

MODEL ESTIMASI KONSTRUKSI JALAN DENGAN METODE COST SIGNIFICANT MODEL (STUDI KASUS PADA KONSTRUKSI JALAN DI MANADO)

Benedictus Salindeho¹⁾, Ariestides K. T. Dundu²⁾, Cindy J. Supit²⁾

¹⁾PUPR Kota Manado

²⁾Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

[email: beny30674@gmail.com](mailto:beny30674@gmail.com)

ABSTRAK

Salah satu hal penting yang harus dilakukan pada tahap awal perencanaan suatu proyek adalah memperkirakan atau mengestimasi besarnya biaya yang akan dibutuhkan untuk merealisasikan proyek tersebut. Untuk itu perlu mengembangkan suatu model estimasi biaya yang mudah dikembangkan, akurat dan dapat dipertanggungjawabkan. Ada beberapa teknik pemodelan estimasi biaya pekerjaan konstruksi jalan yang dikembangkan, Namun dalam penelitian ini, penulis menggunakan metode Cost Significant Model pada konstruksi pekerjaan jalan. Metode Cost Significant Model sendiri merupakan metode 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. Untuk itu penelitian ini bertujuan mendapatkan suatu model estimasi biaya konstruksi pekerjaan jalan di Kota Manado dengan menggunakan metode Cost Significant Model.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan statistik (analisa regresi) terhadap variable penelitian untuk mendapatkan hubungan antara biaya per komponen pekerjaan dengan biaya total pekerjaan jalan. Data diambil dari paket pekerjaan di lingkungan Pemerintah Kota Manado sebanyak 8 sampel RAB pekerjaan jalan dari tahun 2019 sampai tahun 2021. Untuk penyeragaman biaya berdasarkan data tingkat inflasi dari BPS. Data ini dikumpulkan dari Kantor Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Manado. Untuk mendapatkan model persamaan matematika menggunakan program computer SPSS (Statistical Product dan Service Solution).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari hasil pengujian statistik diperoleh komponen pekerjaan yang secara significant mempengaruhi biaya pembangunan konstruksi adalah komponen pekerjaan berbutir (X_4), pekerjaan aspal (X_5) dan pekerjaan Struktur (X_6). 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 $Y = -74.573.236 + 1,571 X_6 + 1.301 X_5 + 0,964 X_4$ dimana $Y =$ Biaya Total Pekerjaan, X_4 adalah biaya pekerjaan berbutir, X_5 adalah biaya pekerjaan aspal dan X_6 adalah biaya komponen pekerjaan struktur. Akurasi model Estimasi Biaya konstruksi pekerjaan jalan di Kota Manado dengan metode Cost Significant Model adalah berkisar antara -11,794 % dan 11,433 % dengan tingkat akurasi berada di kelas 3 menurut AACE Internasional.

Pekerjaan struktur, pekerjaan aspal dan pekerjaan berbutir merupakan pekerjaan paling signifikan yang mempengaruhi total biaya pembangunan, dimana 99,5% biaya total dipengaruhi oleh pekerjaan struktur, pekerjaan aspal dan pekerjaan berbutir yang memiliki korelasi yang sangat kuat. Berdasarkan akurasi, Cost Significant Model sangat tepat digunakan untuk memperoleh gambaran awal biaya pekerjaan jalan dengan cepat, sehingga memudahkan penyusunan anggaran. Dan untuk mendapatkan tingkat signifikan dan meningkatkan akurasi pemodelan, untuk penelitian selanjutnya supaya dapat menambah jumlah sampel yang diteliti, dekripsi pekerjaan yang lebih terperinci, dan pekerjaan yang sejenis.

Kata kunci: Estimasi biaya, Konstruksi, Jalan, Metode Cost Significant Model.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pembangunan infrastruktur sarana prasarana yang pesat di Provinsi Sulawesi Utara untuk menunjang pelayanan pemerintah terhadap masyarakat terus dipacu walaupun dalam dua tahun terakhir semenjak wabah pandemi covid-19 dari awal tahun 2020 sampai dengan saat ini masih berpengaruh,

namun laju pembangunan tetap berjalan. Begitu juga dalam lingkup Pemerintah Kota Manado semenjak tahun 2021 pembangunan konstruksi dipacu lagi untuk mengatasi permasalahan yang ada di Kota Manado.

Infrastruktur yang dibangun, biayanya sangat bervariasi. Untuk itu pemerintah daerah perlu melakukan penganggaran pembiayaan pembangunan yang tepat. Agar pelaksanaan proyek-proyek pembangunan dan peningkatan infrastruktur jalan dan jembatan dapat berjalan optimal maka pada tahap awal perlu dilakukan perencanaan. Dimana secara umum perencanaan dapat didefinisikan sebagai suatu tahapan meletakkan dasar tujuan dan sasaran berikut menyiapkan langkah-langkah kegiatan termasuk menyiapkan berbagai sumber daya untuk mencapai tujuan tersebut (Halpin, 1990). Salah satu hal penting yang harus dilakukan pada tahap awal perencanaan suatu proyek adalah memperkirakan atau mengestimasi besarnya biaya yang akan dibutuhkan untuk merealisasikan proyek tersebut.

Sebagai upaya untuk memenuhi kebutuhan akan efisiensi, maka teknik pembuatan suatu model estimasi biaya yang sederhana perlu dikembangkan. Tahapan konseptual merupakan fase pada suatu proyek dimana seluruh kebutuhan proyek diidentifikasi melalui informasi yang terbatas sehingga akan menghasilkan tujuan dan sasaran proyek yang ditentukan (Wideman, 1995).

Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah bagaimana jika konsep cost significant model diaplikasikan dalam menentukan besaran anggaran dalam pelaksanaan proyek-proyek infrastruktur jalan di Kota Manado, Komponen pekerjaan apakah yang berpengaruh secara signifikan terhadap biaya total proyek infrastruktur jalan, serta bagaimana tingkat akurasi model tersebut.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan model estimasi biaya infrastruktur jalan dengan metode cost significant model di Manado, untuk mengetahui komponen pekerjaan apa saja yang berpengaruh secara signifikan terhadap biaya total proyek konstruksi jalan, untuk menganalisis tingkat akurasi model dihasilkan, serta untuk menganalisis besaran biaya proyek infrastruktur jalan untuk menyelesaikan proyek.

Manfaat Penelitian

Manfaat teoritis penelitian ini adalah untuk meningkatkan kemampuan dalam perencanaan dan permodelan estimasi biaya proyek. Sedangkan manfaat praktis bagi pelaku konstruksi dan umum, diharapkan penelitian dapat menjadi bahan acuan model estimasi yang cukup akurat yang dapat diterapkan dalam menyusun proyek yang serupa.

Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan terhadap data proyek konstruksi jalan 3 lokasi pekerjaan. Data yang digunakan berupa data sekunder, yaitu Rencana Anggaran Biaya (RAB) dari tiap-tiap proyek yang ditinjau. Proyek-proyek yang ditinjau dianggarkan pada tahun 2019-2021. Lokasi tiap-tiap proyek berada di Kota Manado. Penelitian menggunakan Cost Significant model sebagai metode estimasi biaya total.

LANDASAN TEORI

Proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu tertentu dengan alokasi sumber daya terbatas dan dimaksudkan untuk melaksanakan suatu tugas yang telah ditentukan (Soeharto, 1990). Manajemen biaya proyek merupakan salah satu hal yang menentukan keberhasilan suatu proyek. Ketika manajemen biaya diintegrasikan dengan manajemen kualitas dan manajemen waktu, maka ketiganya akan membentuk suatu sasaran proyek.

Salah satu hal penting yang harus dilakukan pada tahap awal merencanakan suatu proyek adalah memperkirakan besarnya biaya yang akan dibutuhkan untuk merealisasikan proyek tersebut. 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 Poh dan Horner (1995), untuk melakukan estimasi biaya suatu pekerjaan dapat dilakukan dengan mengandalkan pada penemuan yang terdokumentasi dengan baik bahwa 80% dari nilai total biaya proyek terdapat 20% item-item pekerjaan yang paling mahal. Item-item cost significant ini dapat meyajikan proporsi yang tepat dari total biaya anggaran yang biasanya mendekati 80%. Nilai total dari proyek biasanya dapat diperhitungkan dengan mengalikan total harga dari paket cost significant dengan faktor yang tepat, yaitu mendekati 1,25. Nilai ini bervariasi tergantung kategori dan analisis data historis. Akurasi model dapat ditingkatkan atau diturunkan dengan memperbaiki model dan kecukupan data historis yang tersedia.

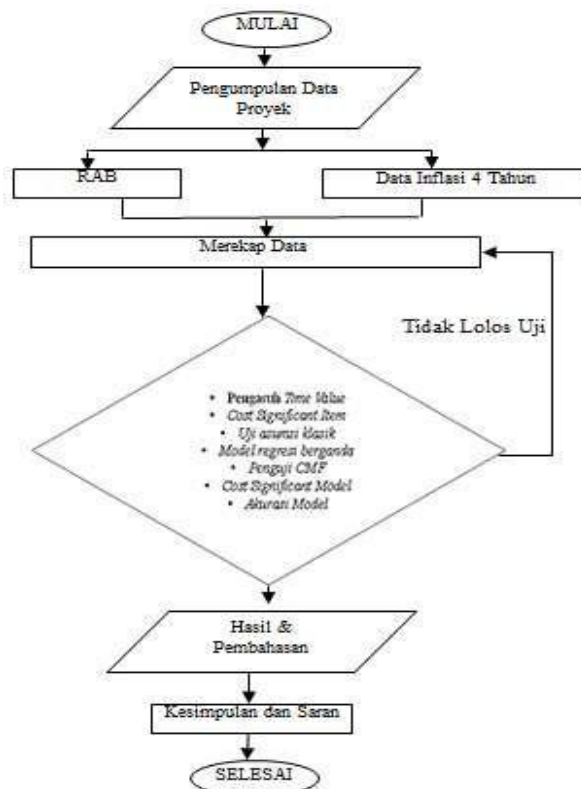
METODOLOGI PENELITIAN

Pengkajian baik secara literatur maupun pengumpulan, serta penelitian data dilaksanakan di wilayah Manado dimana data-data yang diambil minimal berada pada tahun anggaran 2019 -2021. Populasi yang diambil yaitu proyek-proyek jalan dimana sampel-sampelnya merupakan jenis-jenis pekerjaan yang hampir mirip. Populasi ini meliputi seluruh pekerjaan pembangunan jalan yang pernah dilaksanakan di wilayah ini, untuk tahun pembangunan yang bervariasi. Berdasarkan variasi ini, maka diambil suatu tahun tertentu sebagai patokan, tahun 2020, untuk penyeragaman biaya berdasarkan data indeks harga konsumen tahun pembangunan dari sampel-sampel data yang dipakai.

Sebagai acuan data mengenai jumlah biaya yang digunakan, diambil dari proyek-proyek pekerjaan jalan yang berada di Kota Manado dan sekitarnya yang dibiayai oleh dana pemerintah dengan perencanaan dan perancangan konstruksinya sesuai dengan standar dan peraturan yang berlaku di Indonesia. Sumber data diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kota Manado.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian yang dilakukan digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Variabel

Pada identifikasi variable dilakukan pengelompokan item pekerjaan dan penyeragaman data (Tabel 1 dan Tabel 2). 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).

Tabel 1. Identifikasi Variabel

	REKAPITULASI DATA PENELITIAN								
	sampel	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
LOKASI	JL CENDRAWASIH	PMLHRN SAMSAT-HAJI	REKON MALENDENG	REKON KUBUR COVID	PMLHRN BATU KOTA	NGKTN DHARMA WANT	TKTN PINGKAN MATING	PNGKTN RAJAWALI	
Tahun	2021	2021	2020	2020	2019	2019	2019	2019	
Luas Jalan (m2)	5500,00	2775,00	1482,00	946,00	5335,00	2825,00	4181,00	1869,00	
Variabel terikat									
(Y)	1.786.713.199,21	2.606.850.382	632.156.005	900.773.621	1.285.077.079	1.772.080.260	1.353.603.100	891.060.741	
Variabel Bebas									
X1	42.230.006	42.230.000	42.675.000	42.675.000	18.890.000	20.100.000	20.100.000	20.100.000	
X2	70.493.711	460.073.182							
X3			14.995.388,18	18.186.152	757.615	12.688.594	2.505.692	5.119.562	
X4	124.334.511	289.884.882	160.541.611,94	523.847.846	16.486.678	743.510.119	395.373.350	354.968.777	
X5	1.027.542.551	1.008.266.963	309.765.726,38	202.551.310	1.227.138.921	629.960.019	900.075.304	416.688.470	
X6	460.774.657	747.308.519	104.178.278,74	113.513.312	21.803.865	365.821.528	35.548.753	94.183.931	
X7	61.337.763	59.086.836							
	1.786.713.199	2.606.850.382	632.156.005	900.773.621	1.285.077.079	1.772.080.260	1.353.603.100	891.060.741	

Sumber: Olahan data

Tabel 2. Data Proyek per m2 Luas jalan

	VARIABEL DATA DISEDERHANAKAN DALAM SATUAN Rp./m2								
	sampel	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8
LOKASI	JL CENDRAWASIH	PMLHRN SAMSAT-HAJI	REKON MALENDENG	REKON KUBUR COVID	PMLHRN BATU KOTA	NGKTN DHARMA WANT	TKTN PINGKAN MATING	PNGKTN RAJAWALI	
Tahun	2021	2021	2020	2020	2019	2019	2019	2019	
Luas Jalan (m2)	5500,00	2775,00	1482,00	946,00	5335,00	2825,00	4181,00	1869,00	
Variabel terikat									
(Y)	324.856,95	939.406	426.556	952.192	240.877	627.285	323.751	476.758	
Variabel Bebas									
X1	7.678	15.218	28.796	45.111	3.541	7.115	4.807	10.754	
X2	12.817	165.792	-	-	-	-	-	-	
X3	-	-	10.118	19.224	142	4.492	599	2.739	
X4	22.606	104.463	108.328	553.750	3.090	263.189	94.564	189.924	
X5	186.826	363.339	209.019	214.113	230.017	222.995	215.278	222.947	
X6	83.777	269.300	70.296	119.993	4.087	129.494	8.502	50.393	
X7	11.152	21.293	-	-	-	-	-	-	
	324.857	939.406	426.556	952.192	240.877	627.285	323.751	476.758	

Sumber: Olahan data

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 (Tabel 3). Data diproyeksikan ke tahun 2021 (Tabel 4).

Tabel 3. Tingkat Inflasi Tahunan di Kota Manado

Tahun	Inflasi %	Inflasi
2018	3,83%	0,0383
2019	3,52%	0,0352
2020	-0,18%	-0,0180
2021	2,65%	0,0265

Sumber: Data BPS Kota Manado

Tabel 4. Proyeksi Time Value

sampel	Variabel data diproyeksikan ke Time Value 2022								
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	
LOKASI	JL. CENDRAWASIH	PMIHRN SAMSAT-HAJI	REKON MALENDENG	REKON KUBUR COVID	PMIHRN BATU KOTA	NGKTN DHARMA WANA	NGKTN PINGGAN MATINE	PMKTN BARAWALI	
Tahun	2021	2021	2020	2020	2019	2019	2019	2019	
Luas Jalan (m ²)	5500,00	2775,00	1482,00	946,00	5335,00	2825,00	4181,00	1869,00	
Variabel terikat									
(Y)	333.466	964.300	411.338	918.222	267.219	695.885	359.157	528.897	
Variabel Bebas									
DIVISI 1. UMUM	X1	7.882	15.621	27.768	43.502	3.928	7.893	5.333	11.931
DIVISI 2. DRAINASE	X2	13.157	170.186	-	-	-	-	-	-
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINETIK	X3	-	-	9.757	18.538	158	4.983	665	3.039
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	X4	23.205	107.231	104.463	533.995	3.428	291.972	104.906	210.695
DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	X5	191.777	372.968	201.562	206.475	255.171	247.382	238.820	247.329
DIVISI 7. STRUKTUR	X6	85.997	276.437	67.788	115.712	4.534	143.656	9.432	55.904
DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN	X7	11.448	21.857	-	-	-	-	-	-
		333.466	964.300	411.338	918.222	267.219	695.885	359.157	528.897

Sumber: Olahan data

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 persentasenya sama atau lebih dahulu mencapai dari 80% total biaya proyek. Menurut Poh dan Homer (1995), Cost Significant Model lebih mengandalkan >80% harga paling signifikan didalam mempengaruhi total biaya sebagai dasar estimasi yang berfungsi untuk memperkirakan besarnya atau jumlah sesuatu pada waktu yang akan datang. Dari hasil penelitian diperoleh nilai rata-rata yang dapat memberikan gambaran tentang proporsi biaya rata-rata pada masing-masing komponen biaya pekerjaan seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Deskripsi prosentase X terhadap Y

No.	Uraian komponen biaya	Simbol	Jumlah per variabel	Rata-rata per variabel	Prosentase X terhadap Y
1	DIVISI 1. UMUM	X1	123.858	15.482	2,77
2	DIVISI 2. DRAINASE	X2	183.342	22.918	4,09
3	DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINETIK	X3	37.140	4.642	0,83
4	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	X4	1.379.895	172.487	30,81
5	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	X5	1.961.484	245.185	43,80
6	DIVISI 7. STRUKTUR	X6	759.460	94.932	16,96
7	DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN	X7	33.305	4.163	0,74

Sumber: Olahan data

Tabel 6. Prosentase kumulatif item pekerjaan

Prosentase Kumulatif Item Pekerjaan			
Komponen Pekerjaan	Simbol	% X terhadap Y	% Kumulatif
DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	X5	43,80	43,80
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	X4	30,81	74,61
DIVISI 7. STRUKTUR	X6	16,96	91,57
DIVISI 2. DRAINASE	X2	4,09	95,66
DIVISI 1. UMUM	X1	2,77	98,43
DIVISI 3. PEKERJAAN TANAH DAN GEOSINETIK	X3	0,83	99,26
DIVISI 9. PEKERJAAN HARIAN & PEKERJAAN LAIN-LAIN	X7	0,74	100,00

Sumber: Olahan data

Pengujian Model Cost Significant

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).

Tabel 7. Cost Significant Items

COST SIGNIFICANT ITEM			
Komponen Pekerjaan	Simbol	% X terhadap Y	% Kumulatif
DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	X5	43,80	43,80
DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	X4	30,81	74,61
DIVISI 7. STRUKTUR	X6	16,96	91,57

Sumber: Olahan data

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

Tabel 8. Data input ke SPSS

X4	X5	X6	Y
23.205	191.777	85.997	333.466
107.231	372.968	276.437	964.300
104.463	201.562	67.788	411.338
533.995	206.475	115.712	918.222
3.428	255.171	4.534	267.219
291.972	247.382	143.656	695.885
104.906	238.820	9.432	359.157
210.695	247.329	55.904	528.897

Sumber: Olahan data

Uji Validitas

Uji validitas adalah pengujian yang dilakukan untuk mengukur ketepatan dan kecermatan suatu variabel terkait fungsinya dalam suatu penelitian. Validitas dalam penelitian adalah derajat ketepatan alat ukur terhadap objek yang diukur (Sugiharto dan Sitinjak, 2006). Kemudian Ghazali (2009) menyatakan bahwa uji validitas menunjukkan sah atau tidaknya suatu kuesioner dalam penelitian.

Dari perhitungan korelasi didapat nilai koefisien korelasi setiap item yang menunjukkan bagaimana derajat validitas item tersebut. Kemudian untuk menentukan kelayakan item dalam kuesioner dilakukan uji signifikansi koefisien korelasi. Item dikatakan valid saat nilai signifikansi lebih dari 0.05 (>0.05) yang kemudian disesuaikan dengan r tabel menurut jumlah responden (N).

Korelasi hasil SPSS:

		x4	x5	x6	y
x4	Pearson Correlation	1	-.178	.228	.686
	Sig. (2-tailed)		.674	.587	.060
	N	8	8	8	8
x5	Pearson Correlation	-.178	1	.680	.510
	Sig. (2-tailed)	.674		.064	.196
	N	8	8	8	8
x6	Pearson Correlation	.228	.680	1	.836**
	Sig. (2-tailed)	.587	.064		.110
	N	8	8	8	8
y	Pearson Correlation	.686	.510	.836**	1
	Sig. (2-tailed)	.060	.196	.110	
	N	8	8	8	8

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Gambar 2. Korelasi variable hasil SPSS

Uji Reliabilitas

Metode pengambilan keputusan pada uji reliabilitas biasanya menggunakan batasan 0.6. menurut Sekaran (1992), reliabilitas kurang dari 0.6 adalah kurang baik, sedangkan 0.7 dapat diterima dan di atas 0.8 adalah baik.

Case Processing Summary

		N	%
Cases	Valid	8	100.0
	Excluded ^a	0	.0
	Total	8	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics

Cronbach's Alpha	N of Items
.798	3

Hasil uji realibility berdasarkan Cronbach’s Alfa adalah $0,798 > 0,7$ ini berarti data dapat diterima. Kemudian dilanjutkan dengan Uji Asumsi Klasik

Uji Asumsi Klasik

Uji asumsi klasik terdiri dari uji normalitas, uji multikolinearitas dan ujiheteroskedastitas. 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. Karena metode Shapiro Wilk dapat digunakan pada penelitian yang jumlah sampel kurang atau sama dengan 50 sampel. Persyaratan data disebut normal jika probabilitas atau $p > 0,05$ atau $(p > \alpha)$.

Hasil uji normalitas berdasarkan nilai *Shapiro Wilk dengan SPSS* dapat dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Uji Normalitas Data

No.	Komponen Pekerjaan	Simbol	Probabilitas Sig
1	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	X5	0,024
2	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	X4	0,110
3	DIVISI 7. STRUKTUR	X6	0,240
4	Jumlah Biaya Total Pekerjaa	Y	0,210

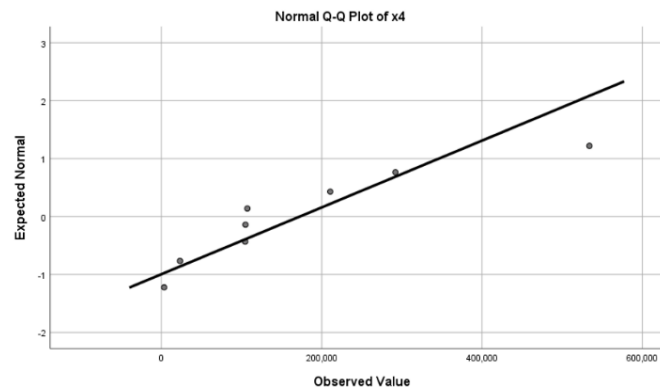
Sumber: Olahan data

Residual

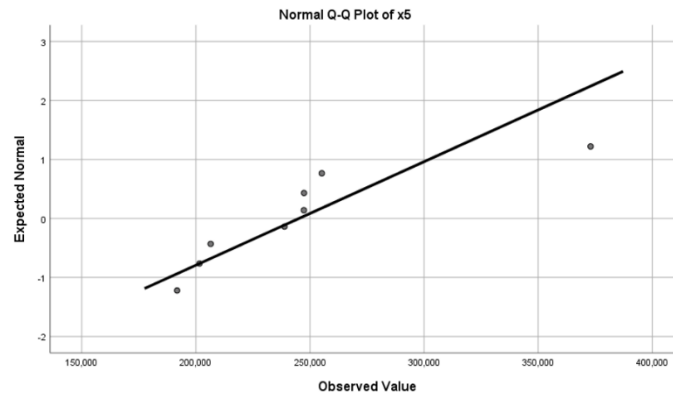
Tests of Normality

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Unstandardized Residual	.240	8	.196	.832	8	.063

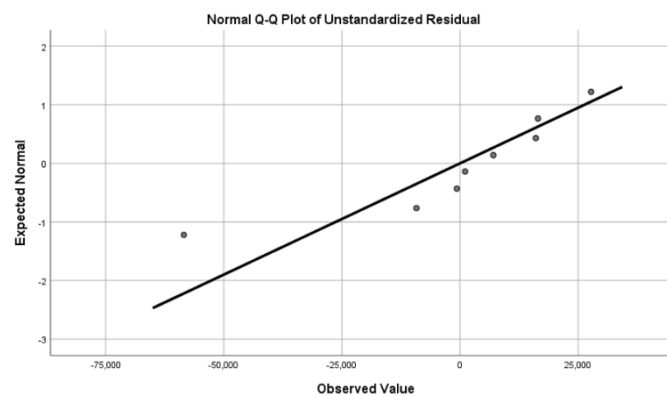
a. Lilliefors Significance Correction



Gambar 3. Normal Q-Q Plot of Divisi 5. Perkerasan Berbutir (X4)



Gambar 4. Normal Q-Q Plot of Divisi 6. Pekerjaan Aspal (X5)



Gambar 5. Normal Q-Q Plot of Normalitas Residual

Uji Multikolinieritas

Uji multikolinieritas bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan yang linear antar variabel bebas. Dasar pengambilan keputusan uji multikolinieritas tolerance dan VIF : (Menurut Imam Ghozali 2011) tidak terjadi gejala multikolinieritas jika nilai Tolerance >0,01 dan nilai VIF <10. Hasil perhitungan tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Hasil Uji Multikolinieritas

UJI MULTIKOLINIERITAS					
No.	Komponen Pekerjaan	Simbol	Tolerance	VIF	Kesimpulan
1	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	X5	0,742	1,347	Tidak terjadi multikolinieritas
2	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	X4	0,421	2,373	Tidak terjadi multikolinieritas
3	DIVISI 7. STRUKTUR	X6	0,412	2,425	Tidak terjadi multikolinieritas

Sumber: Olahan data

Dari hasil perhitungan SPSS dapat dilihat bahwa komponen pekerjaan X4, X5 dan X6 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.

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

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

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

Hasil uji dapat dilihat pada tabel 11.

Tabel 11. Hasil uji heterokedasitas

		Coefficients^a				
		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
Model		B	Std. Error	Beta	t	Sig.
1	(Constant)	10258.645	41758.808		.246	.818
	x4	.056	.046	.514	1.230	.286
	x5	-.045	.185	-.134	-.241	.821
	x6	.085	.122	.392	.699	.523

a. Dependent Variable: res3

Dari hasil uji heterokedasitas dapat dilihat bahwa komponen pekerjaan yang memiliki nilai Sig >0,05 adalah X4, X5 dan X6 artinya tidak terjadi gejala heterokedasitas pada model regresi.

Model Regresi Linear 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.

Tabel 12. Pearson Correlation

		Correlations			
		x4	x5	x6	y
x4	Pearson Correlation	1	-.178	.228	.686
	Sig. (2-tailed)		.674	.587	.060
	N	8	8	8	8
x5	Pearson Correlation	-.178	1	.680	.510
	Sig. (2-tailed)	.674		.064	.196
	N	8	8	8	8
x6	Pearson Correlation	.228	.680	1	.836**
	Sig. (2-tailed)	.587	.064		.010
	N	8	8	8	8
y	Pearson Correlation	.686	.510	.836**	1
	Sig. (2-tailed)	.060	.196	.010	
	N	8	8	8	8

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

Tabel 12. Rekap Pearson Corelation Pengaruh variabel terhadap Biaya

No.	Komponen Pekerjaan	Simbol	Pearson Corelasi	Probabilitas (Sig)
1	DIVISI 6. PERKERASAN ASPAL	X5	0,510	0,196
2	DIVISI 5. PERKERASAN BERBUTIR	X4	0,686	0,060
3	DIVISI 7. STRUKTUR	X6	0,836	0,010

Sumber: Olahan data

Dari hasil perhitungan Pearson Corelation, komponen pekerjaan truktur X6 adalah 0,836, pekerjaan berbutir X4 adalah 0,686 dan pekerjaan aspal X5 adalah 0,510. Ini menunjukkan bahwa hubungan antara biaya Y dan pekerjaan struktur, pekerjaan berbutir, pekerjaan aspal sangat kuat dan

berkorelasi positif. Artinya kenaikan dan penurunan biaya ketiga pekerjaan ini akan diikuti oleh kenaikan dan penurunan biaya total. Sedangkan nilai signifikansi ketiganya masing-masing <0,05 menunjukkan bahwa ketiga pekerjaan ini paling signifikan mempengaruhi biaya Y pada tingkat kepercayaan 5%.

Tabel 13. Ringkasan Model

Model Summary ^b				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.995 ^a	.990	.983	34830.75469

a. Predictors: (Constant), x6, x4, x5

b. Dependent Variable: y

Hasil analisis dengan SPSS, dari tabel 13. Ringkasan Model, diperoleh angka koefisien determinasi $R^2 = 0,995$ menunjukkan bahwa 99,5% biaya Y dipengaruhi oleh pekerjaan struktur (X6), pekerjaan berbutir (X4) dan pekerjaan aspal (X5). Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh komponen pekerjaan lainnya.

Tabel 14. Coefficients

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	-74573.236	80516.084		-.926	.407
	x4	.964	.088	.619	10.943	.000
	x5	1.301	.356	.275	3.656	.022
	x6	1.571	.234	.509	6.703	.003

a. Dependent Variable: y

Dari tabel 14. dapat dilihat bahwa nilai signifikansi Pekerjaan Struktur $X6 = 0,010 < 0,05$, pekerjaan berbutir $X4 = 0,000 < 0,05$ dan pekerjaan aspal $X5 = 0,022 < 0,05$ Menyatakan bahwa nilai signifikansi pekerjaan ini berpengaruh secara signifikan terhadap biaya Y pada tingkat kepercayaan 95%.

Nilai konstanta $B = -74.573.236,-$ menyatakan bahwa jika pekerjaan struktur X6, pekerjaan berbutir X4 dan pekerjaan aspal X5 diabaikan maka biaya pekerjaan jalan per m2 adalah berkurang Rp. 74.573.236,-. Koefisien regresi untuk pekerjaan struktur adalah 1,571, pekerjaan berbutir X4 adalah 0,964 dan pekerjaan aspal X5 adalah 1,301 menyatakan bahwa setiap penambahan satu satuan harga pekerjaan struktur maka akan meningkatkan biaya per meter persegi pekerjaan jalan sebesar Rp. 1,571, begitu pun setiap penambahan satu satuan harga pekerjaan berbutir maka akan meningkatkan biaya per meter persegi pekerjaan jalan sebesar Rp. 1,0964 dan setiap penambahan satu satuan harga pekerjaan aspal maka akan meningkatkan biaya per meter persegi pekerjaan jalan sebesar Rp. 1,301.

Berdasarkan nilai B constant dan B X6, X4, X5 maka dapat dibuatkan persamaan regresi (model):

$$Y = -74.573.236 + 1,571 X6 + 1,301 X5 + 0,964 X4$$

Keterangan:

- Y = Biaya total pekerjaan jalan
- X6 = Biaya Pekerjaan Struktur
- X5 = Biaya Pekerjaan aspal
- X4 = Biaya Pekerjaan berbutir

Pengujian Model Cost Significant

Model regresi yang didapat yakni $Y = -74.573.236 + 1,571 X_6 + 1.301 X_5 + 0,964 X_4$, perlu dilakukan pengujian terhadap penyimpangannya. Dari model tersebut, diperoleh nilai Cost Model Factor (CMF) pada setiap paket pekerjaan yang tersaji dalam Tabel 15 berikut.

Tabel 15. Hasil Perhitungan Cost Model Factor

DATA PEKERJAAN	PERKERASAN BERBUTIR (X4)	PERKERASAN ASPAL (X5)	PEKERJAAN STRUKTUR (X6)	ESTIMASI BIAYA TOTAL (Y')	BIAYA TOTAL AKTUAL (Y)	CMF
1	2	3	4	5	6	=5/6
N1	124.334.511,00	1.027.542.551,49	460.774.656,69	2.105.995.077,77	1.786.713.199,21	1,179
N2	289.884.882,00	1.008.266.962,87	747.308.518,69	2.690.652.791,81	2.606.850.381,68	1,032
N3	160.541.611,94	309.765.726,38	104.178.278,74	646.858.163,83	632.156.005,24	1,023
N4	523.847.846,46	202.551.310,41	113.513.312,25	872.264.756,36	900.773.621,30	0,968
N5	16.486.678,43	1.227.138.921,39	21.803.864,84	1.572.081.530,40	1.285.077.079,40	1,223
N6	743.510.119,49	629.960.019,15	365.821.527,84	2.036.454.124,34	1.772.080.260,48	1,149
N7	395.373.349,76	900.075.304,46	35.548.753,45	1.533.411.735,94	1.353.603.100,13	1,133
N8	354.968.777,16	416.688.470,16	94.183.931,00	957.691.320,47	891.060.740,73	1,075
					JUMLAH	8,783
					NIALI RATA-RATA	1,098

Berdasarkan tabel tersebut diperoleh Cost Model Factor rata-rata adalah 1,098. Tingkat akurasi model dihitung dengan membagi selisih biaya estimasi CFM dengan biaya estimasi aktual kemudian dibagi biaya estimasi aktual, hasilnya dikalikan 100%, sesuai persamaan:

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

Keterangan:

Ev : Estimated bill value (harga yang diprediksi)

Av : Actual bill value (harga yang sebenarnya)

Akurasi model dapat dilihat ada Tabel 16 berikut:

Tabel 16. Estimasi dan Tingkat Akurasi Model

Estimasi dan tingkat keakuratan Cost Significant Model

DATA PEKERJAAN	PERKERASAN BERBUTIR (X4)	PERKERASAN ASPAL (X5)	PEKERJAAN STRUKTUR (X6)	ESTIMASI BIAYA TOTAL (Y')	BIAYA TOTAL AKTUAL (Y)	ESTIMASI COST SIGNIFICANT MODEL CMF = 1,098 (Y'/CMF) Rp.	AKURASI %
1	2	3	4	5	6	7	
N1	124.334.511,00	1.027.542.551,49	460.774.656,69	2.105.995.077,77	1.786.713.199,21	1.918.335.953,59	7,367
N2	289.884.882,00	1.008.266.962,87	747.308.518,69	2.690.652.791,81	2.606.850.381,68	2.450.896.511,42	-5,982
N3	160.541.611,94	309.765.726,38	104.178.278,74	646.858.163,83	632.156.005,24	589.218.505,61	-6,792
N4	523.847.846,46	202.551.310,41	113.513.312,25	872.264.756,36	900.773.621,30	794.539.769,27	-11,794
N5	16.486.678,43	1.227.138.921,39	21.803.864,84	1.572.081.530,40	1.285.077.079,40	1.431.997.896,67	11,433
N6	743.510.119,49	629.960.019,15	365.821.527,84	2.036.454.124,34	1.772.080.260,48	1.854.991.593,19	4,679
N7	395.373.349,76	900.075.304,46	35.548.753,45	1.533.411.735,94	1.353.603.100,13	1.396.773.855,63	3,189
N8	354.968.777,16	416.688.470,16	94.183.931,00	957.691.320,47	891.060.740,73	872.354.219,58	-2,099
						MAX	11,433
						MIN	-11,794

Dari hasil perhitungan estimasi dan tingkat akurasi 8 (delapan) paket pekerjaan di atas, dapat dilihat bahwa Cost Significant Model terletak pada tingkat akurasi max 11,433% dan minimum -11,794%. Selisih terbesar antara CSM dan biaya aktual adalah sebesar 11,433% yang artinya nilai estimasi Cost Significant Model mempunyai nilai estimasi yang lebih tinggi dari nilai biaya aktual sebesar 11,433%. Sedangkan selisih terkecil antara CSM dan biaya aktual adalah sebesar 11,794% yang artinya nilai estimasi Cost Significant Model mempunyai nilai estimasi yang lebih rendah dari nilai biaya aktual sebesar 11,794%.

Hasil perhitungan tingkat akurasi Cost Significant Model dimasukkan dalam klasifikasi AACE Internasional (Association for the Advancement of Cost Engineering) pada Tabel 17.

Tabel 17. Klasifikasi Estimasi Biaya

<i>Estimation Class</i>	<i>End Usage (Typical purpose of estimate)</i>	<i>Methodology (Typical estimating method)</i>	<i>Expected Accuracy Range (Typical low and high range)</i>
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%

Sumber: AACE Internasional

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

PEMBAHASAN

Dari hasil perhitungan Pearson Corelation, komponen pekerjaan struktur X6 adalah 0,836, pekerjaan berbutir X4 adalah 0,686 dan pekerjaan aspal X5 adalah 0,510. Ini menunjukkan bahwa hubungan antara biaya Y dan pekerjaan struktur, pekerjaan berbutir, pekerjaan aspal sangat kuat dan berkorelasi positif. Artinya kenaikan dan penurunan biaya ketiga pekerjaan ini akan diikuti oleh kenaikan dan penurunan biaya total. Sedangkan nilai signifikansi ketiganya masing-masing <0,05 menunjukkan bahwa ketiga pekerjaan ini paling signifikan mempengaruhi biaya Y pada tingkat kepercayaan 5%.

Hasil analisis dengan SPSS, dari table 13 Ringkasan Model, diperoleh angka koefisien determinasi R² = 0,995 menunjukkan bahwa 99,5% biaya Y dipengaruhi oleh pekerjaan struktur (X6), pekerjaan berbutir (X4) dan pekerjaan aspal (X5). Sedangkan sisanya dipengaruhi oleh komponen pekerjaan lainnya. Dari table 14 dapat dilihat bahwa nilai signifikansi Pekerjaan Struktur X6 = 0,010 <0,05, pekerjaan berbutir X4 = 0,000 < 0,05 dan pekerjaan aspal X5 = 0,022 <0,05 Menyatakan bahwa nilai signifikansi pekerjaan ini berpengaruh secara signifikan terhadap biaya Y pada tingkat kepercayaan 95%.

Nilai konstanta B = -74.573.236, menyatakan bahwa jika pekerjaan struktur X6, pekerjaan berbutir X4 dan pekerjaan aspal X5 diabaikan maka biaya pekerjaan jalan per m² adalah berkurang Rp. 74.573.236. Koefisien regresi untuk pekerjaan struktur adalah 1,571, pekerjaan berbutir X4 adalah 0,964 dan pekerjaan aspal X5 adalah 1,301 menyatakan bahwa setiap penambahan satu satuan harga pekerjaan struktur maka akan meningkatkan biaya per meter persegi pekerjaan jalan sebesar Rp. 1,571, begitu pun setiap penambahan satu satuan harga pekerjaan berbutir maka akan meningkatkan biaya per meter persegi pekerjaan jalan sebesar Rp. 0,964 dan setiap penambahan satu satuan harga pekerjaan aspal maka akan meningkatkan biaya per meter persegi pekerjaan jalan sebesar Rp. 1,301.

Berdasarkan nilai B constant dan B X6, X4, X5 maka dapat dibuatkan persamaan regresi (model) : $Y = -74.573.236 + 1,571 X_6 + 1,301 X_5 + 0,964 X_4$, dimana Y = Biaya total pekerjaan jalan, X6 = Biaya Pekerjaan Struktur, X5 = Biaya Pekerjaan aspal, X4 = Biaya Pekerjaan berbutir.

Dari hasil perhitungan estimasi dan tingkat akurasi 8 (delapan) paket pekerjaan di atas, dapat dilihat bahwa Cost Significant Model terletak pada tingkat akurasi max 11,433% dan minimum - 11,794%. Selisih terbesar antara CSM dan biaya aktual adalah sebesar 11,433% yang artinya nilai estimasi Cost Significant Model mempunyai nilai estimasi yang lebih tinggi dari nilai biaya aktual sebesar 11,433%. Sedangkan selisih terkecil antara CSM dan biaya aktual adalah sebesar 11,794% yang artinya nilai estimasi Cost Significant Model mempunyai nilai estimasi yang lebih rendah dari nilai biaya aktual sebesar 11,794%.

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Pekerjaan Struktur merupakan pekerjaan paling signifikan yang mempengaruhi total biaya pekerjaan, dimana 99,5% biaya total bangunan dipengaruhi oleh pekerjaan Struktur yang memiliki korelasi yang sangat kuat.
2. Model estimasi biaya pekerjaan jalan dengan metode cost significant model diperoleh adalah:
$$Y = -74.573.236 + 1,571 X_6 + 1.301 X_5 + 0,964 X_4$$
Dimana : Y = Biaya total pembangunan jalan, X₆ = Biaya Pekerjaan Struktur, X₅ = Biaya Pekerjaan aspal, dan X₄ = Biaya Pekerjaan berbutir.
3. Akurasi model Estimasi Biaya Konstruksi Jalan di Kota Manado dengan metode Cost Significant Model adalah berkisar antara -11,794 % dan 11,433 % dengan tingkat akurasi berada di kelas 3 menurut AACE Internasional.
4. Berdasarkan akurasi, Cost Significant Model dapat digunakan untuk memperoleh gambaran awal biaya pekerjaan jalan dengan cepat, sehingga memudahkan penyusunan anggaran

Saran

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

1. Untuk mendapatkan tingkat signifikan dan meningkatkan akurasi dalam pemodelan, maka dapat menambah jumlah sampel dan mengambil jenis pekerjaan lainnya yang sejenis. Misalnya untuk pekerjaan Pemeliharaan jalan, rekonstruksi dan peningkatan.
2. Persamaan yang dihasilkan belum bisa digunakan untuk itu perlu dilakukan pengujian/penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan persamaan yang akurat.
3. Untuk penelitian selanjutnya supaya dapat dilakukan perbandingan model estimasi biaya Cost Significant dengan metode estimasi lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- AACE, 2000. *AACE International's Risk Management Dictionary, Cost Engineering*, AACE, 2000, 42(4), hal.28-31
- Badan Pusat Statistik. 2018. *Indeks Harga Perdagangan Besar Indonesia*. Katalog BPS : 7102018.
- Dipohusodo, Istimawan. 2004. *Manajemen Proyek dan Konstruksi, Jilid 2*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Ghozali, I., 2009. *Aplikasi Analisis Multivariate dengan Program SPSS*. Universitas Diponegoro.
- Muali, Ahmad., 2016. *Estimasi Biaya Konstruksi Bangunan Gedung dengan Cost Significant*, Universitas Sebelas Maret, Jurnal Riset Rekayasa Sipil, Surakarta.
- Peurifoy, R. L., Oberlender, G. D., 2002. *Estimating Construction Costs, Fifth Edition*. McGraw-Hill Companies, Inc.
- Poh, Paul S.H. dan Horner R. Malcolm W., 1995. *Cost-Significant Modelling-Its Potential For Use In South-East Asia* : Paper in Engineering, Construction and Architectural Management
- Sekaran, Uma., 1992. *Research Methods for Business*. Third Edition. Southern. Illionis University
- Soeharto, Imam. 1995. *Manajemen Proyek dari Konseptual sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.

Sugiharto dan Sitinjak, 2006. *Lisrel*. Graha Ilmu, Yogyakarta.

Wideman, Max. R., 1992. *Project And Program Risk Management: A Guide To Managing Project Risk Opportunities*. Project Management Institute. Amerika.