

ANALISIS LINE BALANCING DENGAN METODE TIME STUDY PADA PERUSAHAAN PERAKITAN SPEAKER

Kelvin

Teknik Industri
Sekolah Tinggi Teknik Surabaya
kelvin@stts.edu

ABSTRAK

Sebuah perusahaan manufaktur yang memproduksi speaker memiliki permasalahan pada line produksinya. Permasalahan yang dialami adalah terjadi bottle neck di beberapa bagian line produksi, sehingga proses produksi tidak berjalan optimal.

Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan analisa untuk menentukan kondisi lintasan produksi yang seimbang dengan melakukan pengoptimalan faktor-faktor produksi yang ada sehingga dapat mengurangi atau menghilangkan bottle neck yang terjadi pada lintasan produksi dan proses menjadi lebih optimal serta dapat meningkatkan kapasitas output produksi.

Dari analisa ini diketahui bahwa penyebab munculnya bottle neck disebabkan oleh masalah produktivitas dan keterbatasan kapasitas produksi mesin. Untuk mengatasi hal ini, maka dilakukan pengoptimalan jumlah operator agar lintasan mencapai keseimbangan, peningkatan produktivitas kinerja operator, dan berbagai hal lainnya. Khusus untuk analisa proses yang dilakukan secara manual dianalisa berdasarkan metode learning curve karena kinerja manusia yang dilakukan secara berulang-ulang akan mengalami pembelajaran dengan sendirinya. Hasil dari perbaikan di salah satu line produksi dapat meningkatkan output produksi sebesar 9,503%.

Kata kunci: Time Study, Keseimbangan Lintasan, Kurva Belajar

ABSTRACT

A manufacturing company that manufactures speakers has problems on its production line. Problems experienced is a bottle neck in some parts of the production line, so the production process is not running optimally.

Based on the problem, research was done to determine the balance condition for the line production by optimizing the production factors, so it can reduce or disappear the bottle neck that happened on the line, make the process be more optimized and increase the output capacity.

The result of this research is the bottle neck happened because of the problem of productivity in the process and the limits capacity of the machine. Therefore, the optimizing of the amount of operator was doing to reach the balance line, increase the productivity if the operator performance and so on. For the speaker type A, the company has 49 operators in the line production, it was optimized to make the balance line by using 45 operators and the output capacity has 9,503% increase from before.

Keywords : Time study, Line balancing, Learning curve

1. PENDAHULUAN

Produktivitas secara sederhana didefinisikan sebagai perbandingan antara output per inputnya. Agar produktivitas meningkat, perlu diupayakan proses produksi yang efektif dan memberikan kontribusi sepenuhnya terhadap kegiatan-kegiatan produktif yang berkaitan dengan nilai tambah. Salah satu caranya adalah dengan berusaha menghindari atau meminimalkan langkah-langkah kegiatan yang tidak produktif seperti banyaknya *idle/delay*, *set up*, *loading-unloading*, *materials handling* dan sebagainya.

Sebuah perusahaan perakitan speaker seringkali menghadapi permasalahan dengan terjadinya *bottle neck* pada lintasan produksinya, oleh karena itu akan dilakukan analisis line balancing pada lintasan produksinya. Line balancing pada suatu lintasan produksi adalah bertujuan untuk memberikan beban yang sama atau berimbang pada semua faktor proses produksi yang ada pada lintasan produksi tersebut. Faktor proses produksi yang dimaksud di sini adalah sumber daya yang digunakan dalam proses produksi (misalnya operator, mesin dan atau peralatan kerja).

Untuk ketidakseimbangan lintasan pada proses produksi ada beberapa hal yang dapat dilakukan yaitu pengaturan terhadap penempatan faktor-faktor, yang berarti pengalihan faktor-faktor pada tempat yang lebih diperlukan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Suatu pekerjaan dikatakan diselesaikan secara efisien apabila waktu penyelesaiannya berlangsung paling singkat (Wignjosoebroto, 1995). Untuk mendapatkan waktu penyelesaian paling singkat diperlukan adanya penelitian kerja dan analisa metode kerja. Tujuan dari penelitian dan analisa metode kerja ini adalah mengaplikasikan prinsip dan teknik pengaturan cara kerja yang optimal dalam sistem kerja tersebut, sehingga diperoleh alternatif metode pelaksanaan kerja yang dianggap memberikan hasil yang paling efektif dan efisien. Pengukuran waktu kerja ini akan berhubungan dengan usaha-usaha untuk menetapkan waktu baku yang dibutuhkan guna menyelesaikan suatu pekerjaan. Secara singkat pengukuran kerja adalah metode penetapan keseimbangan antara kegiatan manusia yang dikontribusikan dengan unit output yang dihasilkan.

Pengukuran dilakukan pada waktu yang dibutuhkan (secara wajar) oleh seorang pekerja yang memiliki tingkat kemampuan rata-rata (normal) untuk menyelesaikan pekerjaan atau disebut dengan waktu baku. Dalam pengukuran waktu kerja ada dua cara yang dapat dilakukan, yaitu secara langsung (stopwatch atau work sampling) dan secara tidak langsung (standart data atau predetermined time study).

Pengukuran waktu kerja dengan menggunakan jam henti atau stopwatch sebagai alat bantu diperkenalkan pertama kali oleh Frederick W. Taylor pada abad ke-19. Metode ini sangat sesuai diaplikasikan terutama untuk pekerjaan yang singkat dan berulang-ulang (repetitive). Dari hasil pengukuran akan diperoleh waktu baku untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan bagi semua pekerja.

Untuk mengetahui kemampuan pekerja diperlukan penentuan performance rating. Performance rating adalah aktivitas untuk menilai dan mengevaluasi kecepatan kerja operator. Salah satu metode yang digunakan untuk menganalisa performance rating adalah metode westinghouse yang mempertimbangkan 4 faktor dalam mengevaluasi performance operator, yaitu *skill*, *effort*, *condition*, dan *consistency*.

Dalam proses perhitungan untuk memperoleh waktu baku, juga diperlukan waktu longgar atau *allowance*. Tidak ada operator yang dapat bekerja terus menerus tanpa mengalami gangguan sama sekali. Karena itulah, dalam perhitungan waktu baku

perlu memperhatikan kelonggaran pada operator. Pada umumnya kelonggaran (*allowance*) meliputi tiga hal, yaitu kelonggaran untuk kebutuhan personal, kelonggaran untuk melepas lelah, kelonggaran karena keterlambatan.

Salah satu aplikasi atau pemanfaatan dari diketemukannya waktu baku adalah guna menyeimbangkan lintasan produksi. Proses keseimbangan lintasan pada dasarnya merupakan satu hal yang tidak pernah mencapai kesempurnaan. Dengan adanya keseimbangan lintasan, maka diharapkan tidak terjadi bottle neck (macet atau penyempitan) yang dapat menghambat kelancaran produksi.

Dalam pengambilan data juga didasarkan pada konsep kurva belajar. Kosep dari kurva belajar menyatakan bahwa pada pekerjaan yang berulang secara terus-menerus, operator yang melakukan secara otomatis akan melakukan pembelajaran pada pekerjaannya pada saat melakukan pekerjaan tersebut. Tingkat pembelajaran tersebut dapat dilihat dari tingkat waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus pekerjaan. Semakin lama, waktu penyelesaian yang diperlukan semakin cepat hingga mencapai satu titik tertentu. Bila mencapai titik maksimum tersebut, maka pekerjaan yang dilakukan operator sudah mencapai tingkat terefisien.

3. METODE PENELITIAN

Tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Tahap pengamatan awal dan perumusan masalah
Sebagai langkah awal peneliti melakukan pengamatan terhadap lintasan produksi yang terdapat pada proses produksi di perusahaan dan mengamati permasalahan-permasalahan yang terjadi dalam proses produksi di perusahaan. Pengamatan dilakukan dengan melihat secara langsung setiap aktivitas dari elemen kerja yang ada pada lintasan produksi, mulai dari mengamati metode kerja yang dilakukan operator, peralatan dan mesin yang digunakan sampai hasil akhir dari sebuah proses pada lintasan tersebut.
2. Tahap pengumpulan dan pengolahan data
Pada tahap ini pengambilan data, data yang diambil terbagi menjadi dua jenis, data primer (data aliran sistem informasi di perusahaan, data urutan proses produksi, data waktu masing-masing proses, dan lain sebagainya) dan data sekunder (gambaran umum perusahaan, kapasitas produksi perusahaan, proses produksi, berat produk, dan data lainnya) kemudian diolah sesuai dengan dasar yang sudah diperoleh pada studi pustaka. Pengolahan yang dilakukan adalah menghitung waktu standar, output standar, perhitungan kapasitas produksi dengan teori time study dan perhitungan kapasitas dengan teori kurva belajar. Hasil dari pengolahan data ini akan dianalisis secara seksama untuk dijadikan dasar dalam memberikan solusi perbaikan bagi perusahaan.
3. Tahap pengambilan kesimpulan dan saran

4. PENGUMPULAN DATA

Dalam penelitian, akan ditentukan kondisi lintasan produksi yang seimbang, dengan melakukan pengoptimalan terhadap faktor-faktor produksi yang ada pada perusahaan, terutama difokuskan pada penggunaan operator pada lintasan produksi. Dalam tahap awal, diperlukan data mengenai proses produksi yang dilalui pada produk-produk tersebut. Ada lima macam produk yang dianalisis, yaitu speaker tipe A, speaker tipe B, speaker tipe C, speaker tipe D dan speaker tipe E.

Untuk speaker tipe C pada lintasan A, terdapat proses pembersihan magnet,

proses pembersihan yoke, proses pengeleman magnet dan yoke, pengelangan washer dan frame, pengelangan terminal pada frame, pembersihan sisa hasil kelingan, pengeleman pada bagian washer, penggabungan magnet dan yoke, pencabutan center yoke dicabut dengan vacuum, pembersihan dengan absorber, pengeleman damper dan pecahan keling, pengeleman damper, pengeleman conepaper pada tepi atas frame, pengeleman voice coil, pemasangan conepaper, pengeleman tepi conepaper dan gasket, dan terakhir adalah proses pemasangan gasket. Speaker kemudian diletakkan pada multiplex untuk proses pengeringan selama minimal 5 jam sebelum lanjut pada proses di lintasan B.

Pada awal proses dilakukan pencabutan VCG dan pelepasan gasket penekan, sebelum diletakkan pada conveyor di lintasan B. Proses pertama adalah pemasangan protector pada tepi frame, pemasangan kabel lead wire dan pelilitan kawat coil, penyolderan pada bagian terminal, pemasangan protector bagian kedua, pembentukan sudut pada lead wire, penyolderan untuk terminal, pemotongan sisa kabel mulai dari kabel lead wire, kawat coil, yang mana untuk pemotongan coil selalu diikuti dengan proses drop speaker karena kemungkinan potongan coil yang tersangkut pada speaker. Selanjutnya adalah proses pengeleman dust cap, pengeleman mata ayam, lalu kemudian dilakukan pemasangan dust cap.

Speaker lalu dialihkan pada conveyor untuk mengalami proses pengeringan sesaat sebelum masuk pada proses charge magnet. Speaker diberi beban untuk merekatkan dust cap yang dipasang. Setelah melalui proses charge magnet, dilanjutkan dengan proses pengecekan suara dari speaker. Speaker yang dianggap gagal dalam proses pengecekan suara diberi tanda, dan dalam proses selanjutnya yaitu penempelan stampel, speaker ini akan diambil dari conveyor untuk dilakukan perbaikan lagi. Sampailah speaker pada proses packaging, memasukan speaker pada kemasan OB (out box) dan packing serta proses pemberian stampel.

Untuk masing-masing proses diambil 30 data pengamatan. Untuk proses pembersihan magne, data waktu proses yang diperoleh yaitu: 2.4, 2.2, 2.3, 2.4, 2.2, 2.1, 2.8, 2.8, 2.2, 2.1, 2.6, 2.5, 2.2, 2.7, 2.1, 2.0, 1.9, 2.0, 2.7, 2.2, 2.3, 2.2, 2.4, 2.1, 2.7, 2.2, 2.4, 2.5, 2.2, dan 2.1. (dalam satuan detik).

5. PENGOLAHAN DAN ANALISA DATA

Dari data waktu proses tersebut dilakukan pengujian kecukupan data dan keseragaman data, agar data tersebut valid untuk diteliti. Berikut ini adalah pengujian kecukupan dan keseragaman data pada proses pembersihan magnet (pada lintasan A):

Uji kecukupan data

Uji kecukupan data menunjukkan bahwa jumlah data pengamatan yang diambil telah mencukupi.

$$N = 30$$

k = 2 (derajat kepercayaan 95%)

$$s = 5\%$$

$$\sum X_i^2 = 162.81$$

$$\sum X_i = 70.5$$

$$N' = \left[\frac{40\sqrt{30(162.81) - (70.5)^2}}{(70.5)} \right]^2$$

$$N' = 17.9038$$

Uji keseragaman data

$$\begin{aligned} BKA &= \bar{x} + k\sigma \\ &= 2.32 + 2(0.2493) \\ &= 2.8152 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} BKB &= \bar{x} - k\sigma \\ &= 2.32 - 2(0.2493) \\ &= 1.8182 \end{aligned}$$

Setelah data tersebut dinyatakan valid, dilakukan perhitungan untuk memperoleh waktu baku dengan menentukan juga performance rating dan allowance operator. Berikut sebagai contoh perhitungan pada proses cuci raw material proses pembersihan magnet:

Performance Rating (P)

Skill	: good (C1)	= +0.06	Condition	: average (D)	= 0.00
Effort	: average (D)	= 0.00	Consistency	: average (D)	= 0.00
				Total	= +0.06

Total Allowance

Pekerjaan yang dapat diabaikan = 3%, dilakukan sambil duduk kaki = 0,5%, gerakan kerja normal = 0%, pandangan hampir terus menerus dengan pencahayaan baik = 6,75%, temperatur normal = 2,5%, atmosfer cukup = 2,5%, kelonggaran untuk kebutuhan pribadi = 2,5%. Total allowance = 17,75%

Waktu proses

$$Wp = \frac{95.3}{30}$$

$$Wp = 3.18 \text{ detik}$$

Waktu normal

$$Wn = Ws \times p$$

$$Wn = 3.18 \times 1.03$$

$$Wn = 3.2709 \text{ detik}$$

Waktu baku

$$Ws = 3.2709 \times \frac{100\%}{100\% - 17.75\%}$$

$$Ws = 3.2768 \text{ detik}$$

Output baku

$$Os = \frac{1}{3.2768} \times 3600 \text{ detik}$$

$$Os = 1098.6486 \text{ unit/jam}$$

Dari output standar tersebut dapat diketahui kapasitas produksi perusahaan. Dengan asumsi bahwa kapasitas output adalah per satu jam kerja, maka kapasitas produksi untuk proses ini adalah 1098,6486 unit speaker/jam.

Berikut adalah contoh perhitungan kapasitas produksi proses pemasangan kabel leadwire dan pelilitan kawat coil pada speaker tipe C. Dengan asumsi kapasitas output per jam, dan menggunakan data waktu proses rata-rata hasil pengukuran yang sama juga digunakan pada perhitungan kapasitas dengan teori time study.

Proses pemasangan kabel leadwire dan pelilitan kawat coil untuk speaker tipe C (proses C3B)

Diketahui : $k = 13.7900$

$b = -0.1520$

maka waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk ke 2 ($i=2$):

$$Y_i = k + i^b$$

$$Y_2 = 13.7900 + 2^{-0.1520}$$

$$Y_2 = 12.4110$$

dan waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk ke 3 ($i=3$):

$$Y_i = k + i^b$$

$$Y_3 = 13.7900 + 3^{-0.1520}$$

$$Y_3 = 11.6692$$

dan demikian seterusnya untuk unit keempat, unit kelima dan unit ke X.

Analisa data yang dilakukan adalah analisa terhadap perhitungan kapasitas produksi dengan menggunakan teori time study dan dengan menggunakan teori kurva belajar. Analisis pertama yang dilakukan adalah menganalisa terjadinya bottle neck pada lintasan dengan menggunakan perhitungan kapasitas produksi (KP) dengan teori time study. Pada tabel 1 berikut adalah hasil analisis bottle neck (BN) untuk lintasan A speaker tipe C.

Tabel 1. Analisis Bottle Neck Line A-Tipe C

Pro	KP (unit/jam)	Op	Unit diproduksi	BN
C1A	1463	1	1463	-
C2A	1030	1	1030	-
C3A	821	1	821	209 642
C4A	684	1	684	-
C5A	1005	1	684	-
C6A	824	1	684	-
C7A	594	1	594	227
C8A	861	1	684	-
C9A	832	1	594	-
C10A	1283	1	594	-
C11A	532	1	532	62
C12A	547	1	532	-
C13A	836	1	532	-
C14A	521	1	521	-
C15A	508	1	508	13
C16A	526	1	526	-
C17A	1171	1	508	-
C18A	512	1	508	-
C19A	1611	3	508	-

Pada lintasan A banyak muncul bottle neck yaitu pada proses C3A (proses pengeleman magnet dan yoke), proses C7A (proses pemasangan magnet dan yoke dengan absorber), proses C11A (proses pembersihan dengan absorber), dan C15A (proses pengeleman conepaper, voice coil dan damper).

Pada proses C3A terjadi bottle neck sebesar 209 unit/jam dari proses C2A dan 642 unit/jam dari proses C1A, disebabkan karena keterbatasan kapasitas mesin yang hanya mampu menghasilkan 821 unit/jam. Pada proses C7A terjadi keterbatasan

kapasitas mesin yang hanya mampu menghasilkan 594 unit/jam, sehingga menyebabkan bottle neck sebesar 227 unit/jam dari proses C3A. Pada proses C11A terjadi bottle neck sebesar 62 unit/jam dari proses sebelumnya karena keterbatasan kapasitas mesin yang menghasilkan 532 unit/jam. Pada proses C15A juga terjadi bottle neck sebesar 13 unit/jam dari proses sebelumnya karena keterbatasan kapasitas mesin. Sehingga pada akhir lintasan A menghasilkan 508 unit/jam.

6. KESIMPULAN

1. Penyebab munculnya bottle neck adalah karena keterbatasan kapasitas mesin. Pada speaker tipe A keterbatasan mesin terjadi pada 1 proses, pada speaker tipe B terjadi pada 3 proses, pada speaker tipe C terjadi pada 4 proses, pada speaker tipe D terjadi 3 proses dan pada speaker tipe E terjadi 3 proses.
2. Penyebab munculnya bottle neck karena masalah produktivitas terjadi pada speaker tipe A, yaitu di proses pengeleman washer dan proses pemasangan kabel leadwire.
3. Banyak proses yang memiliki kapasitas produksi jauh melebihi dari kapasitas produksi mesin minimum yang dijadikan acuan, khususnya pada proses-proses yang dioperasikan secara manual oleh operator. Dari hasil analisis dengan line balancing, maka untuk menyeimbangkan kapasitas produksi dari tiap proses khususnya proses secara manual, dapat dilakukan beberapa langkah perbaikan, satu di antaranya adalah pengaturan jumlah operator. Dari hasil analisis tersebut diperoleh komposisi operator yang baru yaitu: pada speaker tipe A dengan 45 operator (berkurang 4 operator), pada speaker tipe B dengan 33 operator (berkurang 4 operator), pada speaker tipe C dengan 33 operator (berkurang 7 operator), pada speaker tipe D dengan 35 operator (berkurang 5 operator), dan pada speaker tipe E dengan 33 operator (berkurang 7 operator).
4. Lintasan produksi yang sudah balance akan berdampak pada lebih optimalnya output produksi. Seperti pada speaker tipe A peningkatan output produksi yang terjadi yaitu sebesar 9,503% dari jumlah kapasitas output awal dalam satuan unit/jam. Sedangkan pada produk speaker tipe lainnya, tidak terjadi peningkatan output produksi karena semua proses yang dikerjakan secara manual sudah memiliki kapasitas produksi di atas kapasitas mesin minimum, sehingga pengoptimalan yang terjadi hanya pada penggunaan operator proses produksi.

7. DAFTAR PUSTAKA

- Kelvin, *Perencanaan Jumlah Operator Produksi dengan Metode Studi Waktu (Studi Kasus pada Industri Pengolahan Produk Laut)*, SemNas ITS, Surabaya, 2011
- Niebel, Benjamin W, *Motion and Time Study*, Richard D. Irwin, Illinois, 1993.
- Nurmianto, Eko, *Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya*, PT. Guna Widya, Jakarta, 1996.
- Perencanaan dan Pengendalian Produksi*, Departemen Teknik Industri FTI – ITB, Bandung, 2003
- Sutalaksana, Anggawisastra, Tjakaatmadja., *Teknik Tata Cara Kerja*, Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Bandung, 1979.
- Wignjosoebroto, Sritomo, *Ergonomi Studi Gerak dan Waktu*, PT. Guna Widya, Jakarta, 1995.
- Wignjosoebroto, Sritomo, *Pengantar Teknik Industri*, PT. Guna Widya, Jakarta, 1993.