

Perancangan Kebutuhan Sumber Daya Manusia Menggunakan Metode *Takt Time* Pada Produksi Air Minum Dalam Kemasan (AMDK) di PT WXY

1st Muhammad Arham Munir

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

arhammunir@student.telkomuniversity.
ac.id

2nd Christanto Triwibisono

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

christanto@telkomuniversity.ac.id

3rd Fida Nirmala Nugraha

Fakultas Rekayasa Industri

Universitas Telkom

Bandung, Indonesia

fidann@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - PT WXY merupakan perusahaan yang memproduksi AMDK sesuai dengan permintaan yang diterima perusahaan setiap bulannya. Seiring dengan meningkatnya target produksi perusahaan setiap tahunnya, PT WXY tidak mampu memenuhi beberapa target produksi yang ada selama periode 2022, yaitu pada September, Oktober, November, dan Desember. Hal tersebut terjadi salah satunya disebabkan oleh kurangnya SDM yang dimiliki perusahaan untuk mampu memproduksi dan memenuhi target yang ditetapkan. Ketersediaan karyawan di PT WXY tidak mampu mewujudkan tercapainya target produksi karena makin bertambahnya tuntutan yang diberikan oleh perusahaan. Oleh karena itu, pada penelitian ini, dilakukan perancangan kebutuhan SDM yang tepat pada divisi produksi perusahaan menggunakan metode *takt time*. Dengan memperhatikan *takt time*, maka dapat ditentukan waktu yang tepat untuk memproduksi AMDK agar tidak terjadi *idle time*. Dengan penambahan 4 karyawan, yang awalnya 25 menjadi 29, maka target produksi yang ada dapat terpenuhi secara optimal.

Kata kunci — AMDK, SDM, *takt time*, *idle time*.

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan sumber daya air yang melimpah. Diketahui bahwa Indonesia memiliki 6% potensi air dunia. Hal tersebut berbanding lurus dengan kebutuhan air bersih di Indonesia terutama air minum. Dikutip dari Koms.com, menurut Menteri PUPR (2023), yang disampaikan pada *Side Event Sanitation and Water for All (SWA): Justice Begins Here – with Accountability* di New York, USA bahwa layanan air minum di Indonesia saat ini belum mencapai 100%, atau sekitar 91,05% dari target yang ditetapkan pada 2024. Banyak upaya yang diharapkan mampu dilakukan untuk menyediakan akses air minum dan sanitasi yang layak bagi masyarakat diseluruh wilayah Indonesia.

Sebagai salah satu kebutuhan primer tubuh manusia, air menjadi komponen utama dalam tubuh dengan rata-rata setiap orangnya memiliki sekitar 70% air berdasarkan berat badan (Mariyam et al., 2023). Air minum menjadi kebutuhan paling dasar semua makhluk hidup, terutama manusia.

Dengan hadirnya perusahaan air minum di Indonesia, maka akan berdampak pada ketersediaan air minum bagi masyarakat. Seperti halnya PT WXY yang merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi air minum dalam kemasan yang beroperasi sejak 2012 hingga saat ini. Perusahaan ini terletak di Kelurahan Tanete, Kecamatan Bulukumpa, Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan.

Adapun karyawan dalam PT WXY dibedakan menjadi karyawan tetap dan karyawan lepas. Karyawan tetap di PT WXY merupakan pekerja yang memiliki tugas dalam mengelola seluruh administrasi perusahaan serta memiliki jenjang jabatan dalam perusahaan. Sedangkan, karyawan lepas pada PT WXY merupakan pekerja yang berada di bagian produksi dan melakukan pekerjaan secara langsung dalam memproduksi produk dalam perusahaan yang bekerja secara bergantian atau sistem shift. Karyawan tetap dan karyawan lepas memiliki peranan penting dalam mewujudkan tujuan perusahaan. Sebagai sumber daya manusia dan memiliki peran dan kompetensi dalam mewujudkan tujuan yang ingin dicapai perusahaan.

Selama periode 2019-2022 target produksi perusahaan mengalami perubahan yang fluktuatif. Pada 2019, target produksi perusahaan mencapai 495.600 kardus. Target tersebut dapat dipenuhi dengan jumlah karyawan sebanyak 25 orang dengan total produksi mencapai 499.375 kardus. Lalu pada 2020 perusahaan mengurangi target produksinya hingga 495.000 dikarenakan adanya pandemi Covid-19. Target tersebut masih dapat dipenuhi dengan jumlah karyawan hanya 25 orang dengan total produksi mencapai 496.875 kardus. Pada 2021, perusahaan kemudian menambah target produksinya mencapai 503.000 kardus dan dapat dipenuhi dengan jumlah karyawan mencapai 25 orang dengan total produksi mencapai 504.875 kardus. Dengan asumsi bahwa jumlah karyawan yang tersedia mampu memenuhi target produksi yang ditetapkan karyawan, maka pada 2022 perusahaan kembali menambah jumlah target produksinya mencapai 508.500 kardus dengan jumlah karyawan 25 orang. Namun, pada realisasinya jumlah karyawan yang tersedia tidak mampu memenuhi target produksi yang ditetapkan oleh perusahaan dan hanya mampu memproduksi sebanyak 505.775 kardus.

Terdapat beberapa hal yang menjadi penyebab tidak tercapainya target produksi di beberapa periode, yaitu bertambahnya permintaan produksi perusahaan. Namun, hal tersebut tidak mempengaruhi peningkatan jumlah karyawan untuk memenuhi target produksi yang ada. Selama empat periode terakhir yaitu 2019-2022 mengalami perubahan yang signifikan. Dimulai sejak 2019, total pendapatan perusahaan mencapai Rp6,491,875,000. Namun, pada 2020 total pendapatan karyawan mengalami penurunan hingga Rp6,459,375,000. Dan pada 2021-2022, total pendapatan perusahaan kembali meningkat masing-masing mencapai Rp6,563,375,000 dan Rp6,575,075,000.

Pada periode terakhir ketika target produksi tidak tercapai yaitu pada September, Oktober, November, dan Desember terjadi penurunan penggunaan mesin produksi. Terdapat lima akar permasalahan yang ada pada bagian produksi PT WXY. Permasalahan pertama disebabkan oleh faktor manusia (*man*) yaitu beban kerja yang diberikan kepada karyawan meningkat. Hal tersebut disebabkan oleh bertambahnya target produksi perusahaan dengan jumlah karyawan yang tersedia tidak mampu memenuhi target yang ditetapkan tersebut.

Selain itu, faktor lain yang mempengaruhi tidak tercapainya target produksi adalah faktor mesin (*machine*). Terdapat empat jenis mesin produksi yang terdapat di PT WXY yaitu mesin water treatment, packaging, cup sealer, dan mesin label. Keseluruhan mesin tersebut harus tetap beroperasi agar produksi dapat terus dilaksanakan. Namun, karena kekurangan jumlah karyawan, beberapa mesin harus mengalami *downtime* karena tidak tersedianya operator yang mampu mengoperasikannya. Dan meskipun terdapat operator yang mampu mengoperasikan mesin tersebut, tetapi keahlian yang dimiliki belum mampu mengoptimalkan kinerja mesin tersebut.

Dan faktor terakhir yang mempengaruhi tidak tercapainya target produksi adalah faktor metode (*method*). Kapasitas produksi perusahaan belum mampu memenuhi target yang ditetapkan perusahaan. Selain itu, belum adanya *standard time* yang menjadi acuan dalam produksi yang dijalankan.

Terdapat tiga permasalahan utama yang dihadapi oleh perusahaan yaitu target produksi yang meningkat harus dipenuhi dengan jumlah karyawan yang tersedia sehingga beban kerja yang diperoleh tiap karyawan meningkat, kurangnya sumber daya manusia yang dimiliki perusahaan untuk memenuhi target yang ditetapkan perusahaan serta terdapat mesin yang tidak beroperasi dapat dilakukan perbaikan dengan melakukan perancangan sumber daya manusia untuk mengetahui jumlah SDM yang dibutuhkan untuk memenuhi target produksi. Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan yang dihadapi oleh PT WXY maka potensi solusi yang dipilih dalam penelitian tugas akhir ini yaitu terkait perancangan kebutuhan Sumber Daya Manusia (SDM) yang tepat pada bagian produksi PT WXY.

II. KAJIAN TEORI

A. Manajemen Sumber Daya Manusia (MSDM)

Manusia bukan hanya sebatas sumber daya bagi perusahaan, melainkan juga sebagai potensi yang dapat digunakan perusahaan yang memungkinkan untuk

melakukan peran penting dalam sebuah organisasi. Komponen sumber daya manusia mencakup pengetahuan, kemampuan, keterampilan, sikap, nilai, dan motivasi (Cerezo-Narváez et al., 2018).

Setiap perusahaan selalu berkeinginan untuk dapat terus tumbuh dan mampu unggul secara kompetitif melalui pemanfaatan sumber daya secara efisien (Biruk et al., 2022). Oleh karena itu, manajemen sumber daya manusia yang berkelanjutan harus dapat dipahami sebagai upaya yang berkelanjutan dan strategis dalam mengarahkan dan mengembangkan sumber daya manusia dalam organisasi (Thoman et al., 2018).

Prioritas penerapan MSDM adalah dengan menciptakan lingkungan kerja yang aman dan nyaman serta selaras dengan strategi organisasi, nilai-nilai karyawan dengan memperhatikan motivasi, insentif, dan pendidikan (Papa et al., 2020). Terdapat dua fungsi utama dalam MSDM (Sumetzberger, 2005), yang terdiri dari:

1. Untuk mengelola perbedaan pendapat bahwa pekerjaan merupakan faktor utama produksi setelah penjualan, serta perusahaan tidak menetapkan karyawan berdasarkan kinerjanya, dan
2. Untuk mengelola ketidakpastian yang terkait dengan ketersediaan pekerjaan yang ada.

MSDM juga didefinisikan sebagai pendekatan strategis terhadap ketenagakerjaan yang efektif dan pengembangan karyawan yang berkomitmen tinggi dan berkualitas untuk mencapai tujuan organisasi yang memiliki beberapa fungsi seperti *recruitment*, *selection*, *staffing*, *retention*, dan *release of employee* (Hecklau et al., 2016).

B. Perencanaan Sumber Daya Manusia

Perencanaan sumber daya manusia perlu memperhatikan kebutuhan saat ini dan masa depan yang mencakup beberapa hal seperti analisis SDM saat ini, peramalan permintaan dan perkiraan kebutuhan SDM yang sesuai dengan kualifikasi yang diperlukan (Biruk et al., 2022).

Terkadang, dalam perencanaan SDM terjadi *information lags* yang disebabkan karena ketergantungan pada informasi atau data pada periode sebelumnya dalam menentukan jumlah permintaan karyawan saat ini yang sesuai dengan kebutuhan saat ini (Chung et al., 2010).

C. Manajemen Proyek Industri

Manajemen proyek berfokus pada masalah atau isu yang berkaitan dengan pengaturan bisnis tertentu (Ghobakhloo & Fathi, 2020), dan melibatkan beragam kegiatan yang saling berhubungan dalam memberikan solusi terhadap masalah yang dihadapi (Nascimento et al., 2019). Dalam manajemen proyek industri, yang paling utama dilakukan adalah meminimalkan biaya produksi dan menyelesaikan proyek sesuai dengan waktu yang telah ditetapkan (Amri & Marey-Pérez, 2020).

Proyek manajemen adalah penerapan ilmu pengetahuan, keterampilan, alat, dan Teknik kedalam aktivitas proyek guna mengetahui setiap ketentuan proyek yang dilakukan dengan penerapan dan integrasi yang tepat dari proses manajemen yang diidentifikasi serta memungkinkan organisasi atau perusahaan dapat melaksanakan proyek secara efektif dan efisien (Project Management Institute, 2018).

D. Perancangan Sistem Kerja dan Ergonomi

Perancangan sistem kerja dan ergonomi terkait dengan keselamatan, kualitas, dan kesehatan dalam sistem kerja serta ergonomi yang digunakan dalam industry terkait manajemen sumber daya manusia, manajemen waktu kerja, memastikan keselamatan karyawan, memastikan kinerja karyawan optimal (Werner et al., 2021). Saat ini dan di masa yang akan datang, pengetahuan, keterampilan, dan kompetensi faktor manusia dan ergonomi baik karyawan maupun teknologi memiliki peran yang signifikan dalam menjamin dan mengoptimalkan proses kerja yang lancar dan aman (Reiman et al., 2021).

Sistem kerja dan ergonomi merupakan kerangka kerja yang berorientasi pada rancangan untuk meningkatkan kompatibilitas, efektivitas, keamanan, kemudahan, kinerja, kesejahteraan manusia, dan kualitas hidup (Karwowski, 2005). Sistem kerja dan ergonomi juga dapat diartikan sebagai disiplin ilmu yang menerapkan teori, data, dan metode yang berkaitan dengan pemahaman interaksi antara manusia dan elemen-elemen lain dalam sebuah sistem yang berdasarkan pada karakteristik ergonomi fisik, yaitu pada karakteristik anatomi, antropometri, fisiologi, dan biomekanika yang berkaitan dengan aktivitas fisik yang dilakukan oleh manusia (Stanton & Young, 1999).

E. Perencanaan dan Pengendalian Produksi

Perencanaan dan pengendalian produksi berkaitan dengan control terhadap proses produksi yang memungkinkan sinkronisasi sumber daya secara langsung dan sesuai dengan produk yang diinginkan dengan pendekatan menggunakan metode analitik dan simulasi yang tepat, sehingga dapat memberikan solusi yang layak dalam tahap pelaksanaan karena sifat sistem produksi yang stokastik serta beberapa faktor ketidakpastian yang dapat terjadi (Moeuf et al., 2018).

Perencanaan dan pengendalian produksi juga dapat mengarah pada peningkatan sistem manufaktur secara menyeluruh atau global sebagai fungsi penentuan rencana produksi agar dapat dipenuhi sehingga dapat mengoptimalkan profitabilitas, produktivitas, dan waktu pengiriman (Cadavid et al., 2020).

F. Regression Analysis

Analisis regresi merupakan salah satu metode analisis statistik yang paling umum digunakan dengan tujuan untuk menggambarkan hubungan antara respon dengan variabel penjelas (K.-Y. Liang & Zeger, 1993). Analisis regresi atau *regression analysis* adalah metode statistik yang dapat digunakan untuk melakukan eksplorasi hubungan antara jenis dan lingkungan berdasarkan hasil pengamatan pada yang dilakukan pada beberapa lokasi (Braak & Looman, 1995).

Analisis regresi mengasumsikan bahwa data masa lalu adalah alternatif untuk mengetahui data masa depan (Hosseini et al., 2019). Selain itu, regresi linear juga digunakan untuk meramalkan perubahan probabilitas dari waktu ke waktu (Abed, Khalid, et al., 2019). *Regression analysis* memanfaatkan informasi masa lalu antara level pekerjaan dalam organisasi dengan beberapa kriteria yang terkait dengan pekerjaan yang dilakukan (Cushway, 1994). Selain itu, analisis regresi juga berasumsi bahwa terdapat hubungan yang linier diantara satu atau lebih variabel independen (*predictor*) yang akan mempengaruhi dependen variabel (kriteria), seperti kebutuhan SDM di masa depan.

G. Markov Analysis

Analisis markov dapat digunakan untuk melakukan analisis status dan tren terhadap beberapa variabel yaitu dengan memprediksi status dan tren variabel di masa depan berdasarkan analisis tren evolusi dan keadaan rantai markov (Chaoran et al., 2019) serta meramalkan perubahan yang mungkin terjadi di masa depan dan mengambil tindakan pencegahan yang tepat.

Markov analysis digunakan untuk mengavaluasi dan mengukur probabilitas (Abed, Khalid, et al., 2019) serta melakukan peramalan jangka Panjang di perusahaan besar dengan menggunakan data historis dari pergerakan karyawan internal untuk meramalkan kemungkinan di masa depan dengan menggunakan probabilitas melalui "*transition matrix*" (Bernardin, 2001).

H. Perhitungan Kebutuhan Sumber Daya Manusia

Selanjutnya, menetapkan jumlah karyawan untuk setiap stasiun kerja. Untuk stasiun kerja yang memiliki total waktu melebihi atau mendekati nilai *takt time* perlu diberi tambahan jumlah karyawan. Setelah itu, adalah menyusun rencana jumlah stasiun kerja. Perhitungan dengan menggunakan formulasi jumlah stasiun kerja akan berguna untuk menentukan jumlah stasiun minimum yang dibutuhkan untuk jumlah karyawan yang paling sedikit digunakan dalam rencana karyawan yaitu 25 karyawan yang digunakan secara total.

III. METODE

A. Takt Time

Takt time merupakan waktu yang diperlukan untuk memproduksi sebuah produk untuk memenuhi permintaan pelanggan (Frandsen et al., 2013), serta digunakan untuk menyesuaikan tingkat produksi dengan tingkat penjualan agar kekurangan atau kelebihan produk tidak terjadi (Oh et al., 2010).

Terdapat beberapa tahapan dalam proses penentuan *takt time* (Frandsen et al., 2013), yang terdiri dari:

1. *Gather information*, merupakan tahap mengidentifikasi jenis pekerjaan yang harus dikerjakan dalam suatu waktu. Proses ini membantu dalam mengidentifikasi waktu dan rencana produksi yang tepat.
2. *Define areas of work (zones)*, merupakan area atau zona yang dapat dikendalikan sehingga karyawan dapat melakukan pekerjaannya dengan baik.
3. *Understand the trade sequence*, merupakan urutan pekerjaan yang harus dilakukan karyawan berdasarkan waktu kerja yang telah ditentukan sebelumnya.
4. *Understand the individual trade durations*, setelah mengetahui area atau zona kerja karyawan, pada tahap ini akan dilakukan identifikasi perencanaan produksi terkait kegiatan yang mempengaruhi proses produksi dan cara menyesuaikan agar proses produksi yang dilakukan dapat selaras satu dengan yang lainnya.
5. *Balance the workflow*, merupakan tahapan untuk menyesuaikan proses kerja yang ada dengan waktu yang sesuai untuk mengukur waktu kerja di tiap area atau zona yang telah ditentukan. Pada tahapan ini, perlu dilakukan secara bertahap dan ditingkatkan untuk menetapkan *takt time*.
6. *Establish the production plan*, merupakan tahapan ketika kegiatan produksi di area atau zona yang ada

selaras dengan waktu yang telah ditentukan untuk setiap rangkaian proses yang ada. Dalam pengelolaan interval *takt time* digunakan untuk menentukan waktu yang tepat agar proses produksi berjalan dengan optimal.

B. Yamazumi Chart

Yamazumi chart merupakan sebuah diagram yang menunjukkan setiap komponen waktu untuk menyelesaikan suatu kegiatan, yang biasanya digunakan untuk mempertimbangkan informasi melalui perbedaan warna (Czifra et al., 2019). *Yamazumi chart* menunjukkan waktu siklus yang diperlukan setiap stasiun kerja dan operator untuk menyelesaikan pekerjaannya (Sabadka et al., 2017).

C. The Precedence Diagram

The precedence diagram dikembangkan berdasarkan konsep *Critical Path Method* (CPM) memiliki tiga hubungan alternatif yaitu, *start to start* (SS), *start to finish* (SF), *finish to finish* (FF), dan faktor jeda diantara aktivitas yang ada serta dikenal juga dengan istilah *Activity on Node* (AON) yang merepresentasi sebuah proyek realistik yang lebih fleksibel dalam jadwal aktivitas dan mencerminkan urutan operasi yang terjadi secara aktual (Hofmann et al., 2015).

Metode *precedence diagram* digunakan untuk mengidentifikasi urutan operasi yang tepat dan waktu optimal yang digunakan pada aktivitas yang ada berdasarkan AON yang menentukan waktu dan arah urutan aktivitas operasi berlangsung (Nisar & Halim, 2018).

D. Perhitungan Kebutuhan Sumber Daya Manusia

Perhitungan kebutuhan sumber daya manusia akan memanfaatkan penggunaan formulasi jumlah stasiun kerja dalam menentukan jumlah minimum karyawan yang dibutuhkan dalam proses produksi. Pada PT WXY terdapat 25 karyawan yang bekerja pada bagian produksi.

E. Perhitungan Perencanaan Sumber Daya Manusia

Setelah menghitung *yamazumi chart*, *precedence diagram* dan jumlah stasiun kerja, pengaturan stasiun kerja dilakukan. Perlu diketahui bahwa langkah tersebut penting dilakukan karena perencanaan kebutuhan sumber daya manusia dimulai dari pengaturan stasiun kerja. Untuk mengatur stasiun kerja, pertama-tama perhatikan yaitu *yamazumi chart* kemudian *precedence diagram*.

Setiap elemen kerja yang memiliki waktu proses melebihi *takt time*, harus digabungkan dengan elemen kerja yang lain dengan memperhatikan *precedence diagram*. Dengan menggabungkan elemen kerja tersebut dengan elemen kerja sebelumnya atau elemen kerja terdekat yang memiliki waktu siklus di bawah nilai *takt time*. Dalam mengatur stasiun kerja, sebaiknya total waktu stasiun kerja tidak lebih dari waktu standar atau *takt time*. Selanjutnya, menetapkan jumlah karyawan untuk setiap stasiun kerja. Untuk stasiun kerja yang memiliki total waktu melebihi atau mendekati nilai *takt time* perlu diberi tambahan jumlah karyawan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

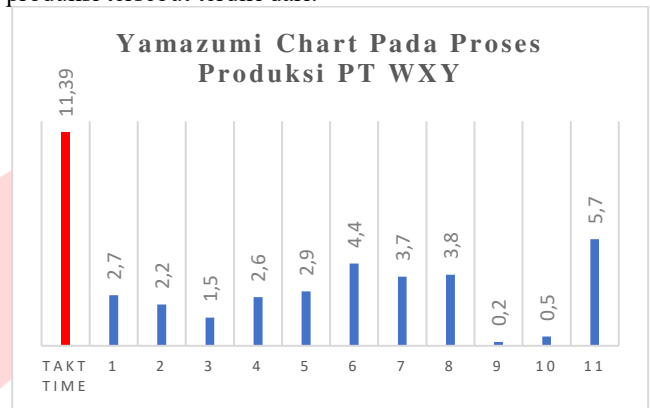
A. Perhitungan Takt Time

Diketahui bahwa pada periode 2022, yaitu ketika target produksi tidak tercapai oleh perusahaan hanya mampu memproduksi sebanyak 505,775 kardus pertahunnya. Dan

untuk waktu kerja yang digunakan yaitu 8 jam/hari dengan asumsi hari kerja sebanyak 200 hari kerja efektif. Berdasarkan perhitungan *takt time* yang telah dilakukan, diketahui bahwa dibutuhkan waktu selama 11,39 detik untuk memproduksi satu unit (kardus) produk pada PT WXY.

B. Gather Information

Untuk menentukan *yamazumi chart* diperlukan data terkait waktu siklus untuk seluruh rangkaian proses produksi pada perusahaan. Adapun waktu siklus untuk setiap proses produksi tersebut terdiri dari:

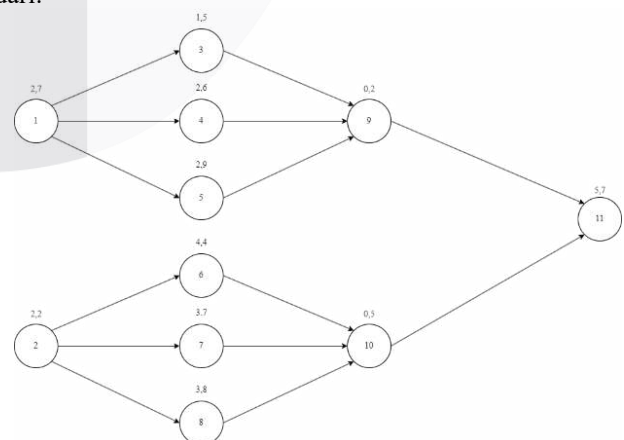


GAMBAR 1
Yamazumi Chart

Berdasarkan Gambar 1 *yamazumi chart*, diketahui bahwa waktu siklus pada seluruh proses dalam produksi AMDK di PT WXY tidak melebihi nilai *takt time* pada proses produksi yang ada. Hal tersebut menunjukkan bahwa rangkaian proses yang berlangsung selama produksi tidak seimbang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa terdapat *idle time* atau waktu tunggu bagi operator selama proses produksi berlangsung. Berdasarkan hal tersebut, perlu dilakukan pengaturan stasiun kerja yang tepat agar tidak terjadi *idle time* yang tidak diinginkan.

C. Define Areas of Work (zones)

Adapun dalam tahapan ini dilakukan dengan menyusun *precedence diagram* untuk mengetahui urutan operasi yang terjadi pada proses produksi AMDK di PT WXY yang terdiri dari:



GAMBAR 2
Precedence Diagram

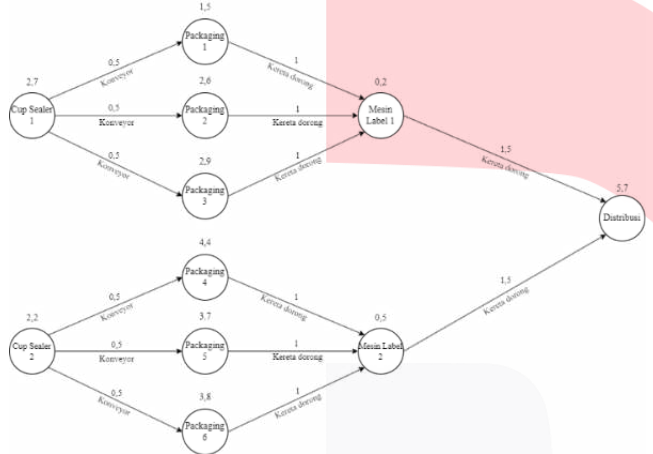
Berdasarkan Gambar 2 *precedence diagram*, diketahui bahwa terdapat 11 aliran proses produksi AMDK pada PT

WXY dengan waktu siklus yang ada pada seluruh proses operasi paling cepat yaitu 10,1 detik dan paling lama yaitu 12,8 detik.

Perhitungan jumlah stasiun kerja memerlukan data total waktu proses paling cepat yaitu 10,1 detik dan paling lama yaitu 12,8 detik serta nilai *takt time* sebesar 13.67 detik yang sebelumnya telah ditentukan. Berdasarkan hasil perhitungan jumlah stasiun kerja yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa jumlah stasiun kerja minimum untuk produksi AMDK di PT WXY adalah 3 stasiun kerja.

D. Understand the Trade Sequence

Penentuan bobot untuk masing-masing operasi yang ada pada PT WXY dilakukan dengan menggunakan metode Helgeson -Birnie Heuristic. Penentuan bobot tersebut akan menggunakan precedence diagram yang terdiri dari:



GAMBAR 3
Bobot Masing-Masing Operasi

Berdasarkan Gambar 3 bobot masing-masing operasi, diketahui hasil pembobotan waktu untuk seluruh proses yang ada paling cepat yaitu 13,1 detik dan paling lama yaitu 15,8 detik.

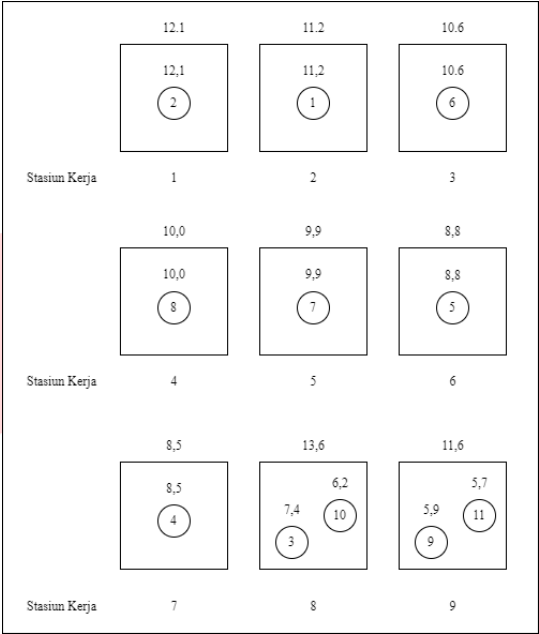
E. Understand the Individual Trade Durations

Adapun pembobotan terhadap masing-masing operasi tersebut terdiri dari:

TABEL 1
Bobot Masing-Masing Operasi

Operasi	RPW	Operasi	RPW
1	11.2	2	12.1
2	12.1	1	11.2
3	7.4	6	10.6
4	8.5	8	10
5	8.8	7	9.9
6	10.6	5	8.8
7	9.9	4	8.5
8	10	3	7.4
9	5.9	10	6.2
10	6.2	9	5.9
11	5.7	11	5.7

Berdasarkan Tabel 1 bobot masing-masing operasi, diketahui setelah mengurutkan seluruh bobot untuk masing-masing proses pada produksi AMDK di PT WXY, selanjutnya adalah mengalokasikan tiap operasi kedalam stasiun kerja berdasarkan bobot urutan operasi serta tetap memperhatikan *precedence diagram* yang ada. Adapun alokasi operasi kedalam stasiun kerja terdiri dari:



GAMBAR 4
Alokasi Operasi Kedalam Stasiun Kerja

Berdasarkan Gambar 4 alokasi operasi kedalam stasiun kerja, diketahui bahwa terdapat sembilan stasiun kerja pada proses produksi AMDK di PT WXY. penentuan jenis operasi kedalam stasiun kerja harus memperhatikan nilai *takt time* yang ada. Total bobot antar kombinasi operasi pada setiap stasiun kerja tidak melebihi nilai *takt time* yang ada.

F. Balance the Workflow

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, diketahui bahwa arus proses produksi pada lintasan saat ini tidak mampu mengoptimalkan proses produksi pada PT WXY. Oleh karena itu, akan dilakukan penentuan solusi menggunakan metode Helgeson-Birnie Heuristic yang terdiri dari:

TABEL 2
Solusi Metode Helgeson-Birnie Heuristic

Stasiun Kerja	Operasi	St	Tt-St	(Tt-St) ²
I	2	12.1	-0.71	0.51
II	1	11.2	0.19	0.04
III	6	10.6	0.79	0.62
IV	8	10	1.39	1.93
V	7	9.9	1.49	2.22
VI	5	8.8	2.59	6.70
VII	4	8.5	2.89	8.34
VIII	3, 10	13.6	-2.21	4.89
IX	9, 11	11.6	-0.21	0.04
Total		96.3	6.20	25.29

Berdasarkan Tabel 2 solusi metode *helgeson-birnie heuristic*, diketahui bahwa terdapat sembilan stasiun kerja untuk seluruh operasi yang ada pada proses produksi AMDK di PT WXY dengan total bobot waktu sebesar 96.3 detik. Selain itu, juga diperoleh selisih antara takt time dan pembobotan untuk seluruh proses produksi dengan total selisihnya sebesar 6.20 detik. Nantinya, nilai tersebut akan digunakan dalam perhitungan *smoothness index* untuk menunjukkan arus proses dari keseimbangan lintasan produksi. Semakin kecil nilai *smoothness index* maka semakin baik arus proses pada lintasan produksi di PT WXY.

Berdasarkan perhitungan efisiensi lintasan pada proses produksi AMDK di PT WXY, diketahui nilai efisiensi lintasan sebesar 93,95%. Nilai tersebut menandakan bahwa efisiensi lintasan sangat baik karena mencapai lebih dari 90%. Sehingga, dengan kondisi lintasan saat ini diharapkan mampu mengoptimalkan produktivitas produksi perusahaan. Serta, diketahui bahwa nilai *smoothness index* yang diperoleh sebesar 5,03 yang menunjukkan kondisi arus proses lintasan produksi yang baik karena mendekati nol.

G. Establish the Production Plan

Pengelolaan interval *takt time* digunakan untuk menentukan waktu yang sesuai agar produksi berjalan dengan optimal.

TABEL 3
Waktu Siklus Produksi

Ts Maksimal (detik)	15.8
Ts Maksimal (jam)	0.00439

Berdasarkan Tabel 3 waktu siklus produksi, diketahui bahwa setelah melakukan pengamatan pada proses produksi berdasarkan jumlah karyawan yang ada yaitu 25 karyawan diperoleh waktu siklus maksimal untuk produksi sebesar 15,8 detik atau 0,00439 jam. Oleh karena itu, dengan penambahan setiap satu karyawan maka waktu siklus yang ada akan mengalami penurunan.

H. Verifikasi Hasil Rancangan

Pada tahapan ini dilakukan untuk menentukan jumlah output perbulan berdasarkan kebutuhan karyawan pada produksi AMDK di PT WXY dengan asumsi bahwa setiap penambahan satu karyawan akan mengurangi beban waktu siklus satu orang karyawan juga.

TABEL 4
Kebutuhan Karyawan Berdasarkan Output

Tenaga Kerja	Output/jam	Output/bulan	Output/tahun
25	214	37.677	452.124
26	223	39.247	470.963
27	232	40.817	489.801

TABEL 4
Kebutuhan Karyawan Berdasarkan Output (Lanjutan)

Tenaga Kerja	Output/jam	Output/bulan	Output/tahun
28	241	42.387	508.640
29	250	43.957	527.479
30	259	45.526	546.317

Berdasarkan Tabel 4 kebutuhan karyawan berdasarkan *output*, diketahui jumlah kebutuhan SDM yang dibutuhkan dengan memperhatikan spesifikasi rancangan bahwa kebutuhan sumber daya manusia PT WXY dengan perhitungan terkait penentuan jumlah tenaga kerja yang digunakan,

Oleh karena itu, berdasarkan hasil perhitungan yang telah dilakukan sebelumnya, dengan memperhatikan spesifikasi rancangan bahwa kebutuhan sumber daya manusia PT WXY yaitu 29 karyawan dengan kapasitas produksi selama satu bulan mencapai 43.957 kardus setiap bulan dan 527.479 kardus tiap tahun. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa untuk memenuhi kapasitas produksi yang diinginkan, dapat dilakukan dengan menambah 4 karyawan pada divisi produksi AMDK di PT WXY, yang awalnya 25 karyawan menjadi 29 karyawan dan waktu kerja 8 jam selama 22 hari kerja.

I. Validasi Hasil Rancangan

Terdapat tiga kategori validasi untuk hasil rancangan kebutuhan sumber daya manusia yaitu target produksi bulanan dengan target validasinya adalah jumlah kapasitas produksi yang dihasilkan mencapai 43.000 kardus perbulan. Dan berdasarkan hasil rancangan terkait kebutuhan sumber daya manusia, kapasitas produksi yang dihasilkan lebih dari 43.000 kardus perbulan. Kategori validasi yang kedua yaitu kebutuhan *stakeholder* dengan jumlah karyawan yang diharapkan minimal 25 karyawan. Dari hasil rancangan diketahui bahwa jumlah karyawan yang diusulkan untuk proses produksi AMDK sebanyak 29 orang. Dan kategori validasi yang terakhir adalah standar acuan waktu kerja yang digunakan adalah UU No. 13 Tahun 2003 Tentang Ketenagakerjaan Pasal 77 Ayat 2 dengan waktu kerja yang digunakan adalah 22 hari kerja dengan 8 jam kerja perhari.

J. Analisis

Dalam pelaksanaan proses produksi, PT WXY juga tidak mengoptimalkan kapasitas mesin produksi yang dimiliki sehingga beberapa kali kapasitas produksi perusahaan tidak mampu memenuhi target yang diinginkan.

TABEL 5
Perbandingan Jumlah Karyawan Eksisting dengan Usulan

Eksisting	Usulan
Terdapat 25 orang karyawan yang bekerja pada divisi produksi AMDK	Terdapat 29 orang karyawan yang bekerja pada divisi produksi AMDK

Berdasarkan Tabel 5 perbandingan jumlah karyawan eksisting dengan Usulan, diketahui bahwa proses produksi dapat dioptimalkan dengan melakukan penambahan jumlah karyawan pada produksi AMDK di PT WXY. Hasil rancangan ini, mampu memberikan manfaat pada perusahaan agar mampu memenuhi target produksi nantinya. Adapun keterbatasan dari hasil rancangan ini yaitu jika terdapat perubahan target produksi nantinya sehingga diperlukan perhitungan kebutuhan jumlah karyawan kembali untuk memproduksi AMDK di PT WXY.

Selain itu, penambahan jumlah karyawan juga akan mempengaruhi pengeluaran perusahaan.

TABEL 6
Perbandingan Gaji Eksisting dengan Usulan

	SDM	Gaji
Eksisting	25	Rp84,621,900
Usulan	29	Rp98,161,404
Selisih	4	Rp13,539,504

Berdasarkan Tabel 6 perbandingan gaji eksisting dengan usulan, diketahui bahwa dengan bertambahnya jumlah karyawan menjadi 32 orang maka perusahaan harus mengeluarkan upah sesuai dengan UMK untuk wilayah Kabupaten Bulukumba sekitar Rp3.384.876 setiap bulannya untuk 29 karyawan pada divisi produksi. Sehingga, perusahaan perlu mengeluarkan biaya sekitar Rp98.161.404 setiap bulannya untuk karyawan pada divisi produksi.

Berdasarkan hasil rancangan kebutuhan sumber daya manusia yang diperoleh, PT WXY dapat mengoptimalkan pembagian waktu kerja yang sebelumnya telah berlaku di perusahaan. Pengoptimalan waktu kerja ini juga diharapkan mampu memberikan pengaruh yang baik bagi produksi AMDK di PT WXY.

TABEL 7
Perbandingan Target Produksi Eksisting dengan Usulan

Target Produksi		Selisih
Eksisting	Usulan	
508.500	527.479	18.979

Berdasarkan Tabel 7 perbandingan target produksi eksisting dengan usulan, diketahui bahwa dengan adanya penambahan jumlah karyawan maka target produksi perusahaan dapat tercapai. Yang awalnya target produksi mencapai 508.500 kardus tidak dapat dipenuhi, dengan penambahan 4 karyawan maka target produksi perusahaan dapat terpenuhi dengan selisih perbandingan yaitu 18.979 kardus.

Dengan adanya penambahan jumlah karyawan di PT WXY, maka target produksi yang ditetapkan dapat terpenuhi. Hal tersebut akan mempengaruhi pendapatan yang diterima perusahaan.

TABEL 8
Perbandingan Pendapatan Eksisting dengan Usulan

Pendapatan		Selisih
Eksisting	Usulan	
Rp6,575,075,000	Rp6,857,220,623	Rp282,145,623

Berdasarkan Tabel 8 perbandingan pendapatan eksisting dengan usulan, diketahui bahwa terjadi peningkatan jumlah pendapatan mencapai Rp282.145.623 dari pendapatan awal perusahaan. Sehingga, dengan adanya penambahan jumlah karyawan pada divisi produksi PT WXY maka akan memberikan dampak yang sangat baik terhadap pendapatan perusahaan.

V. KESIMPULAN

Jumlah sumber daya manusia yang tepat pada divisi produksi untuk mencapai target perusahaan yaitu 29 karyawan yang mampu menghasilkan lebih dari 43.000

kardus setiap bulannya dengan waktu kerja 8 jam selama 22 hari. Dengan adanya penambahan jumlah karyawan yang awalnya hanya 25 menjadi 29 karyawan perlu dilakukan perencanaan tata letak fasilitas yang dapat mencakup jumlah karyawan yang ada dapat bekerja dengan baik. Selain itu, dengan penambahan jumlah karyawan maka akan terjadi proses pelatihan bagi karyawan baru pada divisi produksi AMDK di PT WXY.

REFERENSI

- Amri, T. Al, & Marey-Pérez, M. (2020). Towards a sustainable construction industry: Delays and cost overrun causes in construction projects of Oman. *Journal of Project Management*, 87–102. <https://doi.org/10.5267/j.jpm.2020.1.001>
- Biruk, S., Jaśkowski, P., & Maciaszczyk, M. (2022). Conceptual Framework of a Simulation-Based Manpower Planning Method for Construction Enterprises. *Sustainability (Switzerland)*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/su14095341>
- Braak, C. J. F., & Looman, C. W. N. (1995). *regression-wageningen university and research 249377*.
- Cadavid, U., Pablo, J., Lamouri, S., Grabot, B., Pellerin, R., & Fortin, A. (2020). Machine learning applied in production planning and control: a state-of-the-art in the era of industry 4.0. In *Journal of Intelligent Manufacturing* (Vol. 31, Issue 6, pp. 1531–1558). Springer. <https://doi.org/10.1007/s10845-019-01531-7>
- Cerezo-Narváez, A., Ceca, M. J. B., & Blanco, J. L. Y. (2018). Traceability of Intra- and Interpersonal Skills: From Education to Labor Market. In *Human Capital and Competences in Project Management*. InTech. <https://doi.org/10.5772/intechopen.71275>
- Chaoran, D., Sanming, L., Shuai, W., & Zhaoxu, P. (2019). Fault diagnosis of wind turbine gearbox based on improved continuous hidden Markov model. *Journal of Electric Power*.
- Chung, S. H., Jung, D. C., Yoon, S. N., & Lee, D. H. (2010). A dynamic forecasting model for nursing manpower requirements in the medical service industry. *Service Business*, 4(3–4), 225–236. <https://doi.org/10.1007/s11628-009-0092-4>
- Czifra, G., Szabó, P., Míkva, M., & Vaňová, J. (2019). Lean Principles Application in the Automotive Industry. In *Acta Polytechnica Hungarica* (Vol. 16, Issue 5).
- Frandsen, A., Berghede, K., & Tommelein, I. D. (2013). *Production Planing and Control TAKT TIME PLANNING FOR CONSTRUCTION OF EXTERIOR CLADDING*.
- Ghobakhloo, M., & Fathi, M. (2020). Corporate survival in Industry 4.0 era: the enabling role of lean-digitized manufacturing. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31(1), 1–30. <https://doi.org/10.1108/JMTM-11-2018-0417>
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S., & Kohl, H. (2016). Holistic Approach for Human Resource Management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.102>
- Hofmann, M., Sackmann, S., & Betke, H. (2015). *Precedence Diagram Method in Disaster Response Management Using Precedence Diagram Method in Process-Oriented Disaster Response Management*.
- Hosseini, S. M., Saifoddin, A., Shirmohammadi, R., & Aslani, A. (2019). Forecasting of CO2 emissions in Iran based on time series and regression analysis. *Energy Reports*, 5, 619–631. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.05.004>
- Karwowski, W. (2005). Ergonomics and human factors: the paradigms for science, engineering, design, technology and management of human-compatible systems. *Ergonomics*, 48(5), 436–463. <https://doi.org/10.1080/00140130400029167>

- Liang, K.-Y., & Zeger, S. L. (1993). Regression Analysis for Correlated Data. *Annual Review of Public Health*, 14(1), 43–68. <https://doi.org/10.1146/annurev.pu.14.050193.000355>
- Abed, M., Khalid, Y., Mahmoud, A.-M., & Suliaman, H. (2019). The adopting of Markov analysis to forecast the probability of students' enrolment at universities scientific faculties in Jordan. *International Journal of Operational Research*, 36(1), 62–77. <https://doi.org/10.1504/IJOR.2019.102070>
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S., & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118–1136. <https://doi.org/10.1080/00207543.2017.1372647>
- Nascimento, D. L. M., Alencastro, V., Quelhas, O. L. G., Caiado, R. G. G., Garza-Reyes, J. A., Lona, L. R., & Tortorella, G. (2019). Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy practices in a manufacturing context: A business model proposal. In *Journal of Manufacturing Technology Management* (Vol. 30, Issue 3, pp. 607–627). Emerald Group Holdings Ltd. <https://doi.org/10.1108/JMTM-03-2018-0071>
- Nisar, J., & Halim, S. (2018). *the-effect-of-critical-activity-on-critical-path-and-project-duration-in-precedence-diagram-method*.
- Oh, S. C., Graves, S. C., & Siegel, A. J. (2010). *Manpower Planning and Cycle-Time Reduction of a Labor-Intensive Assembly Line*.
- Papa, A., Dezi, L., Gregori, G. L., Mueller, J., & Miglietta, N. (2020). Improving innovation performance through knowledge acquisition: the moderating role of employee retention and human resource management practices. *Journal of Knowledge Management*, 24(3), 589–605. <https://doi.org/10.1108/JKM-09-2017-0391>
- Project Management Institute. (2018). *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK guide)* (Sixth Edition).
- Reiman, A., Kaivo-oja, J., Parviainen, E., Takala, E. P., & Lauraeus, T. (2021). Human factors and ergonomics in manufacturing in the industry 4.0 context – A scoping review. *Technology in Society*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101572>
- Sabadka, D., Molnar, V., Fedorko, G., & Jachowicz, T. (2017). Optimization of Production Processes Using the Yamazumi Method. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 11(4), 175–182. <https://doi.org/10.12913/22998624/80921>
- Stanton, N. A., & Young, M. S. (1999). What price ergonomics? *Nature*, 399(6733), 197–198. <https://doi.org/10.1038/20298>
- Sumetzberger, W. (2005). Managing human resources in a multinational context. In *Journal of European Industrial Training* (Vol. 29, Issue 8, pp. 663–674). <https://doi.org/10.1108/03090590510627120>
- Thoman, D., Lloyd, R., null, null, & null, null. (2018). A Review Of The Literature On Human Resource Development: Leveraging Hr As Strategic Partner In The High Performance Organization. *Journal of International and Interdisciplinary Business Research*. <https://doi.org/10.58809/popq1755>
- Werner, N. E., Ponnala, S., Doutecheva, N., & Holden, R. J. (2021). Human factors/ergonomics work sistem analysis of patient work: State of the science and future directions. In *International Journal for Quality in Health Care* (Vol. 33, pp. 60–71). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/intqhc/mzaa099>