	2	2.2	2.3	2	2.4	2.4	2	2.2	2.5	2.1	**2.24**
Total Rata-rata Waktu Siklus Aktual																**45.47**

4.2.4 Pengujian Keseragaman Data Aktual

Pengujian keseragaman data adalah suatu pengujian yang berguna untuk memastikan bahwa data yang dikumpulkan berasal dari satu sistem yang sama. Melalui pengujian keseragaman dapat diketahui adanya perbedaan data di luar batas kendali (*out of control*). Data yang diluar batas kendali tersebut dibuang dan tidak digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Uji keseragaman data aktual dapat dilihat pada tabel 4.2 serta perhitungan pengujian keseragaman data dapat dilihat pada Lampiran 3.

Tabel 4.2 Uji Keseragaman Data Aktual

No	Operator	Total (dtk)	Rata-rata (dtk)	stdv	UCL	LCL	Keterangan
1	Operator A	23.4	1.56	0.20	1.96	1.16	seragam
2		20.5	1.37	0.17	1.71	1.03	seragam
3		39.7	2.65	0.23	3.11	2.19	seragam
4		19.1	1.27	0.13	1.53	1.01	seragam
5		27.9	1.86	0.20	2.26	1.46	seragam
6		18.7	1.25	0.23	1.71	0.79	seragam
7	Operator B	29.6	1.97	0.13	2.23	1.71	seragam
8		36.8	2.45	0.23	2.91	1.99	seragam
9		21.7	1.45	0.23	1.91	0.99	seragam
10		23.1	1.54	0.20	1.94	1.14	seragam
11		27.5	1.83	0.17	2.17	1.49	seragam
12		20.7	1.38	0.10	1.58	1.18	seragam
13		22.1	1.47	0.13	1.73	1.21	seragam
14		21.7	1.45	0.23	1.91	0.99	seragam
15		23.1	1.54	0.20	1.94	1.14	seragam
16	Operator C	16.8	1.12	0.10	1.32	0.92	seragam
17		20.6	1.37	0.13	1.63	1.11	seragam
18		20.3	1.35	0.23	1.81	0.89	seragam
19		27.9	1.86	0.20	2.26	1.46	seragam
20	Operator D	19.1	1.27	0.13	1.53	1.01	seragam
21		23.1	1.54	0.20	1.94	1.14	seragam
22		26.5	1.77	0.17	2.11	1.43	seragam
23		17.4	1.16	0.20	1.56	0.76	seragam
24		20.6	1.37	0.13	1.63	1.11	seragam
25	Operator E	23.5	1.57	0.17	1.91	1.23	seragam
26		29.4	1.96	0.20	2.36	1.56	seragam
27		27.7	1.85	0.23	2.31	1.39	seragam
28		33.6	2.24	0.20	2.64	1.84	seragam

4.2.5 Pengujian Kecukupan Data Aktual

Pengujian kecukupan data digunakan untuk menganalisa jumlah pengukuran apakah sudah cukup, dimana bertujuan untuk membuktikan data sampel yang diambil sudah dapat mewakili populasi. Pengujian kecukupan data menggunakan tingkat ketelitian sebesar 5% dan tingkat keyakinan 95%, sehingga persamaan uji kecukupan data adalah:

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

Tabel uji kecukupan data aktual dapat dilihat pada tabel 4.3 dan perhitungan kecukupan data dapat dilihat pada Lampiran 4.

Tabel 4.3 Uji Kecukupan Data Aktual

No	Operator	Operasi	N'	Keterangan
1	Operator A	Menjangkau strip jumbo pertama	6.58	Cukup
2		Menjangkau strip jumbo kedua	7.61	Cukup
3		Melipat strip jumbo kedua	3.00	Cukup
4		Menjangkau strip jumbo ketiga	9.82	Cukup
5		Memotong strip jumbo ketiga	12.21	Cukup
6		Meletakkan strip 24 ke *tray*	14.92	Cukup
7	Operator B	Menjangkau *folding box* lembaran	4.64	Cukup
8		Membentuk *folding box* menjadi kotak	9.52	Cukup
9		Melipat *folding box* bagian bawah	7.00	Cukup
10		Mengambil lem	8.82	Cukup
11		Memberi lem ke lipatan *folding box* bawah	9.31	Cukup
12		Melepas lem	12.55	Cukup
13		Melipat bagian bawah *folding box*	8.32	Cukup
14		Menekan *folding box*	11.08	Cukup
15		Meletakkan *folding box* terlipat ke *tray*	9.71	Cukup
16	Operator C	Menjangkau strip 16	13.95	Cukup
17		Menjangkau strip 24	6.18	Cukup
18		Menggabungkan strip 16 dan 24	5.67	Cukup
19		Memasukkan strip ke *folding box*	12.21	Cukup
20	Operator D	Menjangkau *folding box* terisi dari *tray*	13.77	Cukup
21		Melipat bagian atas *folding box*	13.31	Cukup
22		Memberi lem di lipatan atas *folding box*	10.71	Cukup
23		Menekan *folding box*	10.78	Cukup
24		Meletakkan *folding box* jadi ke *tray*	9.58	Cukup
25	Operator E	Menjangkau *folding box* jadi dari *tray*	14.49	Cukup
26		Menimbang *folding box*	11.55	Cukup
27		Memasukkan *folding box* ke *shipping carton*	8.05	Cukup
28		Mengatur *folding box* di dalam *shipping carton*	10.12	Cukup

4.2.6 Perhitungan Waktu Kerja Aktual

Perhitungan waktu kerja aktual merupakan cara untuk menentukan lama kerja yang dibutuhkan seorang operator dalam menyelesaikan pekerjaan pada saat itu.

4.2.6.1 Waktu Siklus Aktual

Data waktu siklus elemen kerja yang telah lulus uji merupakan data hasil pengamatan terhadap proses pengerjaan yang dilakukan belum memperhatikan kewajaran kerja yang dilakukan oleh operator. Tabel 4.4 memperlihatkan tentang data waktu siklus aktual.

Tabel 4.4 Data Waktu Siklus Aktual

No	Operator	Operasi	Waktu Siklus (dtk)
1	Operator A	Menjangkau strip jumbo pertama	1.56
2		Menjangkau strip jumbo kedua	1.37
3		Melipat strip jumbo kedua	2.65
4		Menjangkau strip jumbo ketiga	1.27
5		Memotong strip jumbo ketiga	1.86
6		Meletakkan strip 24 ke *tray*	1.25
7	Operator B	Menjangkau *folding box* lembaran	1.97
8		Membentuk *folding box* menjadi kotak	2.45
9		Melipat *folding box* bagian bawah	1.45
10		Mengambil lem	1.54
11		Memberi lem ke lipatan *folding box* bawah	1.83
12		Melepas lem	1.38
13		Melipat bagian bawah *folding box*	1.47
14		Menekan *folding box*	1.45
15		Meletakkan *folding box* terlipat ke *tray*	1.54
16	Operator C	Menjangkau strip 16	1.12
17		Menjangkau strip 24	1.37
18		Menggabungkan strip 16 dan 24	1.35
19		Memasukkan strip ke *folding box*	1.86
20	Operator D	Menjangkau *folding box* terisi dari *tray*	1.27
21		Melipat bagian atas *folding box*	1.54
22		Memberi lem di lipatan atas *folding box*	1.77
23		Menekan *folding box*	1.16
24		Meletakkan *folding box* jadi ke *tray*	1.37
25	Operator E	Menjangkau *folding box* jadi dari *tray*	1.57
26		Menimbang *folding box*	1.96
27		Memasukkan *folding box* ke *shipping carton*	1.85
28		Mengatur *folding box* di dalam *shipping carton*	2.24

4.2.6.2 Waktu Normal Aktual

Waktu normal adalah waktu yang dibutuhkan operator dalam menyelesaikan pekerjaannya dalam kondisi wajar. Sehingga untuk mendapatkan nilai kewajaran dari suatu data waktu siklus digunakan faktor penyesuaian *Westing House* yang dalam perhitungan waktu baku digunakan untuk memperoleh waktu normal dari suatu proses. Besar faktor penyesuaian ditentukan dari kondisi aktual operator yang memiliki keterampilan rata-rata dan dalam kondisi normal. Dalam hal ini besarnya penyesuaian yang digunakan oleh peneliti adalah 0 (nol). Berikut ini adalah penyesuaian yang dihasilkan oleh operator yang menjalankan proses *material handling* di PT Beiersdorf yang dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Penyesuaian Elemen Kerja Aktual Operator

No	Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
1	Keterampilan	Average	D	0.00
2	Usaha	Average	D	0.00
3	Kondisi Kerja	Average	D	0.00
4	Konsistensi	Average	D	0.00
Total Penyesuaian				**0.00**

Perhitungan Waktu Normal

$W_N = W_S \times (1 + P_1)$

Tabel 4.6 Data Waktu Normal Aktual

Operator	Waktu Siklus (dtk) (a)	*Performance Rating* (b)	Waktu Normal (dtk) (a × b)
Operator A	9.95	1.00	9.95
Operator B	15.09	1.00	15.09
Operator C	5.71	1.00	5.71
Operator D	7.11	1.00	7.11
Operator E	7.61	1.00	7.61

4.2.6.3 Waktu Baku Aktual

Waktu normal suatu pekerjaan belum memperhitungkan waktu kelonggaran. Kelonggaran merupakan waktu yang diberikan kepada operator untuk kebutuhan pribadi, istirahat atau sekedar berhenti sejenak untuk menghilangkan rasa lelah karena tidak mungkin seorang operator terus menerus bekerja seharian penuh tanpa gangguan. Penentuan waktu baku harus mengikutsertakan elemen kerja faktor kelonggaran dalam perhitungannya. Besarnya faktor kelonggaran operator dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Data Kelonggaran Operator Aktual Operator

Kode	Uraian	Nilai
1	Tenaga yang dikeluarkan (Bekerja di meja, duduk)	5%
2	Sikap kerja (Duduk)	1%
3	Gerakan kerja (Normal)	0%
4	Kelelahan mata (Pandangan terputus-putus)	4%
5	Temperature (Normal)	5%
6	Atmosfer (Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan)	4%
7	Keadaan lingkungan (Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik)	2%
8	Kebutuhan pribadi	4%
JUMLAH		**25%**

Perhitungan waktu baku

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

Perhitungan output baku

$$Output\ Baku = \frac{1}{W_N} \times 60$$

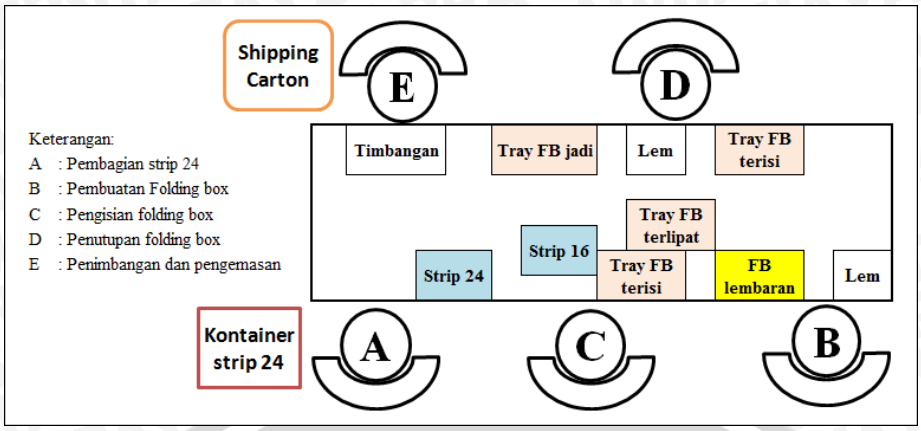
Tabel 4.8 Data Waktu Baku Aktual

Operator	Waktu Normal (dtk) (a)	*Allowance* (b)	Waktu Baku (dtk) (a×b)	Output Baku per menit (FB) ((1/a)*60)
Operator A	9.95	1.33	13.23	4
Operator B	15.09	1.33	20.07	2
Operator C	5.71	1.33	7.59	7
Operator D	7.11	1.33	9.46	6
Operator E	7.61	1.33	10.13	5

Perhitungan waktu normal dan waktu baku dapat dilihat pada Lampiran 5.

4.2.7 Peta Tangan Kiri dan Kanan Aktual

Peta tangan kiri dan tangan kanan merupakan suatu alat dari studi gerakan untuk menentukan gerakan-gerakan yang efisien, yaitu gerakan-gerakan yang memang dibutuhkan untuk melakukan suatu pekerjaan. Gerakan tangan yang dilakukan oleh operator dipengaruhi oleh *layout* kerja. Foto dari *layout* kerja aktual dapat dilihat pada lampiran 6. Gambar 4.3 menunjukkan *layout* kerja aktual operator.



Gambar 4.3 *Layout* Meja Kerja Operator Aktual

Setelah diketahui *layout* kerja aktual, selanjutnya disusun peta tangan kiri dan tangan kanan berdasarkan gerakan kerja operator pada peta kerja. Di bawah ini merupakan peta kerja tangan kiri dan tangan kanan dengan 5 pekerjaan untuk proses *manual packing*.

Tabel 4.9 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator A Aktual

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan : Pemotongan Strip **Departemen** : *Manual Packing* **Nomor Peta** : 01 **Sekarang** [√] **Perbaikan** [ ] **Dipetakan oleh** : Respati Ayuningtyas **Tanggal dipetakan** : 23 Juli 2013					
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Menjangkau strip pertama	2.07	R	D	2.07	Menganggur
Menjangkau strip kedua	1.82	R	H	1.82	Memegang strip pertama
Melipat strip kedua	3.52	H			
Menjangkau strip ketiga	1.69	R	H	7.68	Memegang strip
Memotong strip ketiga	2.47	DA			
Memegang strip sisa	1.66	H	RL	1.66	Meletakkan strip 24 ke *tray*
Total Waktu (dtk)	**13.23**			**13.23**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**13.23**		

Tabel 4.10 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator B Aktual

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan : Pembuatan *Folding box* **Departemen** : *Manual Packing* **Nomor Peta** : 02 **Sekarang** [√] **Perbaikan** [ ] **Dipetakan oleh** : Respati Ayuningtyas **Tanggal dipetakan** : 23 Juli 2013					
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Menjangkau *folding box* lembaran	2.62	R	D	2.62	Menganggur
Membentuk *folding box* jadi kotak	3.26	A	A	3.26	Membentuk *folding box* menjadi kotak
Melipat sisi bawah *folding box*	1.92	AP	AP	1.92	Melipat *folding box*
Memegang *folding box*	10.21	H	R	2.05	Menjangkau lem
			AP	2.44	Memberi lem ke *folding box*
			RL	1.84	Melepas lem
			AP	1.96	Melipat sisi *folding box* lainnya
			AP	1.92	Menekan *folding box*
Melepas *folding box* terlipat ke *tray*	2.05	RL	D	2.05	Menganggur
Total Waktu (dtk)	**20.07**			**20.07**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**20.07**		
Jumlah produk tiap siklus (unit)			**1**		

Tabel 4.11 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator C Aktual

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan : Pemasukan Strip ke *Folding box* **Departemen** : *Manual Packing* **Nomor Peta** : 03 **Sekarang** [√] **Perbaikan** [ ] **Dipetakan oleh** : Respati Ayuningtyas **Tanggal dipetakan** : 23 Juli 2013					
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Menjangkau strip 16	1.49	R	D	1.49	Menganggur
Memegang strip 16	1.83	H	R	1.83	Menjangkau strip 24
Menggabungkan strip 16 dan 24	1.80	A	A	1.80	Menggabungkan strip 16 dan 24
Memegang *folding box*	2.47	H	M	2.47	Memasukkan strip 16 dan 24
Total Waktu (dtk)	**7.59**			**7.59**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**7.59**		
Jumlah produk tiap siklus (unit)			**1**		

Tabel 4.12 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator D Aktual

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan : Penutupan *Folding box*					
Departemen : *Manual Packing*					
Nomor Peta : 04					
Sekarang [√] **Perbaikan** [ ]					
Dipetakan oleh : Respati Ayuningtyas					
Tanggal dipetakan : 23 Juli 2013					
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Menjangkau *folding box* terisi	1.69	R	H	3.74	Memegang lem
Melipat salah satu lipatan atas	2.05	AP			
Memegang *folding box*	3.89	H	AP	2.35	Memberi lem
			AP	1.54	Menekan *folding box*
Melepas *folding box* jadi ke *tray*	1.83	RL	H	1.83	Memegang lem
Total Waktu (dtk)	**9.46**			**9.46**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**9.46**		
Jumlah produk tiap siklus (unit)			**1**		

Tabel 4.13 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator E Aktual

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan : Penimbangan dan Pengemasan					
Departemen : *Manual Packing*					
Nomor Peta : 05					
Sekarang [√] **Perbaikan** [ ]					
Dipetakan oleh : Respati Ayuningtyas					
Tanggal dipetakan : 23 Juli 2013					
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Menjangkau FB jadi ke-1	2.08	R	D	2.08	Menganggur
Menimbang FB 1	2.61	RL	R	2.61	Menjangkau FB 1
Menjangkau FB 2	2.46	R	M	2.46	Memasukkan FB ke dalam SC
Mengatur FB di SC	2.98	P	P	2.98	Mengatur FB di SC
Total Waktu (dtk)	**10.13**			**10.13**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**10.13**		
Jumlah produk tiap siklus (unit)			**1**		

Perbandingan jumlah elemen gerakan tangan kiri dan tangan kanan dapat dilihat pada tabel 4.14.

Tabel 4.14 Perbandingan Elemen Gerakan Tangan Kiri dan Tangan Kanan Aktual

Elemen Gerakan	Tangan Kiri	Tangan Kanan
Menjangkau (R)	8	3
Memegang (G)	-	-
Membawa (M)	-	2
Menahan (H)	6	4
Mengarahkan (P)	1	1
Merakit (A)	2	2
Memotong (DA)	1	-
Melepas (RL)	3	2
Menekan (AP)	2	6

Elemen Gerakan	Tangan Kiri	Tangan Kanan
Menganggur (D)	-	5
Total Gerakan	**23**	**25**

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa gerakan yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan belum cukup seimbang dan ternyata masih terdapat beberapa gerakan yang tidak diperlukan dalam operasi kerja yang menyebabkan gerakan kerja yang kurang efektif.

4.2.8 Perhitungan Performansi Lini Aktual

Setelah waktu baku dari seluruh elemen kerja diperoleh, maka dapat dilanjutkan dengan menghitung keadaan aktual dari performansi lini *manual packing* saat ini. Langkah awal yang dilakukan adalah dengan perhitungan efisiensi setiap stasiun kerja yang terbagi menurut prosesnya. Efisiensi setiap stasiun kerja dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Efisiensi = \frac{Wb_{st}}{Wb_{max}} \times 100\%$$

Tabel 4.15 Efisiensi Operator Aktual

Operator	Waktu Baku (dtk)	Efisiensi (%)	*Idle Time* (dtk)
A	13.23	65.9	6.84
B	20.07	100	-
C	7.59	37.8	12.48
D	9.46	47.1	10.61
E	10.13	50.5	9.94
Total	**60.49**		**39.87**

Performansi aktual dari lini *manual packing* awal dapat diuraikan sebagai berikut:

a. *Line efficiency*

$$LE = \frac{\sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$LE = \frac{60.49}{(5)(20.07)}$$

$$LE = 0.6$$

b. *Balance delay*

$$BD = \frac{(k)(Wb_{max}) - \sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$BD = \frac{(5)(20.07) - 60.49}{(5)(20.07)}$$

$$BD = \frac{100.35 - 60.49}{100.35}$$

$$BD = \frac{39.86}{100.35}$$

$$BD = 0.4$$

c. *Smoothness index*

$$SI = \sqrt{\sum (Wb_{max} - Wb_{st})^2}$$

$$SI = 20.3$$

4.3 Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan untuk mengolah data yang didapatkan dari pengumpulan data sehingga menjadi informasi yang dapat digunakan untuk menjawab tujuan penelitian.

4.3.1 Keseimbangan Lini Perbaikan

Kesembangan lini dilakukan dengan menentukan hubungan antara pekerjaan-pekerjaan yang terlibat dalam suatu lini produksi dan keterikatan antara pekerjaan tersebut. Setelah itu dilakukan penentuan perbaikan waktu siklus yang akan digunakan sebagai kecepatan lintasan dalam perhitungan setiap metode. Waktu siklus ditentukan dengan menghitung total waktu produksi dibagi dengan total permintaan. Diketahui bahwa pada proses pengemasan HP ASS WR 40 terdapat 3 shift dengan waktu produksi tiap shift selama 7.5 jam serta terdapat 2 kelompok. Maka jumlah permintaan tiap shift dapat dihitung dengan perhitungan dibawah ini:

$$Target\ per\ hari = 179\ SC\ atau\ 12888\ FB$$

$$Target\ per\ shift\ per\ kelompok = \frac{12888}{(3)(2)} = 2148\ FB$$

Sehingga dapat diketahui waktu siklus untuk proses pengemasan satu *folding box* melalui perhitungan di bawah ini:

$$Cycle\ Time\ (CT) = \frac{Waktu\ Produksi}{demand}$$

$$Cycle\ Time\ (CT) = \frac{7.5\ \times 3600\ dtk}{2148} = 12.6\ detik$$

Apabila dilakukan perbandingan antara *Cycle Time* (CT) dengan waktu baku terpanjang (Wb_{max}) dapat disimpulkan bahwa CT < Wb. Karena waktu elemen kerja melebihi CT, maka CT yang digunakan adalah 20.07 detik. Setelah itu menentukan jumlah minimum stasiun kerja teoritis yang dibutuhkan untuk memenuhi pembatas waktu siklus.

$$N = \frac{\sum W_b}{CT}$$

$$N = \frac{60.49}{20.07} = 3.01 \approx 4$$

Jumlah minimum stasiun kerja teoritis yang dibutuhkan untuk memenuhi pembatas waktu siklus adalah 4 stasiun kerja.

4.3.1.1 Metode *Rank Positional Weight*

Perhitungan metode ini dengan cara mengelompokkan pekerjaan ke dalam sejumlah kelompok berdasarkan jumlah stasiun kerja minimal dan melakukan pengalokasian sesuai dengan waktu siklus yang dimiliki. Langkah awal dalam penyelesaian dengan menggunakan metode ini yaitu membuat matrix keterdahuluan berdasarkan jaringan kerja serta besar waktu operasinya. Tabel bobot posisi pada elemen kerja dapat dilihat pada tabel 4.16 dan tabel perhitungan bobot posisi dapat dilihat pada Lampiran 7.

Tabel 4.16 *Rank Positional Weight*

Operator	No	Elemen Kerja	Waktu Baku (dtk)	RPW	Elemen pendahulu
Operator A	1	Menjangkau strip jumbo pertama	2.07	40.37	-
	2	Menjangkau strip jumbo kedua	1.82	36.73	1
	3	Melipat strip jumbo kedua	3.52	33.17	2
	4	Menjangkau strip jumbo ketiga	1.69	31.74	3
	5	Memotong strip jumbo ketiga	2.47	29.39	4
	6	Meletakkan strip 24 ke *tray*	1.66	27.61	5
Operator B	7	Menjangkau *folding box* lembaran	2.62	41.58	-
	8	Membentuk *folding box* menjadi kotak	3.26	38.06	7
	9	Melipat *folding box* bagian bawah	1.92	36.79	8
	10	Mengambil lem	2.05	34.89	9
	11	Memberi lem ke lipatan *folding box* bawah	2.44	33.09	10
	12	Melepas lem	1.84	30.43	11
	13	Melipat bagian bawah *folding box*	1.96	27.99	12
	14	Menekan *folding box*	1.92	25.60	13
	15	Meletakkan *folding box* terlipat ke *tray*	2.05	25.69	14
Operator C	16	Menjangkau strip 16	1.49	29.45	6
	17	Menjangkau strip 24	1.83	27.83	16
	18	Menggabungkan strip 16 dan 24	1.80	25.69	17
	19	Memasukkan strip ke *folding box*	2.47	22.06	15; 18
Operator D	20	Menjangkau *folding box* terisi dari *tray*	1.69	19.59	19
	21	Melipat bagian atas *folding box*	2.05	17.89	20
	22	Memberi lem di lipatan atas *folding box*	2.35	15.84	21
	23	Menekan *folding box*	1.54	13.50	22
	24	Meletakkan *folding box* jadi ke *tray*	1.83	11.49	23
Operator	25	Menjangkau *folding box* jadi dari *tray*	2.08	10.13	24

Operator	No	Elemen Kerja	Waktu Baku (dtk)	RPW	Elemen pendahulu
E	26	Menimbang *folding box*	2.61	8.04	25
	27	Memasukkan *folding box* ke *shipping carton*	2.46	5.44	26
	28	Mengatur *folding box* di dalam *shipping carton*	2.98	2.98	27

Langkah selanjutnya adalah mengurutkan bobot operasi dari yang terbesar sampai terkecil, disertai dengan operasi yang harus segera didahulukan yang dapat dilihat pada tabel 4.17.

Tabel 4.17 Urutan Bobot Posisi dan Elemen Pendahulu Metode *Rank Positional Weight*

Operasi	RPW	Elemen pendahulu	Waktu Baku (dtk)
7	41.58	-	2.62
1	40.37	-	2.07
8	38.06	7	3.26
9	36.79	8	1.92
2	36.73	1	1.82
10	34.89	9	2.05
3	33.17	2	3.52
11	33.09	10	2.44
4	31.74	3	1.69
12	30.43	11	1.84
16	29.45	6	1.49
5	29.39	4	2.47
13	27.99	12	1.96
17	27.83	16	1.83
6	27.61	5	1.66
15	25.69	14	2.05
18	25.69	17	1.80
14	25.60	13	1.92
19	22.06	15; 18	2.47
20	19.59	19	1.69
21	17.89	20	2.05
22	15.84	21	2.35
23	13.50	22	1.54
24	11.49	23	1.83
25	10.13	24	2.08
26	8.04	25	2.61
27	5.44	26	2.46
28	2.98	27	2.98

Selanjutnya menentukan stasiun kerja dengan operasi yang sudah ditetapkan yaitu untuk menentukan efisiensi stasiun kerja yang didapat dari metode *Rank Performance Weight* ditunjukkan oleh tabel 4.18.

Tabel 4.18 Penugasan Operasi untuk Operator Metode *Rank Positional Weight*

Operator	Operasi yang ditetapkan	Waktu baku (dtk)	Efisiensi Operator (%)	Idle Time (dtk)
A	7; 1; 8; 9; 2; 10; 3	17.29	100	-
B	11; 4; 12; 16; 5; 13; 17; 6	15.37	88.9	1.92
C	15; 18; 14; 19; 20; 21; 22; 23	15.88	91.8	1.41
D	24; 25; 26; 27; 28	11.95	69.1	5.34
	Total	**60.49**		**8.67**

a. *Line efficiency*

$$LE = \frac{\sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$LE = \frac{60.49}{(4)(17.29)}$$

$$LE = 0.87$$

b. *Balance delay*

$$BD = \frac{(k)(Wb_{max}) - \sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$BD = \frac{(4)(17.29) - 60.49}{(4)(17.29)}$$

$$BD = \frac{69.16 - 60.49}{69.16}$$

$$BD = \frac{8.67}{69.16}$$

$$BD = 0.13$$

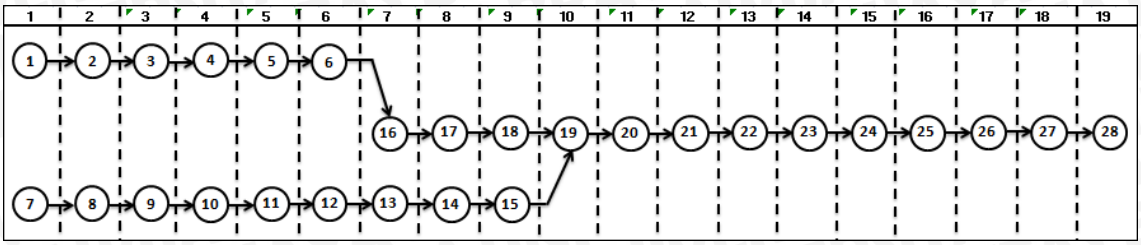
c. *Smoothness index*

$$SI = \sqrt{\sum (Wb_{max} - Wb_{st})^2}$$

$$SI = 5.84$$

4.3.1.2 Metode *Killbridge & Wester*

Perhitungan metode *Killbridge & Wester* yaitu dengan cara mengelompokkan pekerjaan ke dalam sejumlah kelompok yang mempunyai tingkat keterhubungan yang sama. Metode *Killbridge & Wester* merupakan pengelompokkan stasiun kerja dengan memperhatikan kolom yang mendekati waktu siklus. Pembagian kelompok dengan metode *Killbridge & Wester* dapat dilihat pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Pembagian Kelompok Kerja Metode *Killbridge & Wester*

Elemen kerja yang disusun berdasarkan metode *Kilbridge & Wester* dapat dilihat pada tabel 4.19.

Tabel 4.19 Elemen Kerja berdasarkan Kolom

No	Elemen Kerja	Kolom	Waktu Baku (dtk)	Total Waktu per Kolom
1	Menjangkau strip jumbo pertama	1	2.07	4.69
7	Menjangkau *folding box* lembaran		2.62	
2	Menjangkau strip jumbo kedua	2	1.82	5.08
8	Membentuk *folding box* menjadi kotak		3.26	
3	Melipat strip jumbo kedua	3	3.52	5.44
9	Melipat *folding box* bagian bawah		1.92	
4	Menjangkau strip jumbo ketiga	4	1.69	3.74
10	Mengambil lem		2.05	
5	Memotong strip jumbo ketiga	5	2.47	4.91
11	Memberi lem ke lipatan *folding box*		2.44	
6	Meletakkan strip 24ke tray	6	1.66	3.50
12	Melepas lem		1.84	
16	Menjangkau strip 16	7	1.49	3.45
13	Melipat bagian bawah *folding box*		1.96	
17	Menjangkau strip 24	8	1.83	3.75
14	Menekan *folding box*		1.92	
18	Menggabungkan strip 16 dan 24	9	1.80	3.85
15	Meletakkan *folding box* ke tray		2.05	
19	Memasukkan strip ke *folding box*	10	2.47	2.47
20	Menjangkau *folding box* terisi dari *tray*	11	1.69	1.69
21	Melipat bagian atas *folding box*	12	2.05	2.05
22	Memberi lem di lipatan atas *folding box*	13	2.35	2.35
23	Menekan *folding box*	14	1.54	1.54
24	Meletakkan *folding box* jadi ke *tray*	15	1.83	1.83
25	Menjangkau *folding box* jadi dari *tray*	16	2.08	2.08
26	Menimbang *folding box*	17	2.61	2.61
27	Memasukkan *folding box* ke *shipping carton*	18	2.46	2.46
28	Mengatur *folding box* di dalam *shipping carton*	19	2.98	2.98

Elemen kerja yang telah disusun untuk tiap operator dengan metode *Kilbridge & Wester* dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20 Elemen Kerja tiap Operator

No	Operator	Waktu Baku (dtk)	Total Waktu Operator (dtk)
1	Operator A	2.07	15.21
7		2.62	
2		1.82	
8		3.26	
3		3.52	
9		1.92	
4	Operator B	1.69	15.60
10		2.05	
5		2.47	
11		2.44	
6		1.66	
12		1.84	
16		1.49	
13		1.96	
17	Operator C	1.83	16.16
14		1.92	
18		1.80	
15		2.05	
19		2.47	
20		1.69	
21		2.05	
22		2.35	
23	Operator D	1.54	13.50
24		1.83	
25		2.08	
26		2.61	
27		2.46	
28		2.98	

Setelah dilakukan pengelompokkan, maka dibuat stasiun kerja dengan memperhatikan total operasi yang tidak boleh melebihi waktu siklus. Penentuan operator dan operasi yang ditetapkan dengan metode *Killbridge & wester* dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21 Penugasan Operasi untuk Operator dengan Metode *Killbridge & Wester*

Operator	Operasi yang ditetapkan	Waktu Baku (dtk)	Efisiensi operator (%)	Idle Time (dtk)
A	1; 7; 2; 8; 3; 9	15.22	94.1	0.94
B	4; 10; 5; 11; 6; 12; 16; 13	15.61	96.5	0.55
C	17; 14; 18; 15; 19; 20; 21; 22	16.16	100	-
D	23; 24; 25; 26; 27; 28	13.50	83.5	2.66
		60.49		**4.15**

a. *Line efficiency*

$$LE = \frac{\sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$LE = \frac{60.49}{(4)(16.16)}$$

$$LE = 0.94$$

b. *Balance delay*

$$BD = \frac{(k)(Wb_{max}) - \sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$BD = \frac{(4)(16.16) - 60.49}{(4)(16.16)}$$

$$BD = \frac{64.64 - 60.49}{64.64}$$

$$BD = \frac{4.15}{64.64}$$

$$BD = 0.06$$

c. *Smoothness index*

$$SI = \sqrt{\sum (Wb_{max} - Wb_{st})^2}$$

$$SI = 2.87$$

4.3.1.3 Metode *Largest Candidate Rule*

Langkah awal yang harus dilakukan untuk metode *Largest Candidate Rule* adalah mengurutkan operasi yang mempunyai waktu terbesar hingga terkecil, dengan memperhatikan hubungan antar operasi pada *precedence diagram*. Operasi yang dikelompokkan dalam suatu stasiun kerja haruslah operasi yang tidak mendahului operasi pendahulunya. Selanjutnya adalah melihat *precedence diagram* untuk melihat proses operasinya sehingga mudah untuk mengurutkannya tanpa mendahului proses operasi pendahulunya. Kemudian mengurutkan waktu proses operasi mulai dari yang terbesar sampai waktu yang terkecil. Hasil identifikasi jumlah predecessor tiap elemen kerja dapat dilihat pada Lampiran 8.

Hasil pembagian elemen kerja dengan waktu elemen terbesar dan jumlah predesessor terendah dapat dilihat pada tabel 4.22

Tabel 4.22 Pembagian Elemen Kerja berdasarkan Waktu Elemen & Jumlah Predesessor

No	Jumlah Predesessor	Waktu Baku (dtk)
7	0	2.62
1	0	2.07
8	1	3.26
2	1	1.82
3	2	3.52
9	2	1.92
10	3	2.05
4	3	1.69
11	4	2.44
5	4	2.47
12	5	1.84
6	5	1.66
13	6	1.96
16	6	1.49
17	7	1.83
14	7	1.92
15	8	2.05
18	8	1.80
19	18	2.47
20	19	1.69
21	20	2.05
22	21	2.35
23	22	1.54
24	23	1.83
25	24	2.08
26	25	2.61
27	26	2.46
28	27	2.98

Pembagian operator dan operasi yang ditetapkan oleh metode *Largest Candidate Rule* dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23 Penugasan Operasi untuk Operator dengan Metode *Largest Candidate Rule*

Operator	Operasi yang ditetapkan	Waktu baku (dtk)	Efisiensi Operator (%)	Idle Time (dtk)
A	7; 1; 2; 3; 4; 5; 6	15.86	100	-
B	8; 9; 10; 11; 12; 13; 14	15.39	97	0.47
C	16; 17; 15; 18; 19; 20; 21; 22	15.74	99.2	0.12
D	23; 24; 25; 26; 27; 28	13.50	85.1	2.36
		60.49		**2.95**

a. *Line efficiency*

$$LE = \frac{\sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$LE = \frac{60.49}{(4)(15.85)}$$

$$LE = 0.95$$

b. *Balance delay*

$$BD = \frac{(k)(Wb_{max}) - \sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$BD = \frac{(4)(15.86) - 60.49}{(4)(15.86)}$$

$$BD = \frac{63.44 - 60.49}{63.44}$$

$$BD = \frac{2.95}{63.44}$$

$$BD = 0.05$$

c. *Smoothness index*

$$SI = \sqrt{\sum (Wb_{max} - Wb_{st})^2}$$

$$SI = 2.4$$

Perbandingan performansi keseimbangan lini perakitan usulan dengan menggunakan metode *Rank Performance weight, Kilbridge & Wester;* dan *Largest Candidate Rule* dapat dilihat pada tabel 4.24.

Tabel 4.24 Perbandingan Metode Usulan

	RPW	***Killbridge***	**LCR**
***Line efficiency* (%)**	87	94	95
***Balance delay* (%)**	13	6	5
***Idle Time* (dtk)**	8.67	4.15	2.95
Smoothness index	5.84	2.87	2.4

Dari tabel hasil perhitungan di atas, dapat dilihat bahwa metode *Largest Candidate Rule* (LCR) mempunyai hasil yang terbaik di semua faktor. Metode ini memiliki nilai efisiensi lini terbesar dibandingkan dua metode lainnya yaitu sebesar 95%. Selain itu metode LCR juga menghasilkan waktu menunggu terkecil yaitu 2.95 detik. Serta yang membuat metode ini paling layak untuk digunakan dalam perbaikan lini produksi adalah nilai dari *smoothness index* yang dimiliki merupakan yang paling rendah dibandingkan dengan metode *Rank positional Weight* (RPW) dan *Killbridge & Wester* yaitu sebesar 2.4. Nilai *smoothness index* yang rendah mengindikasikan bahwa perbaikan lini produksi dengan menggunakan metode LCR akan lebih seimbang daripada metode lainnya.

4.4 Estimasi Perbaikan Lini Produksi

Estimasi perbaikan lini produksi dilakukan untuk memperkirakan apakah perbaikan yang direncanakan memberikan hasil yang signifikan pada lini produksi *manual packing* produk HP ASS WR 40 dengan melakukan perhitungan waktu kerja dan peta tangan kiri dan tangan kanan.

4.4.1 Perbaikan Waktu Siklus

Data perbaikan waktu siklus didapatkan dari metode usulan *line balncing* yang telah terpilih yaitu *Largest Candidate Rule*. Setelah didapatkan pembagian operasi tiap operator selanjutnya adalah mengurangi elemen kerja yang tidak efisien atau menggabungkan elemen kerja untuk mengurangi gerakan menganggur pada operator. Perbandingan data waktu siklus aktual dan perbaikan dapat dilihat pada Lampiran 9.

4.4.2 Perbaikan Waktu Normal

Setelah mendapatkan estimasi perbaikan waktu siklus untuk tiap elemen, langkah selanjutnya adalah menentukan waktu normal untuk setiap operator. Perhitungan perbaikan waktu normal sama dengan waktu normal aktual, yaitu menggunakan tabel faktor penyesuaian *Westing House* yang dapat dilihat pada tabel 4.25.

Tabel 4.25 Data Penyesuaian Perbaikan Elemen Kerja Operator

No	Faktor	Kelas	Lambang	Penyesuaian
1	Keterampilan	Average	D	0.00
2	Usaha	Average	D	0.00
3	Kondisi Kerja	Average	D	0.00
4	Konsistensi	Average	D	0.00
Total Penyesuaian				**0.00**

Perhitungan Waktu Normal

$W_N = W_S \times (1 + P_1)$

Tabel 4.26 Data Waktu Normal Perbaikan

Operator	Waktu Siklus (dtk) (a)	*Performance Rating* (%) (b)	Waktu Normal (dtk) (a×b)
Operator A	10.49	1.00	10.49
Operator B	7.75	1.00	7.75
Operator C	7.7	1.00	7.7
Operator D	7.62	1.00	7.62

4.4.3 Perbaikan Waktu Baku

Dari hasil perhitungan waktu normal, kemudian adalah menentukan estimasi perbaikan waktu baku. Penentuan waktu baku harus mengikutsertakan elemen kerja faktor kelonggaran dalam perhitungannya. Data kelonggaran dapat dilihat pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27 Data Kelonggaran Perbaikan Operator

Kode	Uraian	Nilai
1	Tenaga yang dikeluarkan (Bekerja di meja, duduk)	5%
2	Sikap kerja (Duduk)	1%
3	Gerakan kerja (Normal)	0%
4	Kelelahan mata (Pandangan terputus-putus)	4%
5	Temperature (Normal)	5%
6	Atmosfer (Ventilasi kurang baik, ada bau-bauan)	4%
7	Keadaan lingkungan (Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik)	2%
8	Kebutuhan pribadi	4%
JUMLAH		**25%**

Perhitungan waktu baku

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

Perhitungan output baku

$$Output\ Baku = \frac{1}{W_N} \times 60$$

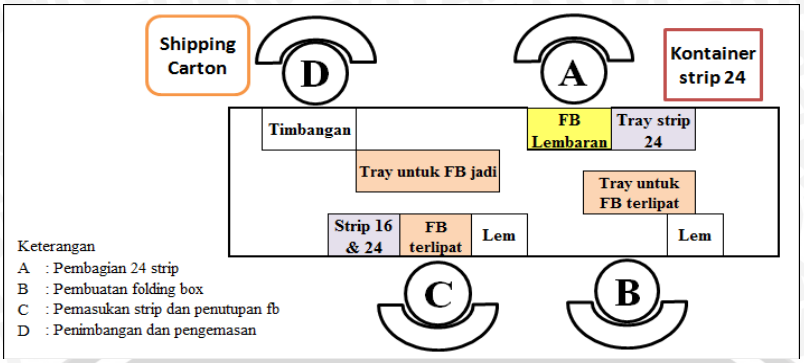
Tabel 4.28 Data Waktu Baku Perbaikan

Operator	Waktu Normal (dtk) (a)	*Allowance* (b)	Waktu Baku (dtk) (a×b)	Output Baku per menit (unit) ((1/a)×60)
Operator A	10.49	1.33	13.95	4
Operator B	7.75	1.33	10.31	5
Operator C	7.7	1.33	10.24	5
Operator D	7.62	1.33	10.13	5

4.4.4 Perbaikan Peta Tangan Kiri dan Tangan Kanan

Dari data elemen gerakan kerja aktual, gerakan yang dilakukan oleh tangan kiri dan tangan kanan belum seimbang. Hal ini terjadi karena masih terdapat beberapa gerakan yang tidak diperlukan dalam operasi kerja yang menyebabkan gerakan kerja yang kurang efektif. Selain itu, *layout* meja kerja terdapat material yang letaknya tidak beraturan sehingga operator tidak dapat bekerja dengan efektif. Oleh karena itu dibuat estimasi perbaikan elemen kerja dan *layout* meja kerja untuk memperbaiki gerakan kerja agar operator dapat bekerja lebih efisien dan waktu pengemasan produk HP ASS

WR 40 menjadi lebih optimal. Perbaikan *layout* meja kerja operator dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 Perbaikan *Layout* Meja Kerja Operator

Dari *layout* kerja di atas dapat dilihat posisi operator dan letak komponen yang sudah ditata dengan baik sesuai dengan urutan pengerjaan proses pengemasan HP ASS WR 40. Hal ini dilakukan untuk membantu operator agar dapat bekerja lebih efektif dan efisien sehingga proses menjadi lebih cepat. Setelah membuat *layout* kerja operator perbaikan, langkah selanjutnya adalah membuat elemen gerakan perbaikan untuk setiap operator yang ditujukan untuk menstandarisasi gerakan operator dalam proses *packing*. Karena pada proses ini terdapat 3 shift kerja sehingga dengan standarisasi elemen gerakan kerja diharapkan tata cara kerja tetap sama walaupun berbeda operator sehingga output yang dihasilkan konstan. Penentuan elemen gerakan perbaikan ini berdasarkan dari metode *Largest Candidate Rule*. Tabel-tabel di bawah ini merupakan elemen gerakan perbaikan dengan menggunakan peta tangan kiri dan tangan kanan.

Tabel 4.29 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator A Perbaikan

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan : Pembagian Strip dan **Departemen** : *Manual Packing* **Nomor Peta** : 06 **Sekarang** [ ] **Perbaikan** [√] **Dipetakan oleh** : Respati Ayuningtyas **Tanggal dipetakan** : 28 November 2013					
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Menjangkau gulungan strip	2.07	R	R	2.07	Menjangkau gulungan strip
Melipat strip menjadi 24	3.52	U	U	3.52	Melipat strip menjadi 24
Memegang gulungan strip 24	2.47	H	DA	2.47	Memotong strip 24
Menjangkau FB lembaran	2.62	R	RL	2.62	Meletakkan strip 24 ke *tray*
Membentuk FB menjadi kotak	3.26	A	A	3.26	Membentuk FB menjadi kotak
Total Waktu (dtk)	**13.95**			**13.95**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**13.95**		
Jumlah produk tiap siklus (unit)			**1**		

Tabel 4.30 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator B Perbaikan

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan : Pembuatan *Folding box* **Departemen** : *Manual Packing* **Nomor Peta** : 07 **Sekarang** [ ] **Perbaikan** [√] **Dipetakan oleh** : Respati Ayuningtyas **Tanggal dipetakan** : 28 November 2013					
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Melipat FB bagian bawah	2.05	U	R	2.05	Menjangkau lem
Memegang FB	2.43	H	U	2.43	Memberi lem bagian bawah FB
Menutup lipatan FB	1.96	U	U	1.96	Menutup lipatan FB
Meletakkan FB terlipat ke tray	2.05	RL	RL	2.05	Meletakkan lem
Menjangkau strip 16	1.82	R	R	1.82	Menjangkau strip 24
Total Waktu (dtk)	**10.31**			**10.31**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**10.31**		
Jumlah produk tiap siklus (unit)			**1**		

Tabel 4.31 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator C Perbaikan

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan : Pemasukan Strip dan Penutupan *Folding box* **Departemen** : *Manual Packing* **Nomor Peta** : 08 **Sekarang** [ ] **Perbaikan** [√] **Dipetakan oleh** : Respati Ayuningtyas **Tanggal dipetakan** : 28 November 2013					
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Memasukkan strip ke FB	2.47	M	M	2.47	Memasukkan strip ke FB
Melipat bagian atas FB	2.05	U	R	2.05	Menjangkau lem
Memegang FB	2.35	H	U	2.35	Memberi lem pada bagian atas FB
Menutup lipatan atas FB	1.54	U	H	1.54	Memegang lem dan FB
Meletakkan FB terisi ke *tray*	1.82	RL	RL	1.82	Melepas lem
Total Waktu (dtk)	**10.24**			**10.24**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**10.24**		

Tabel 4.32 Peta Tangan Kiri dan Kanan Operator D Perbaikan

PETA TANGAN KIRI DAN KANAN					
Pekerjaan	: Penimbangan dan Pengemasan				
Departemen	: *Manual Packing*				
Nomor Peta	: 09				
Sekarang [ ]	**Perbaikan** [√]				
Dipetakan oleh	: Respati Ayuningtyas				
Tanggal dipetakan	: 28 November 2013				
Tangan Kiri	**Waktu (dtk)**	**Lambang**		**Waktu (dtk)**	**Tangan Kanan**
Menjangkau FB jadi dari *tray*	2.09	R	D	2.09	Menganggur
Menimbang FB	2.61	RL	D	2.61	Menganggur
Menjangkau FB jadi dari *tray*	2.46	R	M	2.46	Memasukkan FB ke SC
Mengatur FB di dalam SC	2.98	P	P	2.98	Mengatur FB di dalam SC
Total Waktu (dtk)	**10.13**			**10.13**	
Waktu tiap siklus (dtk)			**10.13**		
Jumlah produk tiap siklus (unit)			**1**		

Perbandingan jumlah elemen gerakan tangan kiri dan tangan kanan perbaikan dapat dilihat pada tabel 4.33.

Tabel 4.33 Jumlah Elemen Gerakan Perbaikan

Elemen Gerakan	**Tangan Kiri**	**Tangan Kanan**
Menjangkau (R)	5	4
Membawa (M)	1	2
Menggunakan (U)	5	4
Mengarahkan (P)	1	1
Merakit (A)	1	1
Memotong (DA)	-	1
Melepas (RL)	3	3
Menahan (H)	3	1
Menganggur (D)	-	2
Total Gerakan	**19**	**19**

Performansi perbaikan dari lini *manual packing* dapat diuraikan sebagai berikut:

a. *Line efficiency*

$$LE = \frac{\sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$LE = \frac{44.63}{(4)(13.95)}$$

$$LE = 0.8$$

b. *Balance delay*

$$BD = \frac{(k)(Wb_{max}) - \sum Wb_{st}}{(k)(Wb_{max})}$$

$$BD = \frac{(4)(13.95) - 44.63}{(4)(13.95)}$$

$$BD = \frac{55.8 - 44.63}{55.8}$$

$$BD = \frac{11.17}{55.8}$$

$$BD = 0.2$$

c. *Smoothness index*

$$SI = \sqrt{\sum (Wb_{max} - Wb_{st})^2}$$

$$SI = 6.45$$

4.5 Analisa Data Perbaikan

$$Selisih\ waktu\ siklus = waktu\ siklus\ aktual - waktu\ siklus\ perbaikan$$

$$Selisih\ waktu\ siklus = 45.47 - 33.56$$

$$Selisih\ waktu\ siklus = 11.91\ detik$$

$$Persentase\ selisih\ Ws = \frac{Selisih\ waktu\ siklus}{waktu\ siklus\ aktual} \times 100\%$$

$$Persentase\ selisih\ Ws = \frac{11.91}{45.47} \times 100\%$$

$$Persentase\ selisih\ Ws = 26.2\%$$

$$Selisih\ waktu\ baku = waktu\ baku\ aktual - waktu\ baku\ perbaikan$$

$$Selisih\ waktu\ baku = 60.49 - 44.63$$

$$Selisih\ waktu\ baku = 15.86\ detik$$

$$Persentase\ selisih\ Wb = \frac{Selisih\ waktu\ baku}{waktu\ baku\ aktual} \times 100\%$$

$$Persentase\ selisih\ Wb = \frac{15.86}{60.49} \times 100\%$$

$$Persentase\ selisih\ Wb = 26.2\%$$

Estimasi kapasitas produksi setelah perbaikan (terbagi dalam 2 kelompok dan 3 shift dengan rata-rata waktu produksi tiap shift selama 7.5 jam = 27000 detik)

$$Output\ baku\ Produksi\ per\ menit = \frac{1}{WN_{max}} \times 60$$

$$Output\ baku\ Produksi\ per\ menit = \frac{1}{10.49} \times 60$$

$$= 5\ FB$$

$$Output\ baku\ Produksi\ per\ jam = 5 \times 60 = 300\ FB$$

$$Output\ baku\ Produksi\ per\ hari = 300 \times 7.5\ jam \times 2 \times 3$$

$$= 13500\ FB$$

$$= 187\ SC$$

$$Selisih\ output\ produksi = Output\ produksi\ perbaikan - output\ produksi\ aktual$$

$$= 187 - 147$$

$$= 40\ SC$$

$$Persentase\ Peningkatan\ Produktivitas = \frac{Selisih\ output\ produksi}{Output\ produksi\ aktual} \times 100\%$$

$$Persentase\ Peningkatan\ Produktivitas = \frac{40}{147} \times 100\%$$

$$Persentase\ Peningkatan\ Produktivitas = 27.2\%$$

BAB V
PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran yang ditujukan untuk menjawab rumusan masalah, serta saran untuk penelitian selanjutnya yang mengacu pada metode penelitian, analisis dan pembahasan.

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai Kaizen ini berdasarkan rumusan masalah yang ada adalah:

1. Dalam penerapan Kaizen ini peneliti menggunakan tiga metode pendukung untuk melakukan perbaikan yaitu metode jam henti, metode *line balancing*, serta peta tangan kiri dan tangan kanan.
   - Metode jam henti dilakukan untuk mengetahui lama waktu siklus yang digunakan untuk melakukan perhitungan waktu normal dan waktu baku. Dari estimasi perbaikan yang dilakukan diketahui bahwa waktu baku sebelum perbaikan sebesar 60.49 detik dan estimasi perbaikan berkurang menjadi 44.63 detik.
   - *Line balancing* atau keseimbangan lini digunakan untuk membagi operasi kerja tiap operator serta memperbaiki *layout* kerja. Dalam penelitian dilakukan perbandingan beberapa metode keseimbangan lini. Dari hasil perbandingan maka metode yang terpilih adalah LCR karena memiliki nilai efisiensi terbesar yaitu 95% dan nilai *Smoothness index* paling rendah yaitu 2.4. Selanjutnya dilakukan perbaikan berdasarkan metode LCR. Dari hasil estimasi perbaikan didapatkan nilai efisiensi sebesar 80% dan nilai *Smoothness index* 6.45.
   - Peta tangan kiri dan tangan kanan dilakukan untuk mengetahui efektifitas dan efisiensi gerakan kerja operator sehingga dapat digunakan untuk mengurangi gerakan kerja yang tidak dibutuhkan. Dari hasil pengolahan data diketahui bahwa banyak gerakan elemen operator aktual tidak seimbang yaitu 23 gerakan untuk tangan kiri dan 25 gerakan untuk tangan kanan. Sedangkan pada estimasi perbaikan peneliti mengurangi gerakan yang kurang efisien dan menggabungkan gerakan yang dianggap dapat digabungkan sehingga pada estimasi perbaikan gerakan kerja berkurang menjadi 19 gerakan.

2. Waktu baku proses operasi untuk operator A sebesar 13.95 detik, operator B sebesar 10.31 detik, operator C sebesar 10.24 detik dan operator D sebesar 10.13 detik menunjukkan bahwa waktu kerja tiap operator semakin seimbang sehingga waktu menganggur tiap operator tidak terlalu lama.
3. Setelah dilakukan perhitungan estimasi perbaikan, selanjutnya menghitung output produksi setelah dilakukan perbaikan. Proses *manual packing* untuk produk HP ASS WR 40 terbagi menjadi 2 kelompok kerja dalam 3 shift dimana lama tiap shift adalah 7.5 jam. Sebelum dilakukan perbaikan, output produksi per hari adalah sebanyak 147 *shipping carton.* Estimasi output produksi per hari setelah dilakukan perbaikan adalah 187 *shipping carton* (SC), meningkat sebanyak 40 SC dibandingkan sebelum dilakukan perbaikan.
4. Hasil yang didapatkan dengan penerapan Kaizen adalah adanya peningkatan efisiensi kerja yang dapat dilihat dari berkurangnya waktu baku sebesar 15.33 detik, meningkatnya efisiensi lini dari 60% menjadi 80%, serta terjadi keseimbangan kedua tangan yang semuala pada tangan kiri terdapat 23 gerakan dan tangan kanan 25 gerakan menjadi 19 gerakan pada kedua tangan. Selain itu juga terjadi peningkatan produktivitas dengan bertambahnya output produksi sebesar 40 *shipping carton*.

5.2 Saran

Saran yang diberikan pada bagian ini ditujukan untuk perbaikan terhadap penelitian selanjutnya.

1. Kaizen merupakan kegiatan perbaikan yang dilakukan secara berkelanjutan, sehingga diharapkan dilakukan perbaikan lebih lanjut berupa pelatihan kerja pada operator dan melakukan otomasi operasi kerja yang dapat dikerjakan oleh mesin sehubungan dengan proses produksi HP ASS WR 40 di area *manual packing*.
2. Untuk penelitian lebih lanjut dapat menggunakan metode lain dan melibatkan variabel yang lebih banyak agar hasil yang didapatkan lebih optimal.