

BAB I

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini dibuat dengan tujuan memberikan garis besar atau gambaran umum mengenai kerangka penelitian melalui latar belakang permasalahan yang akan diangkat, identifikasi masalah, rumusan masalah, batasan masalah, asumsi, tujuan penelitian, serta manfaat dari penelitian.

1.1 Latar Belakang

Profit merupakan tujuan utama dari setiap perusahaan yang ada. Meningkatkan profit tentunya tidak mudah, banyak hal yang harus dilakukan oleh perusahaan untuk meningkatkan profit. Mulai dari merencanakan segala sesuatu yang berhubungan dengan perusahaan sebaik mungkin, hingga memperkerjakan karyawan terbaik. Usaha-usaha ini tidak hanya dilakukan oleh pemimpin perusahaan atau pihak perencana yang ada diperusahaan. Untuk mewujudkan tujuan serta cita-cita perusahaan, dibutuhkan kerjasama yang baik dari setiap elemen yang ada diperusahaan baik dari stakeholder, pemimpin, dan karyawan. Untuk mencapai tujuan tersebut, tentunya perusahaan harus terlebih dahulu meningkatkan efisiensi kerja serta produktivitas dari perusahaannya.

Produktivitas berkaitan erat dengan tenaga kerja dan *tools* yang ada. Hal-hal tersebut akan dikelola dengan sedemikian rupa untuk mendapatkan barang (melalui proses produksi) atau jasa. Produktivitas dapat didefinisikan sebagai perbandingan (rasio) antara output per input (Wignjosoebroto, 2003:4). Produktivitas pekerja sangat penting karena pekerja atau karyawan memiliki peran penting dari setiap kegiatan yang ada diperusahaan, sehingga perlu adanya fungsi *control* yang baik guna mengawasi dan memperhatikan segala aktivitas yang dilakukan oleh pekerja.

Produktivitas dapat tercapai jika kondisi dan lingkungan kerja sesuai dengan fisik dan kebutuhan pekerja. Kondisi dan lingkungan kerja yang tidak sesuai akan menyebabkan pekerja mudah lelah, cedera, serta peluang kecelakaan. Saat pekerja merasa mudah lelah, tentu hal ini akan menyebabkan pekerja tidak dapat bekerja secara optimal. Kelelahan dapat berupa kelelahan mental dan juga seluruh tubuh. Kelelahan pada mental pekerja yang terus menerus akan menyebabkan pekerja menjadi kurang fokus dalam menjalankan

pekerjaannya. Sedangkan kelelahan pada seluruh tubuh jika dibiarkan secara terus menerus akan menyebabkan cedera permanen pada pekerja.

Kelelahan pada pekerja bisa disebabkan oleh beban kerja yang terlalu besar atau melebihi batas. Beban kerja sendiri merupakan kemampuan tubuh dalam menerima pekerjaan. Beban kerja operator harus diperhitungkan secara baik oleh pihak perusahaan. Beban kerja yang berlebihan juga dapat berakibat buruk pada kualitas dan performansi kerja (Iridiastadi, 2014:100). Semakin besar beban kerja pekerja maka akan semakin besar energi yang dikonsumsi oleh pekerja untuk bekerja. Standar konsumsi energi untuk pekerja laki-laki adalah sebesar 5 Kcal/menit sedangkan untuk perempuan adalah sebesar 4 Kcal/menit (Wignjosoebroto,2003). Semakin besar konsumsi energi, maka pekerja membutuhkan waktu istirahat yang cukup besar. Waktu istirahat tersebut akan digunakan untuk mengembalikan pekerja pada kondisi awal atau kondisi normal. Efek buruk dari beban kerja yang terlalu besar dan kurangnya waktu istirahat adalah akan menurunkan waktu pengerjaan operator, penurunan kemampuan & konsentrasi, serta meningkatkan potensi kecelakaan kerja.

Selain beban kerja, postur kerja yang kurang baik akan menimbulkan keluhan-keluhan dari para pekerja. Pekerja di bidang industri sangat dekat dengan keluhan-keluhan kerja seperti sakit pada punggung, kaki, dan lainnya. Hal ini jelas akan mempengaruhi bagaimana ia kerja dan mempengaruhi produktivitas pekerja. Karena jika pekerja mengalami keluhan secara terus menerus, dampaknya akan dirasakan oleh pekerja itu sendiri dan juga bagi perusahaan. Dengan demikian, cara kerja yang sesuai dengan aspek dan konsep ergonomi sangatlah penting untuk mengurangi keluhan serta meningkatkan produktivitas pekerja.

Objek dalam penelitian kali ini adalah PT. GMF Aeroasia. PT. Garuda Maintenance Facilities atau yang sering disebut PT. GMF AeroAsia merupakan perusahaan yang bergerak dibidang *maintenance repair and overhaul* (MRO) dengan konsumen maskapai dalam negeri maupun mancanegara. PT. GMF Aeroasia tentunya harus mampu menyelesaikan perawatan dan kebutuhan konsumen secara tepat waktu. Karena dengan ketepatan waktu pengerjaan, perusahaan akan meningkatkan produktivitas yang juga akan meningkatkan laba perusahaan.

PT. GMF AeroAsia juga menyediakan komponen yang dibutuhkan oleh pesawat terbang mulai dari mesin hingga komponen pendukung lainnya seperti karpet yang digunakan oleh pesawat terbang. Pengadaan karpet pesawat terbang dilakukan dibagian

Sewing Shop unit Cabin Maintenance yang khusus melakukan proses pembuatan karpet hingga karpet tersebut siap digunakan.

Selain Garuda Indonesia yang menggunakan jasa GMF, banyak perusahaan penerbangan lain yang menggunakan jasa GMF untuk pemeliharaan dan perawatan pesawatnya. Dengan demikian permintaan terhadap perawatan dan pemeliharaan di GMF cukup besar salah satunya pada unit Cabin Maintenance bagian pembuatan karpet Cabin pesawat terbang yaitu *Sewing Shop*.

Dalam bagian *Sewing* pembuatan karpet ini terdapat lima proses pembuatan karpet dan dua stasiun kerja. Pada stasiun kerja pertama terdapat proses pengukuran karpet, pembuatan pola pada karpet, dan pemotongan pola karpet. Stasiun kedua terdapat proses pengobrasan dan tempat *packing* karpet yang sudah siap dengan label kode pola karpet. Untuk mengerjakan proses ini, unit *Sewing Shop* memiliki 12 pekerja yang terbagi dalam 4 *team*. Unit *Sewing* beroperasi selama 24 jam sehingga terdapat 3 *shift* dalam satu harinya. Dengan demikian saat 3 *team* bekerja, akan ada 1 *team* yang libur. *Shift* kerja I akan dimulai pada pukul 07.00 hingga pukul 15.00. Untuk *shift* kerja II akan dimulai pada pukul 15.00 hingga pukul 23.00 dan untuk *shift* kerja III akan dimulai pada pukul 23.00 hingga pukul 07.00. Pada tabel 1.1 akan menunjukkan aktivitas masing-masing operator.



(a)



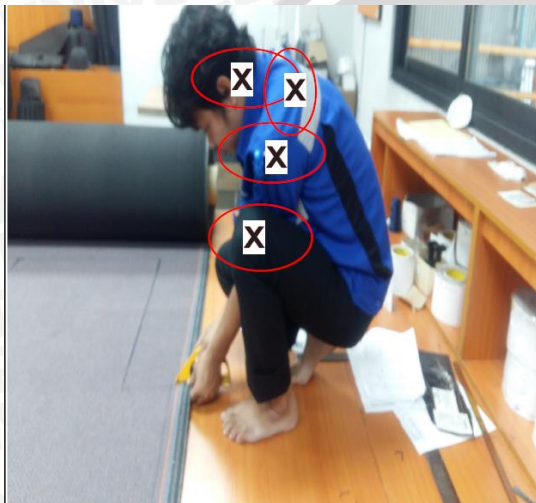
(b)

Gambar 1.1. Aktivitas pengukuran pada pembuatan karpet cabin
Sumber: PT. GMF Aeroasia

Tabel 1.1
Aktivitas Pekerja Pembuatan Karpet Cabin Pesawat Terbang

Pekerja 1	Pekerja 2	Pekerja 3
Menghitung ukuran karpet dan membuat pola dari karpet yang sudah diukur (113.30 menit atau 1.85 jam)	Memotong pola karpet (70.53 menit atau 1.17 jam)	Pengobrasan masing-masing pola karpet (175.19 menit atau 2.92 jam)
-	Memberi label pada karpet (47.18 menit atau 0.79 jam)	Packing (65.66 menit atau 1.09 jam)

Tabel 1.1 menjelaskan aktivitas yang dilakukan masing-masing pekerja. Pekerja 1 memiliki tugas untuk menghitung ukuran karpet untuk dibuat menjadi beberapa pola dan membutuhkan waktu 1.85 jam. Pekerja 2 memiliki tugas memotong pola yang sudah dibentuk dan memberi label pada pola karpet. Pemberian pola ini ditujukan untuk dapat membedakan antara pola 1 dan pola lainnya. Pekerja 2 membutuhkan waktu 1.96 jam untuk menyelesaikan tugasnya. Sedangkan pekerja 3 memiliki tugas mengobras karpet yang telah dipotong dan melakukan *packing* pola karpet. Untuk melakukan pekerjaannya, pekerja 3 membutuhkan waktu sebesar 4.01 jam. Gambar 1.1 merupakan dokumentasi postur *squatting* pada pembuatan karpet cabin pesawat di unit *Sewing* PT. GMF AeroAsia:



Gambar 1.2 Keluhan rasa sakit pekerja

Sumber: PT. GMF Aeroasia

Saat observasi dilakukan, diketahui adanya perbedaan kepadatan kegiatan pekerja yang dapat dilihat dari banyaknya tumpukan pola pada proses pengobrasan dan *packing* pola karpet. Penyebabnya adalah untuk tahap pengukuran dan pembuatan pola serta tahap pengobrasan dan *packing*, pekerja harus memiliki kemampuan khusus contohnya pengobrasan dilakukan oleh pekerja yang dapat menggunakan mesin obras dan mampu mengobras demikian juga dengan pembuatan pola. Waktu yang dibutuhkan untuk mengobras pola cukup besar, hal ini menyebabkan adanya penumpukan pola yang sudah selesai dipotong. Hal ini menunjukkan ketidakrataan pembagian beban kerja pada operator unit *Sewing*. Selain itu setelah dilakukan wawancara langsung terhadap pekerja yang ada, pekerja mengeluh adanya rasa sakit dikarenakan postur dan posisi kerja yang kurang baik untuk pekerja saat menyelesaikan pekerjaan. Keluhan sakit yang dirasa oleh pekerja adalah pada bagian bahu, punggung, leher dan kaki. Keluhan rasa sakit dirasakan hampir setiap hari oleh pekerja. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengatasi permasalahan tersebut. Salah satu caranya adalah menganalisis beban kerja fisik pekerja

dan menghitung beban kerja masing-masing pekerja serta menghitung jumlah pekerja yang optimal untuk masing-masing stasiun kerja untuk evaluasi.

Keluhan ini dapat menimbulkan *musculoskeletal disorder* yang merupakan gangguan pada tubuh bagian atas. Postur kerja yang menyebabkan rasa sakit untuk pekerja tentu tidak baik. Hal ini yang dapat menyebabkan menurunnya produktivitas pekerja karena lelah dan sakit serta dapat menyebabkan cedera permanen untuk pekerja. Untuk itu, pada penelitian ini akan dilakukan analisis postur kerja pekerja dengan menggunakan metode OCRA (*Occupational Repetitive Action*).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis risiko postur kerja, dimana salah satunya yang sesuai dengan kondisi kebutuhan unit *Sewing* dan juga untuk pekerjaan yang berulang adalah dengan metode OCRA. OCRA merupakan metode untuk menganalisa postur kerja seseorang apakah sudah sesuai dengan nilai ergonomi ataukah tidak. OCRA mengidentifikasi peluang kecelakaan serta cedera pada pekerja. Metode OCRA dianggap dapat mengurangi risiko ergonomi pada pekerja yang mengalami keluhan. Dalam penelitian ini, OCRA *index* digunakan untuk melihat keluhan yang dirasa oleh pekerja serta melihat bagaimana postur tubuh pekerja menurut metode tersebut.

Setelah mendapat nilai dari OCRA, akan dilihat bagaimana pembagian beban kerja pada setiap pekerja apakah sudah sesuai atau tidak. Pada penelitian ini juga diberikan perbaikan dengan menghitung beban kerja yang didasarkan pada kondisi sistem kerja.. Sebelum menghitung beban kerja yang diterima oleh masing-masing pekerja, peneliti akan terlebih dahulu menghitung waktu baku dan waktu standar yang dibutuhkan pekerja dalam menyelesaikan pekerjaan dengan menggunakan metode *Stopwatch Time Study*. Pemilihan metode ini dianggap sesuai dengan keadaan lapangan karena pekerjaan yang dilakukan memerlukan waktu yang singkat dan kegiatannya cukup berulang-ulang. Pengukuran hanya dilakukan untuk karpet jenis pesawat B737-800. Hal ini dikarenakan jenis pesawat B737-800 memiliki jadwal yang tetap untuk pergantian karpet yaitu 3 bulan sekali untuk *aisle* dan 6 bulan sekali untuk *underseat*. Setelah didapatkan waktu standar untuk pembuatan karpet, maka yang selanjutnya adalah analisis beban kerja untuk dapat memberikan gambaran beban kerja yang dibutuhkan oleh pekerja. Dengan metode ini juga dapat memberikan informasi mengenai jumlah pekerja yang dibutuhkan unit *Sewing*.

Selain itu, sifat pekerjaan yang berulang dapat menimbulkan resiko yang cukup besar bagi pekerja. Dengan demikian, perlu adanya penentuan waktu istirahat yang sesuai dengan kebutuhan pekerja guna meminimalisir dampak dari posisi kerja yang kurang baik serta tetap dapat mempertahankan dan meningkatkan produktivitas dan juga kualitas hidup

untuk pekerja yang lebih baik. Menurut Boenzi (2013), dengan melakukan penjadwalan yang optimal terhadap waktu istirahat dapat mengurangi *musculoskeletal disorder* tanpa mengurangi tingkat level produksi. Hal ini belum menjadi perhatian khusus untuk pihak manajemen karena belum adanya perbaikan sistem kerja dan evaluasi.

Dari permasalahan tersebut dan terlihat bahwa permintaan pergantian karpet perwaktu pun cukup besar, dibutuhkan suatu metode untuk menghitung bagaimana penentuan waktu istirahat yang baik agar dapat mengurangi rasa lelah dan keluhan-keluhan mengenai sakit yang dirasa oleh pekerja.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Adanya perbedaan kepadatan pekerjaan antara pekerja satu dengan lainnya pada unit *Sewing Shop* bagian pembuatan Karpet Cabin Pesawat.
2. Adanya penumpukan pola karpet pada proses pengobrasan pada unit *Sewing Shop* bagian pembuatan Karpet Cabin Pesawat.
3. Adanya keluhan mengenai kelelahan bekerja dan rasa sakit pada punggung dan kaki oleh pekerja pada unit *Sewing Shop*.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah, maka perumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Berapakah beban kerja para pekerja pada unit *Sewing Shop*?
2. Berapakah beban kerja fisik pekerja saat bekerja dengan postur kerja *squatting* pada unit *Sewing Shop* PT. GMF Aeroasia?
3. Berapakah energi yang dikonsumsi pekerja unit *Sewing Shop* untuk bekerja?
4. Berapakah waktu istirahat yang dibutuhkan pekerja pada pembuatan karpet cabin pesawat pada unit *Sewing Shop* PT. GMF Aeroasia?
5. Berapa jumlah pekerja yang dibutuhkan oleh unit *Sewing Shop* PT. GMF Aeroasia?

1.4 Batasan Masalah

Agar penulisan laporan dapat dilakukan dengan baik dan pembahasannya dapat terfokus maka dibuat beberapa batasan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Penelitian ini tidak memperhitungkan biaya.
2. Penelitian ini hanya meneliti karpet cabin untuk jenis pesawat B737-800.
3. Penelitian ini hanya meneliti aktivitas pekerja dengan postur *squatting* di unit *Sewing Shop*.
4. Penelitian ini hanya dilakukan pada *shift* I atau shift pagi

1.5 Asumsi

Asumsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Semua kegiatan proses pembuatan karpet pada unit *Sewing Shop* berjalan normal.
2. Tidak ada perubahan metode kerja selama penelitian berlangsung.
3. Tidak ada perbedaan pekerjaan dan kondisi pekerja antara *shift* 1,2 dan 3.

1.6 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis dan mengukur nilai beban kerja yang dikerjakan pada unit *Sewing Shop*.
2. Menganalisis dan mengukur nilai beban kerja fisik yang dikerjakan pekerja saat bekerja dengan postur kerja *squatting* pada unit *Sewing Shop*.
3. Mengetahui energi yang dikonsumsi oleh pekerja pada unit *Sewing Shop* untuk bekerja.
4. Memberikan rekomendasi terkait penjadwalan waktu istirahat yang dibutuhkan pekerja saat bekerja pada unit *Sewing Shop*.
5. Memberikan rekomendasi terkait jumlah pekerja yang dibutuhkan oleh unit *Sewing Shop*.

1.7 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini dibagi menjadi dua, yaitu manfaat untuk pihak perusahaan dan bagi akademik. Berikut merupakan manfaat penelitian.

1. Dari sisi unit *Sewing Shop* PT. GMF Aeroasia
 - a. Dapat mengatasi ketidakseimbangan beban kerja yang diterima masing-masing pekerja.

- b. Dapat mengurangi kelelahan pada pekerja.
2. Dari sisi akademik

Sebagai sumbangan khasanah keilmuan pada bidang ergonomi serta pengukuran kerja untuk membantu memberikan perbaikan terhadap kondisi kerja pada unit *Sewing PT. GMF Aeroasia*



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang akan dilaksanakan, perlu adanya dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang diperlukan dalam penelitian dan akan digunakan dalam analisis. Dalam bab ini, akan dijelaskan beberapa dasar argumentasi dan teori yang digunakan dalam menulis penelitian.

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu yang dilakukan sebagai dasar dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Rahman (2013) melakukan pengukuran mengenai pengaruh rotasi kerja terhadap proses penyesuaian operator serta dan penentuan *resting time* terhadap rotasi dari penyesuaian di PT. OTSUKA Indonesia. Pengukuran ini melihat ada atau tidaknya *learning curve* pada proses berjalannya pekerjaan. Selain itu adanya analisis menggunakan NBM (Nordic Body Map) untuk mengetahui adanya keluhan rasa tidak nyaman hingga sakit pada bagian otot. Setelah itu akan diukur waktu istirahat yang tepat terkait *heart rate* operator dan berdasarkan lamanya proses dilakukan. Saran perbaikan adalah pada proses *assembly* terdapat proses yang kurang efektif sehingga dapat dihilangkan untuk mengurangi kelelahan pekerja. Selain itu perbaikan berupa sistem perpindahan operator yang baru. Ada pula saran waktu istirahat yang baik perproses nya agar kondisi pekerja kembali stabil ke kondisi semula.
2. Romano (2013) melakukan pengukuran untuk mendapatkan waktu istirahat dan rotasi kerja yang optimal dalam lingkungan kerja yang ditandai dengan rendahnya beban kerja dengan frekuensi yang *repetitive* atau berulang. Resiko beban kerja dievaluasi dengan OCRA *index*. Rekomendasi perbaikan yang ditawarkan Romano adalah waktu istirahat dan *job rotation* dengan integer linear programming dengan memaksimalkan jumlah jam yang memungkinkan untuk waktu istirahat. Kedua adalah model integer non linear programming untuk menemukan jadwal rotasi yang optimal dan seimbang dengan beban kerja operator.
3. Wardhany (2013) melakukan pengukuran waktu istirahat yang optimal pada PR. Dجاجung Padi Malang. Pengukuran dilakukan dengan mengukur denyut nadi dan

kapasitas paru-paru. Diketahui bahwa waktu istirahat beberapa departemen masih kurang walau kebutuhan energi pekerja masih dibawah batas normal yaitu hanya 5 kkal/min. Berdasarkan penentuan besarnya kelonggaran untuk pekerja maka rekomendasi perbaikan yang diberikan adalah berupa waktu istirahat yang kurang agar ditambahkan.

Tabel 2.1
Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

No	Penulis	Objek Penelitian	Metode	Hasil Penelitian
1.	Rahman (2013)	Departemen Medical Equipment PT. OTSUKA Indonesia	Job rotation, NBM, Therbligh, Penentuan Waktu Istirahat	Data Waktu pengerjaan per proses Data Norbic Body Map mengenai keluhan otot. Rekomendasi pengurangan proses yang tidak efektif. Rekomendasi waktu istirahat untuk masing-masing proses.
2.	Wardany (2013)	PR Djagung Padi Malang	Penentuan Waktu Istirahat	-Kecepatan denyut nadi dan kapasitas paru-paru -Kebutuhan energi masih dibawah batas normal yaitu 5kkal/min -Perhitungan waktu istirahat yang kurang dibeberapa departemen
3.	Sugiono (2016)	Perusahaan Industri Air Mineral	OCRA dan Penentuan Waktu Istirahat	-Hasil dari OCRA index menunjukkan risiko cedera sedang dan tinggi. -Distribusi waktu istirahat masih buruk -Penjadwalan waktu istirahat dilakukan dengan <i>enumerative algorithm</i> untuk mengurangi risiko cedera.
4.	Penelitian ini	Unit Sewing Shop PT. GMF Aeroasia	OCRA, Workload, konsumsi energi, penentuan waktu istirahat	-Menganalisis postur kerja pekerja unit Sewing Shop -Menghitung beban kerja yang diterima oleh pekerja pembuatan karpet -Menghitung konsumsi energi tiap pekerja -Menentukan jadwal waktu istirahat yang dibutuhkan oleh pekerja.

Pada penelitian ini, akan dilakukan penjadwalan waktu istirahat untuk pekerja berpostur *squatting* pada pembuatan karpet pesawat terbang di unit *Sewing Shop* PT. GMF Aeroasia. Pada penelitian ini juga menganalisis terkait beban kerja yang diterima oleh pekerja dan memberikan rekomendasi terkait beban kerja. Selain itu, penelitian ini akan memberikan rekomendasi mengenai jumlah pekerja yang optimal agar tidak terjadi perbedaan kepadatan pekerjaan antara pekerja satu dengan yang lain.

2.2 Ergonomi

Tanpa disadari, perlahan demi perlahan manusia mulai berubah seiring berjalannya waktu. Perubahan ini dapat berupa perilaku, kebiasaan dan lainnya yang merubah manusia dari kondisi primitif menjadi manusia yang lebih modern. Perubahan ini dilakukan sebagai usaha untuk beradaptasi dengan lingkungan dan situasi yang ada. Selain itu, manusia melakukan perubahan dengan merancang peralatan-peralatan yang dapat mempermudah pekerjaannya.

Pada pertengahan abad 20, muncullah disiplin ilmu mengenai perancangan alat serta fasilitas kerja yang memperhatikan manusia sebagai dasar perancangannya yang dinamakan dengan Ergonomi. Ergonomi merupakan hal penting yang digunakan sebagai dasar seseorang atau sebuah instansi untuk mendesain atau merancang sebuah lingkungan kerja yang baik untuk pekerjaannya. Ergonomi sendiri berasal dari kata Ergo yang berarti kerja dan Nomos yang berarti hukum. Dengan demikian, ergonomi merupakan disiplin ilmu yang mempelajari mengenai hukum atau aturan-aturan kerja.

Menurut Sतालaksana (1979:61), ergonomi adalah suatu cabang ilmu yang sistematis untuk memanfaatkan informasi-informasi mengenai sifat, kemampuan, dan keterbatasan manusia untuk merancang suatu sistem kerja sehingga orang dapat hidup dan bekerja pada sistem itu dengan baik, yaitu mencapai tujuan yang diinginkan melalui pekerjaan itu dengan efektif, aman dan nyaman.

Ergonomi merupakan ilmu yang secara khusus mempelajari mengenai batas kemampuan interaksi manusia dengan teknologi (Wignjosoebroto, 2006:121). Tujuan dari ergonomi adalah mempelajari permasalahan interaksi antara manusia dan teknologi sehingga mampu merancang suatu sistem atau lingkungan kerja yang optimal antara manusia dan mesin. Manusia menciptakan teknologi tentu untuk mencapai nilai efisiensi dan efektivitas yang tinggi untuk pekerjaannya. Contoh teknologi yang dibuat adalah mesin-mesin yang canggih yang sengaja dirancang untuk membantu pekerjaannya. Ilmu

ergonomi akan lebih fokus pada terciptanya mesin yang sesuai dengan keterbatasan manusia sebagai pengguna sehingga dapat mencapai efisiensi dan efektivitas yang optimal.

Ergonomi dapat diaplikasikan untuk merancang operasi kerja serta stasiun kerja. Sebagai contoh, untuk perancangan stasiun kerja yang baik adalah ketika seluruh peralatan dan material yang sering dan digunakan oleh pekerja berada pada jarak yang dekat (jangkauan normal) dengan posisi pekerja saat bekerja. Hal ini sesuai dengan prinsip yang ada pada ilmu ergonomi yaitu ekonomi gerakan. Selain itu, terdapat disiplin ergonomi lain yang juga dapat digunakan untuk menganalisa dan mengevaluasi bagaimana kondisi kerja dengan pengukuran dimensi tubuh manusia (anthropometri).

2.3 Sikap Dan Posisi Kerja

Dengan berbagai macam dan jenis pekerjaan yang ada tentu membutuhkan sikap dan posisi kerja yang berbeda-beda. Dengan banyaknya jenis pekerjaan, terkadang terdapat jenis pekerjaan yang membutuhkan sikap dan posisi yang tidak baik atau menyebabkan rasa kurang nyaman untuk pekerja. Pekerja akan terus berada pada posisi yang tidak nyaman bahkan untuk jangka waktu yang cukup lama. Hal ini dapat menjadi penyebab pekerja menjadi mudah merasa lelah, produktivitas yang menurun, serta peluang kecelakaan bekerja dan cedera. Pertimbangan mengenai sikap/posisi kerja yang baik sangat penting untuk mengurangi dan menghindari hal tersebut dapat terjadi. Untuk itu perlu adanya upaya menghindari sikap dan posisi kerja yang kurang baik dengan pertimbangan ergonomi.

2.3.1 Postur Kerja

Salah satu aspek yang diperhatikan dalam ergonomi adalah postur kerja seorang pekerja atau pekerja. Postur kerja merupakan sikap atau posisi tubuh pekerja selama melakukan pekerjaan. Menurut Humantech, berdasarkan posisi tubuh pekerja maka postur kerja terbagi menjadi:

1. Postur Netral (*Neutral Posture*)

Postur netral merupakan postur dimana seluruh bagian tubuh berada pada posisi yang sewajarnya atau seharusnya dan kontraksi otot tidak berlebihan sehingga bagian organ tubuh, saraf jaringan lunak dan tulang tidak mengalami pergeseran, penekanan, ataupun kontraksi yang berlebih.

2. Postur Janggal (*Awkward Posture*)

Posisi janggal merupakan postur dimana posisi tubuh (tungkai, sendiri, dan punggung) secara signifikan menyimpang dari posisi netral pada saat melakukan aktivitas yang disebabkan oleh keterbatasan tubuh manusia untuk melawan beban dalam jangka waktu lama. Postur janggal akan menyebabkan stress mekanik pada otot, ligament, dan persendian sehingga menyebabkan rasa sakit pada otot rangka. Selain itu, postur janggal membutuhkan energi yang lebih besar pada beberapa bagian otot, sehingga meningkatkan kerja jantung dan paru-paru untuk menghasilkan energi. Semakin lama bekerja dengan postur janggal, maka semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan kondisi tersebut, sehingga dampak kerusakan otot rangka yang ditimbulkan semakin kuat (Bridger, 1995). Beberapa bentuk postur janggal menurut Humantech (1995) antara lain postur janggal pada tulang belakang, postur janggal pada tangan dan pergelangan tangan, postur janggal pada bahu (kiri dan kanan), postur janggal pada lengan bawah(kiri dan kanan), postur janggal pada leher, postur janggal pada kaki.

Postur janggal pada tulang belakang memiliki tiga jenis yaitu membungkuk(*Bent Forward*), berputar(*Twisted*), dan miring(*Bent Sideaway*). Postur janggal pada tangan dan pergelangan tangan merupakan posisi pekerjaan dengan tangan memegang benda. Memegang benda ini memiliki beberapa jenis yaitu dengan cara mencubit(*pinch grip*), tekanan pada jari terhadap objek (*finger press*), menggenggam dengan kuat (*power grip*), posisi pergelangan tangan yang fleksi dan ekstensi dengan sudut $\geq 45^\circ$, serta posisi pergelangan tangan yang deviasi selama lebih dari 10 detik, dan frekuensi > 30 menit.

Postur Janggal pada bahu (kiri dan kanan) adalah faktor melakukan pekerjaan dengan lengan atas membentuk sudut $\geq 45^\circ$ ke arah samping atau ke arah depan terhadap badan selama lebih dari 10 detik dengan frekuensi lebih dari atau sama dengan 2 kali permenit dengan beban $\geq 4.5\text{kg}$ (Humantech, 1995). Postur lengan bawah yang menjadi faktor resiko adalah posisi siku sebesar 135° dan jika menggunakan gerakan penuh dalam bekerja. Postur leher yang menjadi faktor adalah melakukan pekerjaan dengan membengkokkan leher secara vertikal $\geq 20^\circ$, menekukkan kepala atau menoleh kesamping kiri atau kanan, serta. Dan postur janggal pada kaki yang memiliki beberapa jenis yaitu jongkok (*Squatting*), berlutut(*Kneeling*), dan berdiri pada satu kaki (*Stand on one leg*). Berikut merupakan jenis-jenis postur janggal pada kaki menurut Humantech (1995) yang digunakan pada penelitian ini:

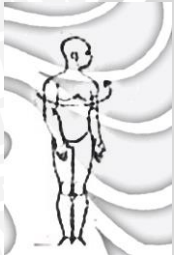
a. Postur janggal pada tulang belakang

- Membungkuk (*bent forward*), yaitu punggung dan dada lebih condong kedepan membentuk $\geq 20^\circ$ terhadap garis verikal.



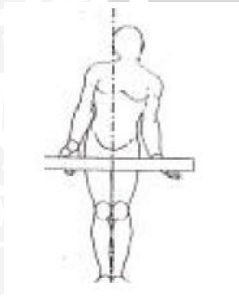
Gambar 2.1 Postur janggal membungkuk

- Berputar (*twisted*), yaitu posisi tubuh yang berputar ke kanan dan ke kiri dimana garis vertikal menjadi sumbu garis tanpa memperhitungkan berapa derajat besarnya rotasi yang dilakukan.



Gambar 2.2 Postur janggal berputar (*twisted*)

- Miring (*bent sideways*), yaitu setiap deviasi bidang median tubuh dari garis vertikal tanpa memperhitungkan besarnya sudut yang dibentuk. Terjadi fleksi pada tubuh, biasanya kedepan atau kesamping.



Gambar 2.3 Postur janggal miring (*bent sideways*)

b. Postur janggal pada kaki

- *Squatting* (jongkok), yaitu posisi tubuh dimana perut menempel pada paha dimana terjadi fleksi maksimal pada daerah lutut, pangkal paha, dan tulang lumbal.



Gambar 2.4 Postur janggal pada kaki *squatting*

- *Kneeling* (berlutut), yaitu posisi tubuh dimana sendi lutut menekuk, permukaan lutut menyentuh lantai dan berat tubuh bertumpu pada lutut dan jari-jari kaki.



Gambar 2.5 Postur janggal pada kaki *kneeling*

- *Stand on one leg* (berdiri pada satu kaki), yaitu posisi dimana tubuh bertumpu pada satu kaki.



Gambar 2.6 Postur janggal pada kaki *stand on one leg*

2.4 Kelelahan Kerja

Setiap jenis pekerjaan pasti akan menimbulkan rasa lelah baik pekerjaan yang berat maupun pekerjaan ringan. Dari rasa lelahlah, perlahan produktivitas seseorang akan berkurang dan kinerjanya pun akan menurun. Selain produktivitas yang berkurang, rasa lelah dapat menjadi pemicu adanya peluang kecelakaan serta tubuh yang cidera. Menurut Nurmianto (2003:264), pembebanan otot secara statis (*static muscular loading*) jika dipertahankan dalam waktu yang cukup lama akan mengakibatkan RSI (*Repetition Strain Injuries*) yaitu nyeri otot, tulang, tendon, dan lainnya yang diakibatkan oleh jenis pekerjaan yang bersifat berulang (*repetitive*). Rasa lelah saat bekerja akan meningkat ketika seseorang bekerja dalam kondisi yang sama dengan waktu yang lama. Dengan demikian, perlu diberikan waktu istirahat yang cukup untuk melakukan *recovery*.

2.4.1 Kelelahan Secara Umum

Pada umumnya, terdapat berbagai jenis dari rasa lelah yang dirasakan oleh pekerja. Rasa lelah meliputi lelah fisik seperti pegal serta lelah secara psikologi seperti bosan. Kelelahan yang dirasakan pekerja baik secara fisik maupun secara psikologi tentunya tidak baik jika dibiarkan secara terus menerus. Menurut Nurmino (2003:267), perasaan adanya kelelahan umum adalah ditandai dengan berbagai kondisi antara lain:

1. Kelelahan visual (indera penglihatan) disebabkan oleh iluminasi, luminasi, seringnya akomodasi mata.
2. Kelelahan seluruh tubuh.
3. Kelelahan mental.
4. Kelelahan urat saraf.
5. *Stress* (pikiran tegang).
6. Rasa malas bekerja (*circadian fatigue*).

Kelelahan yang dirasa oleh pekerja dapat ditandai dengan kondisi mengantuk. Mengantuk dapat menjadi salah satu tanda seseorang merasa lelah baik secara fisik maupun psikologi.

2.5 Occupational Repetitive Action

Kondisi kerja yang baik adalah kondisi kerja yang sesuai dengan pekerjaannya. Ada beberapa metode untuk menganalisis risiko postur kerja, salah satunya adalah OCRA. *Occupational Repetitive Action* (OCRA) adalah metode kuantitatif yang digunakan untuk mengidentifikasi cara kerja pada pekerjaan yang bersifat *repetitive* atau berulang dimana pekerjaan tersebut dapat menimbulkan risiko pada alat tubuh bagian atas. OCRA index mampu mengurangi risiko masalah ergonomi dan gangguan *musculoskeletal* pada pekerja yang mengalami beberapa keluhan kerja (Roossary & Muslim, 2007). OCRA adalah suatu index yang didasarkan pada rasio antara *Actual Technical Actions* (ATA) yang diperoleh dari menganalisis suatu pekerjaan dan *Reference Technical Actions* (RTA). Nilai RTA diperoleh dengan mempertimbangkan frekuensi dan repetitive dari gerakan, penggunaan beban, tipe postur, waktu istirahat dan factor-faktor tambahan seperti gerakan dan kompresi jaringan local. Metode OCRA menyediakan dua indikator yang terpisah (bahu dan siku/pergelangan tangan/tangan) untuk bagian kiri maupun bagian kanan. Metode ini mengevaluasi empat risiko kolektif utama berdasarkan durasi dari masing-masing faktor tersebut, yaitu *repetitiveness* (repetisi), *force* (gaya), *awkward posture and movements* (postur dan gerakan yang janggal), dan *lack of recovery* (kurangnya periode istirahat).

Perhitungan ATA memiliki beberapa faktor yang dijadikan sebagai dasar perhitungan. Pertama adalah dengan menghitung jumlah tindakan teknis dalam satu siklusnya yang akan digunakan untuk menghitung frekuensi tindakan teknis yang dilakukan per menit. Berikutnya adalah menghitung jumlah keseluruhan tindakan teknis yang dilakukan dalam satu *shift*. Setelah melakukan perhitungan ATA, selanjutnya adalah melakukan perhitungan RTA dengan mengalikan beberapa faktor. Berikut merupakan rumus ATA dan RTA.

$$f = nTC \times \frac{60}{TC} \quad (2-1)$$

Sumber: ISO 11228-3 (2007:16)

Keterangan:

f = frekuensi tindakan teknis yang dilakukan per menit

nTC = jumlah tindakan teknis dalam satu siklus

$$nATA = f \times t \quad (2-2)$$

Sumber: ISO 11228-3 (2007:16)

Keterangan:

t = total waktu kerja pekerja (menit)

$$nRTA = kf \times F_m \times P_m \times R_{em} \times A_m \times t \times R_{cm} \times t_m \quad (2-3)$$

Sumber: ISO 11228-3 (2007:16)

Keterangan:

kf = *Constanta of frequency*, kf , tindakan teknis = 30/min

F_m = *Force multiplier*

P_m = *Posture multiplier*

R_{em} = *Repetitiveness multiplier*

A_m = *Additional multiplier*

t = *Duration of the repetitive task (min)*

R_{cm} = *Recovery multiplier*

t_m = *Duration number of RTA*

OCRA adalah sebuah metode yang dideskripsikan di ISO 11228 dimana dapat digunakan untuk melihat adanya kemungkinan dari *musculoskeletal disorder* pada pekerjaan manual dengan frekuensi *repetitive*. Berikut merupakan tabel OCRA *index* yang memperlihatkan level resiko dari pekerjaan:

Tabel 2.2
Level Risiko dari OCRA *Index*

Nilai	Resiko
0 – 2,2	Acceptable
2,3 – 3,5	Uncertain

Tabel 2.2
Level Risiko dari OCRA *Index*

Nilai	Resiko
3,6 – 4,5	Low
4,6 – 9	Medium
>9	High

OCRA *index* memperlihatkan rasio dari jumlah pergerakan atau perpindahan yang repetitive saat bekerja (*Actual Technical Action*, ATA) dengan jumlah teknik kerja yang direkomendasi (*Reference Technical Actions*, RTA).

$$OCRA = \frac{n_{ATA}}{n_{RTA}} \quad (2-4)$$

Sumber : Ramona (2013)

2.5.1 Identifikasi Tindakan Teknis

Technical Action (TA) merupakan gambaran aktivitas dari tubuh bagian atas (*upper limb*) (ISO 11228-3, 2007:39). Dalam menentukan TA di OCRA terdapat kriteria dalam menentukan tindakan teknis suatu operasi. Berikut merupakan kriteria dalam menentukan tindakan teknis.

Tabel 2.3
Kriteria Penentuan Tindakan Teknis dalam OCRA

Tindakan Teknis	Kriteria
<i>Move</i> (Memindahkan)	<ul style="list-style-type: none"> - Objek atau benda yang dipindahkan memiliki berat >2kg untuk <i>hand grip</i> atau 1kg untuk <i>pinch grip</i> - <i>Upper limb</i> memiliki pergerakan yang luas atau dengan jarak >1meter.
<i>Reach</i> (Menjangkau)	Memindahkan letak tangan kedalam posisi yang diinginkan A2 tinggi <i>max</i> area kerja : 730 mm B2 Lebar <i>max</i> area kerja : 1170 mm C2 <i>Depth max</i> area kerja : 415 mm (berdasarkan ISO 14738)
<i>Grasp</i> (Menggenggam/Memegang)	Menggenggam objek dengan tangan atau jari untuk melakukan suatu aktivitas. Sinonim: mengambil, memegang, menggenggam lagi, mengambil lagi.
<i>Grasp with one hand</i> (Menggenggam dengan satu tangan) <i>Grasp again with another hand</i> (Menggenggam lagi dengan tangan yang lain)	Tindakan mengoper objek atau memberikan objek ke dari tangan satu ke tangan lain dihitung sebagai dua tindakan teknis yang berbeda: <ul style="list-style-type: none"> - Satu TA untuk tangan kanan (<i>grasp with one hand</i>) - Satu TA untuk tangan kiri (<i>grasp with other hand</i>)
<i>Position</i> (Memposisikan, Menempatkan)	Memposisikan objek atau benda pada titik yang ditentukan. Sinonim: meletakkan, menyandarkan, menaruh, menyusun, memposisikan kembali, mengembalikan, dll.
<i>Putting in</i> (Memasukkan) <i>Pulling out</i> (Mengeluarkan)	Apabila gerakan membutuhkan tenaga Sinonim: Mengisi, menggali, mengeluarkan
<i>Push Pull</i> (Mendorong/ Menarik)	Dianggap sebagai TA karena kebutuhannya untuk mengaplikasikan tenaga (walau kecil) untuk mendapatkan suatu hasil spesifik
<i>Release, Let go</i> (Melepaskan, membuang)	Jika objek atau benda tidak lagi dibutuhkan, maka mudah untuk “melepaskannya” dengan membuka tangan atau jari maka tidak dihitung sebagai tindakan teknis
<i>Start Up</i> (Memulai)	Memulai sebuah alat yang memiliki tombola tau tuas dengan menggunakan bagian tangan atau jari. Jika <i>start up</i> dilakukan berulang maka dihitung setiap tindakan sebagai TA.

Tabel 2.3
Kriteria Penentuan Tindakan Teknis dalam OCRA (Lanjutan)

Tindakan Teknis	Kriteria
<i>Specific Action during a phase</i>	Tindakan lain yang secara spesifik dideskripsikan dalam pengerjaan suatu objek/benda: <ul style="list-style-type: none"> - Melipat atau membengkokkan - Melenturkan/membelokkan - Meremas/memutar - Membentuk/menyelesaikan - Menurunkan/menaikkan/menggerakkan/memukul - Menyikat/menyapukan (hitung tiap sapuan lintasan) - Memarut - Menghaluskan/memoles - Membersihkan - Memalu - Melempar Tiap tindakan harus dijelaskan dan dihitung setiap ada pengulangan seperti memutar dua kali berarti terdapat 2 TA. Mengoleskan kuas 4 kali berarti terdapat 4 TA.
<i>Carry</i> (membawa)	Dihitung sebagai tindakan teknis jika: <ul style="list-style-type: none"> - Objek atau benda yang dipindahkan memiliki berat lebih dari 2 kg untuk <i>hand grip</i> dan 1 kg untuk <i>pinch grip</i> - Jarak perpindahan >1 meter.
Berjalan dan inspeksi visual tidak dapat dihitung sebagai tindakan teknis karena tidak menggambarkan suatu aktivitas upper limb. Saat menentukan frekuensi yang dihitung adalah tindakan teknis tunggal, bukan durasinya.	

Sumber: ISO 11228-3(2007:34)

2.5.2 Identifikasi *Force Multiplier*











Force factor merupakan ketegangan yang ada pada otot, tendon, dan jaringan sendi. Kebutuhan untuk menggunakan kekuatan secara berulang-ulang dianggap sebagai faktor risiko untuk gangguan otot dan tendon. Untuk mengukur *force* dalam suatu pekerjaan digunakan skala Borg10-*category*. Berikut merupakan skala Borg CR-10 pada gambar 2.4 dan tabel 2.5

Tabel 2.4
Recovery Period Factor Multiplier

CR-10	Very-very easy	Easy	Moderate	Somewhat Hard	Hard		Very Hard			Maximal
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5
<i>Factor</i>	1	0.85	0.75	0.65	0.55	0.45	0.35	0.20	0.10	0.01

Sumber: Collombini & Occhipinti (2005:5)

Rating of Perceived Exertion Chart (Cardiovascular Endurance)

#10		I am dead!!!	5 Maximal
#9		I am probably going to die!	4,5
#8		I can grunt in response to your questions and can only keep this pace for a short time period.	4
#7		I can still talk but I don't really want to and I am sweating like a pig!	3,5 Very Hard
#6		I can still talk but I am slightly breathless and definitely sweating.	3
#5		I'm just above comfortable, I am sweating more and can talk easily.	2,5 Hard
#4		I'm sweating a little, but I feel good and I can carry on a conversation comfortably.	2 Somewhat Hard
#3		I am still comfortable, but I'm breathing a bit harder.	1,5 moderate
#2		I'm comfortable and I can maintain this pace all day long.	1 Easy
#1		I'm watching TV and eating bon bons.	0,5 Very-very Easy

Gambar 2.7 Skala Borg CR-10

Sumber: www.askdoctor.com (diakses pada 15 Maret 2017)

2.5.3 Identifikasi Postural Multiplier

Menurut ISO 11228-3 (2007:49), postur tubuh bagian atas dan gerakan bersifat *repetitive* adalah dasar yang paling penting dalam memberikan kontribusi terhadap risiko berbagai gangguan *musculoskeletal*. Tabel 2.5 merupakan faktor pengali untuk menentukan nilai postur tubuh dan gerakan.

Tabel 2.5

Faktor Pengali Postur Tubuh Pekerja

Awkward Posture and or Movement		<1/3 Siklus (<25%)	1/3 Siklus (25-50%)	2/3 Siklus (51-80%)	3/3 Siklus (>80%)
Bahu	Abduksi (>45°) Fleksi (>80°) Ekstensi (>20°)	1	0,7	0,6	0,5
Siku	Supinasi (>60°)				
Pergelangan Tangan	Ekstensi atau fleksi (>45°)				
Tangan	Hook/Pinch/ Palmar grip	1	1	0,7	0,6
Siku	Pronasi (60°)				
Pergelangan Tangan	Radio/Ulnar Deviation (>20°)				
Tangan	Power Grip				

2.5.4 Identifikasi *Additional Multiplier*

Faktor pada *additional multiplier* merupakan faktor tambahan mengenai lingkungan kerja. Faktor ini mencakup penggunaan alat bergetar, ketepatan yang tinggi dalam memposisikan obyek, paparan dingin dan panas, penggunaan sarung tangan yang mengganggu kemampuan penanganan yang diperlukan, benda yang ditangani memiliki permukaan yang licin, gerakan tiba-tiba, gerakan merobek atau gerakan yang cepat, gerakan dengan kekuatan berulang (seperti memalu, memukul, dll), pembayaran insentif, waktu kerja yang lebih dan rutin, kekurangan pelatihan, bekerja dengan *deadline* yang padat. Faktor tambahan yang muncul membutuhkan acuan seperti pada tabel 2.6 yang dapat digunakan sebagai acuan dalam memberikan nilai *additional multiplier*.

Tabel 2.6
Additional Multiplier Factor

<i>Multiplier Factor</i>	<i>Condition</i>
0,95	<i>One or more additional factor are present simultaneously for 1/3 of the cycle time.</i>
0,90	<i>One or more additional factor are present simultaneously for 2/3 of the cycle time.</i>
0,80	<i>One or more additional factor are present simultaneously for 3/3 of the cycle time.</i>

Sumber: Collombini & Occhipinti

2.5.5 Identifikasi *Recovery Multiplier*

Recovery Multiplier merupakan indikasi yang dilakukan terhadap waktu istirahat pekerja. Risiko ini ditentukan oleh jumlah waktu jam kerja yang berisiko dengan jumlah waktu atau periode pemulihan. Faktor pengali untuk periode pemulihan ditunjukkan pada tabel 2.7

Tabel 2.7
Faktor Pengali Periode Pemulihan

Jam	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Faktor	1	0,90	0,80	0,70	0,60	0,45	0,25	0,10	0

Sumber: Collombini & Occhipinti

2.5.6 Identifikasi *Duration Multiplier*

Duration Multiplier merupakan durasi keseluruhan dari pekerjaan dengan gerakan anggota tubuh bagian atas dan bersifat repetisi. *Duration multiplier* akan menunjukkan faktor dengan melihat net durasi pekerja. Tabel 2.8 Merupakan tabel faktor pengali durasi kerja.

Tabel 2.8
Faktor Pengali Durasi Kerja

Durasi Kerja (Menit)	Faktor
<121	2
121-180	1,7
181-240	1,5
241-300	1,3

Tabel 2.8
Faktor Pengali Durasi Kerja (Lanjutan)

Durasi Kerja (Menit)	Faktor
301-360	1,2
361-420	1,1
421-480	1
>480	0,5

Sumber: Collombini & Occhipinti

2.6 Pengukuran Kerja Langsung

Suatu pekerjaan akan dikatakan efisien jika dapat diselesaikan dalam waktu yang singkat. Penelitian yang difokuskan pada analisis metode kerja akan memperhatikan bagaimana suatu pekerjaan akan diselesaikan. Dengan mengaplikasikan prinsip kerja yang sesuai dengan ilmu ergonomi serta teknik kerja yang baik dan benar, maka akan didapatkan hasil yang efektif dan efisien. Untuk itu perlu adanya pengukuran kerja untuk menghitung waktu baku untuk menyelesaikan pekerjaan guna memilih metode kerja mana yang dapat meminimalisir waktu penyelesaian pekerjaan. Pengukuran kerja akan berkaitan dengan penentuan waktu baku suatu pekerjaan.

Menurut Wignjosoebroto (2006:170), Pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Sedangkan waktu baku merupakan berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh seorang pekerja dengan kemampuan rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Waktu baku dapat digunakan sebagai dasar melakukan perencanaan dan produksi, perencanaan tenaga kerja, estimasi biaya upah pekerja, dan lainnya. Waktu baku dapat digunakan tersebut tentu telah meliputi kelonggaran waktu dengan memperhatikan situasi dan kondisi pekerjaan yang harus diselesaikan.

Teknik pengukuran kerja dibagi menjadi dua bagian, yaitu pengukuran kerja secara langsung dan pengukuran kerja secara tidak langsung. Pengukuran kerja secara langsung dilakukan secara langsung yaitu dimana pekerjaan akan dilakukan. Pengukuran secara langsung memiliki dua cara, yaitu dengan menggunakan jam henti (*stopwatch time study*) atau dengan sampling kerja (*work sampling*). Sedangkan untuk pengukuran secara tidak langsung dapat dilakukan dengan melakukan perhitungan waktu kerja tanpa pengamat harus berada ditempat kerja yang diukur.

2.6.1 Metode Pengukuran Kerja Dengan Jam Henti (*Stopwatch Time Study*)

Stopwatch Time Study menggunakan jam henti sebagai alat pengukurannya. Pada abad 19 Frederick W. Taylor pertama kali memperkenalkan metode ini. Metode ini baik

digunakan untuk pekerjaan-pekerjaan yang berlangsung secara singkat dan berulang-ulang (*repetitive*). Setelah melakukan pengukuran, maka akan didapatkan waktu baku untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan yang akan digunakan sebagai standar waktu penyelesaian pekerjaan yang sama oleh pekerja.

2.6.2 Langkah-langkah Pengukuran Kerja Dengan Jam Henti

Pengukuran waktu kerja dengan menggunakan jam henti (*stopwatch time study*) baik digunakan untuk jenis pekerjaan yang singkat dan berulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran akan didapatkan waktu baku, dimana waktu baku merupakan waktu yang dibutuhkan oleh pekerja secara rata-rata untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dalam satu siklusnya. Waktu baku ini kemudian dijadikan sebagai dasar penentuan waktu standard untuk menyelesaikan suatu pekerjaan bagi semua pekerja. Berikut merupakan langkah-langkah yang digunakan dalam melakukan pengukuran kerja dengan jam henti menurut Wignjosoebroto(2006:171):

1. Definisikan pekerjaan yang akan diteliti untuk diukur waktunya dan beritahukan maksud dan tujuan pengukuran ini kepada pekerja yang dipilih untuk diamati dan supervisor yang ada.
2. Catat semua informasi yang berkaitan erat dengan penyelesaian pekerjaan seperti lay out, karakteristik/spesifikasi mesin atau peralatan kerja lain yang digunakan, dan lain-lain.
3. Bagi operasi kerja dalam elemen-elemen kerja sedetail-detailnya tapi masih dalam batas-batas kemudahan untuk pengukuran waktunya.
4. Amati, ukur dan catat waktu yang dibutuhkan oleh pekerja untuk menyelesaikan elemen-elemen kerja tersebut.
5. Tetapkan jumlah siklus kerja yang harus diukur dan dicatat. Teliti apakah jumlah siklus kerja yang dilaksanakan ini sudah memenuhi syarat atau tidak. Test pula keseragaman data yang diperoleh.
6. Tetapkan rate of performance dari pekerja saat melaksanakan aktivitas kerja yang diukur dan dicatat waktunya tersebut. Rate of performance ini ditetapkan untuk setiap elemen kerja yang ada dan hanya ditunjukkan untuk performance pekerja. Untuk elemen kerja yang secara penuh dilakukan oleh mesin maka performance dianggap normal (100%).
7. Sesuaikan waktu pengamatan berdasarkan performance yang ditunjukkan oleh pekerja tersebut sehingga akhirnya akan diperoleh waktu kerja normal.

8. Tetapkan waktu longgar (allowance time) guna memberikan fleksibilitas. Waktu longgar yang akan diberikan ini guna menghadapi kondisi-kondisi seperti kebutuhan personil yang bersifat pribadi, factor kelelahan, keterlambatan material, dan lainnya.
9. Tetapkan waktu kerja baku (standard time) yaitu jumlah total antara waktu normal dan waktu longgar.

Metode pengukuran kerja dengan jam henti bisa digunakan untuk pekerjaan industry manufacturing dan non manufacturing. Pengukuran kerja dengan jam henti biasanya digunakan untuk pekerjaan berulang-ulang serta menghasilkan output yang relative sama. Metode ini dapat digunakan untuk jenis pekerjaan yang berulang, pekerjaan yang homogen, hasil (output) pekerjaan yang dapat dihitung secara kuantitatif baik secara keseluruhan maupun masing-masing elemen kerja yang diukur, serta pekerjaan yang teratur sehingga dapat diukur.

2.7 Uji Keseragaman dan Kecukupan Data

Saat akan melakukan pengamatan, hal yang pertama dilakukan adalah memutuskan tingkat kepercayaan (*convidence level*) dan derajat ketelitian (*degree of accuracy*) untuk menetapkan jumlah pengamatan yang seharusnya (N'). Dalam pengukuran ini biasanya akan diambil 95% tingkat kepercayaan dan 5% tingkat ketelitian. Hal ini berarti sekurang-kurangnya 95 dari 100 rata-rata dari waktu pengukuran akan memiliki penyimpangan tidak lebih dari 5% .

1. Uji Kecukupan Data

Menurut Wignjosoebroto (2006:121), proses uji kecukupan data adalah untuk mengetahui apakah data yang diambil pada saat melakukan pengukuran waktu proses sudah cukup atau belum, bila data belum mencukupi maka harus dilakukan pengukuran waktu proses tahap selanjutnya sampai jumlah keseluruhan pengukuran mencukupi untuk tingkat ketelitian dan keyakinan yang dikehendaki, Uji kecukupan data dapat dilakukan dengan perhitungan sebagai berikut:

$$N' = \left(\frac{k \sqrt{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}}{s (\sum X_i)} \right)^2 \quad (2-5)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2006:184)

Keterangan:

N' = Jumlah pengamatan/pengukuran

- k = Tingkat kepercayaan (90% *convidence level*, $k = 1$; 95% *convidence level*, $k = 2$; 99% *convidence level*, $k = 3$)
 s = Tingkat ketelitian
 N = Jumlah data

Apabila $N' < N$, maka data dinyatakan cukup. Jika $N' > N$, maka data dinyatakan tidak cukup dan perlu dilakukan pengamatan harus ditambah lagi sehingga data yang diperoleh kemudian bisa memberikan tingkat keyakinan dan tingkat ketelitian sesuai dengan yang di harapkan. Wignjosoebroto (2006: 186).

2. Uji Keseragaman Data

Menurut Wignjosoebroto (2006: 194), selain kecukupan data, yang harus dipenuhi dalam pelaksanaan *time study* adalah bahwa data yang diperoleh haruslah juga seragam. Test keseragaman data bisa dilaksanakan dengan cara visual atau mengaplikasikan peta kontrol (*control chart*). Peta kontrol adalah suatu alat yang tepat guna dalam mengetest keseragaman data yang diperoleh dari hasil pengamatan. Batas kontrol atas (BKA) atau *upper control limit (UCL)* serta batas kontrol bawah (BKB) atau *lower control limit (LCL)* untuk grup data dapat dicari dengan formulasi berikut:

$$\text{BKA} = \bar{x} + 3 \text{SD} \quad (2-6)$$

$$\text{BKB} = \bar{x} - 3 \text{SD} \quad (2-7)$$

Sumber: Wignjosoebroto (2006:195)

Keterangan:

BKA = Batas Kontrol Atas, BKB = Batas Kontrol Bawah

\bar{x} = Nilai rata-rata

SD (σ) = Standar Deviasi

Mencari standar deviasi dapat dihitung dengan rumus:

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2-8)$$

2.7 Allowance

Allowance merupakan waktu yang ditambahkan kedalam waktu normal untuk melihat kebutuhan lain dari pekerja. Kebutuhan yang dimaksud adalah kebutuhan pribadi, waktu tunggu yang tidak dapat dihindari serta kelelahan bagi pekerja. Menurut Wignjosoebroto (2006:200), pada umumnya, *allowance* meliputi tiga hal yaitu *personal allowance*, *fatigue allowance*, dan *delay allowance*. *Personal allowance* merupakan kebutuhan pekerja seperti

minum, makan, ke kamar mandi, serta kebutuhan lainnya yang bersifat pribadi maupun individu. *Fatigue allowance* merupakan kebutuhan operator untuk dapat rehat atau relaksasi sejenak untuk menghilangkan rasa lelah. Sedangkan *delay allowance* merupakan kondisi ketika mesin rusak, bahan baku yang habis, atau ketika operator mengerjakan hal lain yang tidak termasuk kedalam pekerjaannya. Hal ini pasti terjadi dalam bekerja sehingga *allowance* perlu ditambahkan setelah mendapatkan waktu normal agar mendapatkan waktu standar.

Pada bukunya, Sतालaksana menjabarkan lebih rinci mengenai pemberian *allowance* atau kelonggaran pada suatu pekerjaan. Beliau menjelaskan dengan berbagai factor yang akan mempengaruhi pekerjaan serta nilai-nilai kelonggaran yang diberikan. Berikut merupakan faktor-faktor kelonggaran menurut Sतालaksana (1979:151).

Tabel 2.9
Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor Yang Berpengaruh

Faktor	Contoh Pekerjaan	Kelonggaran		
		Ekuivalen beban	Pria	Wanita
A. Tenaga yang dikeluarkan				
1. Dapat diabaikan	Bekerja dimeja, duduk	Tanpa beban	0,0 - 6,0	0,0 - 6,0
2. Sangat ringan	Bekerja dimeja, berdiri	0,00-2,25kg	6,0 - 7,5	6,0 - 7,5
3. Ringan	Menyekop, ringan	2,25-9,00kg	7,5 - 12,0	7,5 - 16,0
4. Sedang	Mencangkul	9,00-18,00kg	12,0 - 19,0	16,0 - 30,0
5. Berat	Mengayun palu yang berat	19,00-27,00kg	19,0 - 30,0	
6. Sangat berat	Memanggul beban	27,00-50,00kg	30,0 - 50,0	
7. Luar biasa berat	Memanggul karung berat	>50,00kg		
B. Sikap Kerja				
1. Duduk	Bekerja duduk, ringan		0,00 - 1,0	
2. Berdiri diatas dua kaki	Badan tegak, ditumpu dua kaki		1,0 -2,5	
3. Berdiri diatas satu kaki	Satu kaki mengerjakan alat control		2,5 - 4,0	
4. Berbaring	Pada bagian sisi, belakang, atau depan badan		2,5 -4,0	
5. Membungkuk	Badan dibungkukkan bertumpu pada kedua kaki		4,0 - 10	
1. Normal	Ayunan bebas dari palu		0,00	
2. Agak terbatas	Ayunan terbatas dari palu		0,00 - 5,00	
3. Sulit	Membawa beban berat dengan satu tangan		0,00 - 5,00	
4. Pada anggota-anggota badan tertentu	Bekerja dengan tangan diatas kepala		5,00 - 10,00	
5. Seluruh anggota badan terbatas	Bekerja dilorong pertambangan yang sempit		10,00 - 5,00	

Tabel 2.9
Besarnya Kelonggaran Berdasarkan Faktor-faktor Yang Berpengaruh Lanjutan

D. Kelelahan mata*)		Pencahayaannya baik	Buruk	
1. Pandangan yang terputus-putus	Membawa alat ukur	0,0 - 6,0	0,0 - 6,0	
2. Pandangan yang hampir terus menerus	Pekerjaan-pekerjaan teliti	6,0 - 7,5	6,0 - 7,5	
3. Pandangan terus menerus dengan fokus berubah ubah	Memeriksa cacat pada kain	7,5 - 12,0	7,5 - 16,0	
		12,0 -19,0		
4. Pandangan terus menerus dengan fokus tetap	Pemeriksaan sangat teliti	19,0 - 30,0	16,0 - 30,0	
		30,0 - 50,0		
E. Keadaan Temperatur Kerja**)		Temperatur (oC)	Kelembaban normal	Berlebihan
1. Beku	Dibawah 0	>10	>12	
2. Rendah	0-13	10,00 - 0,00	12,00 - 5,00	
3. Sedang	13-22	5,00 - 0,00	8,00 - 0,00	
4. Normal	22-28	0,00 - 5,00	0,00 - 8,00	
5. Tinggi	28-38	5,00 -40,00	8,00 - 100	
6. Sangat Tinggi	diatas 38	>40	>100	
F. Keadaan Atmosfer***)				
1. Baik	Ruangan yang berventilasi baik, udara segar		0,00	
2. Cukup	Ventilasi kurang baik, ada bau buan(tidak berbahaya)		0,00 - 5,00	
3. Kurang baik	Adanya debu-debu beracun atau tidak beracun tapi banyak		5,00 - 10,00	
4. Buruk	Adanya dbau-bauan berbahaya yang mengharuskan menggunakan alat-alat pernafasan		10,00 -20,00	
G. Keadaan Lingkungan yang baik				
1. Bersih, sehat, cerah, dengan tingkat kebisingan yang rendah			0,00	
2. Siklus kerja berulang-ulang antara 5-10 detik			0,00 - 1,00	
3. Siklus kerja berulang-ulang antara 0-5 detik			1,00 - 3,00	
4. Sangat bising			0,00 - 5,00	
5. Jika faktor-faktor yang berpengaruh dapat menurunkan kualitas			0,00 - 5,00	
6. Terasa adanya getaran lantai			5,00 - 10,00	
7. Keadaan yang luar biasa (bunyi, kebersihan,dll)			5,00 - 15,00	
*) Kontras antara warna hendaknya diperhatikan				
**) Tergantung juga pada keadaan ventilasi				
***) Dipengaruhi juga oleh ketinggian tempat kerja dari permukaan laut dan keadaan iklim				
Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi (Pria = 0-2,5%), (Wanita = 2-5%)				

Sumber: Sतालaksana (1979:152)

2.8 Performance Rating

Saat bekerja, tentu setiap pekerja memiliki kecepatan dan tempo yang berbeda untuk menyelesaikan pekerjaannya. Dalam pelaksanaan pengukuran kerja, tentu kecepatan dan tempo bekerja operator mempengaruhi hasil dari pengukuran itu sendiri. Dengan demikian,

perlu adanya penilaian untuk mengevaluasi kecepatan kerja operator atau yang sering disebut "*Rating Performance*". Karena kecepatan dan tempo kerja yang berbeda-beda dari setiap operato, *rating performance* bertujuan dari penilaian ini adalah untuk "menormalkan" kembali waktu kerja yang telah diukur.

Waktu baku yang merupakan waktu yang dibutuhkan seorang pekerja untuk menyelesaikan pekerjaannya dalam satu siklus secara normal atau dengan kecepatan rata-rata. Dengan demikian *rating* merupakan bagian dari pengukuran kerja yang akan membantu untuk mendapatkan waktu baku. *Rating performance* diberikan secara subyektif oleh pengamat dengan melihat tempo dan kecepatan operator saat mengerjakan suatu pekerjaan. Untuk menormalkan waktu hasil pengukuran, waktu ini akan dikalikan dengan *rating* yang diberikan oleh pengamat. Operator akan dikatakan bekerja dengan kecepatan normal jika ia telah menguasai pekerjaan dan melaksanakannya tanpa usaha yang berlebih atau terlalu lambat. Untuk memberikan *rating*, terdapat beberapa sistem yang dapat digunakan. Sistem yang biasanya digunakan dalam penentuan *rating* adalah *Skill and Effort Rating*, *Westing House Sistem's Rating*, *Synthetic Rating*, dan *Perfomance Rating* atau *Speed Rating*. *Skiil and Effort* dikenalkan pada tahun 1916 oleh Charles E. Bedaux. Sistem ini digunakan oleh Bedaux sebagai pembayaran upah pekerja. Metode ini menentukan *rating* terhadap kecakapan (*skill*) dan usaha usaha yang ditunjukkan oleh operator pada saat bekerja. Metode *Synthetic Rating* digunakan untuk mengevaluasi tempo dan kecepatan kerja operator berdasarkan nilai yang telah ditetapkan sebelumnya. *Synthetic rating* dilakukan dengan pengukuran kerja pada operator dan kemudian membandingkan waktu yang telah didapatkan dari hasil pengukuran dengan waktu penyelesaian pekerjaan yang telah ditetapkan sebelumnya (diketahui data waktunya). Sistem *performance rating* atau *speed rating* didasarkan pada faktor *speed*, *space* atau tempo. *Perfomance rating* umumnya dinyatakan dalam prosentase (%) atau angka desimal, dimana operator akan dianggap bernilai 100% atau 1,00 merupakan kerja normal dari operator. Pada penelitian ini digunakan *Westing House System's Rating* sebagai metode untuk pengukuran perfomansi pekerjaan operator.

2.9 *Westing House System's Rating*

Sistem ini dikenalkan oleh Westing House Company pada tahun 1927 dimana sistem ini dianggap lebih lengkap dibandingkan sistem yang dikenalkan oleh Bedaux. Selain menilai dari kecakapan (*skill*) dan usaha (*effort*) dari pekerja, *Westing house* juga menambahkan penilaian pada kondisi kerja (*working condition*) dan konsistensi

(*consistrncy*) dari operator saat melaksanakan pekerjaan. Selain menambah sistem penilaian, *Westing House* juga berhasil membuat tabel yang berisikan nilai-nilai berdasarkan tingkatan dari masing-masing factor tersebut. Dari masing-masing indicator ini akan dikalikan dengan hasil waktu yang didapatkan dari pengukuran. Berikut merupakan tabel *Westing House* pada tabel 2.10

Tabel 2.10

Perfomance Rating dengan Westing House System's

SKILL		EFFORT	
+0,15 A1	Superskill	+0,13 A1	Superskill
+0,13 A2		+0,12 A2	
+0,11 B1	Excellent	+0,10 B1	Excellent
+0,08 B2		+0,08 B2	
+0,06 C1	Good	+0,05 C1	Good
+0,03 C2		+0,02 C2	
0,00 D	Average	0,00 D	Average
-0,05 E1	Fair	-0,04 E1	Fair
-0,10 E2		-0,08 E2	
-0,16 F1	Poor	-0,12 F1	Poor
-0,22 F2		-0,17 F2	
CONDITION		CONSISTENCY	
+0,06 A	Ideal	+0,04 A	Ideal
+0,04 B	Excellent	+0,03 B	Excellent
+0,02 C	Good	+0,01 C	Good
0,00 D	Average	0,00 D	Average
-0,03 E	Fair	-0,02 E	Fair
-0,07 F	Poor	-0,04 F	Poor

Sumber: Wignjosoebroto (2006,198)

2.10 Penetapan Waktu Normal, Waktu Standar, dan Output Standar

Setelah melakukan pengukuran kerja, penilaian *rating performance*, dan menentukan kelonggaran waktu untuk pekerja, pengamat akan mendapatkan waktu normal, waktu standar dan juga output standar. Tujuan melakukan penilaian terhadap perfomansi operator adalah untuk menormalkan waktu kerja hasil pengukuran karena adanya kemungkinan kecepatan dan tempo kerja operator yang berbeda-beda (terlalu cepat atau lambat) sehingga tempo kerja operator dapat dikatakan rata-rata. Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, waktu normal merupakan waktu yang dibutuhkan oleh operator untuk menyelesaikan pekerjaannya dalam satu siklus dalam keadaan atau tempo kerja rata-rata. Untuk itu, waktu normal dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Waktu Normal} = \text{Waktu Pengamatan} \times \frac{\text{Rating Faktor (\%)}}{100\%} \quad (2-9)$$

Sumber : Wignjosoebroto, Sritomo(2006:200)

Dengan mengetahui waktu normal, selanjutnya dapat menghitung waktu standar untuk operator. Waktu standar adalah waktu yang dibutuhkan operator untuk menyelesaikan pekerjaannya dalam keadaan normal dan sudah ditambahkan kelonggaran waktu yang

dibutuhkan seperti kebutuhan pribadi dan lainnya. Waktu standar dapat diperoleh dengan rumus :

$$\text{Standard Time} = \text{Normal Time} \times \frac{100\%}{100\% - \% \text{ Allowance}} \quad (2-10)$$

Sumber : Wignjosobroto (2006:203)

2.11 Beban Kerja

Saat bekerja, tentu tubuh memiliki batas beban yang dapat diterima oleh tubuh manusia. Semakin besar beban kerja yang diterima oleh pekerja, tentu dapat mengurangi produktivitasnya. Beban kerja merupakan suatu besaran yang akan diterima oleh pekerja. Penentuan dan analisis beban kerja sangat penting baik untuk perusahaan maupun untuk pekerja. Terlalu besar beban kerja akan berdampak buruk bagi pekerja sedangkan beban kerja yang terlalu ringan akan merugikan perusahaan. Beban kerja yang terlalu besar dapat berdampak kepada kesehatan operator. Operator akan menjadi mudah lelah, menurunnya kualitas serta produktivitas kerja, serta mampu menciptakan peluang kecelakaan. Sebaliknya, jika beban kerja yang diberikan kurang maka akan menyebabkan kerugian bagi pihak perusahaan karena pekerja akan lebih sering menganggur (Lituhayu,2008).

Pemberian beban kerja yang tidak sesuai dapat disebabkan oleh tidak sesuainya pekerjaan dengan kemampuan pekerja. Standar kemampuan penerimaan beban kerja berbeda-beda tergantung dengan jenis pekerjaannya. Menurut Anggara (2011), beban kerja yang baik sebaiknya mendekati 100% atau dalam kondisi normal. Artinya adalah jika beban kerja 100% maka selama 8 jam pekerja mampu bekerja secara terus menerus dalam kondisi yang normal. Beban kerja 100% artinya pekerja bekerja dengan baik yaitu lingkungan kerja, pembagian tugas, serta jumlah pekerja telah sesuai dengan yang seharusnya. Sebaliknya jika beban kerja menjauhi 100% maka pekerja bekerja pada kondisi yang tidak baik, pekerja bekerja kurang produktif, atau mungkin terlalu banyak jumlah operator yang menyebabkan beban kerja menjadi menjauhi 100%.

2.11.1 Faktor Penyebab Beban Kerja

Menurut Wibawa (2014) beban kerja yang tidak dapat mencapai 100% dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yakni faktor internal dan faktor eksternal. Berikut merupakan faktor internal dan faktor eksternal yang mempengaruhi beban kerja pekerja :

1. Faktor eksternal yang merupakan beban yang berasal dari dari luar tubuh pekerja, seperti:

- a. Tugas-tugas yang dilakukan bersifat fisik seperti stasiun kerja, tata ruang, tempat kerja, alat dan sarana kerja, kondisi kerja, sikap kerja, sedangkan tugas-tugas yang bersifat mental seperti kompleksitas pekerjaan, tingkat kesulitan pekerjaan, tanggung jawab pekerjaan.
 - b. Organisasi kerja seperti lamanya waktu kerja, waktu istirahat, kerja bergilir, kerja malam, sistem pengupahan, model struktur organisasi, pelimpahan tugas, dan wewenang.
 - c. Lingkungan kerja adalah lingkungan kerja fisik, lingkungan kimiawi, lingkungan kerja biologis dan lingkungan kerja psikologis.
2. Faktor internal
- Faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam tubuh itu sendiri akibat dari reaksi beban kerja eksternal. Faktor internal meliputi faktor somatic (jenis kelamin, umur, ukuran tubuh, status gizi, kondisi kesehatan), faktor psikis (motivasi, persepsi, kepercayaan, keinginan, dan keputusan).

2.11.2 Analisis Beban Kerja

Analisis beban kerja dilakukan sebagai upaya untuk memperoleh informasi mengenai beban kerja yang diterima pekerja serta melihat efektivitas dan efisiensi dari pekerja. Tujuannya adalah agar dapat mengetahui beban kerja yang diterima serta dapat menentukan beban kerja yang seharusnya diterima apakah sudah sesuai atau belum.

Informasi mengenai beban kerja bisa didapatkan dengan menggunakan metode *Workload Analysis* (WLA). Manfaat penggunaan metode WLA untuk perusahaan antara lain (Hendrayanti,2010):

1. Untuk menghitung *load* pekerjaan seseorang dalam satu periode waktu tertentu.
2. Untuk menghitung kebutuhan jumlah tenaga kerja dalam suatu proses atau departemen.
3. Untuk proses pengajuan penambahan/pengurangan jumlah tenaga kerja.
4. Sebagai sarana pendukung untuk pengajuan kenaikan gaji/insentif.
5. Sebagai alat evaluasi aplikasi teknologi yang dapat mengurangi beban kerja.

Metode WLA dapat membantu pihak manajemen untuk mengetahui efisiensi kerja berdasarkan total persentase beban kerja dari tugas atau pekerjaan yang diberikan serta penyelesaiannya. Metode ini juga dapat membantu untuk mengetahui berapa jumlah operator yang optimal untuk perusahaan. Perhitungan besarnya beban kerja dapat dilakukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Beban kerja} = \frac{\text{Total waktu standar}}{\text{Total waktu yang tersedia}} \quad (2-11)$$

2.12 Konsumsi Energi

Perkembangan yang pesat membawa kemajuan yang baik untuk mekanisme kerja. Kemajuan ini membawa kepada perbaikan sistem kerja dimana segala pekerjaan dirancang lebih mudah untuk manusia. Salah satunya adalah perbaikan sistem pekerjaan yang lebih sering menggunakan kekuatan otot perlahan diganti dengan mesin. Seperti contoh untuk perpindahan material, pengoperasian mesin berat, dan lainnya. Seseorang untuk bekerja tentu membutuhkan energi untuk menjadi sumber kekuatan. Untuk itu perlu dilakukan analisis mengenai energi yang dikonsumsi oleh pekerja yang akan digunakan untuk bekerja. Konsumsi energi dapat menggambarkan bagaimana beban kerja seseorang dan dapat diukur dengan mengukur denyut nadi pekerja. Menurut Nurminto (2003:125), tujuan analisis konsumsi energi adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan frekuensi dan periode istirahat pada manajemen waktu kerja.
2. Perbandingan metode alternative pemilihan peralatan untuk mengerjakan suatu jenis pekerjaan.
3. Dan lain-lain.

2.12.1 Kalori Untuk Bekerja (*Work Calories*)

Semakin banyak otot bekerja maka semakin banyak energi yang dibutuhkan untuk dikonsumsi oleh pekerja. Menurut Nurminto (2003:127), semakin banyaknya kebutuhan untuk aktivitas otot bagi suatu jenis pekerjaan, maka semakin banyak pula energi yang dikonsumsi, dan diekspersikan sebagai kalori kerja. Kalori ini didapat dengan mengukur konsumsi energi yang digunakan saat bekerja dikurangi dengan energi yang dikonsumsi pada saat istirahat. Kalori kerja dapat menunjukkan tingkat ketegangan otot dengan jenis pekerjaannya. Semakin tinggi ketegangan otot pada tubuh, maka tubuh membutuhkan energi yang cukup besar serta membutuhkan waktu istirahat yang cukup banyak untuk *recovery*.

2.12.2 Kalori Untuk Aktifitas Sehari-hari (*Leisure Calories*)

Saat bekerja, tubuh akan terus menerus mengurangi energi yang didapat dan akan disalurkan menjadi tenaga untuk bekerja. Untuk bekerja selama kurang lebih 8 jam dalam satu hari, tentu tubuh membutuhkan energi yang cukup untuk bekerja tergantung oada jenis

pekerjaannya. Semakin berat pekerjaannya dan membutuhkan kekuatan otot yang cukup besar, maka operator akan membutuhkan energi yang cukup besar. Namun bukan berarti pekerjaan ringan membutuhkan energi yang ringan juga. Pekerjaan yang ringan namun singkat dan berulang-ulang serta lingkungan kerja yang tidak baik pun akan membuat operator membutuhkan energi untuk tubuhnya cukup besar juga.

Menutu Nurminto (2003:128), aktivitas harian juga mengkonsumsi energi. Rata-rata konsumsinya adalah 600 kkal untuk pria dan 500-550 kkal untuk wanita (Grandjean, 1986). Untuk itu, tidak hanya pekerja namun semua manusia perlu mengkonsumsi energi dengan tepat untuk dapat melakukan aktivitas harian.

2.12.3 Pengukuran Energi Fisik

Evaluasi perancangan tata kerja apakah sudah dirancang dengan sesuai atau belum dapat dilakukan dengan cara mengukur penggunaan energi kerja yang harus dikeluarkan oleh pekerja untuk melaksanakan aktivitas-aktivitas tersebut. Berat atau tidaknya pekerjaan yang harus dilakukan oleh pekerja akan ditentukan oleh gejala-gejala perubahan fisik yang tampak dan dapat diukur lewat pengukuran sebagai berikut:

1. Laju detak jantung (*heart rate*)
2. Tekanan darah (*body pressure*)
3. Temperatur badan (*body temperature*)
4. Laju pengeluaran keringet (*sweating rate*)
5. Konsumsi oksigen yang dihirup (*oxygen consumption*)
6. Kandungan kimiawi dalam darah (*latic acid content*)

2.12.3.1 Proses Metabolisme

Proses metabolisme dalam tubuh merupakan proses penghasil energi yang dibutuhkan oleh seseorang untuk dapat bekerja. Dalam proses ini, zat-zat makanan yang bersenyawa dengan Oksigen yang dihirup akan terbakar dan menimbulkan panas serta energi mekanik. Besarnya energi yang dihasilkan dinyatakan dalam satuan “kilo kalori atau Kcal” atau “Kilo Joules (KJ) menurut ilmu ergonomi. Pada satuan standar internasional (SI), 1 *kilocalorie* (Kcal) sama dengan 4,2 KJ. Pada fisiologi kerja, energi yang dikonsumsi dapat diukur dengan besarnya konsumsi oksigen yang dihirup yang dinyatakan dengan 1 liter oksigen sama dengan 4,8 Kcal dan sama dengan 20 KJ.

Cara lain yang dapat digunakan untuk mengetahui besarnya energi yang digunakan saat bekerja adalah dengan membandingkan konsumsi oksigen dengan laju detak nadi atau jantung.

2.12.3.2 Konsumsi Energi dengan *Heart Rate*

Pengukuran laju detak jantung merupakan suatu cara untuk mengukur besar atau tidaknya beban pekerjaan yang harus dilakukan oleh operator. Kecepatan denyut nadi dan kecepatan pernapasan dipengaruhi oleh tekanan psikologis, tekanan lingkungan, tekanan akibat pekerjaan berat dimana ketiga penyebab tersebut sama pengaruhnya. Semakin berat beban pekerjaan seseorang, hal ini akan memicu kecepatan denyut nadi dan juga kecepatan pernapasan. Hal ini tentunya tidak baik jika dibiarkan tanpa adanya perbaikan. Berikut merupakan tabel pengukuran denyut nadi dengan kriteria beban kerja seorang operator menurut Nurminto (2003:137)

Tabel 2.11
Kriteria Beban Kerja dengan Denyut Nadi

Beban Kerja	Denyut jantung (denyut/menit)
Rendah sekali (mengaso)	60-70
Rendah	75-100
Sedang	100-125
Tinggi	125-150
Tinggi Sekali	150-175
Amat tinggi sekali (olahraga)	>175

(Sumber: Nurminto,2003)

Selain itu, menurut Wignjosoebroto (2006:273), operator laki-laki melakukan aktivitas manual dengan pulsa 75 denyut atas detak permenit akan ekuivalen dengan konsumsi oksigen 0,5 liter/menit atau sama dengan penggunaan energi 2,5 Kcal.menit. Yang perlu diingat adalah pulsa jantung wanita pada umumnya akan berdenyut lebih tinggi sekitar 10 denyut/menit atau lebih dibandingkan dengan laki-laki. Saat tidak melakukan pekerjaan atau dalam kondisi istirahat, nilai pulsa akan sebesar 62 denyut/menit dimana hal ini akan ekuivalen dengan konsumsi oksigen sebesar 250 ml/menit atau sepadan dengan pengeluaran energi sebesar 1,25 Kcal/menit.

Pengukuran denyut jantung dilaksanakan pada saat sebelum siklus kerja dimulai, pada saat setiap menit selama siklus kerja berlangsung, dan 3 menit selama *recovery*. Nilai konsumsi energi untuk kerja dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$\text{Konsumsi Energi untuk kerja fisik} = \text{Basal Metabolisme (Nilai energi saat istirahat)} + \text{Nilai Kalori Kerja}$$

Sumber: Wignjosoebroto (2006:274)

Berikut merupakan acuan dasar metabolisme untuk laki-laki dan perempuan menurut Wignjosoebroto (2006:274):

- Laki-laki, dewasa, berat 70kg = 1,2 Kcal/menit atau sekitar 1.700 Kcal/menit
- Wanita, dewasa, berat 60kg = 1.0 Kcal/menit atau sekitar 1.450 Kcal/menit

Dalam penentuan konsumsi energi biasanya digunakan suatu hubungan antara energi yang dibutuhkan dengan laju detak jantung pekerja yaitu sebuah persamaan regresi kuadratis sebagai berikut:

$$E = 1,80411 - 0,0229038 X + 4,71733.10^{-4} X^2 \quad (2-12)$$

Sumber: Masidah (2006,5)

Keterangan:

E = Energi (Kilokalori per menit)

X = Kecepatan denyut jantung (denyut/menit)

Setelah mendapatkan besaran kecepatan denyut jantung, maka besaran tersebut disetarakan dalam bentuk energi yang dapat ditulis dalam rumus matematis sebagai berikut:

$$K = E_t - E_i \quad (2-13)$$

Sumber: Masidah (2006,5)

Keterangan:

KE : Konsumsi energi untuk suatu kegiatan kerja tertentu (kilokalori/menit)

E_t : Pengeluaran energi pada saat waktu kerja tertentu (kilokalori/menit)

E_i : Pengeluaran energi pada saat istirahat (kilokalori/menit)

2.13 Heart Rate

Menurut Grandjean (1986), konsumsi energi dapat menghasilkan denyut jantung yang berbeda-beda. Dengan demikian, meningkatnya denyut jantung dapat dikarenakan temperature, tingginya pembebanan otot, dan sedikitnya otot yang terlibat dalam suatu kondisi kerja. Dengan berbagai macam alasan, akhirnya denyut jantung digunakan sebagai index beban kerja. Pengukuran denyut jantung bisa dengan mendengarkan denyut dengan stetoscope atau menggunakan ECG (*Electricardiogram*), yaitu dengan mengukur signal elektrik yang diukur dari otot jantung pada permukaan kulit dada. Selain itu pengukuran denyut nadi dapat dilakukan dengan metode 10 denyut yang ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$D = \frac{10 \text{ denyut}}{\text{waktu perhitungan}} \times 60 \quad (2-14)$$

Sumber: Tarwaka (2004:4)

Keterangan:

D = Denyut jantung (denyut permenit)

2.14.1 Metode Pengukuran Denyut Nadi

Seperti yang sudah dijelaskan pada subbab sebelumnya, pengukuran denyut nadi dapat dilakukan dengan beberapa metode dan alat. Salah satu metode lainnya adalah dengan metode *pulsemeter* yang merupakan cara pengukuran denyut nadi dengan menggunakan alat *pulsemeter*. *Pulsemeter* terdapat beberapa yaitu *pulsemeter* dengan pegas angka dan *pulsemeter* dengan alat elektronik. *Pulsemeter* dengan alat elektronik memiliki beberapa jenis salah satunya adalah yang berupa jam atau *smart watch* yang langsung memperlihatkan angka pada *display* nya yang menunjukkan denyut jantung permenit. Dengan demikian, pengukuran akan mudah karena peneliti hanya perlu memeriksa hasil pada layar dan mencatatnya.



Gambar 2.8 Smart watch pulsemeter

2.14 Penjadwalan Waktu Istirahat

Bekerja selama 8 jam dalam sehari akan membuat seseorang membutuhkan waktu istirahat. Waktu istirahat atau *recovery* dibutuhkan untuk mengembalikan kondisi tubuh ke kondisi awal. Hal ini dilakukan untuk mengurangi rasa lelah serta peluang cedera ketika tubuh terus menerus melakukan suatu pekerjaan baik pekerjaan yang berat maupun ringan. Jika seseorang dipaksa bekerja terus menerus tanpa henti, tentu rasa lelah tersebut akan menumpuk. Semakin lama rasa lelah ditumpuk atau dibiarkan dalam rentang waktu yang cukup panjang, tentu tubuh akan mulai kehilangan batas toleransinya sehingga akan menyebabkan cedera atau kelelahan lain seperti kurangnya focus, menurunnya produktivitas, dan lainnya.

Kelelahan yang dirasakan oleh operator saat bekerja dapat menurunkan produktivitas serta efisiensi dari pekerjaannya. Kelelahan yang dirasakan oleh manusia terjadi karena

tubuh menerima beban atau ketegangan secara terus menerus. Untuk itu, manusia perlu melewati proses pemulihan (*recovery*). Proses pemulihan dapat dilakukan dengan memberikan waktu istirahat yang cukup baik. Proses pemulihan harus diatur secara terjadwal atau terstruktur sesuai dengan tinggi-rendahnya tingkat ketegangan kerja. *Recovery* atau proses pemulihan akan memberikan kesempatan untuk tubuh atau psikologi seseorang untuk melepaskan ketegangan secara perlahan. Jika rasa lelah dirasakan secara terus menerus akan menyebabkan rasa lelah yang semakin berat serta akan mempengaruhi kondisi psikologi seseorang. Pekerja yang merasakan rasa lelah yang terus menerus tanpa adanya proses pemulihan akan menjadi mudah emosi, muncul rasa apatis terhadap pekerjaan, hingga depresi berat.

Tidak dapat dipastikan penyebab kelelahan secara jelas yang menimpa seseorang. Untuk mengukur tingkat kelelahan, prestasi maupun performansi kerja yang dapat ditunjukkan dengan output kerja dapat digunakan untuk mengukurnya. Selain itu, dapat diukur tingkat kecacatan produk yang dihasilkan dan frekuensi terjadinya kecelakaan yang menimpa pekerja. Pengaturan waktu kerja yang diiringi dengan beberapa kali waktu istirahat mampu memberikan dampak perubahan terhadap efisiensi operator.

Waktu istirahat diberikan untuk mengurangi rasa lelah pada pekerja. Untuk itu perusahaan perlu memperhatikan apakah waktu istirahat yang diberikan sudah cukup dengan kondisi pekerja atau belum. Menurut Wignjosoebroto (2006:276), untuk mengestimasi jumlah waktu untuk istirahat baik yang harus dijadwalkan atau tidak terjadwal yang diperlukan dalam pelaksanaan kerja dapat diformulasikan sebagai berikut:

$$R = \frac{T(\bar{K}-S)}{\bar{K}-1,5} \text{ menit} \quad (2-15)$$

Sumber: Wignjosoebroto, Sritomo (2006:276)

Keterangan:

R = Waktu istirahat yang diperlukan (menit)

T = Total waktu yang dipergunakan untuk kerja (menit)

\bar{K} = Rata-rata energy yang dikonsumsi untuk kerja (Kcal/menit)

S = Standard beban kerja normal yang diaplikasikan (KCa/menit)

Pengaturan waktu istirahat membutuhkan pertimbangan pemakaian energy yang dikonsumsi untuk bekerja. Biasanya, kegiatan atau pekerjaan berat membutuhkan waktu 10-15 menit untuk istirahat diluar waktu istirahat umum. Sedangkan untuk pekerjaan seperti pengamatan atau pengawasan biasanya lebih banyak membutuhkan waktu istirahat dengan frekuensi yang lebih sering.

Pada dasarnya, pemberian waktu istirahat diperlukan untuk memulihkan energi pekerja dan dapat memberikan dampak yang baik bagi fisiologi dan psikologi pekerja. Waktu yang dibutuhkan untuk beristirahat berkisar 15% dari total jam kerja. Berbeda untuk jenis pekerjaan yang berat, membutuhkan hingga 30% dari total waktu kerja untuk waktu istirahat. Pemberian waktu istirahat yang cukup dianggap mampu memberikan dampak baik dalam jangka waktu panjang.



BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi mengenai metode yang akan digunakan dalam penelitian, tempat, dan waktu penelitian, juga tentang tahapan-tahapan dilakukannya penelitian agar proses penelitian dapat terarah dan sistematis.

3.1 Jenis Penelitian

Jenis Penelitian pada penelitian ini termasuk dalam penelitian deskriptif. Penelitian deskriptif adalah suatu bentuk penelitian yang ditujukan untuk mendeskripsikan fenomena-fenomena yang ada baik fenomena alamiah maupun fenomena yang dibuat oleh manusia (Sukmadinata, 2006:72). Tujuan dari penelitian deskriptif adalah untuk menjelaskan suatu fenomena, mengumpulkan informasi, dan mengidentifikasi masalah-masalah serta membuat evaluasi dan perbaikan atas masalah atau situasi yang ada.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan diperusahaan MRO yaitu PT. Garuda Maintenance Facility Aeroasia atau yang lebih sering disebut PT. GMF Aeroasia yang berada di Cengkareng, Tangerang. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan mulai bulan Desember 2016 sampai dengan Februari 2017.

3.3 Data yang Digunakan

Penelitian ini menggunakan dua jenis data, yaitu data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh melalui pengamatan atau pengukuran langsung yang dilakukan oleh peneliti terhadap objek yang akan diteliti. Data primer yang didapatkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Data keluhan yang dirasakan oleh pekerja pada unit *Sewing Shop* bagian pembuatan Carpet Cabin pesawat terbang dengan melakukan wawancara dan pengambilan dokumentasi pekerja saat melakukan pekerjaannya.
- b. Data waktu aktivitas kerja, data ini diambil melalui pengamatan atau pengukuran secara langsung yaitu mengukur waktu kerja dengan stopwatch.

2. Data Sekunder

Data sekunder yang digunakan merupakan data yang diberikan oleh pihak perusahaan. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah data profil perusahaan serta data karyawan perusahaan yang ada di unit *Sewing Shop* bagian pembuatan Karpet cabin pesawat terbang.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Metode penelitian merupakan suatu tahap yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penelitian dan menyelesaikan masalah. Dengan adanya metode penelitian, penyusunan laporan ini akan memiliki alur yang searah dan sistematis. Selain itu, metode penelitian ini akan menjadi kerangka dasar berfikir yang logis bagi pengembangan penelitian dalam penarikan kesimpulan secara ilmiah. Berikut adalah metode yang digunakan dalam penelitian.

1. Metode Penelitian Kepustakaan (*Library Research*)

Metode penelitian kepustakaan merupakan metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan jalan studi literatur di perpustakaan serta dengan membaca sumber-sumber data informasi lainnya yang berhubungan dengan penelitian sehingga masalah dapat diselesaikan dengan teori yang ada yaitu dengan membaca literatur-literatur mengenai OCRA, *resting time*, konsumsi energi dan juga mengenai beban kerja.

2. Metode Penelitian lapangan (*Field Research*)

Metode penelitian lapangan merupakan metode pengumpulan data secara langsung dengan melakukan *Interview*, *Observasi* dan dokumentasi terkait dengan masalah.

a. *Interview* merupakan suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan cara mengajukan pertanyaan secara langsung pada saat perusahaan sedang melakukan suatu kegiatan. Interview dilakukan dengan melakukan wawancara kepada objek penelitian mengenai keluhan kelelahan saat bekerja.

b. *Observasi* merupakan suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan mengadakan pengamatan secara langsung terhadap keadaan yang sebenarnya di perusahaan. Data yang diperoleh dari observasi adalah data waktu kerja.

c. Dokumentasi merupakan suatu metode yang digunakan dalam mengumpulkan data dengan mencatat data-data yang dimiliki perusahaan sesuai dengan keperluan pembahasan dalam penelitian seperti dokumentasi saat pekerja melakukan pekerjaannya untuk dilakukan analisis.

3.5 Metode Pengolahan Data

Data-data yang diperoleh akan diolah dengan metode yang sesuai dengan permasalahan yang ada pada objek penelitian. Berikut merupakan bentuk pengolahan data pada penelitian ini:

1. Identifikasi beban kerja fisik saat kerja dengan menggunakan OCRA sebagai data tambahan untuk melihat faktor kondisi lingkungan kerja.
2. Identifikasi beban kerja yang dialami pekerja dengan menggunakan metode perhitungan Workload.
3. Identifikasi konsumsi energi pekerja untuk melakukan pekerjaan.
4. Identifikasi kebutuhan waktu istirahat pekerja apakah sudah cukup atau membutuhkan waktu istirahat tambahan.

3.6 Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan langkah pertama yaitu dengan melakukan pengamatan terhadap objek yang akan diteliti. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan gambaran jelas serta dapat mengetahui permasalahan yang ada atau terjadi pada objek yang akan diamati. Metode ini digunakan dalam pengumpulan data yang dilakukan secara langsung oleh pengamat dimana pengamatan secara langsung dilakukan pada PT. GMF Aeroasia.

2. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah dilakukan sesuai dengan hasil dari studi lapangan terhadap objek yang akan diamati. Identifikasi masalah dilakukan dengan tujuan agar dapat mengetahui masalah yang diangkat pada penelitian ini. Identifikasi masalah diperoleh dari hasil wawancara terhadap objek yang akan diteliti serta observasi langsung oleh peneliti di PT. GMF Aeroasia.

3. Perumusan Masalah

Perumusan masalah dilakukan setelah selesai mengidentifikasi masalah yang ada, yaitu dengan merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan atau keadaan yang ada pada PT. GMF Aeroasia

4. Penentuan Tujuan Penelitian

Setelah melakukan perumusan masalah, langkah selanjutnya adalah dengan menetapkan tujuan penelitian dimana penentuan tujuan penelitian berdasarkan dari apa

yang dirumuskan pada perumusan masalah.

5. Pengumpulan Data

Setelah menetapkan tujuan, dimulai tahap pengumpulan data. Jenis data yang dikumpulkan telah dijelaskan pada subbab sebelumnya.

6. Pengolahan Data

Setelah dilakukannya pengumpulan data-data yang dibutuhkan, langkah selanjutnya adalah pengolahan data. Pengolahan data yang pertama adalah dengan melakukan analisis beban kerja fisik dengan menggunakan OCRA *index*. Selanjutnya dilakukan pengolahan data dengan menghitung beban kerja setiap operator dengan menggunakan metode Workload serta menentukan jumlah operator yang sesuai dan optimal untuk unit *Sewing Shop*. Setelah melakukan perhitungan beban kerja dan penentuan jumlah operator, hal yang dilakukan selanjutnya adalah menghitung konsumsi energi pekerja dan menentukan kebutuhan waktu istirahat yang sesuai dengan kebutuhan operator pembuatan karpet pesawat terbang di PT. GMF Aeroasia yang hasilnya akan dianalisis dan dibahas. Hasil pengolahan tersebut akan digunakan sebagai dasar dan acuan untuk melakukan perbaikan dan memunculkan solusi.

7. Analisis Hasil

Setelah pengolahan data, langkah selanjutnya adalah menganalisis hasil dari pengolahan data mulai dari analisis hasil OCRA, konsumsi energi dan beban kerja. Hasil pengolahan data tersebut akan digunakan sebagai dasar untuk melakukan rekomendasi perbaikan dan solusi yang tepat untuk permasalahan.

8. Penyusunan Rekomendasi Perbaikan

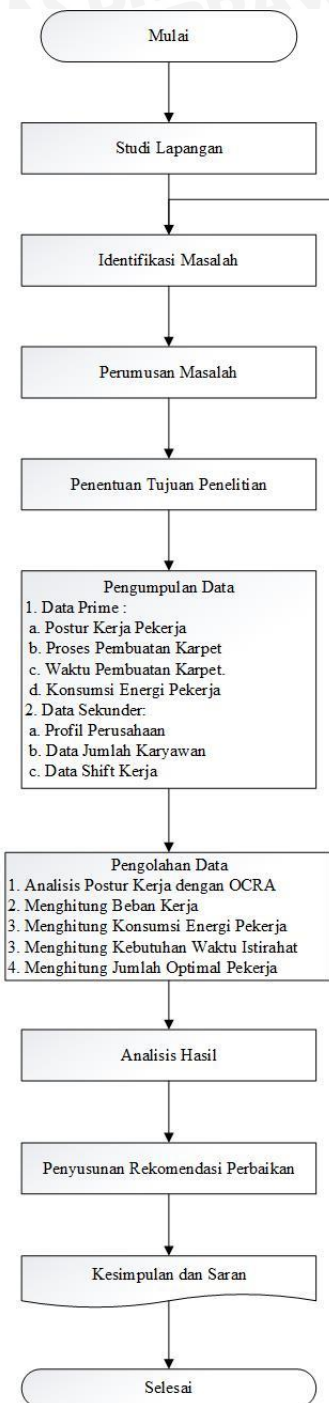
Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menyusun rekomendasi perbaikan untuk masalah yang ada. Rencana perbaikan yang akan direkomendasikan adalah mengenai jumlah operator yang tepat serta waktu istirahat yang cukup bagi pekerja.

9. Penarikan Kesimpulan dan Saran

Setelah melakukan seluruh tahapan, langkah terakhir adalah penarikan kesimpulan dan saran. Kesimpulan yang didapat dari hasil pengumpulan, pengolahan dan analisis data diharap akan menjawab tujuan penelitian. Saran yang diberikan ditujukan kepada objek penelitian.

3.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir dibuat agar penelitian ini dapat terarah dan sistematis. Terdapat beberapa tahap dalam penelitian, mulai dari studi lapangan, studi pustaka, identifikasi masalah, pengumpulan data, pengolahan data, hingga kepada analisis dan rekomendasi perbaikan. Berikut merupakan diagram alir untuk penelitian pada PT. GMF Aeroasia tergambar pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Halaman sengaja dikosongkan