

ESTIMASI BIAYA KONSTRUKSI BANGUNAN GEDUNG DI MANADO DENGAN COST SIGNIFICANT MODEL

Pingkan Syalomei Tangkau,
Marthin D. J. Sumajouw, Grace Y. Malingkas
Pascasarjana Prodi Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado
pinktangkau@gmail.com

ABSTRAK

Pada tahap awal pelaksanaan proyek, pemilik proyek memerlukan estimasi biaya proyek untuk menyusun anggaran proyek bangunan gedung. Kerena keterbatasan waktu dan informasi, perlu dikembangkan suatu model estimasi biaya yang mudah, akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Ada beberapa teknik pemodelan estimasi biaya bangunan gedung yang dikenal.

Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode Cost Significant Model dengan prinsip estimasi parametrik. Metode Cost Significant Model merupakan pemodelan biaya berdasarkan data historis proyek yang mengandalkan pada harga paling significant dalam mempengaruhi biaya total proyek, yang diterjemahkan ke dalam perumusan regresi linear berganda. Penelitian ini bertujuan mendapatkan suatu model estimasi biaya konstruksi bangunan gedung di Kota Manado dengan menggunakan metode Cost Significant Model.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil pengujian statistik diperoleh komponen pekerjaan yang secara signifikan mempengaruhi biaya pembangunan konstruksi adalah komponen pekerjaan Struktur (X3). Dan dari beberapa model yang terbentuk, terpilih satu model yang terbaik yang memiliki pengaruh dan korelasi yang kuat terhadap variabel dependent Y yakni persamaan linier $Y = 2.505.011 + 1,485 X3$ dimana Y = Biaya Total Pekerjaan dan X3 adalah biaya komponen pekerjaan struktur. Akurasi model Estimasi Biaya Konstruksi Bangunan Gedung di Kota Manado dengan metode Cost Significant Model adalah berkisar antara -23,712 % dan 23,167 % dengan tingkat akurasi berada di kelas 3 menurut AACE Internasional.

Kata kunci: *cost significant, model, estimasi, Gedung, proyek*

PENDAHULUAN

Adanya pembangunan bidang infra struktur yang pesat di Sulawesi Utara dimana saat ini sedang melaksanakan proyek-proyek strategis nasional, diantaranya pembangunan gedung-gedung. Pemerintah maupun swasta selaku pemilik proyek yang merencanakan dan melaksanakan kegiatan pembangunan perlu menunjang kegiatan pembangunan dengan menyiapkan anggaran dan strategi pembangunan secara efisien

Pada tahap awal pelaksanaan proyek, pemilik proyek memerlukan estimasi biaya proyek untuk menyusun suatu anggaran proyek bangunan gedung dengan analisa yang detail dengan data- data yang terbaru.

Namun dengan adanya kompleksitas serta ketidakpastian yang tinggi pada proyek konstruksi, keterbatasan waktu dan informasi, estimasi tidak mungkin didasarkan pada perhitungan kuantitas pekerjaan karena uraian dan spesifikasi pekerjaan belum tersusun.

Untuk itu pemilik proyek perlu mengembangkan suatu model estimasi biaya yang mudah dikembangkan, akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Agar dapat menghasilkan tujuan proyek yang ditentukan.

Dari beberapa teknik pemodelan estimasi biaya bangunan gedung yang dikembangkan, antara lain: metode parametrik (*parametric estimating*), metode *artificial neural network*, metode *casebased reasoning*, metode *feature based costing*. Dan metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *cost significant model* dengan prinsip estimasi parametrik pada konstruksi bangunan Gedung. Dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode Cost Significant Model yang diterjemahkan ke dalam perumusan regresi linear berganda dalam program SPSS versi 25.

Metode *cost significant model* sendiri adalah metode pemodelan biaya konstruksi berdasarkan data historis/sejarah proyek, yang lebih mengandalkan pada harga yang paling signifikan di dalam mempengaruhi biaya total

proyek sebagai dasar estimasi atau perkiraan, yang diterjemahkan ke dalam perumusan regresi berganda.

Tujuan Penelitian adalah untuk mengetahui komponen pekerjaan apa saja yang mempunyai pengaruh secara signifikan terhadap biaya total proyek konstruksi bangunan gedung, mendapatkan konsep model estimasi biaya konstruksi bangunan gedung dengan metode *cost significant model* di Kota Manado serta mengetahui berapa tingkat akurasi model yang dihasilkan. Manfaat penelitian yang diharapkan adalah untuk meningkatkan pengetahuan dan pemahaman di bidang perencanaan dan permodelan estimasi biaya proyek serta dapat menjadi bahan acuan model estimasi yang cukup akurat yang dapat diterapkan dalam menyusun proyek yang sejenis. Batasan penelitian adalah: data proyek yang diambil adalah konstruksi bangunan gedung 2 lantai dengan meninjau proyek Gedung di Kota Manado yang dibangun pada tahun anggaran 2018-2020.

LANDASAN TEORI

Salah satu hal penting yang harus dilakukan pada tahap awal merencanakan suatu proyek adalah memperkirakan besarnya biaya yang akan dibutuhkan untuk merealisasikan proyek tersebut. Jadi estimasi biaya merupakan suatu tahapan krusial yang menentukan keberhasilan dalam suatu proyek konstruksi.

Menurut Dipohusodo (1996) estimasi pada dasarnya adalah upaya untuk menilai dan memperkirakan suatu nilai melalui analisis perhitungan dan berlandaskan pengalaman. Sehingga, estimasi biaya konstruksi merupakan proses memperkirakan besar biaya pelaksanaan konstruksi berdasarkan analisis perhitungan dan data pada proyek konstruksi sebelumnya.

Menurut Undang-Undang RI Nomor 28 Tahun 2002 tentang Bangunan Gedung, bangunan umum adalah bangunan yang digunakan untuk kepentingan umum dan bangunan gedung fungsi khusus, yang dalam pembangunannya dan/atau pemanfaatannya membutuhkan pengelolaan khusus dan/atau memiliki kompleksitas tertentu yang dapat menimbulkan dampak penting terhadap masyarakat dan lingkungannya. Klasifikasi bangunan Gedung negara dituangkan dalam

Permen PU No 22 Tahun 2018 tentang Klasifikasi Gedung Negara. Tahapan Proyek Menurut Asiyanto selalu memiliki 4 tahapan, antara lain tahapan *Evaluation and Planning, Conceptual Engineering, Detailed Engineering dan Construction*.

Saat ini di Indonesia tersedia pedoman teknis dalam menentukan estimasi biaya awal proyek untuk konstruksi bangunan gedung serta rumah Negara yakni Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.22/2018 yang mengatur secara teknis bagaimana menghitung estimasi biaya konstruksi bangunan gedung serta rumah negara pada tahap konseptual melalui parameter-parameter seperti lokasi, kelas bangunan, luas lantai dan jumlah lantai. Namun pedoman tersebut sulit untuk dipergunakan dan perhitungan harga satuan per m² untuk bangunan non-standard penggunaannya terbatas hingga bangunan berlantai 8. Sehingga untuk bangunan diatas 8 lantai diperlukan analisa lebih lanjut dan pedoman tersebut tidak dapat digunakan.

Penelitian ini menitikberatkan pada proyek konstruksi secara lebih spesifik yaitu gedung perkantoran, dimana dengan memperkecil ruang lingkup penelitian didapatkan suatu permodelan estimasi biaya yang akurat dan aplikatif.

Permodelan estimasi biaya pada konstruksi gedung perkantoran ini bertujuan untuk mencari hubungan setiap variabel dengan biaya konstruksi gedung perkantoran, tetapi parameter-parameter tersebut hanya merepresentasikan ukuran fisik dari proyek (*scale of the project*) saja. Penelitian ini secara khusus hanya meninjau parameter-parameter yang memiliki korelasi erat dan signifikan terhadap total biaya konseptual suatu konstruksi gedung perkantoran.

Menurut Poh dan Horner (1995), *Cost Significant Model* adalah salah satu model peramalan biaya konstruksi berdasarkan informasi dan data proyek terdahulu, yang lebih mengandalkan pada harga paling signifikan di dalam mempengaruhi total biaya proyek sebagai dasar estimasi. Metode ini menggunakan data dari proyek-proyek konstruksi terdahulu dan sejenis untuk

merumuskan suatu model matematika sehingga dapat digunakan dalam proses estimasi. Cost Significant Model berlandaskan pada data dan informasi dengan 20% materi pekerjaan yang paling mahal termuat dalam 80% dari nilai total biaya proyek. Hal ini secara umum dikenal dengan aturan 80/20 atau Prinsip Pareto. Hajek (1994) menjelaskan Prinsip Pareto sebagai prinsip yang menyatakan bahwa untuk banyak kejadian, 80% dari efeknya disebabkan oleh 20% dari penyebabnya

Analisa data menggunakan persamaan regresi linier berganda. Analisis regresi tidak menunjukkan sebuah hubungan atau pengaruh sebab akibat, persamaan hasil dari analisis harus dianalisa kembali apakah sudah sesuai dengan pembuktian teori atau logika yang ada. Apabila terdapat ketidakcocokan, perlu dilakukan analisis lebih lanjut atau transformasi persamaan atau reduksi.

METODE PENELITIAN

Pengkajian baik secara literatur maupun pengumpulan, serta penelitian data dilaksanakan di wilayah Manado dimana data-data yang diambil minimal berada pada tahun anggaran 2018-2020. Penulisan ini dikaji berdasarkan jenis penelitian non eksperimental, dimana hasil dari pengkajian ini, berdasarkan hasil yang dicapai, dapat dijadikan acuan untuk estimasi biaya dalam pembangunan struktur bangunan gedung disepuluh wilayah Manado untuk jenis bangunan bertingkat 2 (dua).

Populasi yang diambil yaitu proyek-proyek pembangunan gedung yang mempunyai tingkat tidak lebih dari 2 (dua) dimana sampel-sampelnya merupakan jenis-jenis bangunan yang rata-rata mempunyai tingkat kegunaan yang hampir mirip, sebagai bangunan infrastruktur dengan segi arsitektural yang masih standar. Populasi ini meliputi seluruh bangunan dilaksanakan di wilayah ini, untuk tahun pembangunan yang bervariasi. Berdasarkan variasi ini, maka diambil suatu tahun tertentu sebagai patokan, tahun 2021, untuk penyeragaman biaya berdasarkan data tingkat Inflasi BPS tahun pembangunan dari sampel-sampel data yang dipakai.

Pengolahan data dengan metode *cost significant model* melalui tahapan sebagai berikut:

1. Identifikasi Variabel
2. Perhitungan Pengaruh *Time Value*

Perhitungan menggunakan *Future Value (FV)* dengan persamaan, (Giatman, 2007), sebagai berikut: $FV = P_0(1+i)^n$

3. Menghitung Proporsi Komponen Biaya
Proporsi tiap komponen biaya terhadap biaya total dicari dengan menghitung persentase rata-rata tiap komponen biaya terhadap rata-rata total biaya total proyek.
4. Menentukan *Cost Significant Items*
Setelah didapatkan proporsi masing-masing komponen biaya (variabel bebas) terhadap jumlah biaya (variabel terikat), kemudian proporsi yang diperoleh diurut dari yang terbesar sampai terkecil. *Cost Significant Items* diidentifikasi sebagai item-item terbesar yang jumlah persentasenya sama atau lebih besar dari 80% jumlah biaya. Variabel bebas yang diidentifikasi sebagai *cost significant items* inilah selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Product and Service Solution*).
5. Uji Asumsi Klasik: Normalitas Data, Korelasi, nilai koefisien determinasi
6. Analisa Data
Asumsi bahwa biaya konstruksi sebagai variabel terikat dan biaya item-item pekerjaan sebagai variabel bebas. Kedua variabel tersebut mempunyai regresi linier berganda yang dapat dirumuskan dengan:
$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2 \dots + a_n X_n$$
dengan:
Y = Variabel terikat
X1 s/d Xn = Variabel bebas
a0 s/d an = Koefisien persamaan
7. Pengujian Model

Cost Model Factor (CMF) merupakan hasil perhitungan biaya estimasi model dibagi biaya estimasi aktual. Estimasi biaya dengan *Cost Significant Model (CSM)* diperoleh dengan membagi biaya hasil estimasi model dengan rata-rata CMF. Akurasi model dihitung dengan membagi selisih biaya estimasi CSM dengan biaya estimasi aktual kemudian dibagi biaya estimasi aktual, hasilnya dikalikan 100%, sesuai persamaan:

$$Akurasi = \frac{(Ev - Av)}{Av} \times 100\%$$

dengan:

Ev: *Estimated bill value* (harga yang diprediksi)

Av: *Actual bill value* (harga yang sebenarnya)

8. Input tingkat akurasi model dalam

klasifikasi AACE.

Hasil perhitungan tingkat akurasi Cost Significant Model (Tabel 1) dimasukkan dalam klasifikasi AACE Internasional (*Association for the Advancement of Cost Engineering*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Variabel, Pengelompokan item pekerjaan dan penyeragaman data

Setelah data direkap, dilakukan identifikasi variable yang akan digunakan. Menentukan satu variable terikat (Y) dan banyak variable bebas (X). Biaya Total Pekerjaan adalah Variabel Y. Komponen biaya pekerjaan / item pekerjaan adalah variable

bebas (X). Karena item item pekerjaan pada masing – masing RAB berbeda maka dilakukan penggabungan item pekerjaan agar diperoleh variabel yang sama dengan satuan ukuran yang sama serta mendapat karakteristik yang sama untuk dilakukan pengembangan model yang akurat. Item pekerjaan berbeda dan tidak signifikan tidak dimasukkan.

Dengan luas bangunan yang berbeda di setiap paket pekerjaan maka untuk keseragaman data, disesuaikan menjadi satuan Biaya Rp/m². Biaya total pekerjaan Y dan biaya komponen pekerjaan X1 sampai X12 dibagi luas bangunan untuk masing- masing paket pekerjaan. Sehingga Y adalah biaya per m² luas bangunan dan X1 – X10 adalah komponen biaya – biaya per m² luas bangunan dari data tahun 2018 sampai 2020.

Tabel 1. Hasil perhitungan tingkat akurasi Cost Significant Model

Estimation Class	End Usage (Typical purpose of estimate)	Methodology (Typical estimating method)	Expected Accuracy Range (Typical low and high range)
Class 5	Concept Screening	Capacity Factored, Parametric Models, Judgment, or Analogy	Low: -20% to -50% High: +30% to +100%
Class 4	Study or Feasibility	Equipment Factored or Parametric Models	Low: -15% to -30% High: +20% to +50%
Class 3	Budget, Authorization, or Control	Semi-Detailed Unit Cost with Assembly Level Line Items	Low: -10% to -20% High: +10% to +30%
Class 2	Control or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Forced Detailed Take-Off	Low: -5% to -15% High: +5% to +20%
Class 1	Check Estimate or Bid/Tender	Detailed Unit Cost with Detailed Take-Off	Low: -3% to -10% High: +3% to +15%

Tabel 2. Tabel Identifikasi Variabel

Rekapitulasi data sampel penelitian						
sampel	N1	N2	N3	N4	N5	
Tahun	2020	2019	2018	2018	2018	
Luas bangunan (m2)	185	585	150	118	177	
Variabel terikat (Y)	766.253.914,81	1.959.247.602	784.520.437	582.880.607	861.584.361	
Komponen Kegiatan	Variabel Bebas					
Pekerjaan Persiapan	X1	25.885.686	35.778.076	9.250.000	8.500.000	
Pekerjaan Tanah dan Pondasi	X2	50.474.825	35.289.568	74.535.463	52.055.957	43.465.427
Pekerjaan Struktur	X3	191.549.437	475.076.724	307.124.009,82	230.017.530	268.364.798
Pekerjaan dinding	X4	179.953.071	196.299.111	87.736.429,35	78.616.481	181.138.845
Pekerjaan pintu jendela	X5	85.635.301	170.094.873	62.836.975,00	35.249.177	57.119.352
Pekerjaan Penutup Lantai dan dinding	X6	38.271.926	399.082.550	89.267.095,88	42.032.732	130.137.599
Pekerjaan Plafond	X7	34.561.471	201.018.921	46.593.273,50	37.410.501	37.377.813
Pekerjaan Pengecatan	X8	40.416.035	36.900.227	16.398.403,34	16.180.468	13.229.036
Pekerjaan Atap	X9	54.856.831	227.843.858	37.550.029,60	35.697.074	81.645.044
Pekerjaan Saniter	X10	23.245.418	30.077.766	13.540.805,18	13.083.442	19.470.113
Pekerjaan Elektrikal	X11	10.387.859	118.187.074	8.770.100,00	6.597.744	29.636.335
Pekerjaan Lain-lain	X12	31.016.055	33.598.854	30.917.852,50	27.439.502	

Tabel 3. Tabel Data Proyek per m2 Luas Bangunan

Variabel data disederhanakan dalam satuan Rp./m2						
sampel	N1	N2	N3	N4	N5	
Tahun	2020	2019	2018	2018	2018	
Luas bangunan (m2)	185	585	150	118	177	
Variabel terikat						
(Y)	4.141.913,05	3.349.141	5.230.136	4.939.666	4.867.708	
Jenis Pekerjaan	Variabel Bebas					
Pekerjaan Persiapan	X1	139.923	61.159	61.667	72.034	
Pekerjaan Tanah dan Pondasi	X2	272.837	60.324	496.903	441.152	245.567
Pekerjaan Struktur	X3	1.035.402	812.097	2.047.493	1.949.301	1.516.185
Pekerjaan dinding	X4	972.719	335.554	584.910	666.241	1.023.383
Pekerjaan pintu jendela	X5	462.894	290.760	418.913	298.722	322.708
Pekerjaan Penutup Lantai dan dinding	X6	206.875	682.192	595.114	356.210	735.241
Pekerjaan Plafond	X7	186.819	343.622	310.622	317.038	211.174
Pekerjaan Pengecatan	X8	218.465	63.077	109.323	137.123	74.740
Pekerjaan Atap	X9	296.523	389.477	250.334	302.518	461.271
Pekerjaan Saniter	X10	125.651	51.415	90.272	110.877	110.001
Pekerjaan Elektrikal	X11	56.151	202.029	58.467	55.913	167.437
Pekerjaan Lain-lain	X12	167.654	57.434	206.119	232.538	

Tabel 4. Tabel Proyeksi Time Value

Variabel data diproyeksikan ke Time Value 2021						
sampel	N1	N2	N3	N4	N5	
Tahun	2020	2019	2018	2018	2018	
Luas bangunan (m2)	185	585	150	118	177	
Variabel terikat						
(Y)	4.067.359	3.589.070	5.854.389	5.529.249	5.448.703	
Jenis Pekerjaan	Variabel Bebas					
Pekerjaan Persiapan	X1	137.404	65.540	69.027	80.632	
Pekerjaan Tanah dan Pondasi	X2	267.926	64.646	556.212	493.807	274.878
Pekerjaan Struktur	X3	1.016.765	870.275	2.291.876	2.181.964	1.697.152
Pekerjaan dinding	X4	955.210	359.593	654.722	745.762	1.145.531
Pekerjaan pintu jendela	X5	454.561	311.590	468.913	334.376	361.226
Pekerjaan Penutup Lantai dan dinding	X6	203.152	731.064	666.145	398.726	822.997
Pekerjaan Plafond	X7	183.456	368.239	347.697	354.879	236.379
Pekerjaan Pengecatan	X8	214.533	67.596	122.371	153.489	83.661
Pekerjaan Atap	X9	291.186	417.378	280.213	338.625	516.327
Pekerjaan Saniter	X10	123.389	55.098	101.047	124.111	123.130
Pekerjaan Elektrikal	X11	55.140	216.502	65.446	62.587	187.422
Pekerjaan Lain-lain	X12	164.637	61.548	230.721	260.293	

Perhitungan Time Value

Selanjutnya harga pekerjaan pada tahun pelaksanaan disesuaikan dengan harga pada tahun yang diproyeksikan dengan memperhitungkan pengaruh berkurangnya nilai uang atau faktor inflasi. Data diproyeksikan ke tahun 2021.

Tabel 5. Tabel tingkat Inflasi Tahunan di Kota Manado berdasarkan data BPS

Tahun	Inflasi %	Inflasi
2018	3,83%	0,0383
2019	3,52%	0,0352
2020	-0,18%	-0,018

Setelah diproyeksikan ke Time Value diperoleh nilai biaya total pekerjaan dan per komponen

pekerjaan untuk setiap m2.

Menghitung Cost Significant Model

Dalam menentukan cost significant items, maka terlebih dahulu diurutkan variabel-variabel biaya pekerjaan dari nilai terbesar sampai terkecil. Hingga diperoleh persentase Cost Significant Items yang diidentifikasi sebagai item-item terbesar yang jumlah prosentasenya sama atau lebih dahulu mencapai dari 80% total biaya proyek. Dari hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata yang dapat memberikan gambaran tentang proporsi biaya rata-rata pada masing-masing komponen biaya pekerjaan seperti terlihat pada tabel 6 berikut:

Tabel 6. Tabel Deskripsi prosentase X terhadap Y

No.	Uraian komponen Biaya	Simbol	Jumlah per variabel	Mean (Nilai rata per variabel)	Prosentase X terhadap Y (%)
1	Pekerjaan Persiapan	X1	352.603	70.521	1,44
2	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	X2	1.657.468	331.494	6,77
3	Pekerjaan Struktur	X3	8.058.032	1.611.606	32,91
4	Pekerjaan dinding	X4	3.860.819	772.164	15,77
5	Pekerjaan pintu jendela	X5	1.930.667	386.133	7,88
6	Pekerjaan Penutup Lantai dan dinding	X6	2.822.083	564.417	11,52
7	Pekerjaan Plafond	X7	1.490.650	298.130	6,09
8	Pekerjaan Pengecatan	X8	641.650	128.330	2,62
9	Pekerjaan Atap	X9	1.843.729	368.746	7,53
10	Pekerjaan Saniter	X10	526.775	105.355	2,15
11	Pekerjaan Elektrikal	X11	587.096	117.419	2,40
12	Pekerjaan Lain-lain	X12	717.199	143.440	2,93

Dari hasil deskripsi di atas, diperoleh nilai rata-rata tertinggi variabel X adalah nilai rata-rata biaya pekerjaan Struktur (X3) sebesar Rp.1.611.606 dengan prosentase 32,91%, yang artinya bahwa nilai biaya pekerjaan beton dominan terhadap nilai rata – rata dari total biaya. Sedangkan nilai biaya terendah adalah biaya pekerjaan persiapan sebesar 352.603

dengan prosentase 1,44%.

Adapun rata-rata proporsi komponen biaya per m2 dari persentase terbesar sampai terkecil dapat dilihat dalam tabel 7. Dengan demikian Cost Significant Items yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 7. Tabel Prosentase kumulatif item pekerjaan

Prosentase Kumulatif Item Pekerjaan			
Komponen Pekerjaan	Simbol	% X terhadap Y	% kumulatif
Pekerjaan Struktur	X3	32,91	32,91
Pekerjaan dinding	X4	15,77	48,67
Pekerjaan Penutup Lantai dan dinding	X6	11,52	68,08
Pekerjaan pintu jendela	X5	7,88	56,55
Pekerjaan Atap	X9	7,53	75,61
Pekerjaan Tanah dan Pondasi	X2	6,77	82,38
Pekerjaan Plafond	X7	6,09	88,46
Pekerjaan Lain-lain	X12	2,93	91,39
Pekerjaan Pengecatan	X8	2,62	94,01
Pekerjaan Elektrikal	X11	2,40	96,41
Pekerjaan Saniter	X10	2,15	98,56
Pekerjaan Persiapan	X1	1,44	100,00

Tabel 8. Tabel Cost Significant Items

Cost Significant Item			
Komponen Pekerjaan	Simbol	% X terhadap Y	% kumulatif
Pekerjaan Struktur	X3	32,31	32,31
Pekerjaan dinding	X4	15,76	48,07
Pekerjaan pintu jendela	X5	11,62	59,69
Pekerjaan Penutup Lantai dan dinding	X6	9,31	69,00
Pekerjaan Atap	X9	7,53	76,53
Pekerjaan Tanah dan Pondasi	X2	6,55	83,08

Komponen Pekerjaan X2, X3, X4, X5, X6 dan X9 adalah variabel bebas yang diidentifikasi sebagai *cost significant items* inilah selanjutnya akan dianalisis dengan menggunakan program SPSS (*Statistical Product and Service Solution*) versi 25.

Uji Asumsi Klasik

Perhitungan Uji asumsi klasik dilakukan dengan bantuan program SPSS versi 25

Uji Normalitas

Uji Normalitas digunakan untuk menguji apakah data terdistribusi normal atau tidak. Jumlah sampel yang digunakan hanya 5 sampel, untuk itu digunakan metode Shapiro Wilk.

Untuk menentukan apakah data terdistribusi normal dengan menggunakan metode Shapiro Wilk adalah dengan melihat nilai Sig pada kolom Shapiro Wilk. Nilai Sig artinya signifikansi atau p value atau nilai probabilitas. Persyaratan data disebut normal jika probabilitas atau $p > 0,05$ atau $(p > \alpha)$.

Data yang dimasukkan ke program SPSS diperlihatkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Data input ke SPSS

X2	X3	X4	X5	X6	X9	Y
267.926	1.016.765	955.210	454.561	203.152	291.186	4.067.359
64.646	870.275	359.593	311.590	731.064	417.378	3.589.070
556.212	2.291.876	654.722	468.913	666.145	280.213	5.854.389
493.807	2.181.964	745.762	334.376	398.726	338.625	5.529.249
274.878	1.697.152	1.145.531	361.226	822.997	516.327	5.448.703

Hasil uji normalitas berdasarkan nilai Shapiro Wilk dengan SPSS dapat dilihat pada

tabel 10.

Dari data pada Tabel 10 dapat dilihat bahwa sesuai syarat uji normalitas, maka nilai probabilitas Shapiro Wilk ke enam variabel bebas X2, X3, X4, X5, X6 dan X9 memenuhi syarat nilai signifikansi yaitu $>0,05$ atau terdistribusi normal

Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang linear antarvariabel bebas.

Dasar pengambilan keputusan uji multikolinieritas tolerance dan VIF: Menurut Imam Ghazali (2011) tidak terjadi gejala multikolinieritas jika nilai Tolerance $>0,01$ dan nilai VIF <10 . Hasil perhitungan tersaji pada Tabel 11.

Dari hasil perhitungan SPSS dapat dilihat bahwa komponen pekerjaan X3, X4, X5 dan X9 tidak terjadi gejala multikolinieritas

Uji Heterokedasitas

Uji heteroskedastisitas bertujuan untuk menguji apakah dalam model regresi terjadi ketidaksamaan varians dari nilai residual satu pengamatan ke pengamatan yang lain. Jika varians dari nilai residual bersifat tetap maka disebut homokedasitas namun jika berbeda maka disebut heterokedasitas. Model regresi yang baik seharusnya tidak terjadi gejala heterokedasitas. Salah satu cara mendeteksi gejala heterokedasitas adalah dengan melakukan uji Glejser.

Tabel 10. Tabel uji Normalitas Data

UJI NORMALITAS DATA					
No.	Komponen Pekerjaan	Simbol	Probabilitas Sig	Taraf Sig	Kesimpulan
1	Pekerjaan Struktur	X3	0,33	0.05	Normal
2	Pekerjaan dinding	X4	0,98	0.06	Normal
3	Pekerjaan pintu jendela	X5	0,29	0.07	Normal
4	Pekerjaan Penutup Lantai dan dinding	X6	0,54	0.08	Normal
5	Pekerjaan Atap	X9	0,42	0.09	Normal
6	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	X2	0,64	0.10	Normal
7	Jumlah Biaya Total Pekerjaan	Y	0,226	0.11	Normal

Tabel 11. Tabel Hasil Uji Multikolinieritas

Uji Multikolinieritas					
No.	Komponen Pekerjaan	Simbol	Tolerance	VIF	Keterangan
1	Pekerjaan Struktur	X3	0,891	1,122	tidak terjadi multikolinieritas
2	Pekerjaan dinding	X4	0,499	2,004	tidak terjadi multikolinieritas
3	Pekerjaan pintu jendela	X5	0,326	3,068	tidak terjadi multikolinieritas
4	Pekerjaan Atap	X9	0,316	3,165	tidak terjadi multikolinieritas

Dasar pengambilan keputusan dalam uji heterokedasitas dengan menggunakan uji glejser adalah:

Nilai signifikan (Sig) >0,05, maka kesimpulannya adalah tidak terjadi gejala heterokedasitas dalam model regresi.

Jika nilai signifikan (Sig) <0,05, maka kesimpulannya adalah terjadi gejala heterokedasitas dalam model regresi.

Hasil uji dapat dilihat pada tabel 12 berikut.

Tabel 12 Tabel Uji Heterokedasitas

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	86332.207	123105.133		.701	.611
	X3	.029	.034	.446	.850	.551
	X4	.101	.076	.716	1.332	.410
	X5	-.254	.321	-.428	-.790	.574

a. Dependent Variable: Abs_res3

Dari hasil uji heterokedasitas dapat dilihat bahwa komponen pekerjaan yang memiliki nilai Sig >0,05 adalah X3, X4 dan X5 artinya tidak terjadi gejala heterokedasitas pada model regresi .

Model regresi linier berganda

Hal yang membedakan antara regresi ini dengan regresi linier sederhana adalah jumlah variabel yang digunakannya. Di regresi linear berganda, dapat menggunakan dua atau lebih variabel independen. Namun bisa saja tidak semua variabel mempengaruhi variabel Y. Untuk mendapatkan model terbaik, maka hanya perlu memilih variabel yang berpengaruh ke variabel Y saja.

Perhitungan Analisa regresi pada penelitian ini tidak hanya melibatkan satu analisis saja tapi menggunakan beberapa perhitungan statistika.

Tabel 13. Pearson Correlation

No.	Komponen Pekerjaan	Simbol	Pearson Corelasi	Probabilitas (Sig)
1	Pekerjaan Tanah dan Pondasi	X2	0,871	0,540
2	Pekerjaan Struktur	X3	0,965	0,008
3	Pekerjaan dinding	X4	0,388	0,519
4	Pekerjaan pintu jendela	X5	0,257	0,677
5	Pekerjaan Penutup Lantai dan dinding	X6	0,211	0,733
6	Pekerjaan Atap	X9	0,550	0,930

Dari hasil perhitungan Pearson Corelation, komponen pekerjaan Struktur X3 adalah 0,965. Ini menunjukkan bahwa hubungan antara biaya Y dan Pekerjaan Struktur X3 sangat kuat dan berkorelasi positif. Artinya kenaikan dan penurunan biaya pekerjaan struktur X3 akan

diikuti oleh kenaikan dan penurunan biaya total. Sedangkan nilai signifikansi p = 0,008 <0,05 menunjukkan bahwa pekerjaan struktur paling signifikan mempengaruhi biaya Y pada tingkat kepercayaan 5%.

Hasil analisis dengan SPSS, dari tabel 14, Ringkasan Model, diperoleh angka koefisien determinasi R² = 0,965 menunjukkan bahwa 96,5% biaya Y dipengaruhi oleh Pekerjaan Struktur (X3). Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh komponen pekerjaan lainnya.

Tabel 14. Tabel Ringkasan Model

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.965 ^a	.932	.909	302.761

Tabel 15. Tabel Coefficients

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.505.011	398.092		6.293	.008
	X3	1.485	.232	.965	6.392	.008

Dasar pengambilan keputusan dalam Uji t pada analisa regresi dengan melihat nilai signifikansi (Sig) hasil output SPSS adalah:

1. Jika nilai signifikansi (Sig) < dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa ada pengaruh nilai X terhadap nilai Y
2. Jika nilai signifikansi (Sig) > dari probabilitas 0,05 mengandung arti bahwa tidak ada pengaruh nilai X terhadap nilai Y

Dari table 2 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi Pekerjaan Struktur X3 = 0,008 <0,05. Menyatakan bahwa nilai signifikansi pekerjaan struktur X3 berpengaruh secara signifikan terhadap biaya Y pada tingkat kepercayaan 95%. Nilai konstanta B= 2.505.011, menyatakan bahwa jika pekerjaan Struktur X3 diabaikan maka biaya pembangunan Gedung per m2 adalah Rp. 2.505.011. Koefisien regresi 1,485 menyatakan bahwa setiap penambahan satu satuan harga pekerjaan struktur maka akan meningkatkan biaya per meter persegi pembangunan Gedung perkantoran sebesar Rp. 1,485,-

Berdasarkan nilai B constant dan X3 maka dapat dibuatkan persamaan regresi (model):

$$Y = 2.505.011 + 1,485 X3$$

Keterangan:

- Y = Biaya total pembangunan Gedung
- X3 = Biaya Pekerjaan Struktur

Pengujian Model Cost Significant

Model regresi yang didapat yakni $Y = 2.505.011 + 1,485 X_3$, perlu dilakukan pengujian terhadap penyimpangannya. Menurut Poh dan Hofner, pengujian terhadap penyimpangan model dapat dilakukan dengan cara membagi estimasi total biaya proyek dengan nilai *Cost Model Factor* (CMF). Dimana CMF sendiri adalah ratio dari estimasi total biaya proyek berdasarkan model yang di dapat dengan total biaya yang sebenarnya (aktual). Dengan menggunakan model terbaik yakni $Y = 2.505.011 + 1,485 X_3$, maka diperoleh nilai Cost Model Factor (CMF) pada setiap paket pekerjaan yang tersaji dalam tabel 16. berikut:

Tabel 16. Hasil Perhitungan Cost Model Factor.

Cost model Factor				
Data pekerjaan	Pekerjaan struktur X13	Estimasi biaya total (Y')	Biaya Total aktual (Y)	CMF
1	2	3	4	3/4
N1	191.549.437	286.955.925	766.253.915	0,374
N2	475.076.724	705.488.936	1.959.247.602	0,360
N3	307124009,8	456.079.155	784.520.437	0,581
N4	230.017.530	341.576.031	582.880.607	0,586
N5	268.364.798	398.521.726	861.584.361	0,463
			jumlah	2,364
			nilai rata-rata	0,473

Berdasarkan tabel tersebut diperoleh Cost Model Factor rata-rata adalah 0,473.

Tingkat akurasi model dihitung dengan membagi selisih biaya estimasi CFM dengan biaya estimasi aktual kemudian dibagi biaya estimasi aktual, hasilnya dikalikan 100%, sesuai persamaan:

$$Akurasi = \frac{(Ev - Av)}{Av} \times 100\%$$

Akurasi model dapat dilihat ada Tabel 17 berikut:

Tabel 17. Tabel Estimasi dan Tingkat Akurasi Model

Estimasi dan tingkat keakuratan Cost Significant Model					
Data pekerjaan	Pekerjaan struktur X13	Estimasi biaya total (Y')	Biaya Total aktual (Y)	Estimasi Cost Significant Model CMF= 0,472 (Y'/CMF) Rp.	Akurasi %
1	2	3	4	5	
N1	191.549.437	286.955.925	766.253.915	607.957.469	- 20,66
N2	475.076.724	705.488.936	1.959.247.602	1.494.679.948	- 23,71
N3	307124009,8	456.079.155	784.520.437	966.269.395	23,17
N4	230.017.530	341.576.031	582.880.607	723.678.033	24,16
N5	268.364.798	398.521.726	861.584.361	844.325.690	- 2,00
				Max	23,167
				Min	-23,712

Dari hasil perhitungan estimasi dan tingkat akurasi 5 (lima) paket pekerjaan di atas, dapat dilihat bahwa Cost Significant Model terletak pada tingkat akurasi max 23,167% dan minimum -23,712%. Selisih terbesar antara

CSM dan biaya aktual adalah sebesar 23,16% yang artinya nilai estimasi Cost Significant Model mempunyai nilai estimasi yang lebih tinggi dari nilai biaya aktual sebesar 23,16%. Sedangkan selisih terkecil antara CSM dan biaya aktual adalah sebesar 23,712% yang artinya nilai estimasi Cost Significant Model mempunyai nilai estimasi yang lebih rendah dari nilai biaya aktual sebesar 23,71%.

Hasil perhitungan tingkat akurasi Cost Significant Model dimasukkan dalam klasifikasi AACE Internasional (Association for the Advancement of CostEngineering).

Berdasarkan klasifikasi AACE International, Cost Significant Model berada di Kelas 3. Artinya untuk end Usage / Pengguna Akhir bisa digunakan untuk penganggaran, pengesahan dan fungsi kontrol.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Pekerjaan Struktur merupakan pekerjaan paling signifikan yang mempengaruhi total biaya pembangunan, dimana 96,5% biaya total bangunan dipengaruhi oleh pekerjaan Struktur yang memiliki korelasi yang sangat kuat.
2. Model estimasi biaya konstruksi bangunan gedung dengan metode *cost significant* model di Kota Manado yang diperoleh adalah;

$$Y = 2.505.011 + 1,485 X_3$$
 dimana
 Y = Biaya total pembangunan Gedung dan X_3 = Biaya Pekerjaan Struktur
3. Akurasi model Estimasi Biaya Konstruksi Bangunan Gedung di Kota Manado dengan metode Cost Significant Model adalah berkisar antara -23,712 % dan 23,167 % dengan tingkat akurasi berada di kelas 3 menurut AACE Internasional.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan tingkat signifikan dan meningkatkan akurasi dalam pemodelan, untuk penelitian selanjutnya supaya dapat menambah jumlah sampel yang akan diteliti
2. Untuk penelitian selanjutnya supaya dapat membandingkan dengan metode estimasi biaya lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Asiyanto. 2009. *Metode konstruksi Bangunan Gedung*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan. (2004). *Manajemen Proyek dan Konstruksi* jilid 2. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Ghozali, Imam. 2011. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program SPSS*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro
- Hajek, V. G., 1994. *Manajemen Proyek Perekayasaan*. Penerbit Erlangga. Jakarta
- Malingkas, Grace,. 2009. *Estimasi Biaya Konstruksi dengan menggunakan Metode Parametrik. Program Pasca Sarjana Universitas sam Ratulangi. Manado.*
- Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia, *Pedoman Teknis Pembangunan Gedung Negara*. Permen PU No. 22/PRT/2018
- Poh, Paul SH dan Horner R Malcolm W., 1995. *Cost-Significant Modelling-Its Potential For Use In South-EastAsia: Paper in Engineering, Construction and Architectural Management* .