

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Untuk mampu menyelesaikan tujuan dari penelitian ini dilakukan tinjauan pustaka dengan cara mencari referensi yang *valid* sebagai sumber informasi yang akurat dalam menyusun laporan tugas akhir ini. Dicantumkannya penelitian terdahulu pada penelitian ini karena penelitian terdahulu memiliki tujuan untuk mengetahui bangunan keilmuan yang sudah digunakan oleh peneliti sebelumnya. Penelitian terdahulu tersebut akan dibandingkan dengan penelitian sekarang agar peneliti yang baru bisa mengetahui kontribusi apa yang akan dibuat serta menghindari plagiasi.

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 1, judul penelitiannya adalah upaya teknik kerja dan studi waktu di unit manufaktur untuk produktivitas. Penelitian ini berfokus pada peningkatan produktivitas dengan penggunaan teknik studi kerja yang dikombinasikan dengan *soft skill modern*. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan analisis dengan cara menghilangkan setiap elemen yang tidak perlu, agar mampu mendekati metode tercepat dan terbaik dalam melakukan operasi yang diperlukan. Pada penelitian ini dijelaskan bahwa produktivitas adalah penggunaan inovasi dan sumber daya yang efektif agar mampu menaikkan nilai tambah yang ada pada produk dan pada layanan. Terdapat 2 teknik untuk meningkatkan produktivitas yang telah dikembangkan di masa lalu yaitu mengurangi konten pekerjaan, dan mengurangi waktu yang tidak efektif.

Metode analisis yang digunakan berkaitan dengan pengurangan jumlah pekerjaan dari suatu operasi, sedangkan pengukuran pekerjaan berkaitan dengan waktu tidak efektif yang terkait dengan metode dan penetapan standar waktu selanjutnya untuk operasi tertentu. Analisis yang dilakukan mencakup kegiatan yang dilakukan, operator yang terlibat, peralatan yang digunakan, dan material yang diproses. Data pekerjaan diperiksa secara kritis mengenai kelangsungan dan kebutuhan yang mencakup tujuan, tempat, urutan dan metode. Selain itu dianalisis juga dari prospek manufaktur dan koordinasi sumber dayanya. Pada penelitian ini ditemukan bahwa waktu proses mencakup banyak aktivitas yang tidak bernilai sehingga tujuan pertama penelitian ini adalah mengurangi waktu

pemrosesan dengan mengurangi waktu yang tidak efektif. Lalu setelah itu mengusulkan metode alternatif yang sesuai untuk menjadi dasar instruksi pekerjaan yang baru (Chandra, 2007).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 2, judul penelitiannya adalah peningkatan produktivitas stasiun inspeksi kendaraan bermotor menggunakan teknik studi gerak dan waktu. Masalah utama yang ada pada penelitian ini adalah titik pemeriksaan yang ada di permukaan jalur menghabiskan waktu yang lebih lama jika dibandingkan dengan titik pemeriksaan lainnya. Oleh karena itu, titik inspeksi ini meningkatkan waktu aliran di jalur inspeksi. Penelitian ini menyelidiki dan mencari kemungkinan solusi dan alternatif yang bertujuan untuk menggunakan beberapa alat dari studi gerak dan waktu serta perangkat lunak ARENA untuk mensimulasikan dan memprediksi perubahan yang diharapkan terjadi pada jalur inspeksi tersebut. Secara keseluruhan, alternatif yang disarankan menghasilkan peningkatan yang diharapkan sebesar 174,8% dalam kapasitas produksi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi alur kerja dan peningkatan produktivitas di stasiun pemeriksaan berkala kendaraan bermotor (MVPI) di Riyadh, Arab Saudi. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperbaiki dan menyempurnakan proses pemeriksaan *bottleneck* yang merupakan titik pemeriksaan di permukaan jalur dengan menggunakan berbagai aplikasi untuk mengurangi waktu dalam melakukan pemeriksaan. Pendekatan pada penelitian ini mempertimbangkan perkembangan solusi dari metode kerja yang sesuai seperti menghilangkan semua pekerjaan yang tidak dibutuhkan lagi, menyatukan operasi atau elemen, mengganti urutan operasi, dan meringankan yang diperlukan operasi (Al-Saleh, 2011).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian nomor 3, judul penelitiannya adalah peningkatan produktivitas di tambang batubara bawah tanah. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengidentifikasi berbagai faktor dan masalah yang mempengaruhi produktivitas di tambang batubara bawah tanah yang mengadopsi *bord and pillar* dengan menggunakan metode penambangan dan untuk mengusulkan langkah-langkah yang sesuai untuk memperbaikinya. Selain tujuan tersebut terdapat tujuan lain seperti mengidentifikasi area limbah, memenuhi harga pasar dan mempertahankan keuntungan yang sehat. Cara agar tujuan ini bisa tercapai adalah dengan mengurangi biaya produksi dengan cara meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan efektivitas peralatan.

Pada penelitian ini menyebutkan bahwa faktor kunci yang mempengaruhi produktivitas adalah siklus operasi, penyebaran tenaga kerja, efisiensi mesin, penanganan material dan manajemen tenaga kerja. Selain itu pada penelitian ini juga membahas penanganan kabel *side discharge loader* (SDL) yang mengakibatkan pemborosan sumber daya tenaga kerja yang berharga.

Penelitian ini dilakukan di *digwadih colliery*, yang merupakan sebuah tambang batubara bawah tanah milik Jamadoba dari divisi Jharia M / s Tata Steel Ltd dan terletak di distrik Dhanbad di Jharkhand, India. Kesimpulan dari penelitian ini adalah selalu ada ruang untuk peningkatan terkait produktivitas dan penggunaan sumber daya yang efektif secara keseluruhan. Penelitian ini menyoroti parameter yang mempengaruhi produktivitas tambang, siklus operasi, efisiensi mesin dan manajemen tenaga kerja. Selain itu, diuraikan pula langkah-langkah untuk mencegah kerusakan mesin yang digunakan di tambang batu bara bawah tanah (Mishra dkk, 2013).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 4, judul penelitiannya adalah peningkatan produktivitas di *assembly station* menggunakan teknik studi kerja. Penelitian ini memiliki 3 tujuan yaitu:

- a. Mengurangi gerakan yang tidak diinginkan yang ada pada operasi yang terlibat di stasiun perakitan.
- b. Mengurangi waktu tidak efektif yang terkait dengan operasi di stasiun perakitan tersebut.
- c. Mengusulkan metode baru saat melakukan pekerjaan dan membandingkannya dengan metode yang ada.

Pada penelitian ini untuk mampu meningkatkan produktivitas di *assembly station* dibutuhkan sebuah analisis ergonomi dimana ergonomi merupakan sebuah studi ilmiah yang membahas tentang hubungan antara manusia, mesin dan lingkungan kerjanya.

Kesimpulan pada penelitian ini adalah gerakan yang tidak diinginkan yang terlibat dalam pengoperasian perakitan telah dikurangi secara substansial dengan cara merancang meja perakitan, baki pengencang dan desain tata letak tempat kerja yang tepat. Selain itu diberikannya metode yang tepat kepada operator saat operator mengambil bahan dari gudang. Waktu yang tidak efektif yang terkait

dengan operasi perakitan telah dikurangi dengan menyarankan urutan operasi yang tepat dengan mengurangi waktu perakitan 10 inci (Kamble & Kulkarni, 2014).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian nomor 5, judul penelitiannya adalah peningkatan produktivitas di jalur perakitan industri mobil dengan mengurangi waktu siklus operasi. Penelitian ini memiliki 5 tujuan yaitu:

- a. Mengidentifikasi operasi yang menciptakan *bottleneck* di jalur perakitan depan.
- b. Mengidentifikasi stasiun masalah di jalur perakitan dimana situasi *bottleneck* muncul dengan menggunakan teknik studi metode.
- c. Mengembangkan metode untuk memecahkan masalah yang menyebabkan jalur perakitan terhenti atau memperlambat tingkat produksinya dari yang diharapkan.
- d. Melakukan studi waktu setelah penerapan metode baru untuk masa percobaan 10 hari.
- e. Memberikan saran metode baru kepada departemen di industri perakitan mobil tersebut.

Jalur perakitan di industri mobil ini ada 2 yaitu jalur perakitan depan dan jalur perakitan belakang. Permasalahan yang ada di essay ini adalah terjadinya *bottleneck* yang ditemukan di jalur perakitan depan. Masalah *bottleneck* tersebut bisa diselesaikan dengan cara mengurangi waktu siklus operasi dengan memanfaatkan teknik studi kerja dan teknik penanganan material. Dari teknik tersebut diharapkan waktu siklus operasi yang ada pada *bottleneck* bisa berkurang per trolinya (Kalra dkk, 2016).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 6, judul penelitiannya adalah studi kasus pengurangan waktu siklus dengan mekanisasi di lingkungan manufaktur. Penelitian ini difokuskan pada peralatan industri pembuatan kotak di bagian pengujian tertentu. Berbagai jenis kotak roda gigi membuat jalur perakitan yang berbeda dan tiba secara acak ke bagian pengujian. Oleh karena itu, jadwal pengiriman mungkin dipengaruhi oleh area *bottleneck* (seksi pengujian). Fasilitas di daerah *bottleneck* akan sangat meningkatkan produktivitas. Dari literatur terbukti bahwa pendekatan *six sigma* dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas pada proses *injection molding*, pada industri pengecoran logam pada pengecoran semikonduktor di industri manufaktur.

Solusi spesifik untuk masalah *overheating* mesin diselesaikan dengan menggunakan pendekatan *six sigma*. Pabrik yang memproduksi kotak roda gigi diuji dalam tiga kategori seperti kotak roda gigi yang dipasang secara horizontal, kotak roda gigi yang dipasang secara vertikal dan kotak roda gigi yang dipasang secara bersudut. Kegiatan yang terlibat dalam metode pengaturan pengujian yang ada adalah sebagai berikut:

- a. Mengangkat *gear box*
- b. Memasang *gearbox* di rangka
- c. Memiringkan motor
- d. Menjepit *gearbox* di rangka
- e. Menjepit motor di rangka
- f. Mengisi oli
- g. Pengujian *gearbox*
- h. Melepas klem *gearbox*
- i. Pengurasan oli

Kesimpulan dari penelitian ini adalah masalah yang teridentifikasi dari waktu tinggi dan tenaga yang memakan tenaga dalam pengaturan *gearbox* untuk berbagai konfigurasi diperbaiki dengan peralatan perancangan. Setelah merancang bagian utama seperti sekrup timbal dan pelat muka, mereka dianalisis dengan perangkat lunak ANSYS. Peralatan baru tersebut membantu mencapai tingkat pengujian rata-rata dari 208 kotak roda gigi per bulan menjadi 302 kotak roda gigi per bulan dengan mengurangi waktu siklus rata-rata 57 menit per kotak roda gigi. Mesin yang dirancang akan berguna untuk industri serupa dan meningkatkan kecepatan pengujian (Gnanavel dkk, 2017).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 7, judul penelitiannya adalah tinjauan tentang pemetaan aliran nilai untuk mengurangi waktu siklus dari *Butterfly Valve*. Masalah pada penelitian ini adalah pengurangan waktu siklus pada proses katup kupu-kupu. Proses katup kupu-kupu terdiri dari pemanas *disc* / unit batang dalam *oven*, perakitan *shell*, uji hidro, perakitan otomasi, dan fungsional uji. Penelitian ini berisikan ringkasan dasar tinjauan pustaka yang memiliki tujuan untuk investigasi penggunaan pemetaan aliran nilai demi meningkatkan produktivitas dan mengurangi waktu siklus. Produktivitas dinyatakan sebagai hubungan antara

jumlah barang, jasa dan kuantitas dari modal, tanah, energi, tenaga kerja dan sumber daya untuk memproduksinya. Penelitian ini memiliki tujuan utama yaitu untuk menunjukkan penggunaan metodologi VSM yang digunakan pada perakitan katup kupu-kupu. Peningkatan produktivitas diharapkan terjadi dengan menggunakan metodologi VSM.

Agar mampu mengurangi waktu siklus, penelitian ini menggunakan pemetaan aliran nilai atau yang sering disebut sebagai *Value Stream Mapping* (VSM). Pemetaan aliran nilai merupakan *lean* dasar dan paling banyak digunakan pada industri sebagai alat untuk mengidentifikasi dan menanggulangi pemborosan dan penyebabnya. Cara melakukan *lean* atau perampingan adalah dengan mengurangi semua limbah dalam proses pembuatan. Lalu metodologi VSM merupakan bahasa dalam menggunakan *lean* tersebut. *Review* menunjukkan bahwa penggunaan alat VSM dapat mengurangi pemborosan, meningkatkan produktivitas dan pengurangan waktu siklus (Shah & Suthar, 2018).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 8, judul penelitiannya adalah manajemen kerugian produksi menggunakan *line balancing* dan pengurangan waktu siklus. Masalah pada penelitian ini adalah adanya *bottleneck* pada *workstation* serta adanya kerugian produksi pada jalur perakitan kepala penggerak mobil. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi *workstation bottleneck* dengan menggunakan aktivitas waktu siklus terpanjang, serta pengurangan kerugian dalam produksi di setiap stasiun kerja yang ada pada jalur perakitan kepala penggerak mobil. Manajemen kerugian produksi merupakan salah satu pendekatan dasar untuk semua kegiatan yang bertujuan untuk meningkatkan produksi di sebuah perusahaan. Kerugian pada produksi dapat merugikan profitabilitas perusahaan dan jika tidak diidentifikasi dengan cepat dan dikendalikan dengan benar dapat menyebabkan penutupan semua fasilitas.

Waktu siklus merupakan total waktu dari proses awal hingga proses akhir. Waktu siklus digunakan untuk membedakan total durasi proses dari *runtime* yang ada, biasanya diukur dengan *stopwatch*. Waktu siklus untuk setiap stasiun kerja dapat diukur dan dicatat berdasarkan urutan pekerjaan yang ditentukan selama observasi. Untuk meningkatkan keandalan data yang diperoleh, pengamat bisa menggunakan perekam video. Pada jalur perakitan, jika pekerja tidak dimanfaatkan secara efektif, maka efisiensi akan berkurang. Lalu jika waktu siklus pada satu stasiun kerja tinggi maka akan mempengaruhi laju produksi dari

keseluruhan produk, dan jika penyeimbangan jalur dilakukan di jalur perakitan, akan menghasilkan fungsi pabrik yang lancar tanpa hambatan. Penyeimbangan jalur dilakukan untuk mendapatkan keluaran atau hasil yang maksimal pada waktu yang diinginkan.

Kesimpulan penelitian ini adalah jika kegiatan di alokasikan dengan tepat, lalu pengaturan tugas dan urutan kerja juga tepat untuk individu setelah stasiun kerja diselesaikan. Maka produksi dapat ditingkatkan lebih dari 18% di jalur perakitan kepala penggerak mobil yang mengarah ke tingkat produksi yang optimal dan mampu mencapai target harian (Bagare dkk, 2018).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 9, judul penelitiannya adalah pengurangan waktu siklus dalam manufaktur otomotif. Masalah pada penelitian ini adalah:

- a. Pekerjaan yang tidak terstandarisasi pada setiap proses
- b. Mesin yang gagal untuk menjepit produk setengah jadi ke stasiun berikutnya.
- c. *Stopper* longgar
- d. Proses pengerjaan ulang yang menyebabkan ukuran karpet mobil ketinggalan standar.

Semua masalah tersebut menyebabkan peningkatan waktu siklus. Pekerjaan standarisasi dapat membantu mengurangi jumlah waktu dalam menyelesaikan tugas tanpa cacat dengan memandu operator secara efisien. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui bagaimana cara mengurangi waktu siklus pada jalur perakitan karpet mobil di PT Automotive Component Manufacturer Company yang berlokasi di kawasan *Port Klang*. Agar mampu melakukan pengurangan waktu siklus di jalur perakitan karpet mobil, diterapkanlah aktivitas *Kaizen* dan *Line balancing* lalu data dikumpulkan melalui wawancara dan observasi. *Kaizen* adalah proses peningkatan berkelanjutan. Kesimpulan penelitian ini adalah hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa waktu siklus jalur perakitan karpet mobil berkurang dari 313 detik menjadi 131 detik. Hal tersebut membuktikan bahwa aktivitas *kaizen* dan *line balancing* memang meningkatkan produktivitas hingga 58%. Namun, agar mampu mencapai perbaikan yang lebih sukses dan efektif, diperlukan standarisasi kerja lebih lanjut pada setiap prosesnya (Husien dkk, 2018).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 10, judul penelitiannya adalah ukuran *batch* dan strategi pembagian *lot* ke pengurangan waktu siklus di semikonduktor. Masalah pada penelitian ini adalah dibutuhkan pengurangan waktu siklus yang

berkaitan dengan ukuran *batch* dan menciptakan strategi yang optimal untuk pembagian *lot*. Tujuan penelitian ini adalah proses perakitan *batch* serta pembagian *lot* meningkatkan waktu siklus produksi. Lingkungan semikonduktor fokus dan konsisten memproduksi *batch* kecil karena kebutuhan produk tersebut untuk mencapai pasar dalam waktu yang relatif singkat. Agar mampu mencapai target tersebut, model perencanaan kapasitas dirancang dengan fleksibilitas dan mengakomodasi kecepatan pergerakan *lot* rantai produksi. Keuntungan utama dari pembagian *lot* adalah banyak *lot* ukuran kecil dapat memulai operasi hilir lebih awal dari *lot* yang lebih besar. *Lot* kecil selama produksi bisa digabung menjadi pengiriman kuantitas besar, karena perpecahan dan penggabungan adalah produksi yang normal. Ada tiga mekanisme dalam *transfer batching* di seluruh jalur perakitan yaitu melalui *batch* dan teknik antrian, parallel, dan tumpang tindih. Teknik *batch* dan antrian melibatkan pengiriman *lot* sebagai satu kelompok melalui setiap langkah operasional, dengan perkiraan setiap operasi mengambil tindakan yang waktunya berbeda berdasarkan kompleksitas proses. Lalu teknik paralel menggunakan mode pemisahan dari *batch* untuk bergerak dengan ukuran *batch* yang lebih kecil di *bottleneck*. Sedangkan teknik tumpang tindih adalah teknik yang paling banyak digunakan dan efisien dimana pengaturan peralatan untuk sebagian besar kendala operasi diselesaikan di depan sehingga meminimalkan waktu pemrosesan.

Kesimpulan pada penelitian ini adalah peneliti menggabungkan ketiga *batch* strategi untuk menentukan ukuran dan pembagian *lot*. Setelah tiga tahun implementasi, terdapat pengurangan 50% dalam waktu siklus. Pengurangan tersebut dirincikan menjadi 22% pengurangan di tahun pertama, 16% di tahun kedua dan akhirnya mencapai 50% dari keseluruhan pada waktu siklus 12 hari sampai waktu siklus 6 hari. Hal ini membuktikan bahwa waktu siklus yang diinginkan harus dicapai dengan perencanaan dan pelaksanaan yang tepat (Mariam dkk, 2020).

Berdasarkan Tabel 2.1. penelitian no 11, judul penelitiannya adalah studi kasus pengurangan waktu siklus di manufaktur industri dengan mendesain perlengkapan penggilingan. Masalah pada penelitian ini adalah klien sering menghadapi penundaan dan penolakan dalam *machining*. Hal tersebut dapat meningkatkan biaya produksi, penurunan laba dan kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, dibutuhkan rancangan khusus untuk mengurangi waktu siklus operasi penggilingan dan pemborosan. Manfaat dari rancangan khusus tersebut ada 2

yaitu pertama mengurangi waktu penyiapan karena menghilangkan pemosisian ulang di setiap pekerjaan. Kedua menandai dan menyelaraskan setiap titik kunci. Stabilitas perlengkapan berfungsi untuk menyediakan dan mengurangi waktu siklus yang akan meningkatkan produktivitas dengan cara yang tidak bisa prediksi. Ada sekitar 550 hingga 600 kg pemindahan material di *milling* dan operasi yang melelahkan di keenam sisi, maka itu pasti ada beberapa masalah yang membutuhkan pengerjaan ulang yang sering. Masalah tersebut yaitu mesin *taper* pada permukaan J, *bore oversize*, lebar terlalu kecil, dan koordinat keluar.

Agar mampu menyelesaikan masalah tersebut, hal yang dilakukan adalah merakit CFT (*cross functional team*) dalam rapat ini insinyur atau sarjana teknik dari semua departemen terkait hadir dan agenda rapat adalah membuat daftar masalah dan bertukar ide untuk memecahkannya. Berdasarkan hasil rapat tersebut diputuskanlah untuk merancang perlengkapan khusus. Agar mampu mengurangi waktu siklus, ada dua opsi yang memungkinkan, yaitu:

- a. Mengurangi jumlah tugas yang sedang berlangsung.
- b. Meningkatkan kecepatan penyelesaian tugas.

Namun ternyata di lapangan peluang untuk mengurangi jumlah tugas rendah atau tidak ada sama sekali. Jadi peneliti harus segera mencari cara untuk meningkatkan kecepatan tugas, dan salah satu cara yang jelas untuk mencapai ini adalah penggunaan dari perlengkapan penggilingan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah penurunan waktu siklus berhasil dilakukan sebanyak 17,4 % (Patil dkk, 2020).

Tabel 2.1. Perbandingan Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
1	(Chandra, 2007)	<i>An Effort to Apply Work and Time Study Techniques in A Manufacturing Unit for Enhancing Productivity</i>	Adanya elemen yang tidak perlu yang memperlambat jalannya operasi	Studi waktu dengan menggunakan pengukuran waktu work sampling dan perhitungan waktu standar	Adanya peningkatan produktivitas dengan menggunakan teknik studi kerja yang dikombinasikan dengan <i>soft skill modern</i>
2	(Al-Saleh, 2011)	<i>Productivity Improvement of a Motor Vehicle Inspection Station Using Motion and Time Study Techniques</i>	Titik pemeriksaan yang ada di permukaan jalur menghabiskan waktu lebih lama dibandingkan dengan titik pemeriksaan lainnya	Menggunakan teknik studi gerak dan waktu	Peningkatan produktivitas di stasiun pemeriksaan berkala kendaraan bermotor (MVPI)
3	(Mishra dkk, 2013)	<i>Productivity Improvement in Underground Coal Mines – A Case Study</i>	1. Mengidentifikasi area limbah 2. Mempertahankan keuntungan yang sehat	1. Mengurangi biaya produksi dengan cara meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan efektivitas peralatan 2. Menggunakan faktor produktivitas seperti siklus operasi, efisiensi mesin, penanganan material dan manajemen tenaga kerja.	1. Peningkatan produktivitas tambang studi kasus melalui peningkatan produktivitas SDL dalam beberapa varian. 2. Pengimplementasian usaha yang memiliki efek pada peningkatan produktivitas dengan biaya minimal.

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
4	(Kulkarni, 2015)	<i>Productivity Improvement at Assembly Station Using Work Study Techniques</i>	1. Mengurangi gerakan yang tidak diinginkan yang ada pada operasi yang terlibat di stasiun perakitan 2. mengurangi waktu tidak efektif 3. mengusulkan metode baru dalam melakukan pekerjaan 4. membandingkannya dengan metode yang ada.	1. Menggunakan analisis ergonomi 2. Menggunakan perbandingan antara VWS dan studi waktu.	1. Pengurangan pengoperasian perakitan dengan cara merancang meja perakitan, baki pengencang dan desain tata letak tempat kerja yang tepat. 2. Memberikan metode yang tepat kepada operator saat operator mengambil bahan dari gudang. 3. pengurangan waktu yang tidak efektif dengan menyarankan urutan operasi yang tepat dengan mengurangi waktu perakitan 10 inci.
5	(Kalra dkk, 2016)	<i>Productivity Improvement in Assembly Line of Automobile Industry by Reducing Cycle time of Operations</i>	Terjadinya <i>bottleneck</i> yang ditemukan di jalur perakitan depan.	1. Memanfaatkan teknik studi kerja 2. Menggunakan teknik penanganan material.	1. Produktivitas meningkat 2. Cycle time berkurang

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
6	(Gnanavel dkk, 2017)	<i>Case Study of Cycle Time Reduction by Mechanization in Manufacturing Environment</i>	Jadwal pengiriman dipengaruhi oleh area <i>bottleneck</i> pada bagian seksi pengujian.	Diselesaikan dengan menggunakan pendekatan <i>six sigma</i> .	1. Pengaturan <i>gearbox</i> untuk berbagai konfigurasi diperbaiki dengan peralatan perancangan. 2. Mesin yang dirancang akan berguna untuk industri serupa dan meningkatkan kecepatan pengujian.
7	(Shah & Suthar, 2018)	<i>A Review on Value Stream Mapping to reduce the Cycle Time of Butterfly Valve</i>	Pengurangan waktu siklus pada proses katup kupu-kupu	Menggunakan metodologi VSM (<i>Value Stream Mapping</i>) yang digunakan pada perakitan katup kupu-kupu	Alat VSM dapat mengurangi pemborosan, meningkatkan produktivitas dan pengurangan waktu siklus
8	(Bagare dkk, 2018)	<i>Production loss management using line balancing and cycle time reduction</i>	1. <i>Bottleneck</i> pada workstation 2. Kerugian produksi pada jalur perakitan kepala penggerak mobil.	1. Menggunakan <i>line balancing</i> 2. Pengurangan <i>cycle time</i>	Produksi dapat ditingkatkan lebih dari 18% yang mengarah ke tingkat produksi yang optimal

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
9	(Husien dkk, 2018).	<i>Cycle Time Reduction in Automotive Manufacturing</i>	1. Pekerjaan yang tidak terstandarisasi pada setiap proses 2. Mesin yang gagal untuk menjepit produk setengah jadi ke stasiun berikutnya 3. <i>Stopper longgar</i> 4. Proses pengerjaan ulang yang menyebabkan ukuran karpet mobil ketinggalan standar	1. <i>Kaizen</i> 2. <i>Line balancing</i>	Waktu siklus jalur perakitan karpet mobil berkurang dari 313 detik menjadi 131 detik
10	(Mariam dkk, 2020)	<i>Batch Sizing and Lot Splitting Strategies to Reduce Cycle Time in Semiconductor Assembly Process</i>	1. Dibutuhkan pengurangan waktu siklus yang berkaitan dengan ukuran <i>batch</i> 2. Menciptakan strategi yang optimal untuk pembagian lot	1. Pembagian lot 2. <i>Transfer batching</i>	Pengurangan 50% dalam waktu siklus

Tabel 2.1. Lanjutan

No	Penulis	Judul	Permasalahan	Metode	Hasil
11	(Patil dkk, 2020)	<i>Cycle Time Reduction in Manufacturing Industry by Designing a Milling Fixture: A Case Study</i>	Klien sering menghadapi penundaan dan penolakan dalam <i>machining</i> yang dapat meningkatkan biaya produksi, penurunan laba dan kepercayaan pelanggan	Adanya rancangan khusus untuk mengurangi waktu siklus operasi penggilingan dan pemborosan	Penurunan waktu siklus berhasil dilakukan sebanyak 17,4 %
12	Penelitian sekarang (Dewi,2021)	<i>Job Design dan Reduce Manpower di line assy #4 PT. TD Automotive Compressor Indonesia</i>	Peningkatan <i>labor cost</i> tiap tahun yang menyebabkan penurunan profit perusahaan.	1. Metode pengukuran langsung menggunakan jam henti (<i>stopwatch</i>) untuk mengurangi <i>cycle time</i> di <i>line</i> WIP Assy #4. 2. Metode perluasan tugas (<i>job enlargement</i>) untuk merancang <i>job design</i> agar usulan <i>reduce manpower</i> bisa diperaktekan secara realistis di perusahaan.	1. Total penurunan <i>cycle time</i> pada ketiga operasi yang ada di <i>line assy #4</i> adalah 92,72 detik. 2. <i>Reduce manpower</i> dilakukan kepada pekerja yang bernama Pak Hendri. 3. Operasi berkurang dari 3 operasi menjadi 2 operasi karena adanya penggabungan elemen kerja 4. LOR meningkat menjadi 94%

2.1.2 Penelitian Sekarang

Penelitian saat ini adalah memberikan usulan rancangan deskripsi pekerjaan dan pengurangan jumlah karyawan. Pengurangan jumlah karyawan dilakukan sebanyak 1 orang per *shift* yaitu pada *shift pagi* dari 3 orang menjadi 2 orang. Pengurangan jumlah karyawan dilakukan dengan cara menurunkan waktu siklus di stasiun kerja assy #4 yang disebabkan oleh adanya konveyor baru. Perhitungan penurunan waktu siklus dilakukan dengan pengukuran waktu menggunakan metode pengukuran langsung jam henti (*stopwatch time study*).

Pengukuran waktu dilakukan untuk membuktikan apakah dengan adanya perbaikan konveyor baru di stasiun kerja assy #4 terbukti mampu menurunkan waktu siklus? Jika dengan adanya perbaikan konveyor baru membuat waktu siklus bisa menurun maka pengurangan jumlah karyawan bisa dilakukan dan gaji karyawan pun bisa menurun sehingga keuntungan perusahaan bisa meningkat. Agar mampu mengetahui adanya penurunan waktu siklus setelah perbaikan konveyor baru, diperlukan data waktu siklus sebelum perbaikan konveyor baru. Data waktu siklus setelah perbaikan konveyor baru, akan dibandingkan dengan data waktu siklus setelah perbaikan konveyor baru. Dari perbandingan tersebut akan memperlihatkan apakah waktu siklus setelah perbaikan konveyor baru berhasil menurun atau tetap atau bahkan meningkat. Jika waktu siklus setelah perbaikan konveyor baru tetap atau meningkat maka akan dilakukan pengecekan apakah ada kesalahan pada konveyor baru tersebut atau adanya penurunan produktivitas karyawan. Namun, jika penurunan waktu siklus setelah perbaikan konveyor baru berhasil dilakukan maka akan dilanjutkan dengan perhitungan pengurangan jumlah karyawan.

Pada saat melakukan pengurangan jumlah karyawan, performa stasiun kerja tidak boleh kurang dari 92%. Jika kurang maka target produksi perusahaan tidak tercapai. Setelah pengurangan jumlah karyawan dilakukan maka akan dilanjutkan dengan usulan rancangan deskripsi pekerjaan dengan menggunakan metode perluasan tugas (*job enlargement*). Metode perluasan tugas dilakukan dengan cara memberikan tambahan tugas kepada karyawan. Penambahan tugas tersebut dilakukan dengan cara menggabungkan elemen kerja yang ada pada masing-masing operasi. Setelah elemen kerja digabungkan maka dilakukan pengecekan performa stasiun kerja apakah tetap 92% atau turun. Jika tetap 92% maka performa stasiun kerja tersebut baik karena sudah memenuhi target produksi perusahaan.

2.2. Dasar Teori

2.2.1. Konsep Dasar Pengukuran Waktu Kerja Dengan Metode Pengukuran Langsung Menggunakan Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Menurut Jogianto (2005) pada Puryani dkk (2018), Kumpulan dari beberapa elemen merupakan definisi dari sistem. Agar mampu mencapai suatu tujuan sistem yang sudah disepakati dibutuhkanlah elemen-elemen saling berinteraksi. Sedangkan kerja merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk mencapai sesuatu, sehingga sistem kerja merupakan sebuah gabungan dari tata kerja dengan prosedur kerja yang merangkai pola untuk melakukan pekerjaan tertentu. Keberhasilan suatu sistem kerja terlihat dari efisiensi dan produktivitas yang tinggi terhadap sistem kerja tersebut (Sutalaksana dkk, 2005).

Sebuah pekerjaan bisa dituntaskan secara efisien bila waktu penuntasannya berjalan singkat. Agar mampu menghitung waktu penuntasan atau waktu kerja harus dilakukan pemilihan jenis metode kerja yang terbaik dari sekian metode yang ada. Oleh karena itu diterapkanlah prinsip dan teknik pengukuran yang disebut *work measurement* atau *time study*. Agar mampu menetapkan ukuran waktu baku yang diperlukan untuk menuntaskan sebuah pekerjaan, dibutuhkanlah pengukuran waktu kerja. kegiatan manusia yang disumbangkan dengan unit *output* merupakan metode penetapan keseimbangan yang didefinisikan sebagai pengukuran kerja (Wignjosoebroto, 2000).

Waktu baku merupakan waktu yang diperlukan oleh karyawan yang mempunyai tingkat keahlian diatas rata-rata untuk menuntaskan pekerjaannya. Waktu baku memiliki manfaat untuk merencanakan jumlah karyawan ataupun melakukan pengurangan jumlah karyawan.

Menurut Zadry dkk (2015), Langkah pertama dalam menentukan waktu baku adalah menentukan waktu siklus. Lalu menambahkan waktu siklus dengan penyesuaian yang ada sehingga terciptalah waktu normal. Lalu menambahkan waktu normal dengan kelonggaran yang ada sehingga terciptalah waktu baku.

Sebuah kegiatan yang menjadi dasar untuk pengukuran waktu siklus adalah kegiatan pengukuran waktu kerja secara langsung dengan memakai jam henti. Pengukuran tersebut pertama kali dipromosikan pada abad ke 19 oleh seorang ilmuwan yang bernama Frederick W. Taylor. Pengukuran tersebut difokuskan untuk pekerjaan yang berlangsung secara singkat dan berulang-ulang. Agar mampu

memperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan, dibutuhkan metode pengukuran kerja jam henti. Waktu tersebut akan berguna sebagai *standard* penyelesaian pekerjaan bagi semua karyawan yang akan melaksanakan pekerjaan tersebut. Berikut ini adalah alur yang dibutuhkan agar mampu melakukan pengukuran waktu kerja secara langsung menggunakan jam henti (Wignjosoebroto, 2000).

- a. Mendeskripsikan pekerjaan yang ingin diukur waktu kerjanya lalu menjelaskan tujuan dari pengukuran tersebut kepada para karyawan yang ditunjuk untuk diukur.
- b. Identitas karyawan, dan tampilan konveyor merupakan informasi yang dibutuhkan dan informasi yang berhubungan dengan penuntasan pekerjaan.
- c. Elemen-elemen kerja yang lebih detail diperoleh dari membagi operasi kerja dengan memperhatikan batasan tertentu.
- d. Agar mampu menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut, karyawan harus melakukan kegiatan yang dibutuhkan seperti kegiatan mengamati, mengukur dan mencatat waktu.
- e. Agar mampu mengetahui apakah data yang diperoleh sudah seragam dan jumlah siklus kerja sudah memenuhi syarat, diperlukan penetapan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat.
- f. Menetapkan *rate of performans* dari pekerja saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut. *Rate of performans* tersebut ditentukan untuk setiap elemen kerja dan hanya akan ditujukan untuk performa pekerja, bagi elemen kerja yang secara penuh dilakukan oleh mesin, jumlah performanya dianggap normal atau 100%.
- g. Agar mampu mendapatkan waktu kerja normal dibutuhkan penyesuaian waktu pengamatan berdasarkan performa yang diperlihatkan oleh pekerja tersebut.
- h. Kebutuhan personal yang bersifat pribadi, kelelahan, keterlambatan material dan sejenisnya merupakan contoh dari waktu longgar. Waktu longgar atau *allowance time* yang bermanfaat untuk memberikan fleksibilitas kepada pekerja.
- i. Jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar merupakan definisi dari waktu kerja baku atau *standard time*.

Berdasarkan alur diatas, diketahui bahwa pengukuran yang objektif merupakan pengukuran waktu kerja menggunakan jam henti. Alasannya karena waktu yang

diukur berasal dari fakta nyata yang terjadi di lapangan. Bukan hanya sekedar estimasi secara subjektif.

Berikut adalah asumsi-asumsi dasar yang ada pada pengukuran kerja secara langsung menggunakan jam henti (Wignjosoebroto, 2000).

- a. Metode dan fasilitas yang dibutuhkan oleh pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya harus sama dan sudah dibakukan oleh perusahaan tempat pekerja tersebut bekerja sebelum mengaplikasikan waktu baku di pekerjaan yang sejenis.
- b. Pekerja yang akan diukur waktunya harus memahami dengan sungguh-sungguh metode pelaksanaan pekerjaannya dan harus memiliki kemampuan normal rata-rata dalam mengerjakan pekerjaannya tersebut. hal ini penting agar saat dilakukan perhitungan waktu, pekerja tidak melakukan kesalahan yang disebabkan oleh *human eror*.
- c. Kondisi lingkungan saat pengukuran sedang berlangsung tidak boleh jauh berbeda dengan kondisi lingkungan fisik pekerjaan.
- d. Performa kerja mampu dikendalikan pada tingkat yang sesuai untuk seluruh periode kerja yang ada.

Kegiatan pengukuran kerja secara langsung menggunakan jam henti biasanya diaplikasikan pada *industry manufacturing* yang memiliki kriteria kerja yang *repetitive* dan *uniform*, proses produksinya terspesifikasi dengan jelas, menghasilkan *output* yang relatif sama dan pekerjaan di industri tersebut cukup banyak dilaksanakan serta bersifat teratur sehingga memadai untuk diukur waktu bakunya.

2.2.2. Prosedur Pengukuran Waktu Kerja Jam Henti

Agar mampu mendapatkan hasil yang baik saat melakukan pengukuran dengan memakai jam henti terdapat beberapa faktor yang perlu diperhatikan seperti:

- a. Menentukan tujuan pengukuran

Pada pengukuran kerja terdapat hal penting yang harus diketahui dan ditetapkan yaitu untuk apa hasil pengukuran yang berupa waktu baku dibutuhkan oleh perusahaan? Biasanya penetapan waktu baku akan berkaitan dengan karyawan langsung dimana jika perusahaan ini memangkas gaji karyawan maka perusahaan bisa melakukan pengurangan jumlah tenaga kerja dengan cara mengurangi waktu siklus di stasiun kerja produksi. Oleh karena itu dibutuhkanlah ketelitian dan tingkat

keyakinan yang tinggi dalam mengukur waktu kerja agar tidak terjadi kesalahan yang merugikan pekerja dan perusahaan (Wignjosoebroto, 2000).

b. Mempersiapkan kondisi pengukuran waktu kerja

Waktu baku yang akan ditetapkan untuk pekerjaan akan salah apabila metode untuk melaksanakan pekerjaan tersebut berubah-ubah dan kondisi kerjanya tidak nyaman. Oleh karena itu, waktu kerja yang akan dibakukan harusnya merupakan waktu kerja yang didapatkan dari kondisi kerja dan metode kerja yang baik. Contoh, jika di stasiun kerja produksi yang akan diukur waktunya memiliki lantai yang licin sehingga menghambat pekerja untuk bekerja maka lebih baik jika lantai yang licin tersebut diperbaiki dahulu agar kondisi kerja menjadi baik. Jika kondisi kerja tidak baik maka pengukuran waktu kerja yang dilakukan di kondisi tersebut dianggap tidak akurat. Perusahaan biasanya menginginkan waktu kerja yang sesingkat-singkatnya agar jumlah karyawan menjadi sedikit dan gaji karyawan pun menurun, semakin singkat waktu kerja maka semakin besar keuntungan yang didapat perusahaan. Namun keuntungan yang diharapkan tersebut tidak akan bisa tercapai jika kondisi kerja tidak baik dan tidak mampu menunjang produktivitas para pekerja (Sutalaksana dkk, 2005).

c. Memilih pekerja yang akan diukur waktu kerjanya

Untuk mampu melakukan pengukuran kerja yang baik dibutuhkan pekerja yang baik pula agar pengukuran waktu kerja dianggap *valid*. Untuk mampu memilih pekerja yang baik, dibutuhkan beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memilih pekerja yang akan diukur waktu kerjanya yaitu pekerja tersebut harus mampu diajak bekerja sama dan memiliki kemampuan yang normal. Kemampuan yang normal maksudnya adalah pekerja yang mempunyai keahlian yang rata-rata yaitu tidak terlalu pintar dan tidak terlalu bodoh, hal ini disebabkan karena di dalam sebuah perusahaan jumlah pekerja yang memiliki kemampuan menengah atau rata-rata jumlahnya lebih banyak daripada jumlah pekerja yang memiliki kemampuan yang tinggi ataupun kemampuan yang rendah (Sutalaksana dkk, 2005).

d. Mempersiapkan alat-alat pengukuran kerja

Secara umum peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran waktu kerja dengan metode pengukuran langsung menggunakan jam henti adalah lembar pengamatan, jam henti atau *stopwatch*, pena, dan papan pengamatan.

Alat-alat tersebut terbilang sederhana karena mudah ditemukan. Lembar pengamatan bisa dibuat secara manual di selembar kertas, lalu jam henti atau *stopwatch* bisa menggunakan *stopwatch* digital yang tersedia di semua *smartphone* sehingga tidak perlu membeli *stopwatch* secara terpisah, lalu untuk pena dan papan pengamatan bisa dengan mudah ditemukan disemua toko alat tulis. Berikut ini adalah contoh lembar pengamatan (Sutalaksana dkk, 2005).

2.2.3. Pembagian Operasi Menjadi Elemen-elemen Kerja

Waktu baku yang ditentukan untuk suatu operasi tertentu hanya bisa diaplikasikan dan hanya bisa berlaku untuk operasi yang prosedurnya sama sehingga deskripsi dari metode kerja yang digunakan harus dicantumkan pada lembar pengamatan yang ada. Pada saat pelaksanaan pengukuran kerja dilakukan Langkah pertama yang dilakukan adalah membagi operasi menjadi elemen-elemen kerja lalu mengukur masing-masing elemen kerja tersebut (Wignjosoebroto, 2000). Berikut ini adalah alasan pentingnya memecah operasi menjadi elemen-elemen kerja:

- a. Agar mampu diukur dengan mudah secara terpisah maka cara terbaik untuk mampu menggambarkan sebuah operasi adalah dengan membagi operasi tersebut menjadi beberapa elemen kerja yang lebih detail.
- b. Waktu baku yang dimiliki oleh setiap elemen biasanya disebut sebagai *standard data* atau elemen waktu baku. Besarnya waktu baku ditentukan berdasarkan elemen kerja yang ada pada suatu operasi.
- c. Untuk mampu membagi suatu operasi menjadi elemen-elemen kerja yang lebih detail, diperlukan analisa waktu yang terlalu singkat untuk elemen kerja yang lain atau analisa waktu yang berlebihan untuk setiap elemen.
- d. Jika membagi operasi menjadi beberapa elemen maka saat ada pekerja yang tempo bekerja setiap siklusnya berbeda-beda *performance rating* untuk setiap elemen kerjanya masih bisa diaplikasikan.

Menurut Wignjosoebroto (2000), Agar mampu membagi sebuah operasi menjadi elemen-elemen kerja yang lebih detail, dibutuhkan 3 syarat yang harus diikuti yaitu:

- a. Agar lebih mudah diukur secara teliti dibuatlah elemen kerja sedetail dan sesingkat mungkin.

b. Pekerjaan yang dilaksanakan secara manual oleh pekerja sering disebut sebagai *handling*. *loading* dan *unloading* dari *machining time* merupakan contoh dari *handling time* yang harus dipisahkan.

c. Elemen kerja yang bebas dari pengaruh ukuran, berat, panjang, dan bentuk dari benda kerja yang dibuat merupakan definisi dari elemen kerja konstan. Elemen kerja *variable* akan dipisahkan dengan elemen kerja konstan.

2.2.4. Cara Pengukuran dan Pencatatan Waktu Kerja

Menurut Wignjosoebroto (2000), Agar mampu melakukan pengukuran waktu kerja dengan metode pengukuran langsung menggunakan jam henti atau *stopwatch*, dibutuhkan cara yang benar dalam melakukan pengukuran waktu tersebut. Berikut adalah 3 metode yang digunakan untuk mengukur elemen kerja menggunakan jam henti atau *stopwatch*.

a. Pengukuran waktu secara terus-menerus (*continuous timing*)

Pengukuran waktu ini dilakukan dengan cara menekan tombol *stopwatch* pada elemen pertama yang akan dihitung waktu kerjanya. *Stopwatch* tersebut dibiarkan berjalan sampai elemen terakhir. Selama *stopwatch* berjalan pengamat bertugas mencatat waktu dari setiap elemen yang dilewati oleh *stopwatch*. Pengukuran ini membutuhkan ketelitian yang tinggi dari pengamat. Jika pengamat kurang teliti dalam melihat gerakan jarum *stopwatch* saat melewati setiap elemen, maka ada kemungkinan waktu yang dicatat kelebihan atau kekurangan dari waktu yang seharusnya.

b. Pengukuran waktu secara berulang-ulang (*repetitive timing*)

Pengukuran waktu ini biasanya disebut sebagai *snap-back method*. Pengukuran waktu *stopwatch* menggunakan metode ini dilakukan dengan cara *snap-back* yaitu mengembalikan kembali posisi *stopwatch* ke posisi nol. Pengamat menekan tombol *stopwatch* pada elemen pertama yang akan dihitung waktu kerjanya lalu saat elemen pertama tersebut selesai pengamat akan mematikan *stopwatch* dan akan mengembalikan *stopwatch* ke posisi nol untuk menghitung elemen yang kedua. Hal ini dilakukan secara berulang-ulang sampai elemen terakhir selesai dihitung waktu kerjanya.

c. Pengukuran waktu secara penjumlahan (*accumulative timing*)

Pengukuran ini menggunakan lebih dari 1 *stopwatch*. Pengukuran ini dilakukan dengan cara menekan *stopwatch* pertama saat akan memulai mengukur elemen kerja yang pertama. Saat *stopwatch* pertama berjalan maka *stopwatch* kedua, ketiga, keempat dan seterusnya berada dalam posisi nol. Saat *stopwatch* pertama selesai mengukur elemen pertama maka *stopwatch* kedua di tekan dan siap mengukur waktu elemen kedua. Hal itu dilakukan terus menerus sampai *stopwatch* terakhir selesai ditekan dan semua elemen kerja sudah dihitung waktunya. Metode pengukuran ini menghasilkan waktu pengukuran waktu yang lebih teliti dibandingkan metode lain karena pada saat pembacaan data waktu *stopwatch* berada pada posisi henti sehingga kesalahan pengukuran bisa dihindari. Namun, kekurangannya adalah pengamat menghabiskan biaya lebih untuk membeli *stopwatch* yang banyak.

2.2.5. Pengolahan Data Hasil Pengukuran

Menurut Wignjosoebroto (2000), Kegiatan pengukuran kerja pada dasarnya merupakan suatu proses sampling. Ketentuan yang ada pada pengukuran kerja adalah semakin mendekati kebenaran akan data waktu yang diperoleh maka semakin besar jumlah siklus kerja yang diukur. Proses pengukuran waktu membutuhkan konsistensi dari pembacaan waktu oleh *stopwatch* dan hasil pengukuran. Semakin kecil jumlah pengamatan yang harus dilakukan maka semakin kecil pula perbedaan data waktu yang ada. Begitupun sebaliknya jika jumlah siklus kerja yang harus diamati semakin besar maka perbedaan data waktu pengukuran jumlahnya juga semakin besar. Hal ini dilakukan agar memperoleh ketelitian yang dihendaki.

Menurut Sitalaksana (2005), pengukuran tahap pertama biasanya sebanyak 16 kali atau lebih. Contoh pemrosesan hasil pengukuran yang telah dilakukan terdapat pada Tabel 2.2.

- a. Mengelompokkan ke enam belas data hasil pengukuran kedalam subgrup yang masing-masing berisi 4 data secara berturut-turut.

Tabel 2.2. Contoh Pengelompokan Subgrup

Subgrup ke	Hasil pengukuran berturut-turut	Harga rata-rata
1	14 10 12 15	12,75

Tabel 2.2. Lanjutan

Subgrup ke	Hasil pengukuran berturut-turut	Harga rata-rata
2	17 18 15 16	16,50
3	11 9 14 16	12,50
4	10 18 14 15	14,25
Jumlah		56,00

b. Menghitung rata-rata dari harga rata-rata subgroup dengan rumus berikut:

$$\bar{\bar{x}} = \sum Xi / k \quad (2.1)$$

Keterangan:

X_i adalah harga rata-rata dari subgroup ke- i

k adalah harga banyaknya subgroup yang terbentuk

sehingga: $\bar{\bar{x}} = 56 / 4 = 14$

c. Menghitung standar deviasi sebenarnya dari waktu penyelesaian dengan rumus berikut:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (X_j - \bar{x})^2}{N-1}} \quad (2.2)$$

Keterangan:

N adalah jumlah pengamatan yang telah dilakukan

X_j adalah waktu pengukuran yang teramati

Sehingga: $\sigma = \sqrt{\frac{(14-14)^2 + (10-14)^2 + \dots + (15-14)^2}{16-1}} = 2,85$

d. Menghitung standar deviasi dari distribusi harga rata-rata subgroup dengan rumus berikut:

$$\sigma_{\bar{x}} = \sigma / \sqrt{n} \quad (2.3)$$

Keterangan:

n adalah besarnya subgroup

sehingga: $\sigma_{\bar{x}} = 2,85 / \sqrt{4} = 2,85 / 2 = 1,425$

e. Menentukan batas kendali bawah (BKB) dan batas kendali atas (BKA) dengan rumus sebagai berikut:

$$BKA = \bar{\bar{x}} + 3 \sigma_{\bar{x}} \quad (2.4)$$

$$BKB = \bar{\bar{x}} - 3 \sigma_{\bar{x}}$$

Sehingga:

$$BKA = 14 + 3(1,425) = 18,275$$

$$BKB = 14 - 3(1,425) = 9,725$$

Setelah melakukan analisis keseragaman data dengan rumus (2.4) maka selanjutnya adalah menentukan jumlah pengukuran yang diperlukan (N'). Agar mampu menetapkan N' langkah pertama yang harus dilakukan adalah menentukan nilai dari tingkat kepercayaan (*confidence level*) dan nilai dari derajat ketelitian (*degree of accuracy*). Biasanya tingkat kepercayaan bernilai 95% sedangkan derajat ketelitian bernilai 5%. Alasannya karena terdapat minimal 95 dari 100 jumlah rata-rata waktu yang ditulis pada setiap elemen kerja mempunyai penyimpangan tidak lebih dari 5%, semakin kecil persentase penyimpangan maka semakin baik. Oleh karena itu, dibutuhkanlah rumus sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{40 \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right)^2 \quad (2.5)$$

Keterangan:

N' = Jumlah pengamatan yang dilakukan untuk memberikan tingkat kepercayaan 95% dengan derajat ketelitian 5% dari data waktu yang diukur.

N = jumlah observasi yang sudah dilakukan

Syarat: N' harus lebih kecil dari N

Namun jika N' lebih besar dari N maka data pengamatan harus ditambah agar memperoleh tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian yang sesuai.

2.2.6. Pengolahan Data Menggunakan Metode Maytag Company

Menurut Wignjosoebroto (2000), Agar mampu membuat estimasi atau perkiraan mengenai jumlah pengamatan yang harus dilakukan, maka The Maytag Company mencoba memperkenalkan langkah-langkah sebagai berikut:

- Jika waktu siklus berjumlah kurang dari atau sama dengan 2 menit maka pengamatan yang dibutuhkan sebanyak 10 kali
- Jika waktu siklus berjumlah lebih dari 2 menit maka pengamatan yang dibutuhkan sebanyak 5 kali
- Menentukan nilai *range* yang merupakan perbedaan dari nilai terbesar (H) dengan nilai terkecil (L) dari hasil pengamatan yang didapat.

d. Menentukan rata-rata ($\bar{x}$) dengan rumus: $\frac{\sum x}{N}$ dimana $\sum x$ merupakan jumlah dari data waktu yang diperoleh selama pengamatan sedang N merupakan banyaknya jumlah pengamatan yang dilakukan. Selain menggunakan rumus diatas, dalam menghitung rata-rata bisa menggunakan rumus lain yaitu $(H+L)/2$ dimana H adalah nilai terbesar dan L adalah nilai terkecil lalu dijumlahkan dan dibagi 2.

e. Menentukan nilai dari *range* (R) yang dibagi dengan rata-rata.

f. Menentukan jumlah pengamatan yang diperlukan menggunakan tabel The Maytag Company.

g. Apabila nilai $(R/\bar{x})$ tidak terdapat pada tabel diatas maka nilai yang paling mendekati yang akan digunakan.

Tabel The Maytag Company merupakan langkah awal dalam melakukan *time study*. Alasannya karena tabel tersebut hanya mengestimasi jumlah pengamatan yang dibutuhkan. Jika setelah dianalisis menggunakan tabel diatas ternyata hasil pengamatannya kurang maka akan dilakukan pengamatan tambahan. Setelah pengamatan tambahan selesai akan dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengetahui apakah pengamatan tersebut sudah cukup atau belum (Wignjosoebroto, 2000). Berikut ini adalah langkah-langkah untuk mengecek kecukupan data:

a. Bagi data yang diperoleh menjadi sub-group yang masing-masing terdiri dari 4 data pengamatan

b. Menentukan nilai *range* dengan rumus $R = H - L$

c. Menentukan rata-rata ($\bar{R}$) dari sub-group tersebut dengan cara membagi jumlah *range* dari setiap sub-group dengan banyaknya sub-group tersebut.

d. Menentukan rata-rata dari data pengamatan yang diperoleh dengan cara menjumlahkan semua nilai pengamatan lalu membaginya dengan banyaknya data pengamatan yang ada ($\bar{x}$).

e. Mengidentifikasi $\bar{R}$ dan $\bar{x}$ dengan cara menariknya ke kordinat yang tepat. Perpotongan yang diperoleh dari kurva tersebut jika dikaitkan dengan kurva N akan menunjukan berapa jumlah pengamatan (N).

f. Menentukan derajat ketelitian dari pengamatan yang sudah dilakukan dengan cara mengambil referensi derajat ketelitian 5% lalu kembali memperhatikan kurva

pengamatan yang seharusnya dilaksanakan. Untuk mengecek derajat ketelitian dari pengamatan yang telah dilakukan dapat menggunakan

Menurut Wignjosoebroto (2000), Selain menggunakan rumus yang dikembangkan oleh The Maytag Company, terdapat cara lain yang bisa digunakan untuk menentukan jumlah pengamatan yang seharusnya dilakukan untuk kegiatan *time study*. Cara lain tersebut adalah menggunakan *alignment chart*. Langkah-langkah dalam menggunakan *alignment chart* adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan berapa % derajat ketelitian yang diinginkan dari pengamatan yang dibuat (ED). Lalu menetapkan rata-rata dari data yang diamati ($\bar{x}$).
- b. Menarik garis lurus yang menghubungkan ED dan $\bar{x}$ dimana garis ini akan memotong garis skala S.
- c. Menentukan R (*range* rata-rata) yang didapatkan dari rata-rata *range* untuk setiap sub-group yang terdiri dari 4 data pengamatan. Lalu menghubungkan skala R dengan titik perpotongan yang ada pada garis skala S.
- d. Garis yang menghubungkan titik potong di garis skala S dari garis skala R akan memotong garis skala N dimana garis skala N menunjukkan jumlah pengamatan yang harus dilakukan.

2.2.7. Perhitungan Waktu Siklus

Berakhirnya aktivitas pengukuran waktu terlihat jika semua data pengukuran yang didapat telah mencapai keseragaman yang dibutuhkan. Selain itu jumlahnya sudah mencapai tingkat ketelitian dan keyakinan yang dibutuhkan. Langkah selanjutnya adalah mengolah data tersebut menjadi waktu baku. Namun karena di perusahaan hanya menggunakan waktu siklus sebagai acuan waktu kerja karyawan. Maka waktu baku tidak dihitung dalam penelitian ini. Walaupun di dalam *study literature* metode pengukuran langsung dengan jam henti (*stopwatch*), terdiri dari perhitungan waktu siklus dilanjutkan dengan menghitung waktu normal dan waktu baku. Namun khusus untuk penelitian ini perhitungan waktu hanya sampai pada waktu siklus.

Menurut Sitalaksana (2005), waktu siklus adalah waktu penyelesaian rata-rata yang dibutuhkan untuk memproduksi suatu produk, dengan rumus sebagai berikut:

$$Ws = \sum Xi / N \quad (2.6)$$

2.2.8. Deskripsi Pekerjaan

Dessler berpendapat bahwa deskripsi pekerjaan adalah pernyataan tertulis yang berisi informasi berupa pekerjaan yang dilakukan oleh karyawan, lalu bagaimana pekerja melakukan pekerjaan tersebut, dan bagaimana kondisi kerjanya (Irnanda, 2011). Hal-hal yang menyangkut deskripsi pekerjaan adalah:

- a. Identitas pekerja, berisi informasi jabatan karyawan dan kontribusinya pada perusahaan
- b. Hubungan tugas dan tanggung jawab, berisi informasi mengenai rincian tugas yang harus dikerjakan oleh karyawan.
- c. Standar wewenang, berisi informasi mengenai wewenang yang dimiliki oleh karyawan dalam mengambil keputusan saat menjalankan pekerjaannya.
- d. Syarat pekerjaan, berisi informasi mengenai alat-alat dan bahan mentah yang digunakan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut.
- e. Level *hirarki*, berisi informasi mengenai jabatan bawahan dan atasan yang diperlukan untuk memperjelas jabatan masing-masing karyawan.

Sunarto berpendapat bahwa deskripsi pekerjaan berguna untuk menggambarkan ketentuan yang harus dijalankan oleh karyawan agar pekerjaan yang dilakukannya dapat selesai tepat waktu. Selain itu deskripsi pekerjaan juga menggambarkan jenis dan jumlah pekerjaan serta cara yang harus dilakukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. (Irnanda, 2011).

Herjanto berpendapat bahwa, agar mampu menyusun deskripsi pekerjaan terdapat 3 cara yang bisa dilakukan (Irnanda, 2011) yaitu:

- a. Perluasan tugas (*job enlargement*) merupakan cara penambahan tugas pada tingkat tanggung jawab, level, dan kecakapan yang setara dengan pekerjaan karyawan yang semula. Perluasan tugas bersifat *horizontal*. Gibson mengatakan bahwa *job enlargement* menjadikan karyawan mempunyai wewenang yang lebih banyak dan juga tanggung jawab yang lebih besar pula. (Irnanda, 2011).
- b. Menurut Irnanda (2011), pengayaan tugas (*job enrichment*) merupakan cara penambahan tugas pada tingkat tanggung jawab, level, dan kecakapan yang lebih tinggi dari pekerjaan karyawan yang semula contohnya pekerjaan mengendalikan dan merencanakan.

c. Menurut Irnanda (2011), perputaran tugas (*job rotation*) merupakan pemberian kesempatan kepada karyawan untuk menambah pengalamannya agar karyawan tersebut sanggup untuk menggantikan karyawan lain yang sakit atau cidera. Selain itu perputaran tugas juga merupakan cara penukaran tugas antar karyawan secara periodik untuk menghindari karyawan bekerja secara monoton dengan menyelesaikan tugas yang sama setiap harinya.

Deskripsi pekerjaan harus dimiliki oleh setiap perusahaan karena melalui deskripsi pekerjaan perusahaan mampu merakit sejumlah tugas atau elemen kerja menjadi sebuah pekerjaan atau suatu operasi agar pekerjaan tersebut menjadi jelas dan terarah. Sunarto berpendapat bahwa, mendeskripsikan pekerjaan memiliki tujuan sebagai berikut (Irnanda, 2011).

- a. Efisiensi karyawan dan produktivitas menjadi optimal
- b. Karyawan menjadi fleksibel dalam mengerjakan tugas secara *hirarki* dan *horizontal*.
- c. Minat, bakat, dan prestasi karyawan menjadi optimal.
- d. Tanggung jawab tim dirancang sebaik mungkin agar bisa menaikkan efektifitas tim dan kerja sama di stasiun kerja produksi.
- e. Adanya integrasi antara kebutuhan perusahaan dengan kebutuhan individu karyawan.