

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Induktif

Penelitian ini menggunakan kajian induktif yang berasal dari jurnal, buku dan penelitian terdahulu yang telah dilakukan berdasarkan judul penelitian ini. Kajian induktif ini sebagai penguat peneliti bahwa penelitian ini telah dilakukan sebelumnya dan merupakan acuan ilmiah dalam melakukan penelitian ini dalam menyusun kerangka pikir penyelesaian masalah didalam masalah penelitian yang diajukan ini. Berikut ini adalah kajian induktif dari penelitian ini.

Penelitian dengan judul “Optimalisasi rute pengangkutan sampah dikabupaten sleman menggunakan metode *saving matrix*” yang dilakukan oleh Anggun Yunitasari (2014) Yogyakarta. Setelah dilakukannya penelitian didapatkan total jarak selama ini yang dilakukan DPUP sebesar 8760,87 km dan setelah menggunakan metode *saving matrix* total jarak 6191,2 km. Total jarak penghematan sebesar 29.33%. Total biaya bahan bakar yang dikeluarkan DPUP selama ini Rp. 6.023.098 perbulan dan setelah menggunakan metode *saving matrix* Rp. 3.805.429 perbulan. Biaya bahan bakar yang hemat Rp. 2.217.669 - atau 36.82%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa rute yang dibuat menggunakan *saving matrix* menghasilkan rute dan biaya bahan bakar pengangkutan sampah yang lebih minimum.

Penelitian dengan judul “*Saving Matrix* untuk menentukan rute distribusi produk olie drum” yang dilakukan oleh Astien Alimudin (2010) di PT.Kamadjaja Logsitik Surabaya, setelah dilakukan penelitian di dapat dibandingkan dari yang sebelumnya 6 rute dengan 6 truk pada rute awal menjadi 5 rute dengan 5 truk dimana terjadi penambahan kilometer dari yang awalnya 1.770 km / kirim menjadi 1.790 km / kirim. Biaya transportasi pada rute awal sebesar Rp 465.255.456,- / tahun dan biaya transportasi sesudah penerapan metode *Savings Matrix* sebesar Rp 413.449.956,- / tahun

sehingga diperoleh penghematan biaya transportasi sebesar Rp 51.805.500,- / tahun atau penghematan biaya transportasi sebesar 11 %.

Dalam penelitian terdahulunya yang menggunakan metode *saving matrix* seperti yang terdapat diatas masih sebatas dalam mencari jarak yang paling optimal, perlu diketahui dalam prosesnya terdapat kegiatan *loading* dan *unloading* yang itu tentunya berpengaruh terhadap waktu, untuk itu dalam penelitian ini akan melakukan perhitungan *loading* dan *unloading* untuk mengetahui total waktu yang dibutuhkan semua dalam setiap pendistribusian.

2.2 Landasan Teori

Landasan teori ini adalah kajian teori berdasarkan pada kutipan buku yang berhubungan dan dapat juga sebagai pendukung dalam penelitian ini.

2.2.1 Supply Chain Management

SCM (*supply chain management*) adalah pengelolaan informasi, barang dan jasa mulai dari pemasok paling awal sampai ke konsumen paling akhir dengan menggunakan pendekatan sistem yang terintegrasi dengan tujuan yang sama. Berdasarkan itu, maka prinsip dasar SCM seharusnya meliputi 5 hal, yaitu:

- a. Prinsip Integrasi. Artinya semua elemen yang terlibat dalam rangkaian SCM berada dalam satu kesatuan yang kompak dan menyadari adanya saling ketergantungan.
- b. Prinsip Jejaring. Artinya semua elemen berada dalam hubungan kerja yang selaras
- c. Prinsip ujung keujung. Artinya proses operasinya mencakup elemen pemasok yang paling hulu sampai ke konsumen yang paling hilir
- d. Prinsip saling ketergantungan. Setiap elemen dalam SCM menyadari bahwa untuk mencapai manfaat bersaing diperlukan kerja sama yang saling menguntungkan.
- e. Prinsip komunikasi. Artinya keakuratan data menjadi darah dalam jaringan untuk menjadikan ketepatan informasi dan material.

Dalam merencanakan ulang SCM di perusahaan, Cohen dan Rouseel mengusulkan 5 hal penting, yaitu;

- a. Tetapkan SCM sebagai aspek strategis bagi perusahaan

Kesalahan yang banyak terjadi dalam implementasi SCM adalah langsung menerapkan SCM dalam level operasional tanpa memahami betul strategi organisasi secara keseluruhan. Terdapat empat generik strategi yang biasa digunakan yaitu strategi inovasi, biaya, pelayanan, dan mutu.

- b. Rancangan proses SCM dari ujung ke ujung

Salah satu perbedaan utama antara SCM dengan manajemen logistik adalah aspek integrasi dari ujung ke ujung. Di sini organisasi perlu merancang pola aliran informasi dan barang mulai dari *supplier* paling awal sampai konsumen paling akhir. Bentuk intervensi yang dilakukan bisa berbeda-beda, ada yang perlu dikendalikan langsung, ada yang hanya perlu dimonitor dan ada juga yang hanya diketahui saja. Dengan memiliki rancangan ini, perusahaan bisa memetakan dengan baik proses mana yang dapat menyebabkan biaya tinggi atau proses mana yang dapat menyebabkan waktu paling lama (*bottleneck*), dan seterusnya.

- c. Rancangan struktur organisasi

Merancang struktur organisasi yang cocok untuk diimplementasikan SCM sangat penting untuk memperjelas eksistensi SCM di perusahaan. Banyak perusahaan yang gagal dalam mengimplementasikan SCM karena melihat SCM sebagai *tools* diluar sistem. Akibatnya, tim SCM sepanjang masa hanya jadi tim ad-hoc, personelnnya pun selalu menjadi bagian asing di perusahaan. Memasukkan SCM dalam struktur organisasi bisa berbagai macam, namun yang perlu dipahami betul adalah prinsip integrasi dari SCM. Jadi, bagaimana agar struktur organisasi bisa mengintegrasikan SCM secara keseluruhan.

- d. Kembangkan model kolaborasi yang tepat

Karena prinsip integrasi dari ujung-ujung dalam SCM, maka hampir tidak mungkin ada perusahaan yang bisa melakukan sendiri tanpa membangun kerja sama dengan perusahaan lain.

- e. Gunakan alat ukur kinerja yang tepat

Mengukur kinerja sangat penting untuk mengetahui kondisi SCM, membaik atau memburuk. Dengan mengetahui posisi, perusahaan bisa terdorong untuk melakukan

perbaikan. Alat ukur yang baik untuk SCM ciri-cirinya adalah: terhubung dengan strategi organisasi, seimbang dan komprehensif, penetapan target terbanding dengan situasi internal maupun eksternal, targetnya agresif tapi dapat dicapai, dapat dimonitor dengan mudah, dapat digunakan dalam meningkatkan produktivitas berkelanjutan, dan dilaksanakan melalui rencana implementasi formal.

Menurut Cohen dan Roussel (2005) terdapat empat kriteria SCM sukses yaitu:

a. Sesuai dengan strategi bisnis

Biaya, inovasi, pelayanan, kualitas

Tabel 2.1 Strategi Bisnis

Strategi Utama	Sumber Keunggulan	Basis Kompetisi	Kunci Keberhasilan
Biaya	Efisiensi biaya produksi	Harga termurah dikelasnya	Efisiensi infrastruktur dan moda
Inovasi	Unik teknologi dan merek	Produk inovasi	Ketepatan waktu
Pelayanan	Pelayanan prima	Sesuai dengan keinginan khusus konsumen	Rancangan SCM secara khusus
Mutu	Keamanan dan keandalan produk	Produk dan dapat diandalkan	Pengendalian mutu dalam SCM (<i>traceability</i>)

b. Sesuai dengan kebutuhan konsumen

Dengarkan suara konsumen, kebutuhan antar segmen pasar berbeda, amati perubahan kebutuhan konsumen secara periodik.

c. Sesuai dengan *power position*

Lihat skala operasi dan kekuatan merek, lakukan dialog dan titik optimal terbaik bagi konsumen, fokus pada konsumen akhir dan cari peluang kerja sama.

d. Adaptif

Teknologi, lingkung usaha, basis kompetisi, akuisisi dan *marger*.

Untuk mencapai empat kriteria sukses diatas, Cohen dan Roussel (2005) mengusulkan lima hal, yaitu:

- a. *View SCM as a Strategic Asset*. Dalam hal ini SCM diposisikan sebagai alat bersaing strategik bagi perusahaan sehingga perlu diperhatikan oleh seluruh organisasi dan seirama dengan strategi bisnis organisasi.
- b. *Effective End-to-End Process Architecture*, Membangun rancangan SCM secara terintegrasi mulai dari pemasok terujung sampai kekonsumen akhir.
- c. *Powerful Organization*. Ini berarti struktur organisasi SCM haruslah menjadi bagaian terintegrasi dari organisasi secara keseluruhan, tanggung jawab peran jelas, dan diisi oleh personel yang kompeten.
- d. *Right Collaborative Model*. Karena adalah jaringan yang pasti melibatkan pihak luar, maka perusahaan perlu membangun pola-pola kerjasama bersifat jangka panjang, secara cerdas dan seimbang.
- e. *Metric to manage performance*. Untuk memastikan tercapainya sasaran SCM, maka diperlukan alat pantau yang bisa mengukur kinerja seluruh rantai SCM.

2.2.2 Penentuan Rute dan Jadwal Pengiriman

Salah satu keputusan operasional yang sangat penting dalam manajemen distribusi adalah penentuan jadwal serta rute pengiriman dari satu lokasi ke lokasi yang dituju. Keputusan ini sangat penting bagi mereka yang harus mengirimkan barang dari suatu lokasi ke berbagai toko/agen yang tersebar disebuah kota.

Secara umum permasalahan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman bisa memiliki beberapa tujuan yang ingin dicapai seperti tujuan untuk meminimumkan biaya pengiriman, meminimumkan waktu dan meminimumkan jarak tempuh I Nyoman Pujawan (2005). Dalam bahasa program matematis salah satu dari tujuan tersebut bisa menjadi fungsi tujuan (*objective function*) dan yang lainnya bisa menjadi kendala (*constraint*) Misalnya, fungsi tujuannya adalah meminimumkan biaya pengiriman, namun ada kendala *time window* dan kendala maksimum jarak tempuh tiap kendaraan, disamping kendala lain seperti kapasitas kendaraan dan kendala lainnya.

Untuk mengurangi biaya transportasi dan juga meningkatkan pelayanan pada konsumen, menemukan rute yang terbaik untuk kendaraan akan meminimasi waktu dan jarak yang dibutuhkan, biaya minimum merupakan subjek dari rute yang *feasible*. *Fisibilitas* dari sebuah rute dapat dinilai dari.

- a. Sebuah rute harus mencakup semua *node* yang ada
- b. Sebuah *node* hanya boleh dikunjungi satu kali
- c. Sebuah rute harus berawal dan berakhir di gudang

Secara umum, rute secara spesifik memperlihatkan tahapan kunjungan terhadap *node-node* yang ada, sedangkan penjadwalan secara spesifik mengidentifikasi waktu kunjungan bagi setiap *node*.

2.2.3 Distribusi dan Transportasi

Distribusi merupakan penambahan kegunaan waktu, tempat dan pemilikan barang. Definisi ini juga melingkupi pengangkutan barang-barang dari tempat asal atau produksi lanjutan ketempat penjualan atau pabrikasi selanjutnya, penyimpanan barang sampai mereka diperlukan, perdagangan, peragaan, serta pengiklanan barang dan penjual atau transfer yang sebenarnya sehingga menjadi milik pembeli.

Supaya proses pengangkutan itu dapat terselenggara dengan baik dan lancar, maka diperlukan beberapa persyaratan yang merupakan unsur-unsur pengangkutan yang sangat penting, ialah:

- a. *Operating Facilities*, ialah fasilitas pengangkutan yang merupakan alat atau sarana pengangkutan yang tersedia didalam penyelenggaraan proses pengangkutan itu, misalnya dalam hal pengangkutan darat, maka harus tersedia alat angkutan seperti ; Bis, Truck, Sedan, dan lainnya yang sesuai dengan kemungkinan volume atau jumlah penumpang dan barang yang dapat diangkut.
- b. Biaya Operasi atau *Operating Expences* ialah, biaya yang dikeluarkan untuk menggerakkan *operating facilities* itu yang besarnya sejajar dengan besarnya alat angkutan yang dipergunakan dan sesuai pula dengan jarak atau tujuan yang ditempuh. Kalau bis misalnya, biaya operasinya ialah jumlah biaya yang dikeluarkan untuk menggerakkan bis itu dari tempat asal ketempat tujuan yang telah ditentukan. Pada beberapa jenis pengangkutan dengan *operating facilities* yang berbeda-beda; jumlah biaya operasinya tidak akan sama dan sesuai pula

dengan sifat teknis dan penggunaan alat angkut itu. Dalam hal kapal laut, biaya operasinya akan sama atau lebih besar dari pada bus karena daya angkut dan jarak tempuhnya jauh lebih besar dari pada bus.

- c. *Right Of Way*, ialah fasilitas yang digunakan atau dilalui oleh angkutan itu dalam melakukan fungsinya untuk mengangkut barang atau penumpang dari satu tempat ke tempat lain yang ditentukan. Untuk pengangkutan darat atau *highway transportation*, maka yang dimaksud dengan "*Right Of Way*" ialah misalnya: jalan, jembatan, terminal dan lain-lain. Sedangkan dalam pengangkutan laut dan sea transportation maka, *Right Of Way* adalah pelabuhan, rambu-rambu laut, mercusuar, dan lain-lainnya dalam proses untuk melancarkan pengangkutan tersebut. Terminal *facilities* sangat diperlukan sekali, apabila jarak angkutan menjadi lebih jauh, dimana *operating facilities* tidak mungkin dipergunakan secara langsung, termasuk pula untuk keperluan bongkar muat barang dan menurunkan dan menaikkan penumpang di tiap-tiap terminal tersebut.

Tekanan biaya-laba yang dihadapi sejumlah besar perusahaan menjadi faktor utama dalam pengembangan distribusi fisik. Semua komponen perusahaan dan interaksinya satu sama lain dianalisis dalam upaya memaksimalkan laba. Komponen-komponen yang berbiaya tinggi yang meliputi distribusi fisik sering memberikan kesempatan untuk penurunan biaya. Biaya distribusi jauh lebih rumit dari pada biaya produksi, dan biaya distribusi melibatkan komponen-komponen yang secara tradisional telah berusaha meningkatkan operasi-operasi individualnya. Pengurangan biaya ada salah satu komponen dapat sangat berpengaruh terhadap komponen lainnya. Misalnya, persediaan dapat dikurangi, yang akan menurunkan investasi modal dan biaya-biaya lain tertentu, tetapi apabila hal ini dilakukan tanpa mempertimbangkan aspek lain dari proses distribusi, maka akan dapat mengakibatkan pelayanan yang tidak memadai kepada para pelanggan dan para penyalur dan dengan demikian akan membahayakan penjualan dimasa yang akan datang.

Ballou (2004) menyebutkan prinsip-prinsip yang digunakan dalam merancang rute dan jadwal kendaraan yang optimal adalah:

- a. Mengisi muatan kendaraan pengirim sesuai dengan kebutuhan untuk *node* perhentian yang saling berdekatan dan tidak melebihi kapasitas jumlah muatan kendaraan.
- b. Setiap rute dan jadwal yang dikembangkan seharusnya menghindari terjadinya *overlap*, maka *node* perhentian yang dikunjungi pada hari yang berbeda harus ditempatkan pada kelompok yang berbeda pula.
- c. Pembentukan rute sebaiknya dimulai dari *node* yang lokasinya terjauh dari depot dan kemudian baru dilanjutkan pada *node* yang lokasinya makin mendekati depot.
- d. Urutan perhentian *node* pada rute yang dilewati kendaraan tidak terjadi persilangan rute antar satu tujuan dengan tujuan lainnya.
- e. Rute yang paling efisien dibentuk dengan menggunakan kendaraan yang berkapasitas muatan paling besar.
- f. Pengambilan barang dan pengiriman barang di perhentian *nodes* sebaiknya dilakukan dalam waktu yang bersamaan.
- g. *Node* yang letaknya jauh dari rute yang lain dan permintaan yang rendah diprioritaskan menjadi rute tersendiri dan dilayani dengan menggunakan kendaraan dengan kapasitas yang kecil.
- h. Batasan waktu perhentian yang sempit harus dihindari dalam pembentukan rute dan jadwal yang baru.

Tabel 2.2 Pro dan Kontra Angkutan Pribadi

Pro Terhadap Angkutan Pribadi	Kontra Terhadap Angkutan Pribadi
<ul style="list-style-type: none"> • Tersedianya pasar baru • Mengurangi tingkat persediaan • Kualitas pelayanan • Persyaratan pembungkusan kurang atau tidak ada • Kemampuan untuk memenuhi permintaan pelanggan • Pengendalian muatan dan jalur • Keamanan lebih terjamin • Pengiklanan peralatan 	<ul style="list-style-type: none"> • Biaya <i>overhead</i> administrasi • Investasi modal besar • Pemeliharaan peralatan mahal jika bukan berdasarkan <i>lease</i> pemeliharaan penuh • Persyaratan keselamatan masyarakat fluktuasi musiman dalam lalu lintas • Masalah tenaga kerja, jika tidak diserikatkan

Pro Terhadap Angkutan Pribadi	Kontra Terhadap Angkutan Pribadi
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Trailer</i> pribadi sebagai jasa gudang • Kemudahan melacak • Klaim kerusakan dan kehilangan dapat dikurangi • Biaya keseluruhan semestinya lebih rendah • Pemogokan pengemudi truk dapat dibatasi • Keunggulan-keunggulan penjualan • Pengembalian atas investasi • Pengendalian rute • Keluwesan • Pengendalian dan penyeliaan para tenaga kerja • Konsolidasi dari banyak pabrik untuk pelanggan yang sama • Operasi selama tujuh hari • Pengendalian biaya • Melatih personil sendiri untuk memenuhi kebutuhan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tanggung jawab sepenuhnya atas biaya kehilangan dan kerusakan produk • Jadwal untuk angkutan pribadi agak sukar direncanakan • Pajak, bahan bakar dan sebagainya • Masalah arus kas • Masalah-masalah pembelian • <i>Lease</i> versus kepemilikan • Pengaturan bahan berbahaya • Kecelakaan bertalian dengan mobil angkutan umum • Masalah perijinan • Masalah pertukaran • Mempergunakan dan mengadakan kontrak dengan agen gerobak • Kebutuhan akan peralatan khusus • Perubahan syarat penjualan • Penutupan asuransi, barang muatan dan peralatan

2.2.4 *Saving Matrix*

Dalam metode *saving matrix* ada beberapa tahapan yang harus dilakukan diantara tahapan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

- Mengidentifikasi matrik jarak.

Pada langkah ini yang diperlukan adalah jarak antara SPPBE (stasiun pengisian dan pengangkutan bulk elpiji) dan masing-masing pangkalan dan jarak antar pangkalan. Untuk menyederhanakan permasalahan, maka akan digunakan lintasan terpendek sebagai jarak antar lokasi. Jika diketahui koordinat masing-masing lokasi maka jarak antar dua lokasi bisa dihitung menggunakan rumus jarak standar. Misalkan dua lokasi masing-masing diketahui dengan koordinat (x_1, y_1) dan (x_2, y_2) maka jarak antara dua lokasi tersebut adalah :

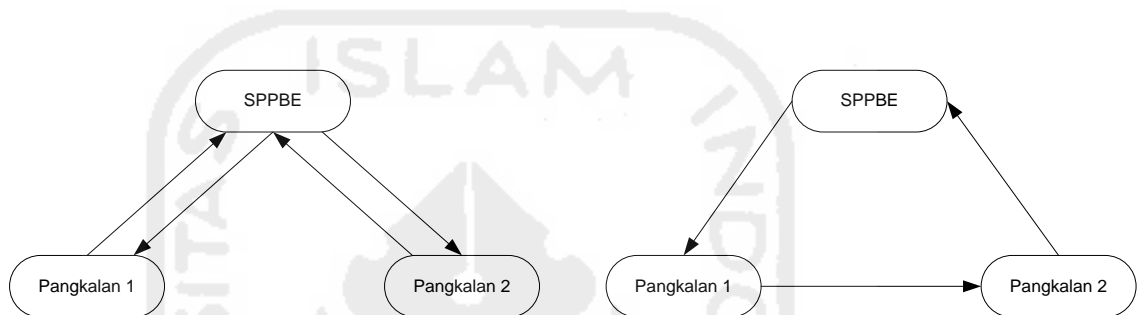
$$J(1,2) = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}.$$

Namun apabila jarak riil antar lokasi diketahui, maka jarak riil tersebut lebih baik digunakan dibandingkan dengan jarak teoritis yang dihitung dengan rumus

diatas. Kemudian hasil perhitungan jarak ini akan digunakan untuk menentukan matrik penghematan (*saving matrix*).

b. Mengidentifikasi matriks penghematan (*Saving Matrix*)

Pada langkah ini yang perlu diperhatikan adalah bahwa setiap pangkalan akan dikunjungi oleh satu truk secara eksklusif. *Saving matrix* mempresentasikan penghematan yang bisa direalisasikan dengan menggabungkan dua pelanggan ke dalam satu rute. Gambar 2.1 mengilustrasikan perubahan tersebut.



Gambar 2.1 Contoh Perubahan pangkalan 1 dan pangkalan 2 kedalam satu rute

Dari gambar 2.1 di atas maka dapat dilihat bahwa perubahan jarak adalah sebesar total jarak ke kiri dikurangi total jarak kanan yang besarnya adalah :

$$2J(G,1) + 2J(G,2) - [J(G,1) + J(1,2) + J(G,2)] \\ = J(G,1) + J(G,2) - J(1,2)$$

Hasil ini diperoleh dengan asumsi bahwa jarak (x,y) sama dengan jarak (y,x) .

Hasil di atas dapat digeneralisasi sebagai berikut

$$: S(x, y) = J(G, x) + J(G, y) - J(x, y)$$

Dimana $S(x,y)$ adalah penghematan jarak (*savings*) yang diperoleh dengan menggabungkan rute x dan y menjadi 1.

Dengan menggunakan formula di atas maka matrik penghematan jarak bisa dihitung.

c. Mengalokasikan pangkalan ke kendaraan atau rute

Langkah ketiga adalah melakukan alokasi pangkalan ke kendaraan atau rute.

Pada langkah ini kita mengalokasikan tiap pangkalan ke rute yang berbeda.

Namun pangkalan - pangkalan tersebut bisa digabungkan sampai pada batas kapasitas truk yang ada. Penggabungan akan dimulai dari nilai penghematan terbesar karena ini berupaya memaksimalkan penghematan.

- d. Mengurutkan pangkalan (tujuan) dalam Rute yang sudah terdefinisi
Setelah alokasi pangkalan ke rute dilakukan, langkah berikutnya adalah menentukan urutan kunjungan. Metode yang digunakan dalam menyelesaikan permasalahan ini adalah metode *nearest insert* Pada dasarnya tujuan dari pengurutan ini adalah untuk meminimumkan jarak.

➤ Metode *nearest insert*

Metode *nearest insert* pada prinsipnya adalah selalu menambahkan pangkalan yang jaraknya paling dekat dengan pangkalan yang kita kunjungi terakhir. Diawali dengan mencari dua objek terdekat dan keduanya membentuk *cluster* yang pertama.

2.2.5 Pengukuran Waktu Kerja

Menurut Sritotomo Wignjosoebroto (1995) pengukuran kerja adalah metoda penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan. Pengukuran kerja dapat digunakan untuk menentukan waktu baku (*standard*) dari suatu pekerjaan.

2.2.5.1 Pengukuran Waktu Kerja dengan Jam Henti (*stopwatch*).

Metode ini baik untuk diaplikasikan pada pekerjaan yang singkat dan berulang (*repetitive*). Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan suatu siklus pekerjaan yang akan dipergunakan sebagai waktu standar penyelesaian suatu pekerjaan bagi semua pekerja yang akan melaksanakan pekerjaan yang sama.

Adapun langkah-langkah dalam pengukuran waktu kerja adalah sebagai berikut :

- a. Lakukan identifikasi pekerjaan yang akan diamati dan diukur waktunya
- b. Lakukan pengukuran waktu kerja setiap pekerjaan yang dilakukan operator.
- c. Lakukan tahap pengukuran yang diperlukan (dengan menggunakan uji kecukupan data dan uji keseragaman data)
- d. Tetapkan *rating performansi* operator setiap elemen pekerjaan yang dilakukan operator.
- e. Tetapkan faktor penyesuaian dan faktor kelonggaran (*allowance*)

f. Menghitung waktu normal

$$\text{Waktu normal} = \text{Rata-rata waktu} \times \text{Rating Factor}$$

g. Menghitung waktu standar

$$\text{Waktu standar} = \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance\%}}$$

2.2.5.2 Tahapan pengukuran waktu

Pengukuran pendahuluan pertama dilakukan dengan melakukan beberapa buah pengukuran yang banyaknya ditentukan oleh pengukur. Setelah pengukuran tahap pertama dilakukan, maka dilakukan uji kecukupan data dan keseragaman data, menghitung jumlah pengamatan yang diperlukan, dan bila pengukuran pendahuluan belum mencukupi jumlahnya, maka akan dilakukan pengukuran pendahuluan tahap kedua. Setelah pengukuran tahap kedua ini selesai, maka akan diikuti lagi dengan ketiga hal seperti di atas bila perlu dilanjutkan dengan pengukuran pendahuluan tahap ketiga. Begitu seterusnya sampai jumlah keseluruhan mencukupi untuk tingkat kepercayaan dan ketelitian yang dikehendaki.

1. Uji Kecukupan Data

Menurut Hari Purnomo (2004), uji kecukupan data diperlukan untuk memastikan bahwa data yang telah dikumpulkan adalah cukup secara objektif. Idealnya pengukuran harus dilakukan dalam jumlah yang banyak, bahkan sampai jumlah yang tak terhingga agar data hasil pengukuran layak untuk digunakan. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{(N \sum X^2) - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

Keterangan :

K = Tingkat kepercayaan

Bila tingkat kepercayaan 99%, maka $k \approx 3$

Bila tingkat kepercayaan 95%, maka $k \approx 2$

Bila tingkat kepercayaan 68%, maka $k \approx 1$

s = derajat ketelitian

N = Jumlah Data Pengamatan

N' = Jumlah Data Teoritis

$\sum x$ = total data

Jika $N' < N$, maka data dinyatakan cukup. Jika $N' > N$, maka data dinyatakan tidak cukup (kurang) dan perlu dilakukan penambahan data.

2. Uji Keseragaman Data

Untuk memastikan bahwa yang terkumpul berasal dari sistem yang sama, maka dilakukan pengujian terhadap keseragaman data. Pengujian keseragaman data diperlukan untuk memisahkan data yang memiliki karakteristik yang berbeda (Hari Purnomo, 2004). Adapun rumusnya adalah sebagai berikut :

$$\sigma = \left[\sqrt{\frac{\sum (\bar{x} - X_i)^2}{N - 1}} \right]$$

Keterangan :

σ = standar deviasi

\bar{x} = Nilai rata - rata

X_i = nilai x ke- i

K = Tingkat Kepercayaan

N = Banyaknya data

2.2.5.3 Penentuan waktu Standar

Dalam mengumpulkan waktu standar bagi elemen-elemen maka ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan yaitu:

a. *Rating Performance* Kerja

Dengan melakukan *rating* ini diharapkan waktu kerja yang diukur bisa "dinormalkan" kembali. Ketidak normalan dari waktu kerja ini diakibatkan oleh operator yang bekerja secara kurang wajar yaitu bekerja dalam tempo atau kecepatan yang tidak sebagaimana semestinya. *Rating* adalah satu persoalan penilaian yang merupakan bagian dari aktivitas pengukuran kerja dan untuk menetapkan waktu standar penyelesaian kerja terhadap tempo kerja operator. Salah satu cara untuk menentukan faktor *Rating*

Performance adalah dengan cara *Westinghouse* (Wignjosoebroto, 1995). Dengan cara *Westinghouse* ini, faktor *Rating Performance* ditentukan berdasarkan penilaian pada empat faktor yang dianggap menentukan kewajaran atau ketidakwajaran dalam bekerja, yaitu keterampilan, usaha, kondisi kerja, dan konsistensi. Setiap factor terbagi dalam kelas – kelas dengan nilai masing- masing.

Tabel 2.3 Faktor *Rating Performance*

SKILL			EFFORT		
+0,15	A1	Super skill	+0,13	A1	Super skill
+0,13	A2		+0,12	A2	
+0,11	B1	Exellent	+0,10	B1	Exellent
+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		-0,04	E1	
-0,10	E2	Fair	-0,08	E2	Fair
-0,16	F1		-0,12	F1	
-0,22	F2	Poor	-0,17	F2	Poor
CONDITION			CONSISTENCY		
+0,06	A	Ideal	+0,04	A	Ideal
+0,04	B	Exellent	+0,03	B	Exellent
+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

b. Kelonggaran (*allowance*)

Kelonggaran diberikan untuk tiga hal yaitu untuk kebutuhan pribadi, menghilangkan rasa *fatigue*, dan hambatan – hambatan yang tidak dapat dihindarkan. Ketiganya ini merupakan hal yang secara nyata dibutuhkan oleh pekerja, dan yang selama pengukuran tidak diamati, diukur, dicatat, ataupun dihitung. Karenanya sesuai pengukuran dan setelah mendapatkan waktu normal, kelonggaran perlu ditambahkan.

➤ Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi.

Yang termasuk kedalam kebutuhan pribadi disini adalah, hal – hal seperti minum sekedarnya untuk menghilangkan rasa haus, kamar

kecil, bercakap – cakap dengan teman sekerja sekedar menghilangkan ketegangan ataupun kejenuhan dalam bekerja.

➤ Kelonggaran untuk Menghilangkan rasa *Fatigue*.

Rasa *fatigue* tercermin antara lain dari menurunnya hasil produksi baik jumlah maupun kualitas. Kerenanya salah satu cara untuk menentukan besarnya kelonggaran ini adalah dengan melakukan pengamatan sepanjang hari kerja dan mencatat pada saat – saat dimana hasil produksi menurun.

➤ Kelonggaran untuk Hambatan – hambatan yang tidak terhindarkan.

Dalam melaksanakan pekerjaannya, pekerja tidak akan lepas dari berbagai “hambatan” ada hambatan yang dapat dihindarkan seperti mengobrol yang berlebihan dan mengaggur dengan sengaja ada pula hambatan yang tidak dapat dihindarkan karena berada diluar kekuasaan pekerja untuk mengendalikannya.

2.2.5.4 Cara Menentukan Waktu Standar

Waktu standar suatu pekerja adalah jumlah waktu standar dari masing-masing elemen pekerjaan. Waktu standar ini merupakan waktu yang diberikan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan yang dilakukan menurut metode kerja tertentu pada kecepatan normal dengan mempertimbangkan faktor-faktor *Rating Performance* dan kelonggaran pada pekerja. Rumus-rumus yang digunakan untuk menentukan waktu standar tersebut adalah:

Waktu Normal = Rata-rata waktu x *Rating Factor*

$$\text{Waktu standar} = \text{waktu normal} \times \frac{100\%}{100\% - \text{Allowance}\%}$$

Dimana :

WN = waktu normal

RF = factor *Rating Performance* dalam %

Allowance = kelonggaran dalam %