

KURVA BELAJAR UNTUK PEMASANGAN DINDING PARTISI PADA PEMBANGUNAN GEDUNG SENTRAL FAKULTAS PERTANIAN TAHAP III UB MALANG

Joko Susilo, Saifoe El Unas, Indradi W

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Brawijaya

Jalan MT.Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail : susilojoko354@gmail.com

ABSTRAK

Dalam pekerjaan konstruksi, pekerja atau tukang akan sering melakukan pekerjaan yang sama (*typical*) secara berulang. Sesuai teori kurva belajar, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan akan semakin berkurang. Waktu pemasangan dinding partisi pada siklus ke-n akan diprediksi menggunakan kurva belajar (*learning curve*) model Wright dan De Jong. Sampel dalam penelitian ini adalah waktu pemasangan dinding partisi pada proyek pembangunan gedung sentral fakultas pertanian UB Malang. Didapatkan nilai prediksi waktu pekerjaan yang pertama (T_1) sebesar 16.346 menit dan nilai *slope* (b) sebesar -0.2097 untuk membuat kurva model Wright. Dengan nilai T_1 dan b yang sama, pada model De Jong dilakukan perhitungan koefisien inkompresibilitas (M), dalam penelitian ini bernilai 0.3429. Persamaan *learning curve* model Wright yaitu $t_n = 16.346.n^{-0.2097}$. Sedangkan, persamaan *learning curve* model De Jong yaitu $t_n = 16.346[0.3429+(1-0.3429).n^{-0.2097}]$. Dengan kedua persamaan ini, dibandingkan prediksi waktu dan produktifitas pada siklus ke-9 sampai ke-11 antara model Wright dan De Jong dengan yang sesungguhnya. Prediksi waktu dan produktifitas model Wright lebih akurat jika dibanding model De Jong. Kurva belajar model Wright cenderung lebih curam. Persamaan model De Jong menambahkan koefisien M , yaitu rasio pekerjaan mesin. Sehingga waktu yang diprediksi akan lebih cenderung konstan akibat pekerjaan otomatisasi oleh mesin.

Kata kunci : Produktifitas, Kurva Belajar, Dinding Partisi

ABSTRACT

In construction work, worker or handyman will often do the same job (*typical*) repeatedly. According to the theory of learning curve, the time needed to complete the work on the wane. Installation time of partition walls on the n -th cycle would be predicted using the learning curve (*learning curve*) models of Wright and De Jong. The sample in this study was the time of installation of partition walls on a building's central agricultural departments UB Malang. Predictive value obtained when the work of the first (T_1) of 16 346 minutes and the value of the slope (b) of -0.2097 to make a curve model of Wright. With the value of T_1 and b are the same, on the model of De Jong calculation inkompresibilitas coefficient (M), in this study is worth 0.3429. Wright learning curve equation models that $t_n = 16.346.n^{-0.2097}$. Meanwhile, the learning curve equation model of De Jong is $t_n = 16\ 346\ [0.3429+ (1-0.3429) .n^{-0.2097}]$. With these two equations, compared to predictions of cycle time and productivity on the 9th through the 11th between the model Wright and De Jong with the real. Prediction time and productivity Wright is more accurate models than model De Jong. Wright learning curve models tend to be steeper. De Jong added model equation coefficient M , which is the ratio of the machine work. So time is predicted to be more likely due to the constant work by machine automation.

Keywords: Productivity, Learning Curve, Wall Partitions

PENDAHULUAN

Seseorang yang mengerjakan pekerjaan konstruksi pastinya sering melakukan pekerjaan yang sama secara berulang. Semakin lama, maka pekerja akan menjadi semakin lancar dalam menyelesaikan pekerjaan tersebut sejalan dengan pengalamannya, sehingga waktu yang diperlukan juga akan semakin pendek. Kedua hal ini menunjukkan adanya adaptasi pekerja terhadap pekerjaan yang dihadapinya.

Dunia konstruksi, sebagai contoh membutuhkan ruangan di dalam rumah atau gedung perkantoran dengan berbagai fungsi yang variatif. Hingga akhirnya ruangan yang cukup luas dibagi menjadi ruangan-ruangan yang lebih kecil sesuai kebutuhan. Dalam hal ini pemasangan dinding partisi cenderung lebih mudah jika dibandingkan dengan dinding konvensional. Waktu yang dibutuhkan juga lebih singkat.

Tahun 1936, T.P Wright telah mempelajari tentang gejala diatas. Wright menyatakan, pada pekerjaan berulang menimbulkan adanya kecenderungan kebutuhan waktu yang berkurang. Hasilnya disajikan dalam bentuk kurva, yang disebut kurva belajar atau *learning curve*. Kurva belajar adalah sebuah kurva garis yang menunjukkan hubungan antara waktu yang diperlukan untuk produksi dan

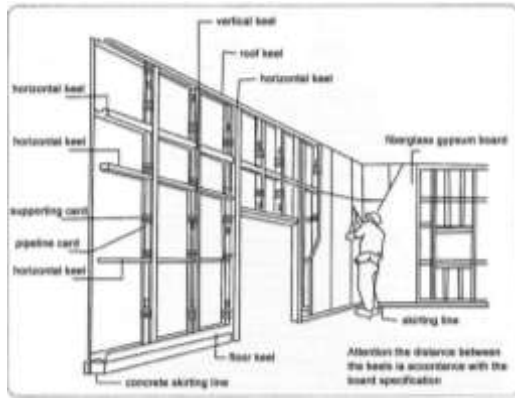
jumlah komulatif unit yang diproduksi. Teori kurva belajar mengalami perkembangan dan dibuktikan dengan adanya berbagai cara untuk pengolahan data, salah satunya adalah model De Jong

Ada kemungkinan perbedaan hasil prediksi menggunakan model Wright dengan De Jong, maka akan dilakukan pengamatan dan analisis mengenai hal ini. Pengurangan waktu yang terjadi pada setiap pengulangan siklus memungkinkan adanya kenaikan produktivitas yang dapat diprediksi melalui kurva belajar.

TINJAUAN PUSTAKA

Dinding Partisi

Dinding adalah bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai pemisah antara ruangan luar dengan ruangan dalam, melindungi terhadap intrusi dan cuaca, penyokong atap dan sebagai pembatas ruangan satu dengan ruangan lainnya. Partisi adalah pemisah ruangan yang bisa dibuat secara permanen seperti batu bata atau batako. Partisi juga bisa nonpermanen dengan menggunakan material board seperti gypsum dan fiber cement.



Gambar 1 Pemasangan dinding partisi

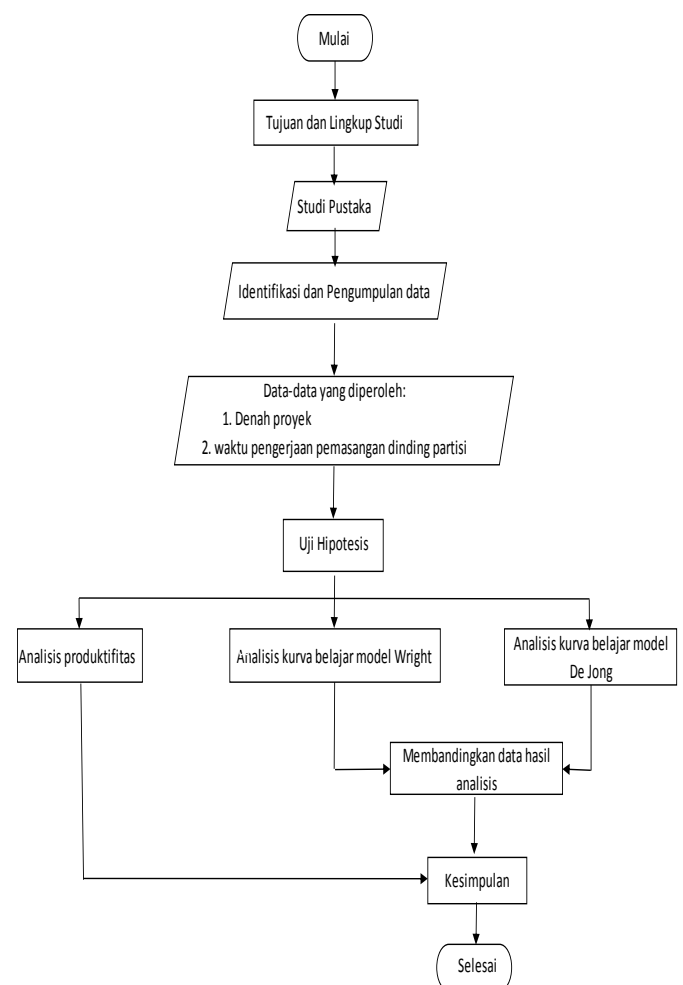
Learning Curve

Di dalam dunia pekerjaan terdapat gejala, yaitu apabila suatu pekerjaan dapat diulang secara *ajeg*, maka waktu yang digunakan akan semakin pendek disbanding dengan saat pertama kali dikerjakan dan secara *ajeg* pula akan turun dengan tingkat tertentu sesuai dengan tingkat pengalaman, adaptasi, dan belajarnya. Gejala ini menunjukkan adanya adaptasi pekerja terhadap pekerjaan yang dihadapinya. Adaptasi terhadap pekerjaan tersebut didorong oleh keinginan setiap individu pekerja untuk melaksanakan gerakan ekonomis. Gejala tersebut dapat dijelaskan melalui “LEARNING CURVE” atau “EXPERIENCE CURVE”

METODOLOGI

Penelitian dilakukan untuk mendapatkan data. Data yang didapat berupa angka yang kemudian akan dianalisa. Penelitian dimaksudkan untuk menjelaskan

produktifitas tenaga kerja. Oleh karena itu, pada tahap pembahasan akan digunakan metode deskriptif untuk menggambarkan karakteristik kurva belajar dalam konteks waktu. Tahapan penelitian seperti tertera pada gambar berikut.

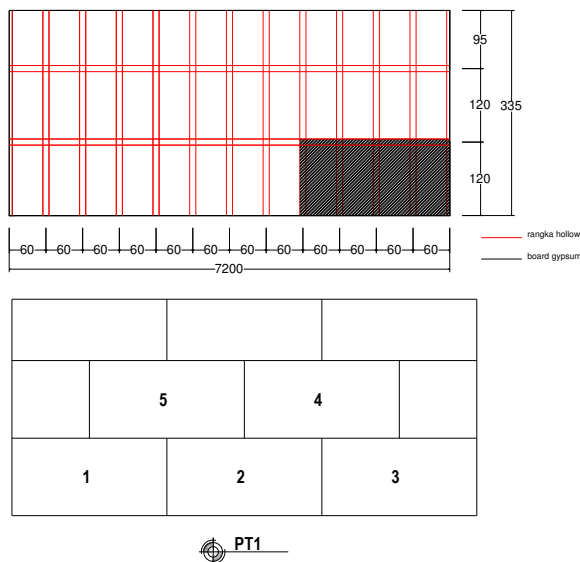


PEMBAHASAN

Siklus

Pemasangan dinding partisi dalam satu siklus terdiri dari :

- Pemasangan lembaran gypsum yang sama stepnya hanya pada pemasangan 3 lembar awal (*barisan paling bawah*) seperti terlihat pada gambar. Selanjutnya tiga lembar gypsum dalam satu dinding tipe PT-1 ini kemudian dianggap sebagai satu siklusnya.



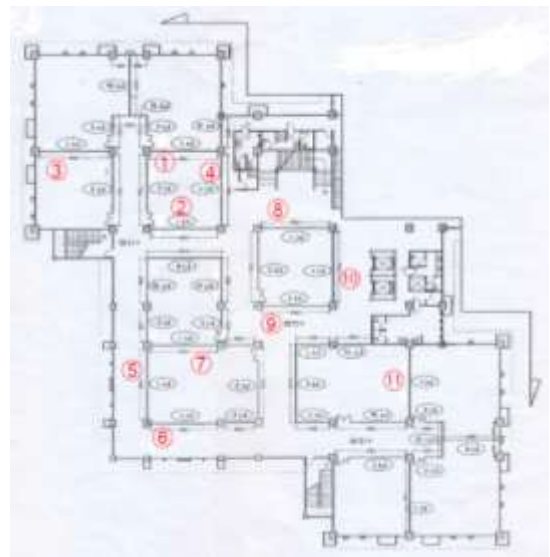
Untuk mengetahui jumlah sampel yang harus diambil, maka dilakukan uji kecukupan data. Salah satu metode yang digunakan untuk menentukan jumlah sampel adalah menggunakan rumus Slovin (Sevilla et. al., 1960:182), sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

$$n = \frac{12}{1 + 12 \cdot 0.1^2} = 10,71 \approx 11$$

n = jumlah sampel
N = jumlah populasi
e = batas toleransi kesalahan
(*error tolerance*)

Pengamatan yang dilakukan yaitu pencatatan waktu pemasangan dinding tiap siklus. Dilakukan mulai dari pemasangan dinding yang pertama hingga dinding yang ke-11. Berikut ini adalah urutan pemasangan dinding di lantai-4.



Pemasangan dinding partisi ini dilakukan oleh 2 orang. Satu orang tukang yang memasangkan sekrup pada gypsum dan satu orang pekerja yang membantu. Penghitungan waktu menggunakan timer dimulai saat pekerja menempelkan gypsum pada rangka sampai sekrup terakhir selesai dipasangkan.

Uji Hipotesis

Dimana hipotesis nol pada penelitiann ini berbunyi “Rata-rata kumulatif waktu pengerjaan pemasangan dinding partisi pada setiap siklus (H_a) akan lebih kecil pada pengulangannya (H_b)”.

No.	Siklus	Durasi Pengerjaan (menit)	Waktu Kumulatif Rata-Rata	Selisih Waktu (d)	(d- \bar{d})	(d- \bar{d}) ²
1	1	15.81	15.81		14.51	210.63
2	2	13.85	14.83	0.98	-0.32	0.10
3	3	9.74	13.13	1.70	0.40	0.16
4	4	9.68	12.27	0.86	-0.43	0.19
5	5	9.24	11.66	0.61	-0.69	0.48
6	6	8.65	11.16	0.50	-0.79	0.63
7	7	8.24	10.74	0.42	-0.88	0.77
8	8	7.79	10.38	0.37	-0.93	0.86
			$\sum d$	10.38	$\sum (d-\bar{d})^2$	213.82
			\bar{d}	1.30		

Waktu kumulatif rata-rata diperoleh dari hasil penjumlahan siklus ke-n dengan siklus sebelumnya dibagi n. Selisih waktu diperoleh dari hasil waktu siklus ke-n dikurangi waktu sebelumnya. Kumulatif selisih waktu didapat dari waktu pengerjaan pertama dikurangi jumlah total selisih waktu. Kemudian dibagi jumlah data untuk mendapatkan nilai selisih waktu rata-rata. Setelah dilakukan penghitungan beberapa nilai tersebut, selanjutnya ddidapatkan besarnya nilai t dari penghitungan sebagai berikut.

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (d-\bar{d})^2}{n-1}} \quad t = \frac{\bar{d} - d_0}{5.53/\sqrt{8}}$$

$$S_d = \sqrt{\frac{213.82}{8-1}} \quad t = \frac{1.30 - 0}{5.53/\sqrt{8}}$$

$$5.53 \quad = 0.664$$

dimana, $df = n-1 = 8-1 = 7$

$$\alpha = 0.05$$

Pr	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001
df	0.88	0.89	0.90	0.906	0.92	0.910	0.932
1	1.0000	3.07768	6.31375	12.70620	31.82082	63.6574	318.3884
2	0.81626	1.88562	2.91999	4.30266	6.96456	9.92464	22.32712
3	0.764899	1.63774	2.35336	3.18245	4.94070	6.94091	10.21483
4	0.740781	1.53321	2.13185	2.77645	3.74695	4.93409	7.17218
5	0.726687	1.47589	2.01505	2.57056	3.36493	4.53214	5.89343
6	0.717142	1.43976	1.94318	2.44791	3.14267	3.70745	5.20783
7	0.71114	1.41482	1.89458	2.36462	2.99795	3.48948	4.78529
8	0.70639	1.39682	1.85950	2.30600	2.89646	3.35539	4.50779
9	0.70272	1.38303	1.83311	2.26216	2.82144	3.24984	4.29881
10	0.69981	1.37218	1.81246	2.22814	2.76377	3.18307	4.14370

Oleh karena nilai $|t_{hit}| = 0.241$ dan nilai $t_{tabel} = 1.89458$. Dengan ini, nilai uji statistik (t_{hit}) masih berada pada daerah diterima atau berada di dalam nilai kritis (t_{tabel}), maka H_0 diterima. Dengan demikian $H_a > H_b$, yaitu rata-rata kumulatif waktu pengerjaan pemasangan dinding partisi pada tiap siklus akan lebih kecil pada pengulangannya. Dapat disimpulkan bahwa, waktu pengerjaan semakin lama akan semakin berkurang.

Faktor slope (b) dan Waktu Produksi Pertama (T_1)

Nilai slope (b) dan waktu produksi pertama (T_1) merupakan nilai didapat dari persamaan regresi linier.

i	x_i	y_i	x_i^2	$x_i y_i$	$(y_i - \bar{y})^2$	$(y_i - a_0 - a_1 x_i)^2$
1	0.000	2.761	0.000	0.000	0.034	0.001109
2	0.693	2.697	0.480	1.869	0.015	0.002307
4	1.386	2.507	1.922	3.476	0.005	0.000015
8	2.079	2.339	4.324	4.865	0.056	0.000345
\sum	4.159	10.304	6.726	10.209	0.109	0.003776
Rata-rata	1.040	2.576				

dengan demikian, didapatkan persamaan regresi dengan mensubstitusikan nilai a_1 dan a_0 kedalam persamaan $a_1 x + a_0$ sebagai berikut :

$$a_1 = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} = \frac{4 \times 10.209 - 4.159 \times 10.304}{4 \times 6.729 - 4.159^2} = -0.2097$$

$$a_0 = \frac{\sum y_i - a_1 \sum x_i}{n} = \frac{10.304 - (-0.2097) \times 4.159}{4} = 2.793947$$

$$S_y = \sqrt{\frac{S_t}{n-1}} = \sqrt{\frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.109}{4-1}} = 0.190936$$

$$S_r = \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - a_0 - a_1 x_i)^2} = 0.003776$$

$$S_{y/x} = \sqrt{\frac{S_r}{n-2}} = \sqrt{\frac{0.003776}{4-2}} = 0.043451$$

$$r^2 = \frac{S_t - S_r}{S_t} = \frac{0.109 - 0.003776}{0.109} = 0.965475$$

$$r = \sqrt{r^2} = \sqrt{0.965475} = 0.982586$$

dengan demikian, didapatkan persamaan regresi dengan mensubstitusikan nilai a_1 dan a_0 kedalam persamaan $a_1 x + a_0$ sebagai berikut :

Dari nilai koefisien deerminan (r^2)

$$y = a_1 x + a_0 \quad r^2 = 0.983$$

$$= -0.2097x + 2.794$$

didapatkan hasil kecocokan kurva terhadap data sebesar 96,55% dan korelasi sebesar 98,26%. Dari persamaan regresi $y = -0,2097x + 2,794$ didapatkan nilai slope (b) -0,2097 dan waktu produksi pertama T_1 yaitu $e^{2,794} = 16,3463$.

Learning Curve Model Wright

Persamaan model Wright adalah sebagai berikut:

$$t_n = t_1 \cdot n^b = 16.3463 \cdot n^{-0.2097}$$

No.	Siklus	Volume (m ²)	Waktu Kumulatif Rata- rata Sesungguhnya (menit)	Waktu Kumulatif Rata- rata Prediksi (menit)	Produktifitas Sesungguhnya (m ² /jam)	Produktifitas Prediksi (m ² /jam)	Kr Produktifi- tas (%)
1	1	2.88	15.81	16.3454	10.9298	10.5718	3.28
2	2	5.76	14.83	14.1346	23.3041	24.4507	4.69
3	4	11.52	12.27	12.2228	56.3325	56.5501	0.38
4	8	23.04	10.38	10.5696	133.2434	130.7906	1.84
5	9	25.92	10.09	10.3118	154.0989	150.8181	2.13
6	10	28.8	9.85	10.0865	175.4315	171.3185	2.34
7	11	31.68	9.52	9.8869	199.6067	192.2539	3.68

Kemudian akan dibuat kurva belajarWright dari hasil hitungan tersebut.



Learning Curve Model De Jong

Rumus untuk mendapatkan kurva belajar metode De Jong adalah sebagai berikut.

$$t_n = t_1 [M + (1 - M) \cdot n^b]$$



Koefisien M pada metode De Jong merupakan besaran yang dikaitkan dengan metode pelaksanaan. Pemasangan dinding partisi dilakukan oleh manusia saat pemasangan skrup menggunakan bor listrik. Oleh karena itu, nilai koefisien M dalam penelitian ini

berkisar antara 0 s/d 1 berdasar rasio pekerjaan yang dilakukan oleh manusia dan juga mesin.

Rata-rata mesin bekerja yaitu untuk menancapkan satu buah skrup adalah 5 detik. Sehingga total waktu mesin bekerja pada satu lembar gypsum adalah 100 detik. Kemudian dihitung rasio mesin bekerja (M), yaitu waktu kerja mesin dibagi dengan waktu total pemasangan satu board gypsum.

No.	Siklus	Waktu total	Waktu total	Waktu bagian skrup	rasio waktu penancap an skrup
		menit	detik	detik	(M)
1	1	5.37	322.2	100	0.3104
		5.30	318	100	0.3145
		5.14	308.4	100	0.3243
2	2	5.24	314.4	100	0.3181
		4.49	269.4	100	0.3712
		4.12	247.2	100	0.4045
3	4	3.33	199.8	100	0.5005
		3.26	195.6	100	0.5112
		3.09	185.4	100	0.5394
4	8	3.20	192	100	0.5208
		2.47	148.2	100	0.6748
		2.12	127.2	100	0.7862
				ΣM	4.1148
				M	0.3429

$$\text{Waktu penancapan skrup } 1.1 (M_{1.1}) = \frac{20 \times 5}{322.2} = 0.3104$$

$$M = \frac{\Sigma M}{n}$$

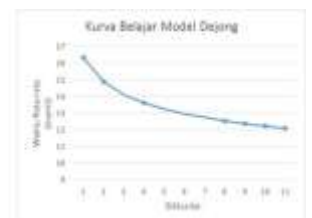
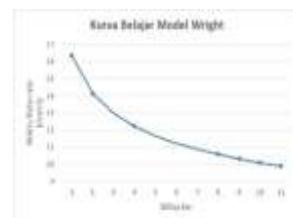
$$M = \frac{4.1148}{12} = 0.342$$

Selanjutnya akan dihitung kurva belajar model De Jong menggunakan nilai $b=-0.2097$, $T_1=16.346$ dan $M=0.3429$ sebagai berikut.

$$t_n = 16,346[0.3429 + (1 - 0.3429) \cdot n^{-0.2097}]$$

Perbandingan Hasil Prediksi Menggunakan Metode Wright Dan Metode De-Jong

No.	Siklus	Volume m ³	Waktu Kumulatif Rata-rata (menit)	Waktu Kumulatif Rata-rata Sesungguhnya (menit)	Produktifitas Prediksi (m ³ /jam)	Produktifitas Sesungguhnya (m ³ /jam)	Kr Produktifitas (%)
1	1	2.88	16.346	15.81	10.5714	10.9298	3.28
2	2	5.76	14.893	14.83	23.2056	23.3041	0.42
3	4	11.52	13.636	12.27	50.6877	56.3325	10.02
4	8	23.04	12.55	10.38	110.1520	133.1792	17.29
5	9	25.92	12.38	10.09	125.6169	154.1328	18.50
6	10	28.8	12.232	9.85	141.2637	175.4315	19.48
7	11	31.68	12.101	9.52	157.0741	199.6639	21.33



Terlihat perbedaan kurva belajar yang dibuat menggunakan metode Wright dan metode De Jong. Kurva belajar Wright cenderung lebih curam. Kurva belajar model Wright menunjukkan peningkatan produktivitas yang lebih signifikan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian tentang kurva belajar untuk pemasangan dinding partisi pada pembangunan gedung sentral fakultas peranian tahap III UB Malang, didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemasangan dinding partisi pada Pembangunan Gedung Sentral Fakultas Pertanian Tahap III UB

Malang menunjukkan kecenderungan pengurangan waktu. Dari hasil uji hipotesis menggunakan uji t, didapatkan nilai $|t_{hit}|$ sebesar 0.241 dan nilai t_{tabel} adalah 1.89458. Sehingga, H_0 yang berbunyi “rata-rata kumulatif waktu pekerjaan pemasangan dinding partisi pada tiap siklus akan lebih kecil pada pengulangannya” dapat diterima.

2. Persamaan *learning curve* model Wright yaitu $t_n = 16.346.n^{-0.2097}$. Sedangkan, persamaan *learning curve* model De Jong yaitu $t_n = 16.346[0.3429+(1-0.3429).n^{-0.2097}]$. Waktu pemasangan dinding partisi pada siklus yang pertama pada kedua persamaan ini bernilai 16.346 menit dan kecepatan belajarnya sebesar -0.2097. Koefisien INKOMPRESIBILITAS (m) yang membedakan akurasi prediksi antara keduanya. Pada penelitian ini, nilai M adalah 0.3429.
3. Didapatkan waktu pengerjaan pada siklus ke-1, ke-2, ke-4 dan ke-8. Untuk metode Wright sebesar 16.3454; 14.1346; 12.2228; 10.5696. Sedangkan untuk metode De Jong 16.346; 14.893; 13.636; 12.550. Untuk metode Wright, nilai produktifitasnya 10.5718; 24.4507; 56.5501; 130.7906. Sedangkan, untuk metode De Jong

produktifitasnya 10.5714; 23.2056; 50.6877; 110.1520 dalam satuan (m^2/jam).

4. Kurva belajar model Wright berbentuk curam, sedangkan kurva belajar model De Jong cenderung lebih linier. Kondisi ini menunjukkan bahwa kurva belajar metode De Jong menunjukkan kenaikan waktu yang lebih signifikan. Persamaan model De Jong memperhatikan rasio pekerjaan mesin. Sehingga waktu yang diprediksi akan lebih cenderung konstan akibat pekerjaan otomatisasi oleh mesin.
5. Prediksi meningkatnya produktifitas menggunakan metode Wright tingkat akurasi lebih tinggi dibanding prediksi produktifitas menggunakan metode De Jong. Kesalahan relatif pada siklus ke-9, ke-10 dan ke-11 untuk metode Wright sebesar 2.14%; 2.34% dan 3.70%. Sedangkan pada metode De Jong kesalahan relatifnya mencapai 21.73%; 22.942% dan 24.957%.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan untuk penelitian yang lebih lanjut mengenai kurva belajar model Wright dan model De Jong, antara lain.

1. Perhatikan pekerjaan yang akan diamati. Sesuaikan dengan syarat-syarat pekerjaan yang berulang.

2. Perhatikan siklus pekerjaan. Hindari perbedaan pengerjaan pada tiap siklusnya.
3. Catat waktu pengamatan, pagi atau siang. selain itu juga catat setiap kondisi pengerjaan dilapangan saat pengamatan. Mungkin saja hal tersebut berpengaruh terhadap produktifitas yang dicapai oleh pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Aribowo, Budi. 2015. *Studi Kritis atas 'Uji Kecukupan Data'*. Jakarta. *Jurnal INASEA*, Vol. 8 No. 1, April 2007: 82-87. Jurusan Teknik Industri Universitas Bima Nusantara.
- Capt Justin R. Moore, USAF, John J. Elshaw, Adedeji B. Badiru, and Lt Col Jonathan D. Ritschel. 2015. *Acquisition Challenge: The Importance of Incompressibility in Comparing Learning Curve Models*. Defense ARJ, Oktober 2015, Vol 22 No. 4 : 416-449
- Dar-El, Ezey. 2000. *Human Learning: From Learning Curve to Learning Organizations*. New York: Kluwer Academic Publisher.
- Sugianto, Ahmad N. 2003. Analisis Perbandingan Produktivitas Konstruksi *Precast Box Girder Balanced Cantilever Dan Precast Box Girder Span by Span* Dengan Metode *Time Study*. Program Studi Teknik Sipil-Institut Teknologi Bandung.
- Teplitz, C.J. 1991. *The Learning Curve Deskbook: A Reference Guide to Theory, Calculation, and Application*. Westport: Quorum books.
- Warman, Joni. 2013. *Mengolah Data Penelitian Kuantitatif Menggunakan Minitab*. Wordpress. <https://joniwarman.wordpress.com/2013/07/02/pengolahan-data-menggunakan-minitab/>. (diakses 29 Nopember 2016)
- T.P Wright. "Factor Affecting the Cost of Airplanes". *Journal of the Aeronautical Science*, Vol. 3, No. 4 (1936), pp. 122-128.
- Undang-undang No. 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan
- Thomas, H.R. (2000). *Principles of Construction Labor Productivity Measurement and Processing*. Pennsylvania Transportation Institute Pennsylvania State University, Pennsylvania