

# PENERAPAN COMSOAL TERHADAP PENINGKATAN EFFISIENSI KERJA PADA LINTASAN PRODUKSI

RISKA TRI PRASYAWATI

PT SIMA

Jl. MT Haryono No. 10 Malang

Email: sandya\_by@yahoo.com

## ABSTRACT

*Company of Weighing-Machine Merk of SIMA represent company which producing various weighing-machine type with production the core important weighing-mechine of sentisimal 300 kg, 500 kg, 1000 kg, Desk weighing-mechine and pendulum weighing-mechine. This company also serve order from various company of a kind as according to request. To overcome the problems conducted by repairing of trajectory produce with line of balancing with method of COMSOAL at Q.S software version 3.0. Planning of trajectory balance with this COMSOAL aimed to get minimum Delay Balance and also improve Line of efficiency, so that with this situation will be got by the make-up of productivity. In the plan repeat lini produce with approach method of COMSOAL this is got by the amount of Work Station: 7, Efficiency: 47,05%, Production output: 12 unit/mont, Degradation of Balance Delay and Cost saving per product unit Rp105.289,00. Become with planning repeat line produce with of line balancing method of COMSOAL hence got the growings of efficiency, so that production proses walk more fluent and all request earn full filed.*

**Key words:** line balancing, efficiency, COMSOAL

---

## PENDAHULUAN

Perusahaan timbangan SIMA Malang merupakan perusahaan yang memproduksi berbagai jenis timbangan dengan produksi utamanya adalah timbangan Sentisimal 300 kg, 500 kg, 1000 kg, timbangan Meja 3 kg, 10 kg dan timbangan Bandul, perusahaan ini juga melayani pesanan dari berbagai perusahaan sejenis sesuai dengan permintaan.

Saat ini perusahaan belum mampu memenuhi permintaan yang cenderung meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini disebabkan karena menganggurnya beberapa orang atau peralatan di satu bagian dan sibuknya orang atau peralatan di bagian lain, serta adanya penumpukan material dalam suatu proses produksi yang berpengaruh terhadap produktivitas perusahaan. Hal ini mengindikasikan bahwa lintasan produksi yang dimiliki saat ini belum seimbang sehingga efisiensi kerja kurang optimal dan jumlah produksi tidak mampu memenuhi permintaan. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah merencanakan ulang keseimbangan lintasan produksi dengan menggunakan metode *COMSOAL* (*Computer Method of Sequence for Assembly Lines*).

## METODE

Data yang diambil dalam penelitian ini adalah: data jenis produk dan permintaan; komponen yang digunakan; alat alat dan mesin yang digunakan; peta proses operasi; dan data waktu proses perakitan.

Pengolahan data terdiri atas: 1) uji kenormalan data; 2) uji keseragaman data; 3) uji kecukupan data; 4) menghitung waktu standart; 5) merencanakan keseimbangan lintasan dengan menggunakan metode *COMSOAL*; 6) menghitung *balance delay* dan efisiensi.

Metode *COMSOAL* menggunakan komputer untuk menyeimbangkan lintasan produksi. Adapun prosedur dari metode *COMSOAL* telah dikembangkan oleh *Chrysler Corporation* pada tahun 1960-an didasarkan pada 6 langkah sebagai berikut: Mendaftarkan semua komponen pekerjaan serta jumlah proses yang mendahuluinya (terdekat); Mendaftarkan semua komponen pekerjaan yang tidak didahului oleh proses manapun; Memilih salah satu komponen pekerjaan yang terdaftar pada prosedur no 2; Komponen yang dipilih pada prosedur no 3 dipindahkan dari dasar pada prosedur no 2 dan no 3, kemudian daftar prosedur pada no 1 dan

no 2 direvisi; Setelah direvisi, ulangi lagi prosedur no 3; dan Ulangi prosedur no 4 dan no 5 sampai semua elmen kerja masuk ke semua stasiun kerja.

Kriteria umum yang digunakan dalam suatu keseimbangan lintasan perakitan adalah: minimum waktu mengganggu dan minimum keseimbangan waktu senggang (*Balance Delay*). Secara matematis kriteria di atas dapat dirumuskan sebagai berikut.

*Balance Delay* (D)

$$D = \left[ \frac{(n \times CT - \sum_{i=1}^n ti)}{(n \times CT)} \right] \times 100\%$$

Keterangan:

- n = Jumlah stasiun kerja
- CT = Waktu siklus terbesar dalam stasiun kerja
- $\sum ti$  = Jumlah waktu operasi dari semua operasi

ti = Waktu operai dari semua operasi (I = 1,2,3,.....)

D = *balance Delay* (%)

*Line Eficiency* (LE)

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^{11} STi}{k \times CT} \times 100\%$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data waktu pengamatan tiap elemen operasi diduga berdistribusi normal dan untuk memastikannya digunakan uji kolmogorov smirnov dengan bantuan software SPSS. Di sini dilakukan perbandingan antara  $\alpha$  (hitung) dengan  $\alpha$ . Dan apabila  $\alpha$  (hitung) lebih besar dari  $\alpha$  maka Ho diterima yang berarti data berdistribusi normal begitu juga sebaliknya.

**Tabel 1.** Urutan Proses Pembuatan Timbangan

Kode Operasi	Keterangan
0-01	Menentukan Tipe Timbangan
0-02	Menentukan ukuran batu sorong
0-03	Memotong batu sorong
0-04	Mengebor batu sorong
0-05	Mengebor batu penyeimbang
0-06	Menentukan ukuran pisau Stang Kuningan
0-07	Memasang pisau pada stang kuningan
0-08	Memasang batu penyeimbang pada stang kuningan
0-09	Pemasangan batu sorong pada stang kuningan
0-10	Pemasangan tiga buah anting pada stang kuningan
I-01	Memeriksa ketepatan stang Kuningan
0-11	Pemasangan pisau pada jangkar dan skep setelah - Pada jangkar pendek 5 buah - Pada jangkar panjang 6 buah - Pada skep setelah 1 buah
0-12	Pemasangan skep setelah pada jangkar panjang
0-13	Pemasangan pan atau dudukan pisau pada anting, dek dan salah satu ujung dari stang penyambung yang dikaitkan pada pisau skep setelah
I-02	Memeriksa ketepatan jangkar
0-14	Pemasangan poros roda dan roda pada frame
0-15	Pemasangan anting pojok pada setiap sudut frame
0-16	Pemasangan jangkar pendek pada 2 anting pojok bagian dalam dan belakang frame
0-17	Pemasangan jangkar panjang pada 2 anting pojok bagian dalam dan depan frame
0-18	Pemasangan anting tengah yang menghubungkan jangkar panjang dengan jangkar pendek
0-19	Pemasangan stang kekuatan pada ujung frame
0-20	Pemasangan tiang kayu pada ujung frame untuk menopang palang atas
I-03	Memeriksa ketepatan frame
0-21	Pemasangan anting stang kuningan pada kop
0-22	Pemasangan kop pada bagin atas kayu
0-23	Pemasangan palang atas
0-24	Pemasangan stopan pada palang atas
0-25	Memasang penunjuk pada ujung palang atas

Lanjutan Tabel 1.

Kode Operasi	Keterangan
0-26	Mengaitkan stang penyambung pada anting stang kuningan dengan skep setelan
1-04	Memeriksa ketepatan palang atas
0-27	Meletakkan dek pada pisau jangkaran
0-28	Pemasangan pagar pada dek
0-29	Pemasangan tutup dek
0-30	Menggantung meja gantung pada pisau diujung stang kuningan
0-31	Pemasangan rumah lot dan lot
1-05	Memeriksa produk jadi
0-32	Pengecatan Timbangan Sentisimal 500 kg

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh data waktu berdistribusi normal karena nilai  $\alpha$  hitungnya lebih besar dari 0,05 pada Tabel 2, selanjutnya dilakukan uji tes keseragaman data. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:

Hasil pengukuran pengamatan (dalam satuan detik)

245,40 257,20 215,40 245,40 214,20  
220,40 252,20 225,60 274,60 239,60

Nilai rata-rata

$$\bar{x} = \frac{\sum x_1}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{245,4+257,2+215,4+...+239,6}{10}$$

$$= 239,0$$

$$SD = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

$$SD = \sqrt{\frac{(2454 - 239)^2 + (1572 - 239)^2 + \dots + (2396 - 239)^2}{10 - 1}}$$

$$SD = 19,868$$

Batas Kontrol Atas (BKA) dan Batas Kontrol Bawah (BKB), karena diasumsikan tingkat kepercayaan 95% maka rumusnya adalah sebagai berikut:

$$BKA = \bar{x} \times 2.SD$$

$$BKA = 239 \times 2(19,868)$$

$$= 278,736$$

$$BKA = \bar{x} - 2.SD$$

$$BKA = 239 - 2(19,868)$$

$$= 199,264$$

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimak bahwa data waktu operasi ke-1 sampai ke-32 telah seragam karena semua hasil pengukuran telah berada di antara BKA dan BKB. Setelah data seragam maka dilakukan uji kecukupan data. Adapun langkah-langkahnya adalah:

$$\sum x = 245,40 + 257,20 + \dots + 239,60$$

$$= 2390,00$$

$$(\sum x^2) = 245,40^2 + 257,20^2 + \dots + 239,60^2$$

$$= 574762,64$$

Masukkan harga yang telah diperoleh dengan rumus sebagai berikut (Wignjosoebroto, 1995):

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

$$N' = \left[ \frac{2/0,05 \sqrt{10(5712100) - (574762,64)}}{2390} \right]^2$$

$$= 9,951198333$$

Berdasarkan Tabel 4 dengan membandingkan jumlah data pengamatan yang seharusnya dilakukan ( $N'$ ) dengan banyaknya pengamatan yang dilakukan ( $N$ ) maka dapat disimpulkan waktu operasi ke-1 sampai ke-32 telah cukup. Proses perhitungan dilanjutkan ke perhitungan waktu standar, ada pun langkah-langkahnya sebagai berikut.

Waktu siklus dengan rumus:

$$Ws = \frac{\sum x}{N} = \frac{2390}{10} = 239$$

Besar *performance rating* untuk tiap-tiap operasi dapat disimak pada Tabel 5.

**Tabel 2.** Uji Distribusi Normal

Kode Operasi	$\alpha$	$\alpha$ hit.	Keterangan	Kode Operasi	$\alpha$	$\alpha$ hit.	Keterangan
0-01	0,05	0,978	Normal	0-17	0,05	0,928	Normal
0-02	0,05	0,971	Normal	0-18	0,05	0,734	Normal
0-03	0,05	0,559	Normal	0-19	0,05	0,790	Normal
0-04	0,05	0,963	Normal	0-20	0,05	0,956	Normal
0-05	0,05	0,934	Normal	0-21	0,05	0,726	Normal
0-06	0,05	0,786	Normal	0-22	0,05	0,930	Normal
0-07	0,05	0,615	Normal	0-23	0,05	0,985	Normal
0-08	0,05	0,657	Normal	0-24	0,05	0,984	Normal
0-09	0,05	0,965	Normal	0-25	0,05	0,942	Normal
0-10	0,05	0,986	Normal	0-26	0,05	0,723	Normal
0-11	0,05	0,939	Normal	0-27	0,05	0,812	Normal
0-12	0,05	0,376	Normal	0-28	0,05	0,996	Normal
0-13	0,05	0,643	Normal	0-29	0,05	0,997	Normal
0-14	0,05	0,996	Normal	0-30	0,05	0,992	Normal
0-15	0,05	0,989	Normal	0-31	0,05	0,144	Normal
0-16	0,05	0,765	Normal	0-32	0,05	0,706	Normal

**Tabel 3.** Test Keseragaman Data

No Operasi	X	Standart Deviasi	Peta Kontrol		Keterangan
			BKA	BKB	
0-01	239,00	19,8680089	278,7361	199,264	Seragam
0-02	1434,33	78,5836	1591,4972	1277,1628	Seragam
0-03	4070,81	43,0459	4156,9018	3940,7188	Seragam
0-04	3512,18	65,0456	3642,2715	3382,08	Seragam
0-05	3656,72	45,6636	3747,99	3565,4468	Seragam
0-06	830,19	27,9885	886,167	774,213	Seragam
0-07	1256,67	9,81099	1276,292	1237,048	Seragam
0-08	1005,78	9,09429	1023,96	987,59	Seragam
0-09	1320,53	25,0057	1370,54	1270,51	Seragam
0-10	1671,61	39,6238	1750,85	1592,36	Seragam
0-11	1814,32	27,1031	1868,52	1760,11	Seragam
0-12	1771,86	96,3553	1964,57	1579,14	Seragam
0-13	3170,04	66,9971	3304,03	3036,04	Seragam
0-14	1979,84	29,6748	2039,18	1920,49	Seragam
0-15	1493,62	40,0747	1573,86	1413,57	Seragam
0-16	2241,42	60,8914	2363,2	2119,63	Seragam
0-17	2440,38	44,62685	2531,63	2349,12	Seragam
0-18	1339,22	24,6448	1388,5	1289,93	Seragam
0-19	1410,04	43,8702	1497,78	1322,29	Seragam
0-20	2828,01	40,0202	2908,05	2747,97	Seragam
0-21	1294,35	49,5568	1393,46	1195,238	Seragam
0-22	1465,44	50,4373	1566,31	1364,56	Seragam
0-23	2620,29	58,43732	2737,16	2503,41	Seragam
0-24	1481,11	44,40969	1569,92	1392,29	Seragam
0-25	1685,90	92,3921	1870,684	1501,116	Seragam
0-26	1353,91	28,1	1410,11	1297,71	Seragam
0-27	1472,08	27,9749	1528	1416,13	Seragam
0-28	1592,50	26,216153	1644,93	1540	Seragam
0-29	1483,68	30,48437	1544,64	1422,71	Seragam
0-30	484,93	32,88944	550,7	419,15	Seragam
0-31	1451,89	47,18732	1546,26	1357,51	Seragam
0-32	10504,54	31,33319	10567,2	10441,87	Seragam

**Tabel 4.** Test Kecukupan Data

No. Operasi	N	Σx	N'	Keterangan	No. Operasi	N	Σx	N'	Keterangan
0-01	10	2390	9,951198333	Cukup	0-17	10	24403,8	0,50337182	Cukup
0-02	10	14343,3	4,322441347	Cukup	0-18	10	13392,2	0,487651531	Cukup
0-03	10	40708,1	0,161013845	Cukup	0-19	10	14100,4	1,393925639	Cukup
0-04	10	3521,8	0,52151658	Cukup	0-20	10	28280,1	0,288376851	Cukup
0-05	10	3657,2	0,224287874	Cukup	0-21	10	12943,5	1,167996559	Cukup
0-06	10	8301,9	1,633103063	Cukup	0-22	10	14654,4	1,740138651	Cukup
0-07	10	12566,7	0,087769939	Cukup	0-23	10	26202,9	0,716216708	Cukup
0-08	10	10057,8	0,117732676	Cukup	0-24	10	14811,1	1,294623443	Cukup
0-09	10	13205,3	0,516351111	Cukup	0-25	10	16859	4,324826141	Cukup
0-10	10	16716,1	0,809162293	Cukup	0-26	10	13539,1	0,6207118	Cukup
0-11	10	18143,2	0,321346678	Cukup	0-27	10	14720,8	0,563518318	Cukup
0-12	10	17718,6	4,258485142	Cukup	0-28	10	159525	2,562468121	Cukup
0-13	10	31700,4	0,642711243	Cukup	0-29	10	14836,8	0,608764338	Cukup
0-14	10	19798,4	0,323503357	Cukup	0-30	10	4849,3	6,623957037	Cukup
0-15	10	14936,2	1,036567874	Cukup	0-31	10	14518,9	1,521057811	Cukup
0-16	10	22414,2	1,062742728	Cukup	0-32	10	105045,4	0,113190715	Cukup

**Tabel 5.** Penentuan performance rating

Faktor-faktor Penyesuaian				Jumlah	No.	Faktor-faktor Penyesuaian				Jumlah
Skill	Efford	Condition	Consistency			Skill	Efford	Condition	Consistency	
+0,06	+0,02	+0,02	+0,01	+0,11	17	+0,06	+0,02	+0,02	+0,01	+0,11
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	18	+0,06	+0,05	+0,02	+0,01	+0,14
+0,06	+0,05	+0,02	+0,01	+0,14	19	+0,06	+0,05	+0,02	+0,01	+0,14
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	20	+0,06	+0,05	+0,02	+0,01	+0,14
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	21	+0,06	+0,02	+0,02	+0,01	+0,11
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	22	+0,06	+0,02	+0,02	+0,01	+0,11
+0,06	+0,05	+0,02	+0,01	+0,14	23	+0,06	+0,05	+0,02	+0,01	+0,14
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	24	+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	25	+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11
+0,06	+0,02	+0,02	+0,01	+0,11	26	+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	27	+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	28	+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11
+0,06	+0,05	+0,02	+0,01	+0,14	29	+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11
+0,06	+0,02	+0,02	+0,01	+0,11	30	+0,06	+0,05	+0,02	+0,01	+0,14
+0,06	+0,02	+0,02	+0,01	+0,11	31	+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11
+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11	32	+0,03	+0,05	+0,02	+0,01	+0,11

Waktu normal pada Tabel 6 dengan mengalikan harga siklus dengan *performance rating*, sesuai dengan rumus (Suta Laksana, 1979):

$$W_n = W_s \times P$$

$$= 239 \times 1,11 = 265,29$$

Keterangan:

W<sub>n</sub> = Waktu Normal

W<sub>s</sub> = Waktu Siklus

P = Penyesuaian

*Allowance time* atau waktu longgar dari setiap operasi. Hasilnya dapat disimak pada Tabel 7.

Waktu standar didapat dengan memasukkan harga waktu normal dan *allowance time* ke dalam rumus (Madyana, 1996):

$$W_s = W_n \left[ \frac{100\%}{100\% - Allowance} \right]$$

$$W_s = 265,29 \left[ \frac{100\%}{100\% - 19\%} \right]$$

Adapun analisis pengelompokan elemen-elemen kerja kondisi awal untuk pembuatan produk timbangan sentisimal 500kg Merk SIMA dapat dilihat pada Tabel 8.

Berdasarkan hasil pengelompokan di atas dapat diketahui bahwa siklus terbesar adalah 18990,451 detik, sehingga hasil perhitungan awalnya adalah:

**Tabel 6.** Hasil Perhitungan Waktu Normal

Proses Operasi	Waktu Siklus (Detik)	Penyesuaian (P)	Waktu Normal (Detik)	Proses Operasi	Waktu Siklus (Detik)	Penyesuaian (P)	Waktu Normal (Detik)
0-01	239	1,11	265,29	0-17	2440,38	1,11	2708,8218
0-02	1434,33	1,11	1592,1063	0-18	1339,22	1,14	1526,7108
0-03	4070,81	1,14	4640,7234	0-19	1410,04	1,14	1607,4456
0-04	3512,18	1,11	3889,5198	0-20	2828,01	1,14	3223,9314
0-05	3656,72	1,11	4058,9592	0-21	1294,35	1,11	1436,7285
0-06	830,19	1,11	921,5109	0-22	1465,44	1,11	1626,6384
0-07	1256,67	1,14	1432,6038	0-23	2620,29	1,11	2908,5219
0-08	1005,78	1,11	1116,4158	0-24	1481,11	1,14	1688,4654
0-09	1320,53	1,11	1465,7883	0-25	1685,90	1,11	1871,3490
0-10	1671,61	1,11	2013,8952	0-26	1353,91	1,11	1502,8401
0-11	1814,32	1,11	2013,8952	0-27	1472,08	1,11	1634,0088
0-12	1771,86	1,14	1966,7646	0-28	1592,50	1,11	1767,6750
0-13	3170,04	1,14	3613,8456	0-29	1483,68	1,11	1646,8848
0-14	1979,84	1,11	2197,6224	0-30	484,93	1,14	552,8202
0-15	1493,62	1,11	1658,9182	0-31	1451,89	1,11	1611,5979
0-16	2241,42	1,11	2487,9762	0-32	10504,54	1,11	11660,0394

Line efficiency

$$LE = \frac{\sum_{i=1}^{11} ST_i}{k \times CT} \times 100\%$$

$$= \frac{91556,67229}{(11 \times 18990,45)} \times 100\%$$

$$= 43,82\%$$

**Tabel 7.** Menentukan Allowance

Faktor	Allowance
Kelonggaran untuk kebutuhan pribadi:	
Tenaga yang dikeluarkan	6
Sikap Kerja	2
Kelelahan Mata	4
Temperatur	3
Keadaan Lingkungan	1
Kelonggaran untuk menghilangkan rasa lelah	1
Kelonggaran yang tidak dapat dihindari	2
Jumlah	19

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Waktu Standar

Proses Operasi	Waktu Normal	Allowance (%)	Waktu Standart	Proses Operasi	Waktu Normal	Allowance (%)	Waktu Standart
0-01	265,29	0,19	327,5185185	0-17	2708,8218	0,19	3344,2244
0-02	1592,1063	0,19	1965,5633	0-18	1526,7108	0,19	1884,8281
0-03	4640,7234	0,19	5729,2881	0-19	1607,4456	0,19	1984,5
0-04	3889,5198	0,19	4812,9874	0-20	3223,9314	0,19	3980,1622
0-05	4058,9592	0,19	5011,0607	0-21	1436,7285	0,19	1773,7389
0-06	921,5109	0,19	1137,6678	0-22	1626,6384	0,19	2008,1956
0-07	1432,6038	0,19	1768,6467	0-23	2908,5219	0,19	3590,7678
0-08	1116,4158	0,19	1378,2911	0-24	1688,4654	0,19	2084,5252
0-09	1465,7883	0,19	1809,6152	0-25	1871,349	0,19	2310,3074
0-10	2013,8952	0,19	2290,7248	0-26	1502,8401	0,19	1855,3581
0-11	2013,8952	0,19	2486,29	0-27	1634,0088	0,19	2017,2948
0-12	1966,7646	0,19	2428,1044	0-28	1767,6750	0,19	2182,3148
0-13	3613,8456	0,19	4461,5378	0-29	1646,8848	0,19	2033,1911
0-14	2197,6224	0,19	2713,1141	0-30	552,8202	0,19	682,94407
0-15	1658,9182	0,19	2048,0472	0-31	1611,5979	0,19	1989,627
0-16	2487,9762	0,19	3071,5756	0-32	11660,0394	0,19	14395,11

Balance delay

$$D = \left[ \frac{(n \times CT) - \sum_{i=1}^n ti}{(n \times CT)} \right] \times 100\%$$

$$= \frac{(11 \times 18990,45) - 91556,67229}{(11 \times 18990,45)}$$

Hasil perhitungan selengkapnya pada Tabel 10.

Output produksi awal:

$$Q_s = P_c/CT$$

$$= (7 \ 60 \times 60 \times 30)/18990,45$$

$$= 39,80 = 40 \text{ produk/bulan}$$

Jumlah stasiun kerja minimum ( $k_{\min}$ ) yaitu:

$$K_{\min} = \frac{\text{Total waktu operasi}}{CT}$$

$$= \frac{91556,67229}{18990,45}$$

$$= 4,82 = 5 \text{ stasiun kerja}$$

Penentuan Waktu Siklus (CT) Optimal

Waktu Siklus (CT) harus berada di antara

$$t_{\text{maks}} \leq CT \leq (P/Q),$$

keterangan:

$t_{\text{maks}}$  = Waktu operasi terbesar

$P$  = Jam kerja efektif per bulan

$Q$  = Jumlah produksi per bulan

Dengan melihat waktu operasi terbesar ( $t_{\text{maks}}$ ) 14395,11 detik. Sedangkan output produksi Sentsimal adalah 40 produk/bln dan jam kerja efektif dalam satu hari adalah 7 jam, sehingga:

$$\frac{P}{Q} = \frac{(7 \times 60 \times 60 \times 30)}{40}$$

$$= 18900$$

Sehingga waktu siklusnya antara  $14395,11 \leq CT \leq 18900$ . Setelah diketahui interval waktu siklus tersebut maka dibuat beberapa alternatif rencana keseimbangan lintasan. Dalam penelitian ini ada 7 alternatif perencanaan, yaitu dengan waktu siklus 14.395,11 detik, 14.450 detik, 14.500 detik, 14.538 detik, 17.000 detik, 18.000 detik, dan 18.900 detik. Selanjutnya dengan metode COMSOAL dan

perhitungan dibantu *software* QS diperoleh *balance delay* pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Pengelompokan Elemen-elemen Kerja ke dalam Stasiun Kerja untuk Kondisi Awal

Stasiun Kerja	Kode Operasi	Waktu (dtk)	Jumlah Operator		
I	0-01	327,5185	1		
	0-02	1965,5633			
		2293,081			
II	0-03	5729,2881	1		
		5729,2881			
III	0-04	4812,9874	1		
	0-05	5011,0607			
		9824,0481			
IV	0-06	1137,6678	1		
	0-07	1768,6467			
	0-08	1378,2911			
	0-09	1809,6152			
	0-10	2290,7248			
		8384,9456			
V	0-11	2486,2900	1		
	0-12	2428,1044			
	0-13	4461,5378			
		9375,9322			
VI	0-14	2713,1141	1		
	0-15	2048,0472			
	0-16	3071,5756			
	0-17	3344,2244			
	0-18	1884,8281			
	0-19	1948,5000			
	0-20	3980,1622			
		18990,451			
	VII	0-21		1773,7389	1
		0-22		2008,1956	
VIII	0-23	3781,9345	1		
	0-24	2084,5252			
	0-25	2310,3074			
	0-26	1855,3581			
		9840,9585			
		2017,2948			
IX	0-27	2017,2948	1		
	0-28	2182,3148			
	0-29	2033,1911			
X	0-30	682,49407	1		
	0-31	1989,627			
		2672,121			
XI	0-32	14395,11	1		
		14395,11			

**Tabel 10.** Balance Delay Perkiraan Awal

Waktu Siklus	Jumlah Stasiun Kerja	Balance Delay (%)
14395,11	7	9,1386
14450	7	9,4838
14500	7	9,7959
14538	7	10,0317
17000	6	10,2381
18000	6	15,2248
18900	6	19,2618



**Tabel 11.** Pembagian Operasi Kerja ke dalam Stasiun Kerja dengan COMSOAL

Stasiun Kerja	Kode Operasi	Keterangan	Jumlah Operator
I	Menentukan Tipe Timbangan	0-01	1
	Menentukan ukuran pisau Stang Kuningan	0-06	
	Memasang pisau pada stang kuningan	0-07	
	Pemasangan pisau pada jangkar dan skep setelan	0-11	
	- Pada jangkar pendek 5 buah		
	- Pada jangkar panjang 6 buah		
	- Pada skep setelan 1 buah		
	Pemasangan poros roda dan roda pada frame	0-14	
Pemasangan anting pojok pada setiap sudut frame	0-15	2	
Pemasangan palang atas	0-23		
Menentukan ukuran batu sorong	0-02		
Memasang batu penyeimbang pada stang kuningan	0-08		
Pemasangan batu sorong pada stang kuningan	0-09		
Pemasangan skep setelan pada jangkar panjang	0-12		
Pemasangan jangkar pendek pada 2 anting pojok bagian dalam dan belakang frame	0-16		
Pemasangan stopan pada palang atas	0-24		
III	Memotong batu sorong	0-03	1
	Pemasangan tiga buah anting pada stang kuningan	0-10	
	Pemasangan jangkar panjang pada 2 anting pojok bagian dalam dan depan frame	0-17	
	Memasang penunjuk pada ujung palang atas	0-25	
IV	Mengebor batu sorong	0-04	1
	Mengebor batu penyeimbang	0-05	
	Pemasangan pan atau dudukan pisau pada anting, dek dan salah satu ujung dari stang penyambung yang dikaitkan pada pisau skep setelan	0-13	
V	Pemasangan anting tengah yang menghubungkan jangkar panjang dengan jangkar pendek	0-18	1
	Pemasangan stang kekuatan pada ujung frame	0-19	
	Pemasangan tiang kayu pada ujung frame untuk menopang palang atas	0-20	
	Pemasangan anting stang kuningan pada kop	0-21	
	Pemasangan kop pada bagian atas kayu	0-22	
	Mengaitkan stang penyambung pada anting stang kuningan dengan skep setelan	0-26	
VI	Meletakkan dek pada pisau jangkar	0-27	1
	Pemasangan pagar pada dek	0-28	
	Pemasangan tutup dek	0-29	
	Menggantung meja gantung pada pisau diujung stang kuningan	0-30	
	Pemasangan rumah lot dan lot	0-31	
VII	Pengecatan Timbangan Sentsimal 500kg	0-32	1

Dari ketujuh alternatif perencanaan menggunakan metode *COMSOAL* dapat disimak pada Tabel 11 yang memiliki hasil terbaik adalah perencanaan I dengan Waktu siklus sebesar 14395,11 detik, dengan, nilai *Balance Delay* sebesar 9,13% dan memiliki jumlah stasiun kerja sebanyak 7 stasiun kerja maka *out put* produksi yang dihasilkan adalah:

$$\begin{aligned}
 Q_s &= P/CT \\
 &= (30 \times 7 \times 60 \times 60)/14395,11 \\
 &= 52 \text{ produk}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Biaya  
Biaya tenaga kerja per 1 unit kondisi awal:



$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Gaji tenaga kerja/bulan}}{\text{Kapasitas produksi/bulan}} \times \text{jumlah tenaga kerja} \\
&= \frac{\text{Rp}750.000,00}{40} \times 11 \\
&= \text{Rp}206.250,00
\end{aligned}$$

Biaya tenaga kerja per 1 unit pada kondisi setelah penerapan keseimbangan lintasan dengan metode COMSOAL:

$$\begin{aligned}
&= \frac{\text{Gaji tenaga kerja/bulan}}{\text{Kapasitas produksi/bulan}} \times \text{jumlah tenaga kerja} \\
&= \frac{\text{Rp}750.000,00}{52} \times 7 \\
&= \text{Rp}101.961,00
\end{aligned}$$

Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan metode COMSOAL (*Computer Method of Sequence for Assembly Lines*) maka dapat diambil suatu kesimpulan bahwa Jumlah stasiun kerja berkurang dari 11 menjadi 7 stasiun kerja per lini. Dari hasil perencanaan keseimbangan lintasan produksi diperoleh pengelompokan operasi sebagai berikut:

Pada stasiun kerja I, operasi yang dilakukan operator, yaitu: operasi menentukan timbangan, menentukan ukuran pisau stang kuningan, memasang pisau pada stang kuningan, pemasangan pisau pada jangkar dan skep setelan, pemasangan poros roda dan roda pada frame, pemasangan anting pojok pada setiap sudut frame, Pemasangan palang atas.

Pada stasiun kerja II, operasi yang dilakukan operator, yaitu: menentukan ukuran batu sorong, memasang batu penyeimbang pada stang kuningan, pemasangan batu sorong pada stang kuningan, pemasangan skep setelan pada jangkar panjang, pemasangan jangkar pendek pada 2 anting pojok bagian dalam dan belakang frame, pemasangan stopan pada palang atas.

Pada stasiun kerja III, operasi yang dilakukan operator, yaitu: memotong batu sorong, pemasangan tiga buah anting pada stang kuningan, pemasangan jangkar panjang pada 2 anting pojok bagian dalam dan depan frame, memasang penunjuk pada ujung palang atas.

Pada stasiun kerja IV, operasi yang dilakukan operator, yaitu: mengebor batu sorong, mengebor batu penyeimbang, pemasangan pan atau dudukan pisau pada anting, dek dan salah satu ujung dari stang penyambung yang dikaitkan pada pisau skep setelan.

Pada stasiun kerja V, operasi yang dilakukan operator, yaitu: pemasangan anting tengah yang menghubungkan jangkar panjang dengan jangkar pendek, pemasangan stang kekuatan pada ujung frame, pemasangan tiang kayu pada ujung frame untuk menopang palang atas, pemasangan anting stang kuningan pada kop, pemasangan kop pada bagian atas kayu, mengaitkan stang penyambung pada anting stang kuningan dengan skep setelan.

Pada stasiun kerja VI, operasi yang dilakukan operator, yaitu: meletakkan dek pada pisau jangkar, pemasangan pagar pada dek, pemasangan tutup dek, menggantung meja gantung pada pisau diujung stang kuningan, pemasangan rumah lot dan lot.

Tabel 12 menunjukkan hasil perencanaan keseimbangan lintasan dengan menggunakan metode COMSOAL dan tidak menggunakan metode COMSOAL (metode awal) dapat dilihat bahwa metode COMSOAL memberikan nilai cycle time (CT) yang lebih kecil dibanding sebelumnya sehingga biaya tenaga kerja/unit dapat turun menjadi Rp100.961,00 selain itu produktivitas meningkat sebesar 4 unit/bulan.

**Tabel 12.** Perbandingan Sebelum dan Sesudah Perencanaan Keseimbangan Linatasan dengan Menggunakan Metode COMSOAL

Faktor perbandingan	Keadaan	
	Awal	Sesudah
Cycle Time (CT)	18990,45	14395,11
Balance Delay (%)	56,17	9,13
Effisiensi (%)	43,82	90,87
Output produksi/bln	40	52
Jumlah Tenaga Kerja	11	7
Biaya Tenaga Kerja/unit	Rp206.250,00	Rp100.961,00
Produktivitas kerja (unit/tenaga kerja/bln)	4	8

Pada stasiun kerja VII, dengan operasi yang dilakukan operator, yaitu: pengecatan Timbangan Sentisimal 500 kg.

## SIMPULAN

Dengan menggunakan Metode COMSOAL maka didapat peningkatan efisiensi sebesar 47,05%, dan ada penurunan balance delay sebesar 47,04% serta bertambahnya output produksi sebanyak 12 produk per bulan, berkurangnya tenaga kerja sebanyak 4 tenaga kerja, ada penurunan biaya tenaga kerja per unit, yaitu sebesar Rp105.289,00 setara ada peningkatan produktivitas kerja sebanyak 4 unit tiap tenaga kerja dalam satu bulan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Benyamin, W.N., 1993. *Motion And Time Study*. Homewood, IL. Ricahard D. Irwin.
- Elsayed, E.A., Boucher, T., 1985. *Analysis and Control of Production System*. Prentice Hall.
- Madyana, A.M., 1996. *Analysis Perancangan kerja Dan Ergonomi*. Yogyakarta: Penerbit Universitas Atmajaya.
- Nasution, A.H., *Perencanaan & Pengendalian Produksi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penerbit Guna Widaya.
- Sutalaksana, Iftikar. Z, Anggrawista. R dan Tjakraatmaja, Jann, H., 1979. *Teknik Tata Cara Kerja*. Bandung: Departemen Teknik Industri ITB.
- Wignjosoebroto, S., 1995. *Ergonomi, Study Gerak dan Waktu: Teknk Analitis Untuk Peningkatan Produktivitas kerja*. Jakarta: Guna Widya.