

IMPLEMENTASI METODE HEIJUNKA DALAM PEMERATAAN PRODUKSI
GORONG-GORONG

IMPLEMENTATION OF HEIJUNKA METHOD IN LEVELLING CULVERT
PRODUCTION

Nasion Patriotik¹⁾, Arif Rahman²⁾, Dwi Hadi Sulistyari³⁾

Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang, 65145, Indonesia

E-mail: Npatriotik07@gmail.com¹⁾, posku@ub.ac.id²⁾ dwhiadi@ub.ac.id³⁾

Abstrak

CV. Aneka Beton memproduksi gorong-gorong mulai dari ukuran 20 cm hingga 100 cm. Permasalahan muncul pada sistem produksi dimana mengedepankan pesanan yang dahulu datang dan ada untuk dikerjakan tanpa memperkirakan pesanan yang bervariasi dan berfluktuatif. Sehingga apabila pesanan tiba-tiba dan jumlah besar, tidak dapat diselesaikan dalam waktu singkat. Pada penelitian ini dilakukan penjadwalan menggunakan metode heijunka yaitu penjadwalan produk secara merata yang menghasilkan sebuah ritme produksi, sehingga penjadwalan dengan metode heijunka didapatkan jadwal produksi sebagai berikut yakni 1B,1C,1A,1D,1A,1C,1B,1D begitu seterusnya dengan "A" Gorong-gorong 20 CM³, "B" Gorong-gorong 40 CM³, Gorong-gorong 60 CM³, Gorong-gorong 100 CM³. Penelitian ini akan menganalisis perbandingan waktu pengiriman dan rata-rata stock inventory antara penjadwalan Heijunka dan Penjadwalan existing.

Kata Kunci: Heijunka, existing pemerataan produksi, penjadwalan produksi, safety stock, septic tank biofilter.

1. Pendahuluan

Konsep *lean* merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan performa perusahaan dan mempertahankan daya saing perusahaan secara berkelanjutan didalam perusahaan tersebut [5]. Konsep peningkatan performa perusahaan dengan menggunakan metode *lean* adalah dengan meminimasi pemborosan – pemborosan yang ada pada perusahaan secara berkelanjutan [2].

Salah satu perusahaan yang membutuhkan perbaikan performa adalah CV Aneka Beton. CV ini menyediakan berbagai macam produk dan permintaan yang bervariasi, dengan bidang pembuatan produk berbahan beton yaitu gorong-gorong saluran air, ventilasi, kusen beton dan paving. Banyaknya variasi produk yang disediakan oleh CV Aneka Beton, menyebabkan perusahaan menggunakan sistem penjadwalan yakni kombinasi *make to stock* (MTS) dan *make to order* (MTO).

Kombinasi sistem penjadwalan MTS dan MTO, sejauh ini telah diaplikasikan di perusahaan, namun sistem penjadwalan tersebut masih belum dapat memenuhi permintaan konsumen karena banyaknya variasi produk menyebabkan perusahaan sulit memprediksi laju permintaan dari setiap varian produk yang

ditawarkan. Akibatnya, perusahaan dapat mengalami kelebihan *stock* ataupun kekurangan *stock*, ketika varian produk yang diproduksi untuk dijadikan *stock*, tidak sesuai dengan *order* yang diterima.

Produk yang memiliki jumlah permintaan paling tinggi adalah gorong-gorong. Ukuran produk gorong-gorong memiliki variasi ukuran diameter 20 cm hingga 100 cm. Banyaknya varian ukuran, menyebabkan ketidakpastian jumlah *stock* sering terjadi pada produk gorong-gorong. Ketidaksesuaian jumlah *stock* dengan *order* yang diterima, berdampak pada lamanya waktu pengiriman produk (*lead time*). Hal tersebut menjadikan penelitian ini lebih terfokus pada produk gorong-gorong.

Tabel 1 Permintaan Gorong-gorong pada CV. Aneka Beton 15-29 Februari 2016

Tanggal order	Ukuran diameter	Jumlah
16-02-2016	100 cm	10
16-02-2016	40 cm	5
18-02-2016	40 cm	4
18-02-2016	60 cm	8
19-02-2016	20 cm	10
19-02-2016	60 cm	25
19-02-2016	100 cm	3
21-02-2016	100 cm	3
22-02-2016	20 cm	25
27-02-2016	40 cm	5
27-02-2016	100 cm	3
29-02-2016	40 cm	15

Pada Tabel 1, diketahui bahwa CV. Aneka Beton memiliki pesanan yang bervariasi. Setiap ukuran diameter membutuhkan waktu pengerjaan yang berbeda. Perusahaan hanya memiliki satu lini produksi yang terdiri dari *production line* dan *finishing*, sehingga dalam satu waktu, pengerjaan hanya dilakukan untuk satu varian produk.

Sistem penjadwalan *Make to Stock* yang digunakan oleh perusahaan menimbulkan adanya kendala pada beberapa pesanan yang memiliki waktu kirim atau *lead time* yang tinggi. Penumpukan produk jadi (*stock inventory*) juga timbul karena adanya perbedaan antara *stock inventory* dengan jumlah pesanan.

Tabel 2 Keterlambatan Pengiriman Gorong-gorong

Tanggal order	Ukuran diameter	Jumlah	Waktu Kirim (hari)
17-02-2016	20 cm	13	-
17-02-2016	40 cm	5	-
18-02-2016	20 cm	8	6
18-02-2016	40 cm	9	5
20-02-2016	60 cm	11	-
20-02-2016	100 cm	6	7
20-02-2016	60 cm	3	7
23-02-2016	60 cm	4	6
23-02-2016	40 cm	12	9
23-02-2016	20 cm	20	13
25-02-2016	100 cm	5	11
25-02-2016	40 cm	15	15
27-02-2016	60 cm	8	21

Dari Tabel 2, diketahui bahwa keterlambatan pengiriman sering terjadi. Untuk mengoptimalkan *level stock inventory* dan keterlambatan pengiriman (*lead time* tinggi), dalam penelitian ini digunakan metode *Heijunka* yang diharapkan dapat meningkatkan performansi perusahaan terutama dalam hal ketepatan waktu pengerjaan setiap produknya.

2. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif yaitu memusatkan perhatian kepada pemecahan masalah-masalah aktual pada saat penelitian dilaksanakan. Peneliti akan melakukan deskripsi dan analisis permasalahan dari keadaan nyata objek penelitian sehingga didapatkan solusi permasalahan berupa usulan strategi perbaikan dalam hal penjadwalan produksi. Objek penelitian yang akan diteliti adalah pembuatan produk gorong-gorong. Tahap-tahap dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

2.1 Tahap Perencanaan Penelitian

Tahap perencanaan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah
Dilakukan berdasarkan studi lapangan terhadap objek penelitian yaitu produk gorong-gorong CV. Aneka Beton. Studi lapangan dilakukan dengan cara *interview* dengan pihak internal perusahaan.
2. Perumusan masalah
Rumusan masalah yang diperoleh dari hasil *interview* adalah bagaimana melakukan pemerataan penjadwalan produksi setiap varian produk sehingga dapat mengurangi keterlambatan pengiriman. Selain itu perlu mengetahui rata-rata tingkat persediaan yang dibutuhkan oleh perusahaan.
3. Penentuan tujuan penelitian
Ditentukan berdasarkan permasalahan yang telah dirumuskan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jadwal produksi merata berbagai jenis gorong-gorong.

2.2 Tahap Pengumpulan Data

Tahap penelitian pendahuluan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Metode penelitian lapangan
Dilakukan untuk mengetahui kondisi lingkungan secara langsung dari permasalahan yang diteliti. Untuk mengetahui kondisi permasalahan yang diteliti dapat dilakukan dengan:
 - a. *Interview* atau Wawancara
Merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperoleh data dengan cara mengajukan pertanyaan secara langsung kepada pihak yang terkait dengan objek penelitian. Data yang diperoleh dari wawancara ini adalah permasalahan yang sering terjadi pada masing-masing proses serta faktor penyebab permasalahan pada aliran produksi.
 - b. Observasi
Merupakan suatu metode yang digunakan untuk memperoleh data dengan cara melakukan pengamatan langsung terhadap keadaan yang sebenarnya. Data yang diperoleh dari teknik observasi ini adalah data waktu siklus masing-masing proses produksi Gorong - gorong yang

diambil dengan metode pengamatan waktu *Stopwatch Time Study* pada masing-masing proses.

- c. Dokumentasi
Merupakan suatu metode pengumpulan data yang berasal dari arsip, dokumen, atau catatan yang dimiliki perusahaan. Dokumen ini digunakan sebagai pelengkap atau penunjang dalam penelitian. Data yang diperoleh dari teknik dokumentasi ini adalah data permintaan produk, data penumpukan material, *layout* produksi, serta aliran material dan informasi.

2.2 Tahap Pengolahan Data

Pengolahan data dengan metode *Heijunka* (Algoritma Pengurutan Monden) [3]

1. Menghitung waktu siklus lini produksi
2. Melakukan uji kecukupan data
3. Mengetahui jadwal produksi yang telah dilakukan oleh perusahaan
4. Membuat jadwal produksi yang dilakukan dengan menggunakan konsep *existing*
5. Membuat jadwal produksi yang baru dengan menggunakan konsep pendekatan *Heijunka*
6. Membuat *Gantt Chart Existing* dan *Heijunka* dengan menggunakan input waktu standar lini produksi
7. Membuat diagram persediaan produksi *existing* dan *heijunka* untuk mencari rata-rata *stock level* kedua metode tersebut

2.3 Tahap Analisis dan Pembahasan

Setelah melakukan pengolahan data dilakukan analisis dan pembahasan dengan membandingkan hasil dari metode yang baru yaitu *heijunka* dengan metode yang lama yaitu *existing*. Hasil dari analisa dan pembahasan dipakai sebagai dasar dalam memunculkan solusi dan rekomendasi perbaikan yang tepat untuk permasalahan terkait. Berikut merupakan tahap analisis dan pembahasan, dalam tahap ini terdiri dari dua tahap yaitu:

1. Melakukan analisis permasalahan dengan membandingkan waktu penyelesaian jadwal produksi lama dengan baru.
2. Membandingkan rata-rata persediaan penjadwalan *Existing* dan penjadwalan *heijunka*.

2.4 Tahap Penarikan Kesimpulan

Pada tahap ini dilakukan pengambilan kesimpulan yang sesuai dengan tujuan dilakukannya penelitian ini, sekaligus saran yang akan diberikan untuk penelitian selanjutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Pada bab ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan pada penelitian ini.

3.1 Gambaran Perusahaan

CV. Aneka Beton adalah perusahaan yang bergerak dalam bidang produksi barang berbasis beton, spesialisasi dalam pembuatan produk gorong-gorong saluran air, ventilasi, kusen beton dan paving. CV. Aneka Beton berdiri sejak tahun 1993 di Tulungagung. Awal mula CV ini berdiri dengan menjual paving yang dipasarkan di Ruko Brawijaya Tulungagung. Karena berhasil di pasar CV. Aneka Beton pada tahun 2000 mengembangkan produk betonnya dengan memunculkan produk-produk baru seperti gorong-gorong ventilasi air, dan kusein beton.

Pada tahun 2001, CV. Aneka Beton mencoba memasarkan produknya hanya pada pelanggan pengguna saja (End Customer). Kemudian CV. Aneka Beton melakukan kerjasama dengan perusahaan lain, disebabkan oleh banyaknya permintaan tak terduga yang tidak dapat diatasi oleh perusahaan beton lain, sehingga CV. Aneka Beton memiliki peran menjadi supplier beton untuk perusahaan lain. Perusahaan beton yang hingga kini masih memiliki kerjasama dengan CV. Aneka Beton adalah CV. Prima Beton, CV. Kokoh Utama dan CV. Beton Tulungagung.

3.2 Produk dan Jasa Perusahaan

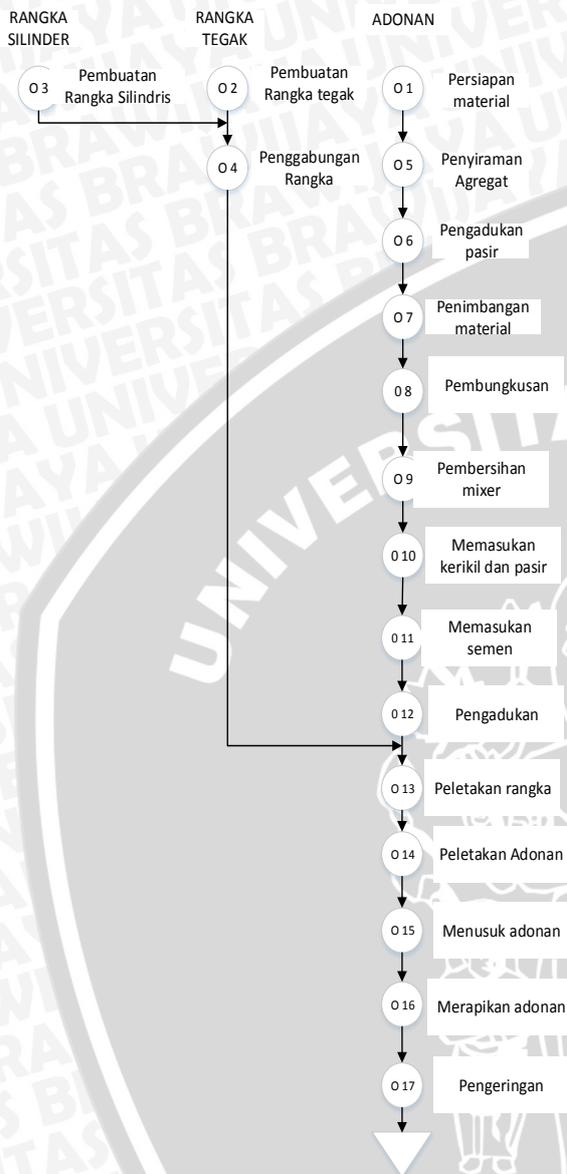
CV. Aneka Beton merupakan perusahaan manufaktur yang memproduksi beton. Berikut adalah beberapa jenis produk yang diproduksi oleh CV. Aneka Beton.

1. Gorong-gorong
2. Kusen Beton
3. Ventilasi Beton
4. Paving blok

3.3 Proses Produksi Gorong-gorong

Berikut merupakan peta kerja operasi proses produksi gorong-gorong.

Gambar 1. Peta kerja Operasi Produksi Gorong-gorong



Pembuatan gorong - gorong meliputi:

1. Pembuatan rangka Tegak
2. Pembuatan rangka Silinder
3. Pembuatan Adonan
4. Pencetakan
5. Pengerangan

3.4 Perhitungan Waktu Proses Produksi

Waktu pengerjaan yaitu pengukuran waktu untuk menghasilkan satu unit produk gorong-gorong. Proses pengukuran waktu produksi dilakukan mulai dari membuat rangka tegak dan rangka silindris, pembuatan adonan hingga pekerja melakukan pencetakan dengan tiga kali pengambilan data. Data pengukuran

waktu pembuatan rangka tegak dan adonan tidak dibedakan berdasarkan jenis gorong-gorong karena ukuran rangka tegak adalah seragam dan pada adonan hanya mengoperasikan dengan kapasitas 800 liter dalam sekali operasi, sedangkan untuk pengukuran waktu pembuatan rangka silindris, dibedakan untuk tiap diameter gorong-gorong. Satuan pengukuran pada table di bawah sudah di bagi menjadi menit. Data waktu proses produksi gorong-gorong dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Waktu Proses Produksi Gorong-gorong

No	Jenis Proses	Pengukuran Ke- (menit)		
		1	2	3
1.	Adonan 800 liter	40,19	37,29	41,21
2.	Rangka Tegak	8,32	7,7	8,12
3.	Rangka Silinder 20 cm	16,37	17,32	16,21
4.	Rangka 20 cm	11,55	11,37	10,59
5.	Pencetakan gorong 20 cm	11,37	12,43	11,59
6.	Rangka Silinder 40 cm	17,33	16,26	16,36
7.	Rangka 40 cm	28,54	27,28	26,31
8.	Pencetakan Gorong 40 cm	14,35	15,32	15,27
9.	Rangka Silinder 60 cm	22,43	20,41	21,46
10.	Rangka 60 cm	30,44	30,53	29,21
11.	Pencetakan Gorong 60 cm	19,33	21,32	20,16
12.	Rangka Silinder 100 cm	22,45	23,22	21,4
13.	Rangka 100 cm	42,33	40,45	41,21
14.	Pencetakan Gorong 100 cm	22,35	21,29	20,14

Dari table 3 ini selanjutnya digunakan sebagai *input* untuk menghitung waktu siklus dan waktu standar.

3.5 Jam Kerja

Data jam kerja untuk pekerja setiap hari dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Sistem Pembagian Jam Kerja Karyawan

Hari	Jam Kerja	Keterangan
Senin – Kamis	08.00 – 12.00 WIB	
	12.00 – 13.00 WIB	Istirahat
	13.00 – 17.00 WIB	
Jum'at	08.00 – 11.30 WIB	
	11.30 – 13.00 WIB	Istirahat Sholat Jum'at
	13.00 – 17.30 WIB	
Sabtu	08.00 – 12.00 WIB	

Dari tabel 4 jumlah keseluruhan durasi jam kerja masing-masing hari adalah senin hingga jumat selama 8 jam dan sabtu selama 4 jam

3.6 Uji Kecukupan Data

Uji kecukupan data dilakukan untuk mengetahui apakah data yang diambil dari lapangan penelitian telah mencukupi untuk

digunakan dalam menyelesaikan permasalahan yang ada [4]. Untuk dapat menghitung kecukupan data dari pengamatan yang dilakukan menggunakan rumus dengan persamaan (2-1), dengan asumsi tingkat kepercayaan 95 % dan tingkat ketelitian 5 % digunakan yaitu :

$$N' = \left\lceil \frac{40\sqrt{N} \sum Xi^2 - (\sum Xi)^2}{\sum Xi} \right\rceil$$

Karena $N > N'$ ($3 \geq 2,87$), maka data yang diambil telah mencukupi. Rekapitulasi Uji kecukupan data dapat dilihat di Tabel 5.

Tabel 5 Rekapitulasi Uji Kecukupan Data Proses Pembuatan Gorong-gorong 20 cm – 100 cm

No	Jenis Proses	N	N'	Keterangan
1.	Adonan	3	2,82	Cukup
2.	Pembuatan Rangka Tegak	3	2,43	Cukup
3.	Pembuatan Rangka Silinder 20 cm	3	1,39	Cukup
4.	Penyusunan Rangka 20 cm	3	2,23	Cukup
5.	Pencetakan gorong 20 cm	3	2,40	Cukup
6.	Pembuatan Rangka Silinder 40 cm	3	0,79	Cukup
7.	Penyusunan Rangka 40 cm	3	1,78	Cukup
8.	Pencetakan Gorong 40 cm	3	1,42	Cukup
9.	Pembuatan Rangka Silinder 60 cm	3	1,56	Cukup
10.	Penyusunan Rangka 60 cm	3	0,64	Cukup
11.	Pencetakan Gorong 60 cm	3	2,59	Cukup
12.	Pembuatan Rangka Silinder 100 cm	3	0,85	Cukup
13.	Penyusunan Rangka 100 cm	3	0,56	Cukup
14.	Pencetakan Gorong 100 cm	3	2,88	Cukup

Dilihat pada tabel 5 bahwa semua data yang di ambil semua datanya adalah cukup.

3.7 Waktu Proses

Waktu siklus pembuatan gorong-gorong untuk masing-masing model diperoleh dari rata-rata waktu pengukuran. Rata-rata dari waktu hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6 Rekapitulasi Waktu Proses Pembuatan Gorong-gorong 20 – 100 CM2

No	Jenis Proses	Waktu Proses (Menit)
1.	Adonan	39,56
2.	Pembuatan Rangka Tegak	86,05
3.	Pembuatan Rangka Silinder 20 cm	16,63
4.	Penyusunan Rangka 20 cm	11,17
5.	Pencetakan gorong 20 cm	11,80
6.	Pembuatan Rangka Silinder 40 cm	21,65
7.	Penyusunan Rangka 40 cm	27,38
8.	Pencetakan Gorong 40 cm	14,98
9.	Pembuatan Rangka Silinder 60 cm	26,43
10.	Penyusunan Rangka 60 cm	30,06
11.	Pencetakan Gorong 60 cm	20,27
12.	Pembuatan Rangka Silinder 100 cm	32,36
13.	Penyusunan Rangka 100 cm	41,33
14.	Pencetakan Gorong 100 cm	21,26

3.8 Perhitungan Waktu Standar

Menurut Ralph M. Barnes bahwa dalam perhitungan waktu standar harus diberikan waktu *allowance*. Waktu *allowance* yang biasa diberikan kepada pekerja adalah sebesar 5% dari total jam kerja [1]. Berdasarkan hal tersebut, maka waktu standard yang diberikan ini akan ditambahkan *allowance* kedalam waktu normal. Berikut adalah contoh perhitungan waktu

standar untuk Adonan : Waktu standar = Waktu normal + (Waktu normal x *allowance* dalam persen)

$$= 39,56 + (39,56 \times 0,05) \\ = 41,54 \text{ menit}$$

Rekapitulasi hasil perhitungan waktu standar dapat dilihat di dalam Tabel 7.

Tabel 7 Waktu Standar Proses Pembuatan Gorong-gorong

No	Jenis Proses	Waktu Normal	Allowance	Waktu Standar
1.	Adonan	39,56	0,05	41,54
2.	Pembuatan Rangka Tegak	86,05	0,05	90,35
3.	Pembuatan Rangka Silinder 20 cm	16,63	0,05	17,47
4.	Penyusunan Rangka 20 cm	11,17	0,05	11,73
5.	Pencetakan gorong 20 cm	11,80	0,05	12,39
6.	Pembuatan Rangka Silinder 40 cm	21,65	0,05	22,73
7.	Penyusunan Rangka 40 cm	27,38	0,05	28,75
8.	Pencetakan Gorong 40 cm	14,98	0,05	15,73
9.	Pembuatan Rangka Silinder 60 cm	26,43	0,05	27,76
10.	Penyusunan Rangka 60 cm	30,06	0,05	31,56
11.	Pencetakan Gorong 60 cm	20,27	0,05	21,28
12.	Pembuatan Rangka Silinder 100 cm	32,36	0,05	33,97
13.	Penyusunan Rangka 100 cm	41,33	0,05	43,40
14.	Pencetakan Gorong 100 cm	21,26	0,05	22,32

3.9 Jumlah Permintaan Produk Periode Februari 2016

Dalam membuat jadwal produksi dengan berdasar pendekatan pada *Heijunka*, dibutuhkan data – data pendukung untuk memulai perhitungan penentuan jadwal produksi yaitu data permintaan setiap jenis gorong-gorong pada satu waktu periode tertentu. Data permintaan gorong-gorong bulan februari 2016 bisa di lihat pada table 8

Tabel 8 Jumlah Permintaan Gorong-gorong Bulan Februari 2016

No	Jenis Gorong-gorong	Jumlah Permintaan
1.	Gorong-gorong 20 cm	35
2.	Gorong-gorong 40 cm	29
3.	Gorong-gorong 60 cm	33
4.	Gorong-gorong 100 cm	19

3.10 Membuat Rencana Jadwal Produksi yang Baru dengan Menggunakan Konsep Pendekatan *Heijunka*

Heijunka dilakukan untuk meminimasi variansi dari total output yang dihasilkan antar dua waktu periode produksi secara berurutan. Singkatnya, tujuan utama dari metode ini adalah untuk memproduksi setiap produk dengan jumlah yang sesuai di setiap harinya [3].

Selain dibutuhkan jumlah permintaan dalam periode tertentu, dibutuhkan pula komponen – komponen penyusun gorong-gorong. Hal tersebut telah tercantum pada tabel 9.

Tabel 9 Jumlah Kebutuhan Komponen dalam Produksi Tiap Gorong-gorong

Jenis Gorong-gorong	Komponen Adonan	Rangka S 20 cm ²	Rangka S 40 cm ²	Rangka S 60 cm ²	Rangka S 100 cm ²
20 cm ²	0,33	1	0	0	0
40 cm ²	1	0	1	0	0
60 cm ²	2	0	0	1	0
100 cm ²	3	0	0	0	1

Penentuan kebutuhan komponen pada jenis adonan pada tabel 9 ditentukan dengan mengasumsikan jumlah adonan 40 cm dengan 1 sehingga pada adonan 20 cm karena sepertiganya menjadi 0,33 begitu juga dengan asumsi yang sama pada gorong-gorong 60 cm dan 100 cm menjadi masing-masing 2 dan 3. Selanjutnya berdasarkan tabel 4.9, jumlah komponen yang diperlukan untuk memproduksi semua produk Gorong-gorong dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2-2), dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

$$[N_j] = \left[\begin{array}{c} \text{Jumlah Produksi tiap Gorong-gorong} \\ \text{Jumlah Komponen} \end{array} \right]$$

$$= [35, 29, 33, 19] \begin{bmatrix} 0,33 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 3 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$= [163,5; 35; 29; 33; 19]$$

Lebih jauh, maka jumlah keseluruhan produksi semua produk Gorong-gorong adalah sebagai berikut merujuk pada persamaan (2-3), dengan contoh perhitungan sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^5 Q = 35 + 29 + 33 + 19 = 116$$

$$\text{Sehingga, } [N_j/Q] = [35/116 ; 29/116 ; 33/116; 19/116]$$

Setelah itu diperlukan cara perhitungan urutan dengan mengetahui nilai D (Jarak) terendah melalui persamaan algoritma monden yang ada pada persamaan (2-4). Agar dapat menentukan produk mana yang akan menjadi urutan pertama dalam jadwal produksi. Berikutnya dengan memasukkan nilai $[N_j/Q]$ dan $[bij]$, dan bila $K=1$, Maka jarak Dki dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{- Untuk } i = 1, D_{1,1}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1 \times 163,55}{116} - 0 - 0,33\right)^2 + \left(\frac{1 \times 35}{116} - 0 - 1\right)^2 + \dots + \left(\frac{1 \times 33}{116} - 0 - 0\right)^2 + \left(\frac{1 \times 19}{116} - 0 - 0\right)^2}$$

$$= 1,35$$

$$\text{- Untuk } i = 2, D_{1,2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1 \times 163,55}{116} - 0 - 1\right)^2 + \left(\frac{1 \times 35}{116} - 0 - 0\right)^2 + \dots + \left(\frac{1 \times 33}{116} - 0 - 0\right)^2 + \left(\frac{1 \times 19}{116} - 0 - 0\right)^2}$$

$$= 0,96$$

$$\text{- Untuk } i = 3, D_{1,3}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1 \times 163,55}{116} - 0 - 2\right)^2 + \left(\frac{1 \times 35}{116} - 0 - 0\right)^2 + \dots + \left(\frac{1 \times 33}{116} - 0 - 1\right)^2 + \left(\frac{1 \times 19}{116} - 0 - 0\right)^2}$$

$$= 1,02$$

$$\text{- Untuk } i = 4, D_{1,4}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{1 \times 163,55}{116} - 0 - 3\right)^2 + \left(\frac{1 \times 35}{116} - 0 - 0\right)^2 + \dots + \left(\frac{1 \times 33}{116} - 0 - 0\right)^2 + \left(\frac{1 \times 19}{116} - 0 - 1\right)^2}$$

$$= 1,86$$

$$\text{Jadi, } D_{1.1}^* = \min \{1,35 ; 0,96 ; 1,02 ; 1,86\} = 0,96$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai terendah adalah milik gorong-gorong 40 cm². Oleh karena itu, urutan pertama dalam jadwal adalah gorong-gorong 40 cm². Selanjutnya didapatkan jumlah komponen – komponen yang dibutuhkan untuk memproduksi gorong-gorong 40 cm² sehingga mengubah jumlah komponen lama yang belum diproduksi. Pengubahan komponen tersebut akan terlihat seperti :

- Adonan = 0 + 1 = 1
- Rangka Silinder 20 cm² = 0 + 0 = 0
- Rangka Silinder 40 cm² = 0 + 1 = 1
- Rangka Silinder 60 cm² = 0 + 0 = 0
- Rangka Silinder 100 cm² = 0 + 0 = 0

Sehingga perubahan kebutuhan komponen tadi dapat dijadikan acuan untuk melakukan perhitungan selanjutnya. Berikutnya dengan memasukkan nilai $[N_j/Q]$ dan $[bij]$, dan $K=2$, Maka jarak Dki dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{- Untuk } i = 1, D_{2,1}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2 \times 163,55}{116} - 1 - 0,33\right)^2 + \left(\frac{2 \times 35}{116} - 1 - 0\right)^2 + \dots + \left(\frac{2 \times 33}{116} - 0 - 0\right)^2 + \left(\frac{2 \times 19}{116} - 0 - 0\right)^2}$$

$$= 1,74$$

$$\text{- Untuk } i = 2, D_{2,2}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2 \times 163,55}{116} - 1 - 1\right)^2 + \left(\frac{2 \times 35}{116} - 0 - 0\right)^2 + \dots + \left(\frac{2 \times 33}{116} - 0 - 0\right)^2 + \left(\frac{2 \times 19}{116} - 0 - 0\right)^2}$$

$$= 1,92$$

$$\text{- Untuk } i = 3, D_{2,3}$$

$$= \sqrt{\left(\frac{2 \times 163,55}{116} - 1 - 2\right)^2 + \left(\frac{2 \times 35}{116} - 0 - 0\right)^2 + \dots + \left(\frac{2 \times 33}{116} - 0 - 1\right)^2 + \left(\frac{2 \times 19}{116} - 0 - 0\right)^2}$$

$$= 0,96$$

- Untuk $i = 4$, $D_{2,4}$

$$= \sqrt{\left(\frac{2 \times 163,55}{116} - 1 - 3\right)^2 + \left(\frac{2 \times 35}{116} - 10 - 10\right)^2 + \dots + \left(\frac{2 \times 33}{116} - 0 - 0\right)^2 + \left(\frac{2 \times 19}{116} - 0 - 1\right)^2}$$

$$= 1,66$$

$$\text{Jadi, } D_{2,i^*} = \min \{1,74 ; 1,92 ; 0,96 ; 1,66\} = 0,96$$

Dari perhitungan diatas, didapatkan nilai terendah adalah milik Gorong-gorong 60 CM. Oleh karena itu, urutan kedua dalam jadwal adalah Gorong-gorong 60 cm. Selanjutnya dengan berdasar pada tabel 4.12 didapatkan komponen – komponen baru yang dibutuhkan dalam memproduksi gorong-gorong 60 cm untuk kedua kalinya sehingga mengubah komponen yang sebelumnya. Pengubahan komponen tersebut akan terlihat seperti :

- Adonan $= 1 + 2 = 3$
- Rangka Silinder 20 CM² $= 1 + 0 = 1$
- Rangka Silinder 40 CM² $= 0 + 0 = 0$
- Rangka Silinder 60 CM² $= 0 + 1 = 1$
- Rangka Silinder 100 CM² $= 0 + 0 = 0$

Dari perhitungan diatas didapatkan bahwa ada perubahan jumlah untuk komponen penyusun Gorong-gorong 60 cm yaitu adonan yang awalnya satu menjadi 3 dan rangka silinder 60 cm yang semula 0 menjadi satu. Kemudian perubahan kebutuhan komponen tadi dapat dijadikan acuan untuk melakukan perhitungan selanjutnya dengan rumus yang sama namun disesuaikan mengenai jumlah. Untuk rekapitulasi keseluruhan perhitungan untuk pengurutan dan jumlah komponen yang dibutuhkan dapat dilihat di lampiran 1. Dalam lampiran tersebut juga terdapat rekapitulasi nilai d yang minimum (diarsir) dari masing-masing jenis produk yang dapat menentukan urutan produksi. Hasil pengurutan jadwal menggunakan metode heijunka yakni 1 produk B, 1 produk C, 1 produk A, 1 produk D, 1 produk A, 1 produk C, 1 produk B, 1 produk C, 1 produk A, 1 produk D, 1 produk B, 1 produk C, 1 produk A, 1 produk D, 1 produk B, 1 produk A, 1 produk C, 1 produk B, 1 produk A, 1 produk D, 1 produk A, 1 produk C, 1 produk B, 1 produk C, 1 produk A dan begitu pula seterusnya dengan memulai dari awal lagi hingga sesuai permintaan. Dengan “A” adalah

Gorong-gorong 20 cm, “B” Gorong-gorong 40 cm, “C” gorong-gorong 60 cm, “D” gorong-gorong 100 cm.

3.11 Gantt Chart

Setelah memperoleh urutan penjadwalan Menggunakan metode Heijunka selanjutnya di buat *Gantt Chart* untuk melakukan rencana penjadwalan berdasarkan permintaan periode maret. *Gantt Chart* ini menggambarkan keseluruhan kegiatan mulai dari pembuatan rangka silindris hingga pencetakan setiap hari hingga permintaan terpenuhi.

Gantt Chart dengan metode *existing* dimana selama tidak ada pemesanan maka setiap harinya perusahaan hanya memproduksi satu jenis gorong-gorong yang bergantian setiap harinya. Setelah perusahaan mendapatkan permintaan maka perusahaan memproduksi sesuai permintaan yang ada secara berurutan dari pemesan pertama hingga terakhir. Untuk gorong-gorong 20 cm atau tipe A satu hari diproduksi sebanyak 4 kali, untuk gorong-gorong 40 cm atau tipe B satu hari diproduksi sebanyak 3 kali, untuk gorong-gorong 60 cm dan 100 cm satu hari diproduksi masing-masing sebanyak 2 kali.

Gantt Chart dengan metode *Heijunka* dimana dalam satu hari tidak memproduksi hanya satu jenis gorong-gorong saja melainkan memiliki urutan sesuai dengan Penjadwalan *Heijunka* yang telah di urutkan menggunakan algoritma Monden. Dalam satu hari untuk menentukan jumlah gorong-gorong yang akan di produksi bergantung pada Pembuatan rangka silindris yang dapat di produksi maksimal dalam sehari dan kapasitas adonan maks 800 liter, apabila dalam satu hari dapat membuat 4 rangka silindris tetapi adonannya melebihi 800 liter maka salah satu gorong-gorong akan di cetak keesokan harinya. sebagai contoh pada tanggal 10 bulan maret pada *Gantt Chart Heijunka* dapat mencetak 3 gorong – gorong yaitu tipe B sebanyak 1 buah dan tipe C sebanyak 2 buah jika di jumlahkan kebutuhan adonannya

$$B = 141 \text{ liter}$$

$$C = 340 \text{ liter}$$

$$C + B + C = 340 + 141 + 340 = 825 \text{ liter}$$

Karena melebihi 800 liter maka salah satu gorong-gorong tipe C diproduksi hari berikutnya yaitu tanggal 11.

3.12 Pergerakan Persediaan Setiap Jenis Gorong-gorong

Pergerakan persediaan setiap jenis Gorong ini didasarkan pada jadwal produksi yang telah dibuat yaitu penjadwalan *existing* dan *heijunka*. Jadwal produksi yang sudah ada dapat menunjukkan jumlah yang harus diproduksi setiap jenisnya per hari. Kemudian jadwal tersebut digambarkan dalam bentuk *bar chart* sesuai dengan jumlah yang diproduksi dan disesuaikan dengan permintaan setiap harinya. Selanjutnya dapat dilakukan penentuan rata-rata Persediaan melalui perhitungan luas daerah di setiap grafiknya.

Grafik tersebut nantinya akan menunjukkan waktu pemenuhan permintaan dalam periode Februari.

Pergerakan persediaan untuk Gorong-gorong 20 cm terdapat permintaan yang terjadi dalam bulan Maret adalah sebanyak 35 unit dalam 2 pemesanan berbeda, Pemesanan pertama adalah sebanyak sepuluh unit dapat langsung dipenuhi tanpa *lead time*. Kemudian untuk pemesanan sebanyak 25 unit dapat dipenuhi 23 hari. Dari perhitungan luas daerah grafik per satuan waktu dapat menunjukkan persediaan rata-rata yang harus disediakan, rata-rata tingkat persediaan pada penjadwalan *Heijunka* adalah sebesar 9. Di sisi lain pesanan pertama dalam penjadwalan *existing* juga diselesaikan tanpa *lead time* sedangkan pesanan kedua dapat dipenuhi dalam 23 hari juga. Penjadwalan *existing* memiliki rata-rata tingkat persediaan sebesar 7.

Pergerakan persediaan untuk Gorong-gorong 40 cm terdapat permintaan yang terjadi dalam bulan Maret untuk Gorong-gorong jenis ini adalah sebanyak 29 unit. Untuk pemesanan pertama, kedua dan ketiga masing-masing sebanyak lima unit, empat unit dan lima unit dapat diselesaikan tanpa *lead time*, kemudian untuk pemesanan selanjutnya yakni lima belas unit dapat diselesaikan 18 hari. Dari perhitungan luas daerah grafik per satuan waktu dapat menunjukkan persediaan rata-rata yang harus disediakan, rata-rata tingkat persediaan pada penjadwalan *Heijunka* adalah sebesar 6. Di sisi lain pesanan pertama dan kedua dalam penjadwalan *existing* juga diselesaikan tanpa *lead time* sedangkan pesanan ketiga sebanyak 5 unit dapat dipenuhi dalam 23 hari kemudian untuk pemesanan 15 unit dapat diselesaikan selama 27 hari. Penjadwalan *existing* memiliki rata-rata tingkat persediaan sebesar 3.

Pergerakan persediaan untuk Gorong-gorong 60 cm terdapat permintaan yang terjadi dalam bulan Maret untuk gorong-gorong jenis ini adalah sebanyak 33 unit. Untuk pemesanan pertama sebanyak delapan unit dapat diselesaikan tanpa *lead time*, kemudian untuk pemesanan selanjutnya yakni 25 unit dapat diselesaikan 19 hari. Dari perhitungan luas daerah grafik per satuan waktu dapat menunjukkan persediaan rata-rata yang harus disediakan, rata-rata tingkat persediaan pada penjadwalan *Heijunka* adalah sebesar 7. Di sisi lain pesanan pertama dalam penjadwalan *existing* juga diselesaikan tanpa *lead time* sedangkan pesanan kedua dapat dipenuhi dalam 17 hari. Penjadwalan *existing* memiliki rata-rata tingkat persediaan sebesar 4.

Pergerakan persediaan untuk Gorong-gorong 100 cm. terdapat Permintaan yang terjadi dalam bulan Maret untuk Gorong-gorong jenis ini adalah sebanyak 19 unit. Untuk pemesanan pertama sebanyak sepuluh unit dapat diselesaikan selama 11 hari, kemudian berturut-turut untuk tiga pemesanan selanjutnya yakni masing-masing tiga unit dapat diselesaikan masing-masing selama 16 hari, 22 hari dan 24 hari. Dari perhitungan luas daerah grafik per satuan waktu dapat menunjukkan persediaan rata-rata yang harus disediakan, rata-rata tingkat persediaan pada penjadwalan *Heijunka* adalah sebesar 3. Di sisi lain pesanan pertama dalam penjadwalan *existing* juga diselesaikan selama 4 hari sedangkan pesanan kedua, ketiga dan keempat dapat dipenuhi masing-masing dalam 19 hari, 18 hari dan 21 hari juga. Penjadwalan *existing* memiliki rata-rata tingkat persediaan sebesar 1.

3.13 Analisis dan Pembahasan

Penjadwalan awal atau *existing* perusahaan menggunakan sistem kombinasi MTO dan MTS dimana ketika tidak ada pesanan maka perusahaan akan memproduksi gorong-gorong sejenis dalam satu hari secara bergantian terus menerus menunggu permintaan (MTS). Hal ini dapat berakibat penuhnya *stock inventory* ketika permintaan yang di terima tidak sesuai dengan stok produk, di lain sisi ketika permintaan bervariasi perusahaan akan melakukan sistem MTO dalam memproduksi gorong-gorong sesuai permintaan pertama hal ini juga dapat berakibat lamanya waktu proses produksi (*lead time*), sedangkan penjadwalan menggunakan penjadwalan *Heijunka* dapat

membuat proses produksi menjadi stabil dengan memproduksi secara merata tidak memproduksi satu per satu dengan tidak memperhatikan varian yang lain.

Pada *Gantt Chart existing* dan *Gantt Chart Heijunka* dapat dilihat bahwa *Gantt Chart existing* hanya memproduksi satu varian gorong-gorong saja tetapi pada *Heijunka* setiap hari pasti terdapat variasi produk yang dibuat.

Hasil perbandingan penjadwalan *existing* dengan penjadwalan *Heijunka* terkait waktu penyelesaian tiap permintaan pada bulan maret 2015 dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 10 Perbandingan Waktu Penyelesaian Penjadwalan *Existing* dan *Heijunka*

No	Jenis gorong-gorong	Jumlah permintaan	Waktu Penyelesaian Heijunka	Waktu Penyelesaian Existing	Selisih Heijunka	Selisih Existing
1	Gorong-gorong 20 cm	10	-	-	-	-
2		25	23	23	-	-
3		5	-	-	-	-
4	Gorong-gorong 40 cm	4	-	-	-	-
5		5	-	23	-	23
6		15	15	27	-	10
7	Gorong-gorong 60 cm	8	-	1	-	1
8		25	22	17	5	-
9		10	11	4	7	-
10	Gorong-gorong 100 cm	3	16	19	-	3
11		3	22	18	4	-
12		2	21	21	-	-
		Total			16	37

Dari tabel 7 dapat dilihat hasil perbandingan durasi penyelesaian setiap permintaan yang ada pada perusahaan. Secara keseluruhan waktu pengiriman jika di jumlah total terdapat selisih 16 hari pada penjadwalan *heijunka* dan 37 pada penjadwalan *existing*. Hal ini di karenakan beberapa hal yang pertama pada penjadwalan *Heijunka* memproduksi gorong-gorong lebih banyak dari penjadwalan *existing* dalam satuan waktu yang sama. Yang kedua karena pesanan pesanan pada studi kasus bulan Februari pada penjadwalan *existing* memiliki perbedaan antara jumlah stok yang tersedia dan permintaan yang datang, sedangkan pada penjadwalan *Heijunka* tidak memprioritaskan permintaan yang masuk terlebih dahulu hanya melakukan proses produksi sesuai jadwal yang telah dibuat.

Setelah membandingkan waktu penyelesaian selanjutnya terdapat perbedaan dalam hal rata-rata tingkat persediaan yang dihasilkan dari pergerakan persediaan yang di hasilkan dari perhitungan jumlah keseluruhan luas daerah grafik per satuan waktu. Contoh perhitungannya misalnya pada rata-rata persediaan *heijunka* gorong-gorong 20 cm:

$$= \sum_{i=1}^5 \frac{(1x1)+(2x1)+(3x1)\dots+(9x1)}{25}$$

$$= 8,9 \approx 9$$

Setelah menghitung semua rata-rata persediaan pada metode *Heijunka* dan metode *existing* berikut merupakan hasil rekap dari perhitungan rata-rata persediaan:

Tabel 11 Perbandingan Rata-rata Persediaan Penjadwalan *Existing* dan *Heijunka*

Jenis Gorong-gorong	Rata-rata persediaan Heijunka	Rata-rata persediaan Existing
20 cm	9	7
40 cm	6	3
60 cm	7	3
100 cm	3	1

Dari tabel 8 dapat terlihat bahwa Jumlah rata-rata persediaan pada penjadwalan *Heijunka* secara keseluruhan lebih besar pada gorong-gorong 20 cm selisih 2, gorong-gorong 40 cm selisih 3, gorong-gorong 60 cm selisih 4 dan gorong-gorong 100 cm selisih 2. Hal ini terjadi di akibatkan oleh pengoptimalan proses produksi pada penjadwalan *Heijunka* yang pada satuan waktu tertentu menghasilkan produk yang lebih banyak dari pada penjadwalan awal atau *existing* yang hanya terpaku pada standar perusahaan dengan hanya memproduksi satu jenis varian gorong-gorong setiap harinya sejumlah 4 untuk gorong-gorong tipe A, 3 untuk tipe B, dan 2 untuk tipe C dan D.

Penjadwalan *Heijunka* ini juga dapat mengoptimalkan waktu kerja yang dimiliki oleh perusahaan tanpa perlu menambah waktu lembur, menambah tenaga kerja borongan yang sering dilakukan oleh perusahaan ataupun membeli produk gorong-gorong dari perusahaan lain. Hal ini dapat dilihat pada pada *Gantt Chart* penjadwalan *existing* setiap hari selalu membuang waktu kerja karena terpaku pada standar perusahaan untuk menentukan jumlah produksi gorong-gorong berdasarkan variasi produk. Jadwal ini dapat sewaktu – waktu diubah atas pertimbangan perubahan pola permintaan yang sangat mungkin terjadi di periode mendatang. Siklus yang terjadi adalah dengan memproduksi sebanyak 35 produk gorong-gorong 20 cm; 29 produk gorong-gorong 40 cm; 33 produk gorong-gorong 60 cm; 19 produk gorong-gorong 100 cm. Sistem produksi seperti ini adalah sistem produksi yang sesuai dengan konsep Toyota Production System yang lebih memilih untuk pemeratakan produksi tiap variasinya daripada memproduksi satu produk terus menerus terlebih dahulu tanpa memperhatikan variasi produk yang lain.



4. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan pada penelitian yang dilakukan:

1. Berdasarkan penjadwalan *Heijunka* gorong-gorong dengan menggunakan algoritma monden yang secara lengkap dapat dilihat pada lampiran 11, didapatkan jadwal sebagai berikut yakni 1 produk B, 1 produk C, 1 produk A, 1 produk D, 1 produk A, 1 produk C, 1 produk B, 1 produk C, 1 produk A, 1 produk D, 1 produk B, 1 produk A, 1 produk C, 1 produk B, 1 produk C, 1 produk A, 1 produk D, 1 produk B, 1 produk A, 1 produk C, 1 produk B, 1 produk A, 1 produk D, 1 produk A, 1 produk C, 1 produk B, 1 produk C, 1 produk A dan begitu pula seterusnya dengan memulai dari awal lagi. Dengan "A" adalah Gorong-gorong 20 cm, "B" Gorong-gorong 40 cm, "C" gorong-gorong 60 cm, "D" gorong-gorong 100 cm. Durasi dari ritme produksi ini adalah kurang lebih 10 hari dengan jam kerja dan hari kerja yang telah disesuaikan dengan kebijakan dan peraturan perusahaan.
2. Pada tabel 10 terdapat perbedaan waktu penyelesaian yang berbeda yaitu pada permintaan nomor 5 hingga 11 dengan total selisih waktu 16 pada penjadwalan *heijunka* dan 37 pada penjadwalan *existing* di sebabkan karena penjadwalan *heijunka* lebih optimal dengan memproduksi gorong-gorong lebih banyak dan ketidak cocokan yang signifikan keadaan stok dan permintaan pada penjadwalan *existing*. Hal ini dapat menyimpulkan bahwa masalah keterlambatan perusahaan dapat di

kurangi dengan menggunakan metode *Heijunka*.

3. Pada tabel 11 terdapat perbedaan rata-rata tingkat persediaan yaitu Jumlah rata-rata persediaan pada penjadwalan *Heijunka* secara keseluruhan lebih besar pada gorong-gorong 20 cm selisih 2 gorong-gorong 40 cm selisih 3, gorong-gorong 60 cm selisih 4 dan gorong-gorong 100 cm selisih 2. Hal ini dapat terjadi karena penjadwalan *Heijunka* permintaan bulan maret 2015 menghasilkan produk yang lebih banyak dibandingkan penjadwalan *existing*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Barnes, Ralph, 1980. *Motion and Time Study Design and Measurement of Work*, Singapore : John Wiley and Son Inc.
- [2] Liker, J.K dan Meier, D., 2006. *The Toyota Way Field Book*, New York: The Mc-Graw Hill Companies.
- [3] Monden, Yasuhiro, 1995, *Sistem Produksi Toyota: Suatu Ancangan Terpadu untuk Penerapan Just in Time*, Jakarta: PT. Ikrar Mandiri Abadi
- [4] Wignjosoebroto, Sritomo, 2000, *Ergonomi, Studi Gerak dan Waktu, Teknik Analisis untuk Produktivitas Kerja*, Surabaya : Guna Widya
- [5] Wilson, L., 2010, *How to Implement Lean Manufacturing*, New York : The Mc-Graw Hill Companies.

Lampiran 1 Data Rekapitulasi Perhitungan Urutan dalam Jadwal Produksi Harian
Heijunka

K	Dk.1	Dk.2	Dk.3	Dk.4	Urutan	X1	X2	X3	X4	X5
1	0,00	0,00	0,00	0,00	B	1	1	0	1	0
2	0,00	0,00	0,00	0,00	B,C	2	3	0	1	1
3	1,07	1,64	1,74	2,07	B,C,A	3	3,33	1	1	1
4	2,24	1,79	1,15	0,81	B,C,A,D	4	6,33	1	1	1
5	0,82	1,05	1,53	2,66	B,C,A,D,A	5	6,66	2	1	1
6	2,08	1,19	0,64	1,81	B,C,A,D,A,C	6	8,66	2	1	2
7	1,46	0,97	1,50	2,12	B,C,A,D,A,C,B	7	9,66	2	2	2
8	1,48	1,31	0,97	1,62	B,C,A,D,A,C,B,C	8	11,66	2	2	3
9	1,02	1,22	1,95	2,22	B,C,A,D,A,C,B,C,A	9	11,99	3	2	3
10	2,19	1,38	1,42	1,10	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D	10	14,99	3	2	3
11	1,06	0,67	1,91	2,88	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B	11	15,99	3	3	3
12	0,82	1,25	1,37	2,43	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A	12	16,32	4	3	3
13	2,13	1,45	0,42	1,52	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C	13	18,32	4	3	4
14	1,46	0,75	1,33	1,82	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B	14	19,32	4	4	4
15	1,68	1,68	1,06	1,44	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C	15	21,32	4	4	5
16	1,20	1,53	1,94	2,03	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A	16	21,65	5	4	5
17	2,33	1,72	1,47	0,79	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D	17	24,65	5	4	5
18	0,87	0,73	1,68	2,59	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B	18	25,65	5	5	5
19	0,98	1,52	1,31	2,24	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A	19	25,98	6	5	5
20	2,25	1,74	0,47	1,27	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C	20	27,98	6	5	6
21	1,54	1,12	1,25	1,54	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B	21	28,98	6	6	6
22	1,93	2,04	1,25	1,34	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C	22	30,98	6	6	7
23	1,45	1,86	1,99	1,90	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A	23	31,31	7	6	7
24	2,51	2,07	1,61	0,56	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D	24	34,31	7	6	7
25	0,81	0,94	1,51	2,33	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,A	25	34,64	8	6	7
26	2,16	1,24	0,84	1,39	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,A,C	26	36,64	8	6	8
27	1,67	0,74	1,68	1,87	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,A,C,B	27	37,64	8	7	8
28	1,71	1,50	1,28	1,31	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,A,C,B,C	28	39,64	8	7	9
29	1,45	1,52	2,19	2,08	B,C,A,D,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,B,A,C,B,C,A,D,A,C,B,C,A	29	39,97	9	7	9

