



PAPER – OPEN ACCESS

Merancang Keseimbangan Lintasan Produksi / Perakitan Ragum Pada Kota Makassar Menggunakan Metode Line Balancing Secara Manual dan Software

Author : Dhede Pristi dkk.,
DOI : 10.32734/ee.v3i2.991
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 3 Issue 2 – 2020 TALENTA Conference Series: Energy & Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Merancang Keseimbangan Lintasan Produksi / Perakitan Ragum Pada Kota Makassar Menggunakan Metode *Line Balancing* Secara Manual dan *Software*

Dhede Pristi¹, Muhammad Afif², Rizky K Simamora³, Fioria Anjelyn S⁴, Ari Adha Kusuma⁵

Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering, Universitas Sumatera Utara
Jl. Almamater, Kampus USU Medan 20155 Indonesia

cantikaafrienda@gmail.com, muhammad.afif2603@gmail.com, rizkykesantri@gmail.com, fioriaaallagan@gmail.com, ari.ronnie19@gmail.com

Abstrak

Di Indonesia, sector perindustrian sedang mengalami perkembangan, dikarenakan makin berkembangnya sector industry itu merangsang hampir seluruh perusahaan di Indonesia untuk semakin berinovasi didalam proses produksi. Metode yang digunakan dalam perakitan ragum ialah *line balancing*. Untuk dapat mencapai efisien, langkah yang dilakukan ialah melakukan analisa waktu proses, pengaturan beban kerja tiap *workstation*, dan pendekatan metode terbaik untuk memperbaiki *line balancing*. Proses perakitan ini berisi elemen-elemen kerja yang berbeda pada setiap stasiun kerjanya. Metode yang dipakai pada penerapan *line balancing* ini yaitu *stright line* yang terdiri dari metode secara manual (*Hegelson dan Bernie dan Moodie-Young*) dan menggunakan *software WinQSB*. Parameter performansi untuk mengukur metode tersebut ialah *idle time*, efisiensi, *balance delay* dan *smoothing index* yang dihasilkan. Setelah dilakukan pengumpulan data kemudian data diolah, sehingga menghasilkan waktu siklus pada *workcenter*, jumlah stasiun kerja minimum, penentuan *workcenter* secara manual dan *software*, menghitung parameter performansi keseimbangan lintasan. Kemudian dilakukan pendekatan untuk memperbaiki *line balancing*, dimana dilakukan perbandingan metode secara manual dan dengan *software*. Perbaikan lintasan yang terpilih menggunakan metode *Moodie Young* karna lebih baik dibandingkan metode yang lain yaitu dengan 4 *work center* dan memiliki nilai *balance delay* 10,4040%, efisiensi 82,3967%, *idle* 17,6033%, dan *smoothing index* 55,0636.

Kata Kunci: *Line balancing*, *Hegelson dan Bernie*, *Moodie-Young*, *software WinQSB*.

Abstract

The industrial sector in Indonesia is developing, and with the development of the industrial sector stimulates almost all companies to constantly innovate in the production process. The method used for Ragum assembly is by *line balancing*. The steps used to achieve efficiency are analyzing process time per work station, managing workload per work station, and approaching the best method for improving *line balancing*. This assembly process contains different work elements at each work station. The method used in the application of *line balancing* is the *stright line* which consists of manual methods (*Hegelson and Bernie and Moodie-Young*) and uses *WinQSB software*. Performance parameters to measure the method are *idle time*, efficiency, *balance delay* and *smoothing index* produced. After the data is collected then the data is processed, resulting in a cycle time on the *workcenter*, the minimum number of work stations, the determination of *workcenter* manually and *software*, calculating the performance parameters of the track balance. Then an approach is made to improve *line balancing*, where methods are compared manually and with *software*. The chosen trajectory improvement uses the *Moodie Young* method because the method is better than other methods, namely 4 *work centers* and has a *balance delay* value of 10.4040%, efficiency of 82.3967%, *idle* 17.6033%, and *smoothing index* 55.0636.

Keywords: *Line balancing*, *Hegelson dan Bernie*, *Moodie-Young*, *software WinQSB*.

1. Pendahuluan

Sektor perindustrian di Indonesia sedang mengalami perkembangan, dikarenakan makin berkembangnya sector industry itu merangsang hampir seluruh perusahaan di Indonesia untuk semakin berinovasi didalam proses produksi. Dikarenakan makin ketat persaingan perindustrian di Indonesia, menyebabkan perusahaan di Indonesia ingin melakukan penerapan efisiensi di semua sektor operasional perusahaan, termasuk penyeimbangan proses.

Dalam menghadapi permasalahan dunia industri serta faktor kunci bagi semua industry manufaktur (persaingan global, efektivitas, efisiensi, juga produktivitas yang tepat untuk operasi industri) sehingga dapat bersaing secara kompetitif.

Masalah yang dihadapi oleh perusahaan yang menjadi objek penelitian ini yaitu pada lintasan produksi terdapat ketidakseimbangan yang dikarenakan pada tiap *work station* terjadi ketidakmeratanya pembagian beban kerja.. Hal itu

mengakibatkan performansi keseimbangan lintasan menjadi kurang baik. Permasalahan ini kemudian dapat diselesaikan dengan melakukan penyeimbangan lintasan produksi.

Ketidakseimbangan pembagian kerja dari operator juga mengakibatkan perbedaan waktu penyelesaian operasi di tiap *work station* sehingga pada lintasan produksi didapatkan nilai efisiensinya pun menjadi rendah. Untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi, perlu dilakukan penyeimbangan pada lintasan produksi dengan menerapkan metode heuristik. Diharapkan dengan penggunaan metode ini dapat memberikan solusi agar dapat meningkatkan performansi keseimbangan lintasan sehingga diperoleh keefektifan, keefisienan, dan produktif pada proses pemroduksian daun pintu.

Dengan metode heuristik 183, untuk menyeimbangkan lintasan pada produksi menggunakan prinsip keseimbangan lintasan produksi (Kucukkoc and Zhang, 2015), dimana beberapa faktor yang mempengaruhi keseimbangan lintasan ialah kinerja operator, ketepatan tata letak, juga ada atau tidak antrian bahan. Pada program ini, metode yang digunakan ialah *line balancing*. Metode *line balancing* ialah serangkaian *work station* (mesin dan peralatan) yang digunakan dalam proses pembuatan produk. Pada umumnya, lintasan perakitan atau *line balancing* terdiri atas sejumlah area kerja yang ditangani operator sebanyak satu orang atau lebih dan ada kemungkinan ditangani dengan memakai bermacam-macam alat [1]. Berdasarkan karakteristik proses produksi, lini produksi terbagi atas: [2]

- Lini fabrikasi, terdiri atas beberapa operasi pekerjaan yang memiliki sifat membentuk atau membuat perubahan bentuk benda kerja.
- Lini perakitan, terdiri atas beberapa operasi perakitan yang dilaksanakan di beberapa *workstation* kemudian digabungkan menjadi benda *assembly* atau *subassembly*.

Metode *line balancing* bertujuan agar dapat mengurangi atau meminimalkan *idle time* pada lintasan yang dilalui benda kerja, dimana yang menjadi penentu *output* lintasan ialah operasi yang paling lambat [3]. Tujuan utama yang ingin dicapai dalam penyeimbangan lintasan produksi ialah memperoleh tingginya tingkat efisiensi pada tiap stasiun kerja dan melakukan usaha sehingga produksi yang sudah ditetapkan terpenuhi. Sehingga diupayakan untuk mengurangi perbedaan waktu operasi antara stasiun kerja dan memperkecil *idle time* [4]. Agar efisiensi dapat tercapai, langkah-langkah yang dilakukan ialah penganalisaan waktu proses, pengaturan beban kerja per *workstation* dan pendekatan metode terbaik untuk memperbaiki *line balancing*. Agar penyeimbangan lini dapat dilakukan maka ada beberapa langkah yang harus diperhatikan ialah: [5]

- Melakukan penentuan hubungan antara pekerjaan yang terlibat kedalam suatu lini produksi, kemudian ditampilkan kedalam *precedence diagram*.
- Melakukan penentuan waktu siklus yang diperlukan.
- Melakukan penentuan jumlah minimum *workstation* teoritis yang dibutuhkan agar pembatas waktu siklus dapat terpenuhi.
- Melakukan pemilihan metode untuk melaksanakan penyeimbangan lini.
- Melakukan penghitungan efisiensi lini dan stasiun kerja, *idle time*, dan *balance delay* yang didasarkan metode terpilih agar dapat mengetahui performansi keseimbangan *line balancing*.

Tujuan dari penelitian ini ialah mendapatkan kelancaran pada arus produksi dalam rangka mendapatkan tingginya utilitas atas tenaga kerja, fasilitas, juga peralatan dengan cara menyeimbangan waktu kerja antar stasiun kerja, yang mana tiap elemen tugas pada pengelompokkan kegiatan produk kedalam beberapa *workstation* yang sudah ditetapkan sehingga keseimbangan dapat diperoleh.

Proses produksi ialah cara, metode, dan teknik untuk menciptakan atau menambah kegunaan suatu barang atau jasa dengan mempergunakan sumber-sumber (tenaga kerja, *material*, dana, dan mesin) yang ada. Pengertian dari proses produksi ialah urutan kegiatan yang dilakukan dalam sebuah usaha agar mendapatkan barang atau jasa. Peningkatan produktivitas dengan cara menambah faktor-faktor produksi diperlukan untuk dilakukan sehingga proses produksi dapat sampai ke titik optimal.[5]

1.1. Waktu Siklus, Waktu Normal, dan Waktu Baku

1.1.1. Waktu Siklus

Waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan satu unit produk di suatu *work station*. Pada umumnya, waktu yang dibutuhkan agar dapat melaksanakan elemen-elemen kerja sedikit beda pada antar siklus, walaupun ketika bekerja operator melakukannya dengan kecepatan normal / *unfirom*, penyelesaian tiap elemen dalam siklus yang beda tidak akan selalu dalam waktu yang sama persis.

1.1.2. Waktu Normal

Waktu kerja yang telah membuat pertimbangan mengenai faktor penyesuaian dengan melakukan pengalihan siklus rata-rata dengan faktor penyesuaian. Yang ditunjukkan oleh waktu normal pada suatu elemen operasi ialah bahwa seseorang operator yang memiliki kualifikasi yang baik akan dapat melakukan pekerjaannya dan menyiapkannya dalam waktu yang normal. Untuk mendapatkan waktu normal, maka waktu siklus tiap operasi dikalikan dengan kelonggaran yang ada.

$$W_n = W_s \times p \quad (1)$$

Dimana:

W_n = Waktu Normal

W_s = Waktu Siklus

P = Penyesuaian

1.1.3. Waktu Baku

Waktu yang wajar diperlukan pekerja normal sehingga pekerjaan yang dilakukan dalam sistem kerja yang paling baik pada saat itu dapat diselesaikan. Persamaan untuk dapat menghitung waktu baku/standar ialah:

$$W_b = W_n \times (1+a) \quad (2)$$

DI mana:

W_b = Waktu Baku

W_n = Waktu Normal

A = Allowance

1.1.4. Allowance

Faktor penyesuaian ialah teknik penyamaan waktu hasil observasi terhadap seorang operator pada saat penyelesaian sesuatu pekerjaan dengan waktu yang dibutuhkan operator normal saat penyelesaian pekerjaan itu.

Diberikannya kelonggaran itu bermaksud agar operator mendapat kesempatan untuk melaksanakan beberapa hal yang harus dikerjakan olehnya, maka waktu baku yang didapatkan dapat disebut sebagai data waktu kerja yang lengkap, juga sistem kerja yang diamati dapat terwakilkan.

- Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi
- Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah (*fatigue*)
- Kelonggaran untuk hal-hal yang tidak dapat dihindarkan.

1.2. Line Balancing

Keseimbangan lintasan memiliki hubungan yang erat dengan produksi massal. Stasiun kerja disebut sebagai sejumlah pekerjaan merakit berdasarkan pengelompokan ke dalam pusat kerja untuk selanjutnya. Yang menentukan waktu yang diizinkan agar elemen pekerjaan dapat terselesaikan ialah kecepatan lintas perakitan. Setiap *workstation* diusahakan mempunyai kesamaan waktu siklus. Jika *workstation* mempunyai waktu siklus yang lebih kecil daripada waktu idealnya, sehingga dikatakan *workstation* itu memiliki *idle time*. Keseimbangan lintasan memiliki tujuan akhir agar waktu menganggur pada setiap *workstation* dapat diminimasi. [4]

Line balancing bermaksud untuk menyeimbangkan tugas dari tiap elemen tugas dari suatu *assembly line* ke *workstation* agar banyaknya *workstation* dan total harga *idle time* pada semua stasiun dapat diminimasi, yang pada penyeimbangan tugasnya, waktu yang dibutuhkan perunit produk yang dispesifikasikan untuk tiap menyeimbangkan lini produksi, sehingga dapat disimpulkan yang menjadi tujuan terutama ialah memperoleh tingginya tingkat efisiensi bagi tiap departemen dan melakukan usaha agar produksi yang telah ditetapkan dapat terpenuhi, sehingga dilakukan upaya agar perbedaan waktu antar departemen dapat dipenuhi dan waktu tunggu dapat diperkecil. Keseimbangan lintasan produksi memiliki syarat umum ialah waktu menganggur, keseimbangan waktu senggang dapat diminimumkan. Lintasan produksi yang seimbang memiliki tujuan ialah:

- Melakukan penyeimbangan beban kerja yang dialokasikan pada tiap stasiun kerja maka setiap stasiun kerja dapat menyelesaikan pekerjaan pada waktu yang seimbang dan melakukan pencegahan terjadinya *bottleneck* (suatu operasi yang membatasi output dan frekuensi produksi)
- Melakukan penjagaan pada pelintasan perakitan agar tetap lancar.
- Melakukan peningkatan efisiensi atau produktivitas. [5]

Terdapat beberapa istilah *line balancing* ialah:

- *Precedence Diagram*

Penggunaan *precedence diagram* pada saat sebelum metode keseimbangan lintasan digunakan untuk dapat menyelesaikannya. *Precedence diagram* adalah urutan dari operasi pekerjaan dan ketergantungan kepada operasi pekerjaannya lainnya yang digambarkan secara grafis yang bertujuan untuk mempermudah kontrol dan perencanaan kegiatan yang berkaitan didalamnya. Terdapat beberapa tanda yang digunakan didalam *precedence diagram* ialah simbol lingkaran yang didalamnya berisi nomor atau huruf yang gunanya memudahkan saat mengidentifikasi suatu proses operasi. Simbol tanda panah yang gunanya menampilkan urutan proses operasi dan ketergantungannya. Operasi yang berada di pangkal tanda panah memiliki arti bahwa operasi kerja yang ada pada ujung anak panah didahului. Angka yang berada diatas simbol lingkaran berarti waktu standar yang dibutuhkan agar setiap proses operasi dapat diselesaikan.

- Assemble Product

Produk yang melalui tahapan urutan stasiun kerja yang mana setiap stasiun kerja memberikan proses tertentu sampai menjadi *final product* pada akhir perakitan.

- Idle Time

Operator menunggu untuk dapat melanjutkan proses pekerjaan atau kegiatan operasi selanjutnya. Cara menghitung selisih dari *cycle time* dengan *stasiun time* adalah dengan mengurangi *stasiun time* dengan *cycle time*.

- Balance Delay

Atau biasa disebut dengan keseimbangan waktu senggang, yang adalah ukuran dari ketidakefisienan lintasan yang disebabkan oleh waktu menganggur, yang sebenarnya dikarenakan ketidaksempurnaannya pengalokasian antara tiap stasiun kerja.

- Efisiensi Stasiun Kerja

Rasio antara *operation time* di tiap *work station* (W_i) dan waktu operasi *work station* yang terbesar (W_s).

- Line Efficiency

Rasio dari total waktu *work station* yang dibagi dengan hasil perkalian siklus dengan jumlah *work station* atau hasil pembagian antara jumlah efisiensi *work station* dengan jumlah *work station*.

- Work Station

Tempat pada lini perakitan dimana dilakukannya proses perakitan.

- Smoothes Index (SI)

Suatu indeks yang menampilkan kelancaran relatif dari penyeimbangann lini perakitan.

1.2.1. Metode Ranked Positional Weight

Metode bobot posisi ialah metode *heuristic* yang dikembangkan paling awal. Yang mengembangkan metode ini adalah W.B Helgeson dan D.P. Birnie. Berikut adalah langkah penyelesaian dengan metode *ranked positional weight* yaitu:

1.2.1.1. Precedence Diagram

Menggambarkan urutan operasi dan ketergantungan operasi atau peta proses operasi dengan posisi yang horizontal, untuk simbol inspeksinya di hilangkan dan atribut dilepaskan kecuali tanda dan waktu.

1.2.1.2. Precedence matrix

Berisikan informasi mengenai cara penunjukan hubungan tiap elemen atau operasi pekerjaan dinyatakan dalam bentuk angka.

1.2.1.3. Menghitung bobot posisi

Dihitung bobot posisi setiap operasi dengan didasarkan oleh jumlah waktu operasi itu dan operasi yang mengikutinya.

1.2.1.4. Mengurutkan Operasi

Melakukan pengurutan operasi berdasarkan bobot operasi yang paling besar hingga kepada bobot posisi yang paling kecil.

1.2.1.5. Menentukan waktu siklus

Penentuan waktu siklus yang optimal ialah waktu yang diperlukan pada lintasan produksi agar memperoleh satu unit produk. Juga waktu siklus haruslah sama dengan / lebih besar daripada waktu operasi yang paling besar.

1.2.1.6. Menentukan jumlah stasiun kerja minimum

Menentukan jumlah dari stasiun kerja harus dalam bilangan bulat dan bergantung kepada waktu siklus dari stasiun kerja.

1.2.1.7. Efisiensi Rata-Rata

Mempergunakan prosedur *trial and error* agar dapat mencari pembebanan yang kemudian didapatkan bahwa efisiensi rata-rata lebih besar dibandingkan efisiensi rata-rata di langkah enam.

1.2.1.8. Menghitung Langkah 6 dan 7

Melakukan pengulangan pada langkah 6 dan langkah 7, hingga tidak ada lagi ditemukan ada stasiun kerja yang mempunyai rata-rata yang lebih tinggi.

2. Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian ini disusun untuk menghasilkan *line balancing* yang seimbang, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pada perusahaan baik waktu maupun pendapatan. Data yang dikumpulkan adalah data peramalan kausal, data waktu elemen kerja, *rating factor*, *allowance*, waktu baku, dan *precedence diagram*.

Line balancing bisa digunakan pada perakitan Ragum. Proses perakitan ini berisi elemen-elemen kerja yang berbeda pada setiap stasiun kerjanya. Metode yang dipakai didalam penerapan *line balancing* ini ialah *straight line* yang terdiri atas metode

secara manual (Hegelson dan Bernie dan Moodie-Young) dan menggunakan software WinQSB. Metode *Ranked Positional Weights* (RPW) yang pertama sekali diperkenalkan oleh W.B. Hegeson dan D.P. Birnie. Yang dimana metode ini adalah penggabungan dari metode *Large Candidate Ruler* dan *Region Approach*. Diketahui bahwa nilai RPW adalah hasil perhitungan antara Ti tiap elemen kerja dengan posisi tiap elemen dalam *precedence diagram*. Terdapat beberapa langkah metode RPM ialah: [6]

- Pembuatan *precedence diagram* / diagram jarringan kerja dari OPC
- Penghitungan waktu siklus
- Pembuatan matriks lintasan didasarkan *precedence diagram*
- Penghitungan bobot posisi setiap operasi melalui perhitungan yang didasarkan oleh waktu operasinya dan operasi-operasi yang mengikutinya.
- Pengurutan operasi yang dimulai dari bobot operasi terbesar hingga kepada bobot terkecil
- Penghitungan jumlah stasiun kerja yang minimum
- Pembuatan *flow diagram* pada stasiun kerja yang minimum kemudian dilakukan pembeban operasi kepada stasiun kerja yang dimulai dari bobot operasi terbesar hingga kepada paling kecil, dengan menentukan kriteria total waktu operasinya lebih kecil dibandingkan waktu siklus yang diinginkan
- Penerapan *trial and error* agar efisiensi lintas yang tertinggi didapatkan
- Penghitungan *balance delay lintasan*
- Penghitungan *efisiensi* lintasan baru yang terbentuk
- Penghitungan *output* produksi.

Metode *Moodie Young* ialah sebuah metode yang bias mendapatkan tingkat *efisiensi* lini yang paling tinggi di antara beberapa metode keseimbangan lini yanglain, contohnya metode *Kilbridge-Wester*, *J-Wagon*, dan metode *Helgeson-Birnie*[7]. *Precedence diagram* memberikan gambaran dari urutan kerja pada rantai produksi yang dimulai dari awal operasi hingga kepada akhir operasi. [8]. WinQSB merupakan salah satu program computer yang telah dirancang agar dapat menyelesaikan permasalahan-permasalahan kuantitatif di bidang manajemen. Dikatakan *WinSQB* dikarenakan adalah perkembangan dari program SQB yang dahulunya berbasis system operasi *DOS*, namun sekarang telah bisa dioperasikan pada computer berbasis *Microsoft Windos* [9].

Parameter performansi untuk mengukur metode tersebut ialah *idle time*, *efisiensi*, *balance delay* dan *smoothing index* yang dihasilkan. Setelah dilakukan pengumpulan data kemudian data diolah, sehingga menghasilkan waktu siklus pada *workcenter*, jumlah stasiun kerja minimum, penentuan *workcenter* secara manual dan *software*, menghitung parameter performansi keseimbangan lintasan. Kemudian dilakukan pendekatan untuk memperbaiki *line balancing*, dimana dilakukan perbandingan metode secara manual dan dengan *software*. Selanjutnya metode yang terpilih ialah metode yang memiliki *balance delay*, *efisiensi*, dan *smoothing index* yang terkecil, kemudian dicari nilai *goalnya* yang akan disusun *workcenter* dengan mendistribusiakn *idle* secara merata. *Cycle time* merupakan waktu rata-rata yang diperoleh dalam pembuatan produk didalam satu stasiun kerja. *Efisiensi* lintasan ialah *rasio* dari total waktu stasiun terhadap waktu siklus dikalikan dengan jumlah stasiun kerja yang terbentuk. *Balance delay* ialah selisih antara waktu stasiun kerja (*Wsi*) dengan waktu siklus (*CT*) yang digunakan sebagai ukuran yang menyatakan ketidakseimbangan suatu lintasan produksi. Perhitungan *cycle time*, *efisiensi* lintasan, dan *balance delay* menggunakan persamaan berikut [10]:

$$CT = P Q \quad (1) \quad EL = \sum_{i=1}^k ST_i K.C \times 100\% \quad (2) \quad BD = K.C - \sum_{i=1}^k ST_i K.C \quad (3)$$

dimana,

- P : Periode waktu pengerjaan (menit).
 Q : Output yang ingin dihasilkan (unit).
 ST_i : Waktu stasiun kerja ke-i.
 K : Jumlah stasiun kerja yang terbentuk.
 C : Waktu siklus tertinggi stasiun kerja.

Pendekatan untuk memperbaiki *line balancing* dilakukan untuk memperoleh *balance delay* dan waktu kosong yang lebih kecil serta *efisiensi* yang tinggi dan *smoothing index* yang kecil. Untuk mencapai hal tersebut maka dilakukan perbaikan pada *workcenter* dengan waktu total terbesar dengan mendistribusikan elemen kerja secara merata ke *workcenter* lainnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Metode Constraint

Metode *precedence constrain* menyusun elemen kerja sesuai dengan perakitan produk. Dengan metode *precedence constrain*, dapat diketahui elemen Ragum 73 kerja sebelum dan sesudah dari kegiatan perakitan produk yang ditunjukkan dalam *precedence diagram*.

Tabel 1. Zoning Constrain

Elemen Kerja sebagai 1 Kelompok	Keterangan
2,11,24,31,41,50,62,69	Karena merupakan elemen pengurangan dimensi
3,4,5,6,7,8,9,10,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23,25,26,27,28,29,30,32,34, 36,38,40,42,44,46,48,50,52,54,56,58,66,68,70,71	Karena merupakan elemen pengurangan dimensi
30,47,48,49,60,61,68,72,73	Karena merupakan elemen perakitan

Dapat dilihat dari tabel di atas bahwa elemen kerja dibagi dalam tiga kelompok berdasarkan kesamaan kegiatan, yaitu elemen kerja perakitan, elemen kerja penyolderan, elemen pemasangan dan elemen penelitian.

3.2. Metode Helgeson dan Birnie

Semua elemen kerja pada metode *Helgeson* dan *Birnie* dibagi ke dalam stasiun kerja dengan prinsip pembagian berdasarkan hubungan yang dapat dilihat dari besar bobot dengan nilai -1, 0, dan +1, kemudian dihitung nilai bobot setiap elemen kerja. Bobot elemen kerja tersebut diurutkan berdasarkan yang terbesar hingga terkecil. Adapun *Work Center* yang terbentuk pada metode ini adalah sebanyak 4 *work center*. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode *Helgeson* dan *Birnie* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Metode Helgeson dan Birnie

Metode	Balance Delay	Efisiensi	Waktu kosong	Smoothness Index
<i>Helgeson</i> dan <i>Birnie</i>	18,6%	79,95%	20,05%	3068,660

Dari tabel dapat diketahui nilai *balance delay* 18,6%, efisiensi 79,95%, waktu kosong 20,05%, dan *smoothing index* 3068,660.

3.3. Analisis Metode Moodie-Young

Metode *Moodie-Young* terdiri dari fase 1 dan fase 2 untuk mendapatkan *smoothing index* yang lebih baik. Fase 1 menghasilkan IV *workcenter*, pada fase 2 didistribusikan waktu menganggur (*idle*) secara merata untuk tiap-tiap stasiun melalui mekanisme pemindahan elemen kerja antar stasiun dengan waktu terbesar ke waktu yang terkecil maksimal. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil Metode Moodie-Young

Metode	Balance Delay	Efisiensi	Waktu kosong	Smoothness Index
<i>Moodie Young</i>	15,5238%	82,3967%	17,6033%	55,0636

Dari tabel dapat diketahui nilai *balance delay* 15,5238%, efisiensi 82,3967%, waktu kosong 17,6033%, dan *smoothing index* 55,0636.

3.4. Analisis Penentuan Work Center dengan Software

Nilai yang diperoleh dari penentuan *work center* dengan menggunakan *software* WinQSB adalah sebesar 12,95%. Terdapat perbedaan antara perhitungan secara manual dan dengan cara menggunakan *software*. Disebabkan karena perbedaan yang signifikan antar waktu pada setiap *work center* yang terdapat dalam perhitungan dengan menggunakan *software* dan aturan pembagian *task* ke tiap *work center* dengan cara mengurutkan waktu elemen kerja terbesar hingga terkecil tanpa memperhatikan *region*. Hasil yang diperoleh dengan menggunakan *Software WinQSB* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil dengan Menggunakan Software WinQSB

Metode	Balance Delay	Efisiensi	Waktu kosong	Smoothness Index
<i>Software WinQSB</i>	17,2960%	82,3967%	17,6033%	55,0636

Dari tabel dapat diketahui nilai *balance delay* 17,2960%, efisiensi 82,3967%, waktu kosong 17,6033%, dan *smoothing index* 55,0636.

3.5. Analisis Pendekatan untuk Memperbaiki Line Balancing

Metode *Moodie-Young* yang terpilih untuk digunakan dalam perbaikan *line balancing* adalah metode stasiun kerja dengan metode *Moodie Young* dipilih karena memiliki *smoothing index* terkecil. Parameter performansi keseimbangan lintasan dengan metode pendekatan untuk memperbaiki *line balancing* dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 5. Hasil dengan Pendekatan untuk Memperbaiki *Line Balancing*

Metode	<i>Balance Delay</i>	Efisiensi	Waktu kosong	<i>Smoothness Index</i>
<i>Moodie-Young</i>	10,4040%	82,3967%	17,6033%	55,0636

Dari tabel dapat diketahui nilai *balance delay* 10,4040%, efisiensi 82,3967%, waktu kosong 17,6033%, dan *smoothing index* 55,0636.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari perancangan keseimbangan lintasan produksi dengan metode secara manual maupun software pada proses perakitan ragam adalah berikut:

- *Precedence Diagram* Ragum dibagi dalam 22 *Region* menurut urutan pengerjaan komponennya dengan jumlah elemen kerjanya adalah sebanyak 73 elemen kerja.
- Waktu siklus yang digunakan pada perakitan Ragum dengan target pasar 1% adalah sebesar 4306 detik dengan jumlah 4 *work center*.
- Jumlah *work center* pada perakitan Ragum dengan metode *Hegelson* dan *Bernie* adalah 4, dengan metode *Moodie-Young* adalah 4, dan dengan *software WinQSB* adalah 4.
- Pada metode *Hegelson* dan *Bernie*, nilai *Balance Delay* dan *Smoothing Index* sebesar 18,6% dan 3068,660. Pada metode *Moodie-Young* Fase 1, nilai *Balance Delay* dan *Smoothing Index* sebesar 16,7136% dan 55,0636 dan pada Fase 2 sebesar 15,5238% dan 55,0636. Sedangkan dengan menggunakan *software WinQSB* didapatkan *balance delay* dan *smoothing index* sebesar 17,2960 % dan 55,0636.
- Perbaiki lintasan menggunakan metode *Moodie Young* dikarenakan metode tersebut lebih baik dari metode yang lain yaitu dengan 4 *work center* dan memiliki nilai *balance delay* 10,4040%, efisiensi 82,3967%, *idle* 17,6033%, dan *smoothing index* 55,0636.

Referensi

- [1] Ginting, Rosnani. (2007). *Sistem Produksi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- [2] Tri Panudju.Andreas, dkk. (2018). Analisis Penerapan Konsep Penyeimbangan Lini (Line Balancing) Dengan Metode Ranked Position Weight (RPW) Pada Sistem Produksi Penyamakan Kulit di PT. Tong Hong Tannery Indonesia Serang Banten. *JSTI: Jakarta*.
- [3] Afifuddin, M. (2009). Penerapan Metode Line Balancing Guna Meningkatkan Output Produksi dan Meminimumkan Balanced Delay. *Skripsi:Fakultas Teknik Universitas Yudharta Pasuruan*.
- [4] Hakim, N. A. (1999). *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*. (Jakarta: Guna Wijaya).
- [5] Nasution, Arman Hakim, (2003), *Perencanaan dan Pengendalian Produksi*.(Surabaya : Guna Widya).
- [6] Chase. Richard B, dkk. (1995). *Production and Operations Management*. California.
- [7] Elsayed, dkk, (1994), *Analysis and Control of Production Systems*. (New Jersey : Prentice Hall Intenational, Inc).
- [8] Boysen, dkk, (2007), A Classification of Assembly Line Balancing Problems. *European Journal of Operation Research*.
- [9] Nasution, A.H. (2003). *Perencanaan dan pengendalian produksi, Edisi pertama*. (Surabaya: Gunawidya).
- [10] Setyawan, David, dkk. (2012). Perbaikan Sistem Produksi Dengan Metode Line Balancing Pada Perusahaan Pembuat Mesin Pertanian PT Agrindo Di Gresik. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Universitas Surabaya*.