

# MODEL UNTUK MENENTUKAN JUMLAH TENAGA KERJA PADA PEMBANGUNAN RUKO MENGGUNAKAN ANALISIS REGRESI

*(Model to Determine the Number of Manpower in Shop-Houses Using Regression Analysis)*

Nadhya Susilo Nugroho<sup>1</sup>, Andini Awalia<sup>2</sup>, Erizal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Institusi Pertanian Bogor

<sup>2</sup>PT. Sukses Bangun Investama

<sup>3</sup>Institut Pertanian Bogor

Dramaga, Bogor, Jawa Barat

E-mail: [nadhyasn20nugroho@apps.ipb.ac.id](mailto:nadhyasn20nugroho@apps.ipb.ac.id)

*Diterima: September 2019; Direvisi (Revised): Desember 2019; Disetujui untuk Dipublikasikan (Accepted):  
Maret 2020*

## ABSTRAK

Setiap pelaksanaan pembangunan rumah toko selalu melibatkan sumber daya, diantaranya adalah sumber daya manusia, dan sumber daya manusia diantaranya adalah tenaga kerja konstruksi, dan tenaga kerja proyek konstruksi rumah toko yaitu, mandor, kepala tukang, tukang kayu, tukang batu, tukang besi, tukang listrik serta pekerja. Kurangnya tenaga kerja bisa menimbulkan keterlambatan proyek, dan terlalu banyak tenaga kerja, bisa menurunkan produktifitas kerja dan semua itu bisa menimbulkan kerugian dalam pelaksanaan proyek konstruksi. Agar tidak terjadi kerugian akibat tidak tepat dalam menentukan sumberdaya manusia, khususnya tenaga kerja proyek konstruksi, maka perlu diketahui standar jumlah tenaga kerja berdasarkan besar dan kecilnya serta target waktu yang ditentukan. Berdasarkan hal tersebut maka berapa jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pembangunan rumah toko dengan luas bangunan yang telah ditentukan agar produktivitas tenaga kerja tetap maksimal, dan bagaimana cara menghitung kebutuhan tenaga kerja saat informasi data hanya diketahui rencana luas bangunan. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut maka harus ada model khusus untuk menghitung kebutuhan tenaga kerja pada proyek konstruksi ruko. Oleh karena itu penelitian ini telah menghasilkan model, dan model ini adalah hasil modifikasi penggabungan antara metode konvensional Standar Nasional Indonesia (SNI), dan metode *Burgeslijke Openbare Werken* (BOW), serta metode analisis regresi. Model yang dihasilkan pada penelitian ini khusus untuk menghitung kebutuhan tenaga kerja mandor, kepala tukang, tukang kayu, tukang batu, tukang besi, tukang listrik serta pekerja, pada pembangunan ruko dengan luas bangunan antara 72 m<sup>2</sup> sampai dengan 460 m<sup>2</sup>, dengan jumlah lantai dua dan tiga tingkat. Untuk mengetahui kebutuhan tenaga kerja menggunakan model ini, cukup memasukan variabel luas bangunan, sehingga model ini mudah dan praktis untuk dipergunakan oleh seluruh masyarakat.

**Kata kunci:** tenaga kerja, konstruksi ruko, analisis regresi

## ABSTRACT

*Every construction of a shophouse always involves resources, including human resources, and human resources, including construction workers, and workshops for shop house construction, namely, foreman, chief artisan, carpenter, mason, blacksmith, handyman electricity and workers. Lack of labor can cause project delays, and too much labor, can reduce worker productivity and all of these can cause losses in the implementation of construction projects. To avoid loss due to the improper determination of human resources, the need for construction project labor, it is necessary to know the standard number of workers based on the size and the specified target time. So what should be the right number of workers, for the construction of shophouses with predetermined building area, so that labor productivity remains maximum, and how to calculate labor requirements when data information is only known for building area plans. The solution to this problem is a special model for calculating labor requirements in shophouse construction projects. This*

*research has produced a model, and this model is the result of a modified merger between the conventional methods of the Indonesian National Standard (SNI), and the *Burgeslijke Openbare Werken (BOW)* method, as well as the regression analysis method. The model produced in this study is specifically to calculate the needs of the workforce foreman, chief artisan, carpenter, mason, blacksmith, electrician, and worker, in the construction of shophouses with a building area of 72 m<sup>2</sup> to 460 m<sup>2</sup>, with the number of second floors and three levels. Determining the amount of labor requirements in the construction of shophouses using this model, just enter the building area variable. This model is easy and practical, can be used by all people in Indonesia.*

**Keywords:** labor; shophouse construction; regression analysis

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan lahan di tepi jalan di Indonesia, banyak dipergunakan pembangunan ruko, karena bangunan tersebut multi fungsi. Faktanya bangunan romah toko di Indonesia, selain untuk tempat tinggal dan berniaga, juga banyak dipergunakan sebagai kantor, workshop serta perbengkelan, oleh karena itu pembangunan rumah toko di Indonesia dilakukan secara terus menerus.

Diketahui bahwa pada setiap pelaksanaan proyek konstruksi, terutama konstruksi rumah toko, selalu membutuhkan sumber daya diantaranya sumber daya manusia, uang, material, mesin and metode. Sumber daya manusia yaitu tenaga kerja merupakan sumber daya terpenting, serta alokasi biaya untuk tenaga kerja mencapai 30 – 50% dari total biaya konstruksi (M. Van Den Eeckhout, 2018). Keberhasilan proyek konstruksi tergantung pada pengelolaan sumber daya (Sevilay Demirkesen, 2017), (Mehrdad Arashpour, 2018) dan fluktuasi sumber daya itu mahal (Tankut Atan, 2018). Agar pelaksanaan proyek konstruksi sesuai dengan target mutu, waktu dan biaya yang ditentukan, maka pada tahap perencanaan perlu ditentukan standar kebutuhan sumber daya serta quantity sumber daya.

Kurangnya tenaga kerja bisa menimbulkan keterlambatan proyek, dan terlalu banyak tenaga kerja, bisa menurunkan produktifitas kerja dan semua itu bisa menimbulkan kerugian dalam pelaksanaan proyek konstruksi (Farnad Nasirzadeh, 2012). Agar tidak terjadi kerugian akibat tidak tepat dalam menentukan sumberdaya manusia, khususnya tenaga kerja proyek konstruksi, maka perlu diketahui standar jumlah tenaga kerja berdasarkan besar dan kecilnya serta target waktu yang ditentukan.

Penelitian ini bermaksud ingin mengetahui quantity sumber daya khusus tenaga kerja proyek konstruksi rumah toko. Tenaga kerja yang dimaksud adalah mandor, kepala tukang, tukang kayu, tukang batu, tukang besi, tukang listrik serta pekerja. Bagaimana cara mengetahui berapa jumlah kebutuhan tenaga kerja yang dimaksud pada proyek konstruksi rumah toko, dan berapa jumlah tenaga kerja yang harus disiapkan apabila telah diketahui informasi luas bangunan rumah toko yang akan dibangun.

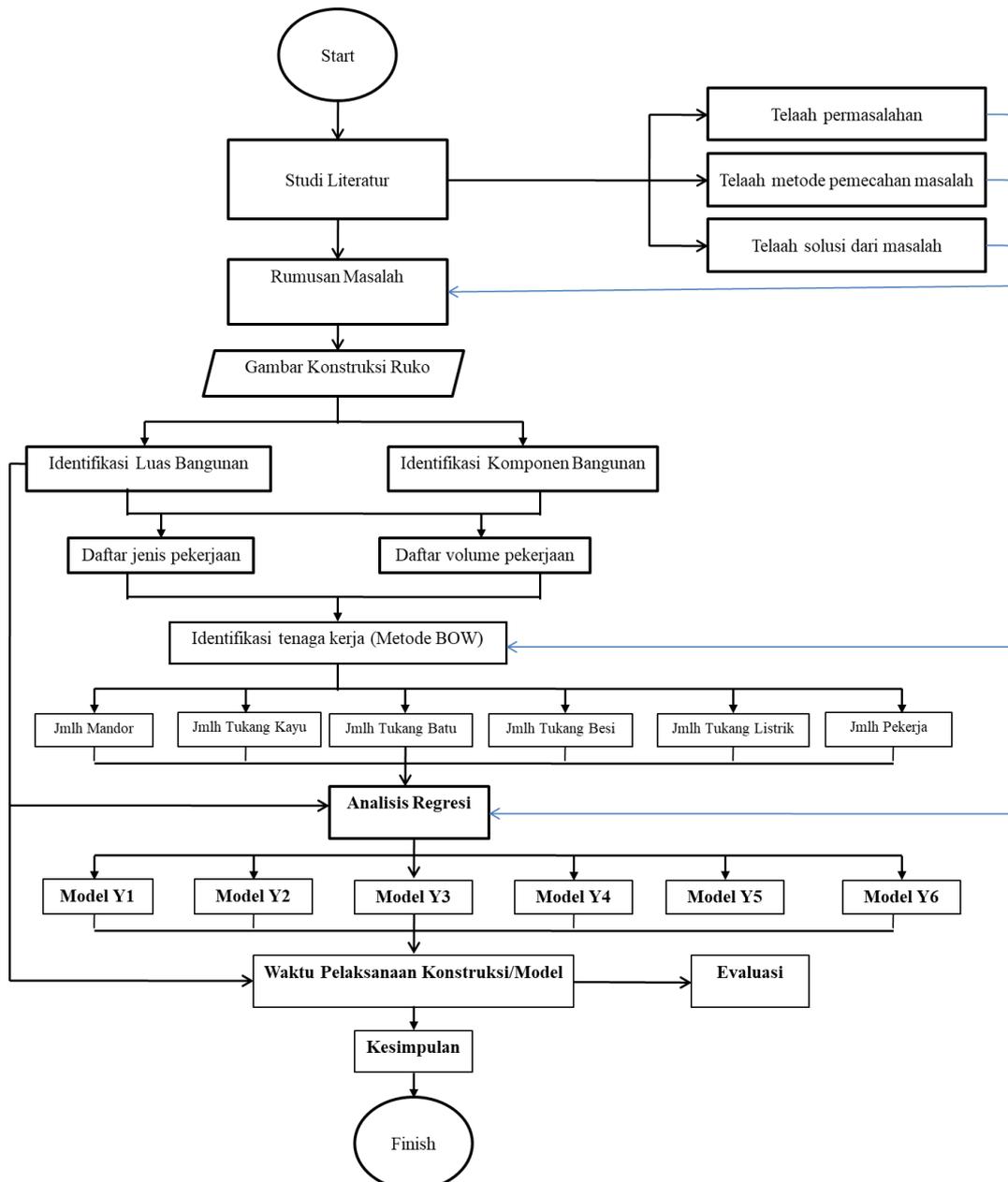
Metode yang dapat dipergunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan tenaga kerja, diantaranya metode konvensional Standar Nasional Indonesia (SNI) yang merupakan pembaharuan dari metode *Burgeslijke Openbare Werken (BOW)* (David Putra Emanuel Sembiring, 2017). Model hasil modifikasi antara metode NSGA-II dan MOPSO (F. Habibi, 2019) dan (S. Tao, 2018). Building Information Modeling (BIM) (B-G. Hwang, 2018) dan (K. Li, 2019). Metode-metode tersebut telah dilakukan penelitian oleh para peneliti terdahulu dengan konsentrasi pada proyek konstruksi tertentu. Model hasil modifikasi Metode NSGA-II dan MOPSO dipergunakan untuk proyek konstruksi jalur kereta, sedangkan metode BIM, metode BOW dan metode SNI dapat diterapkan pada proyek perumahan, tetapi metode-metode tersebut dapat digunakan apabila ada informasi data yang mendukung, karena metode-metode tersebut dapat digunakan setelah ada Bill of Quantity (BOQ) suatu proyek, sedangkan BOQ dapat diketahui dari hasil telaah gambar kerja dan menghitung setiap quantity item pekerjaan.

Pertanyaannya adalah, bagaimana jika informasi data yang dibutuhkan belum ada, apakah kebutuhan tenaga kerja serta yang lainnya bisa diketahui? bagaimana jika hanya diketahui informasi data rencana luas bangunan yang akan dibangun, apakah sudah bisa diprediksikan berapa jumlah kebutuhan tenaga kerja mandor, kepala tukang, tukang kayu, tukang batu, tukang besi, tukang listrik serta pekerja?

Karakteristik proyek konstruksi rumah toko berbeda dengan proyek konstruksi lainnya, dan berdasarkan permasalahan yang telah disampaikan, penulis bermaksud membuat model, dengan menggabungkan antara metode Openbare Werken (BOW) dan metode analisis regresi, agar dapat dijadikan sebagai rumus untuk menghitung kebutuhan tenaga kerja khusus pada proyek konstruksi rumah toko. Model yang akan dihasilkan kemudian dilakukan evaluasi terhadap pelaksanaan proyek pembangunan rumah toko, serta dibandingkan antara model dengan factual.

## METODE PENELITIAN

Data penelitian yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dengan cara pengamatan langsung di lapangan. Data tersebut berupa 21 data gambar rencana pembangunan rumah toko (ruko). Sedangkan data sekunder terdiri dari dokumen proyek konstruksi ruko bertingkat 2 dan 3, dan data tersebut adalah dokumen gambar detail konstruksi, dokumen bill of quantity dan rencana anggaran biaya. Data-data tersebut akan diproses sesuai diagram alir penelitian yang dijelaskan pada Gambar 1 untuk mendapatkan model dalam penelitian ini.

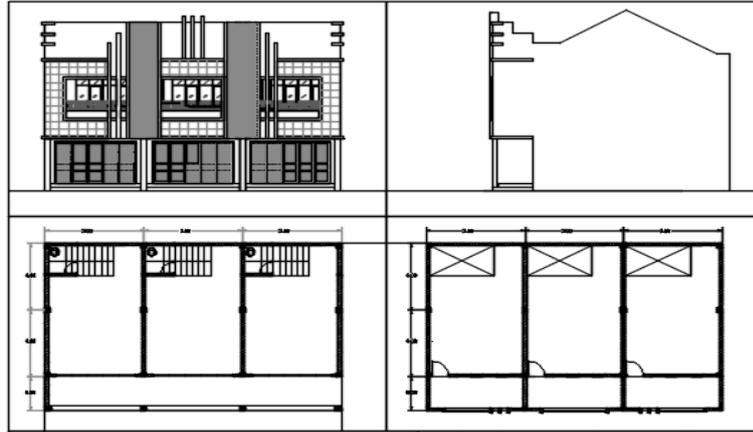


**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

## Proses Data

Seperti yang dijelaskan sebelumnya bahwa 21 data pada penelitian ini adalah dokumen proyek konstruksi ruko bertingkat 2 dan 3, dan data tersebut adalah dokumen gambar detail konstruksi, dokumen bill of quantity dan rencana anggaran biaya. Selanjutnya data diproses dengan tahapan berikut:

Proses pertama telaah gambar desain detail konstruksi, untuk diketahui luas bangunan, komponen bangunan, jenis pekerjaan dan volume pekerjaan menggunakan metode empiris konvensional. Contoh data gambar desain detail konstruksi seperti pada gambar 2.



**Gambar 2.** Tampak dan denah ruko

Dari telaah gambar seperti gambar 2, maka dapat diketahui bill of quantity proyek konstruksi ruko seperti contoh pada tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil proses data identifikasi quantity komponen bangunan berdasarkan luas bangunan ruko

No	Fondasi Batu Kali	Dinding	Struktur Beton	Atap	Plafond	Lantai	Kusen Pintu & Jendela	ME	Sanitary	Cat	Luas Bangunan
1	17	671	80	272	436	470	52	130	40	1,136	464
2	25	566	58	176	296	293	12	21	6	1,428	300
3	11	386	51	88	273	273	17	74	13	1,114	273
4	10	368	49	84	260	260	30	86	19	1,061	260
5	10	360	48	82	255	255	30	86	19	1,041	255
6	10	353	47	81	250	250	17	74	19	1,020	250
7	1	421	63	104	57	118	11	57	5	997	240
8	2	375	63	43	240	219	7	45	8	879	212
9	1	280	88	42	189	181	7	45	8	663	177
10	1	263	40	76	199	141	3	32	6	650	144
11	1	231	26	59	130	125	3	32	6	464	128
12	3	269	31	43	117	146	9	30	4	700	130
13	4	174	21	70	113	123	13	33	10	294	120
14	10	216	74	67	115	172	5	64	12	574	120
15	4	166	20	67	108	118	13	33	10	282	115
16	10	207	71	64	110	165	5	64	12	500	115
17	4	159	19	65	104	112	13	33	10	270	110
18	9	188	65	64	105	155	5	58	12	500	110
19	1	209	20	43	98	116	3	29	4	508	106
20	9	188	65	59	100	150	5	58	12	500	100
21	25	261	29	56	120	146	3	22	4	395	72

Proses kedua setelah diketahui komponen bangunan, jenis pekerjaan, serta volume setiap pekerjaan, selanjutnya proses data untuk menghitung jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada setiap pekerjaan, menggunakan metode *Burgeslijke Openbare Werken* (BOW), yaitu dengan cara mengalikan volume pekerjaan dengan koefisien yang ditentukan oleh BOW. Contoh proses tersebut, diketahui bahwa pada bangunan ruko seluas 464 m<sup>2</sup>, terdapat volume komponen bangunan struktur beton dengan volume 80 m<sup>3</sup>, berdasarkan metode BOW maka dapat dihitung bahwa untuk mengerjakan struktur beton tersebut dapat dihitung:

1. Pekerja = 4.85 x 80
2. Tukang kayu = 0.35 x 80
3. Tukang batu = 1.56 x 80,
4. Tukang besi = 1.4 x 80
5. Mandor = 0.17 x 80.

Seluruh jenis pekerjaan komponen bangunan, dihitung menggunakan cara yang sama seperti pada komponen struktur beton. Proses data pada tahap ini secara lengkap disajikan pada tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil proses data identifikasi kebutuhan tenaga kerja berdasarkan luas bangunan

No	Luas Bangunan	Pekerja	Tukang Kayu	Tukang Batu	Tukang Besi	Tukang Cat	Tukang Listrik	Mandor
1	464	1,837	393	755	112	224	98	167
2	300	1,300	149	558	82	281	16	95
3	273	1,088	144	422	72	219	56	97
4	260	1,096	206	416	68	209	65	102
5	255	1,079	205	408	67	205	65	100
6	250	1,019	139	401	65	201	56	93
7	240	1,050	112	424	88	196	43	89
8	212	1,000	82	410	88	173	34	80
9	177	977	88	377	123	131	34	72
10	144	686	62	279	56	128	24	56
11	128	551	49	234	37	91	24	48
12	130	657	75	269	44	138	23	54
13	120	473	99	195	29	58	25	43
14	120	868	77	323	104	113	48	73
15	115	458	98	188	28	56	25	42
16	115	831	75	310	100	99	48	71
17	110	441	97	180	27	53	25	41
18	110	766	73	285	91	99	44	65
19	106	489	40	204	28	100	22	44
20	100	763	70	284	91	99	44	65
21	72	614	48	273	41	78	17	49

Data pada Tabel 2 menunjukkan jumlah tenaga kerja yang berbeda-beda tergantung pada luas bangunannya, dan luas bangunan tergantung pada quantity komponen bangunan atau yang sudah lazim disebut Bill of Quantity. Data pada tabel 2 inilah yang selanjutnya dilakukan analisis regresi untuk menghasilkan model.

### Analisis data

Pada penelitian ini metode analisis regresi dipergunakan untuk menghasilkan model. Sebelum analisis regresi maka ditentukan terlebih dahulu fungsi tujuan dan fungsi kendala. Fungsi tujuan dinyatakan sebagai

variabel terikat sedangkan fungsi kendala dinyatakan sebagai variabel bebas, dan variabel terikat dinyatakan Y sedangkan variabel bebas dinyatakan X. Selanjutnya diketahui bahwa pada penelitian ini terdiri dari 7 fungsi tujuan dan dinyatakan sebagai berikut:

- Y1 = jumlah kebutuhan pekerja
- Y2 = jumlah kebutuhan tukang kayu
- Y3 = jumlah kebutuhan tukang batu
- Y4 = jumlah kebutuhan tukang besi
- Y5 = jumlah kebutuhan tukang cat
- Y6 = jumlah kebutuhan tukang listrik, dan
- Y7 = jumlah kebutuhan mandor.

Fungsi kendala sebagai variabel bebas yang dapat mempengaruhi variabel terikat (Y) adalah luas bangunan dan dinyatakan X. Berdasarkan fungsi tujuan dan fungsi kendala yang telah dinyatakan sebagai variabel-variabel, kemudian dilakukan analisis regresi linear dan menghasilkan model seperti yang telah dirangkum pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Model untuk menghitung kebutuhan tenaga kerja pada proyek pembangunan ruko

N	Model (Y)	Multiple R	Independent variable (X)
1	$Y1 = 111.13 + 3.81X$	0.981	Building area
2	$Y2 = -22.09 + 0.748X$	0.901	Building area
3	$Y3 = 17.517 + 1.555X$	0.997	Building area
4	$Y4 = 2.197 + 0.248X$	0.994	Building area
5	$Y5 = 23.531 + 0.707X$	0.994	Building area
6	$Y6 = 3.552 + 0.016X$	0.967	Building area
7	$Y7 = 9.704 + 0.330X$	0.981	Building area

Model pada Tabel 4 adalah hasil analisis regresi linear dan model inilah yang dapat dipergunakan untuk menghitung kebutuhan tenaga kerja pada pembangunan ruko secara keseluruhan dalam satuan hari / orang, dan waktu efektif kerja perhari adalah 6 jam. Sehingga apabila jangka waktu pembangunan ruko telah ditentukan, maka hasil perhitungan menggunakan model dibagi jumlah hari yang ditentukan. Contoh diketahui ruko akan dibangun dengan luas bangunan 300 m<sup>2</sup>, dan harus diselesaikan dalam jangka waktu 150 hari. Maka kasus ini dapat diselesaikan menggunakan model sebagai berikut:

1. Jumlah kebutuhan pekerja =  $(111.13 + 3.81X)/150$  atau =  $(111.13 + 3.81*300)/150$  atau = 8.361, maka pada kasus ini dibutuhkan pekerja sebanyak 6 orang.
2. Jumlah kebutuhan tukang kayu =  $(-22.09 + 0.748X)/150$  atau =  $(-22.09 + 0.748*300)/150$  atau = 1.349, maka pada kasus ini dibutuhkan tukang kayu sebanyak 1 orang.
3. Jumlah kebutuhan tukang batu =  $(17.517 + 1.555X)/150$  atau =  $(17.517 + 1.555X *300)/150$  atau = 3.227, maka pada kasus ini dibutuhkan tukang batu = 3 orang.
4. Jumlah kebutuhan tukang besi =  $(2.197 + 0.248X)/150$  atau =  $(2.197 + 0.248*300)/150$  atau = 0.511, maka dibutuhkan tukang besi sebanyak 1 orang separuh waktu.
5. Jumlah kebutuhan tukang cat =  $(23.531 + 0.707X)/150$  atau =  $(23.531 + 0.707*300)/150$  atau = 1.571, maka dibutuhkan tukang cat sebanyak 2 orang.
6. Jumlah kebutuhan tukang listrik =  $(3.552 + 0.016X)/150$  atau =  $(3.552 + 0.016*300)/150$  atau = 0.056 maka dibutuhkan tukang listrik 1 orang, dengan hanya sebagian waktu.
7. Jumlah kebutuhan mandor =  $(9.704 + 0.330X)/150$  atau =  $(9.704 + 0.330*300)/150$  atau = 0.725, maka kebutuhan mandor pada permasalahan yang dicontohkan disini yaitu 1 orang.

Menggunakan model untuk mengetahui kebutuhan tenaga kerja pada pembangunan ruko, perlu informasi data luas bangunan dan jangka waktu yang akan direncanakan untuk menyelesaikan pembangunan ruko.

## Uji validasi

Model yang telah dihasilkan selanjutnya diuji untuk diketahui keakuratannya. Cara mengujinya yaitu dengan membandingkan menghitung kebutuhan tenaga kerja menggunakan model dengan factual. Hasil uji validasi terhadap proyek pembangunan dengan luas bangunan 300 m<sup>2</sup> ditampilkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Membandingkan jumlah tenaga kerja dihitung menggunakan model dengan factual

N	Model (Y)	Faktual (Y')	Selisih (Y-Y')/Y
1	1,254.13	1,300.34	- 0.04
2	202.31	148.53	0.27
3	484.02	557.85	- 0.15
4	76.60	81.68	- 0.07
5	235.63	281.41	- 0.19
6	8.35	15.75	- 0.89
7	108.70	94.64	0.13

Data pada Tabel 4 adalah jumlah tenaga kerjadengan satuan orang perhari, da dibandingkan antara identifikasi tenaga kerja menggunakan model dengan factual. Selanjutnya uji validasi antara model dengan factual, dengan informasi data luas bangunan 300 m<sup>2</sup> dikerjakan dalam jangka waktu 120 hari, dan perbandingan perhitungan menggunakan model dengan factual ditampilkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Membandingkan jumlah tenaga kerja dihitung menggunakan model dengan factual dalam jangka waktu pelaksanaan 120 hari

N	Model (Y)	Faktual (Y')	Selisih (Y-Y')/Y
1	10.45	10.84	-0.04
2	1.69	1.24	0.27
3	4.03	4.65	-0.15
4	0.64	0.68	-0.07
5	1.96	2.35	-0.19
6	0.07	0.13	-0.89
7	0.91	0.79	0.13

Berdasarkan uji validasi yang telah diterangkan pada Tabel 4 dan Tabel 5, menunjukkan kelayakan model untuk dipergunakan dalam menentukan jumlah tenaga kerja pada proyek konstruksi ruko. Model yang dihasilkan pada penelitian ini di khususkan untuk menentukan jumlah tenaga kerja pada proyek konstruksi ruko, dengan type ruko minimalis seperti contoh yang di ditampilkan pada Gambar 2, jumlah lantai tingkat 2 dan 3 tingkat, serta untuk luas bangunan antara 72 m<sup>2</sup> sampai dengan 464 m<sup>2</sup>.

## KESIMPULAN

Penelitian ini telah menghasilkan model sebagai rumus untuk mengidentifikasi kebutuhan tenaga kerja pada proyek pembangunan ruko. Informasi data yang harus diketahui agar model ini bisa digunakan adalah informasi rencana luas bangunan dan rencana total waktu pelaksanaan konstruksi yang ditentukan. Model telah dilakukan uji validasi yang hasilnya jumlah tenaga kerja factual lebih besar dibanding dengan identifikasi menggunakan model, dengan selisih antara - 0.04 sampai dengan - 0.19, terkecuali untuk menghitung kebutuhan tukang listrik mempunyai selisih - 0.89. Model ini khusus dipergunakan untuk menentukan jumlah tenaga kerja pada proyek konstruksi ruko type minimalis dengan luas bangunan antara 72 m<sup>2</sup> sampai dengan 464 m<sup>2</sup>, serta mempunyai lantai 2 tingkat dan 3 tingkat.

**DAFTAR PUSTAKA**

- David Putra Emanuel Sembiring, Perancangan Aplikasi Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pembangunan Rumah dengan Metode Burgerlijkeopenbare Werken (BOW), 2017.
- Farnad Nasirzadeh, Pouya Nojedehi; *Dynamic modeling of labor productivity in construction projects*; 2012
- Gustavo Lannelongue, Javier Gonzalez-Benito, Idaisa Quiroz; *Environmental management and labour productivity: The moderating role of capital intensity*; 2016
- Habibi, F., Barzinpour, F., & Sadjadi, S. J. (2019). *A mathematical model for project scheduling and material ordering problem with sustainability considerations: A case study in Iran. Computers & Industrial Engineering*, 128, 690–710. doi:10.1016/j.cie.2019.01.007
- Hwang, B.-G., Shan, M., & Looi, K.-Y. (2018). *Key constraints and mitigation strategies for prefabricated prefinished volumetric construction. Journal of Cleaner Production*, 183, 183–193. doi:10.1016/j.jclepro.2018.02.136
- Li, K., Luo, H., & Skibniewski, M. J. (2019). *A non-centralized adaptive method for dynamic planning of construction components storage areas. Advanced Engineering Informatics*, 39, 80–94. doi:10.1016/j.aei.2018.12.001
- Mehrdad Arashpour, Vineet Kamat, Yu Bai, Ron Wakefield, Babak Abbasi, *Optimization modeling of multi-skilled resources in prefabrication: Theorizing cost analysis of process integration in off-site construction, Automation in Construction*, Volume 95, 2018
- Paikun, Kadri, T., & Hudayani Sugara, R. D. (2017). *Estimated budget construction housing using linear regression model easy and fast solutions accurate. 2017 International Conference on Computing, Engineering, and Design (ICCED)*. doi:10.1109/ced.2017.8308095
- Sameer Kumar dkk; *Modeling the effects of labor on housing reconstruction: A system perspective*; 2015
- Sevilay Demirkesen, Beliz Ozorhon, *Impact of integration management on construction project management performance, International Journal of Project Management*, Volume 35, Issue 8, 2017,
- Tao, S., & Dong, Z. S. (2018). *Multi-mode resource-constrained project scheduling problem with alternative project structures. Computers & Industrial Engineering*, 125, 333–347. doi:10.1016/j.cie.2018.08.027
- Tankut Atan, Elif Eren *Optimal project duration for resource leveling European Journal of Operational Research*, Volume 266, Issue 2, 16 April 2018, Pages 508-520
- Van Den Eeckhout, M., Maenhout, B., & Vanhoucke, M. (2018). *A heuristic procedure to solve the project staffing problem with discrete time/resource trade-offs and personnel scheduling constraints. Computers & Operations Research*. doi: 10.1016/j.cor.2018.09.008
- Xiaodong Li dkk; *Evaluating the impacts of high-temperature outdoor working environments on construction labor productivity in China*; 2016