

ANALISIS LIFE CYCLE COST PEMELIHARAAN GEDUNG TEKNIK KOMPUTER DAN JARINGAN (TKJ) SMKN 2 BANJARBARU

Akbar Gilang Rizali¹, Eka Purnamasari², Hendra Cahyadi³

Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik

Universitas Islam Kalimantan MAB

ABSTRAK

Program pemeliharaan sebuah bangunan gedung sangat penting dipikirkan sejak proses perancangan bangunan tersebut secara rasional tingkat kemudahan pemeliharaan sebuah bangunan secara signifikan akan mempengaruhi besarnya biaya pemeliharaan setiap tahunnya. dengan adanya pemeliharaan yang rutin, maka frekuensi penggantian dan perbaikan akan semakin sering dilakukan selama umur rencana bangunan, sehingga menghasilkan biaya pemeliharaan yang tinggi, maka biaya keseluruhan siklus proyek juga akan tinggi.

Rumusan masalah penelitian ini adalah untuk menganalisa biaya perawatan gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru dengan menggunakan metode *Life Cycle Cost* (LCC) untuk mengukur biaya pemeliharaan dari aspek elektrikal, mekanikal, tata ruang luar dan kebersihan untuk jangka waktu 15 tahun ke depan.

Sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengukur seberapa besar biaya pemeliharaan yang dikeluarkan Gedung SMKN 2 Banjarbaru untuk 15 tahun kedepan dan bagaimana menentukan biaya pemeliharaan Gedung SMKN 2 Banjarbaru terbesar.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya pemeliharaan yang dikeluarkan Gedung SMK Negeri 2 Banjarbaru untuk 15 tahun kedepan adalah Rp87.653.486 (100%), dengan rincian biaya pemeliharaan Struktural Rp. 8.052.336 (19,19%), Arsitektur Rp28.093.346 (32,05%), mekanikal sebesar Rp.7.358.571 (8,39%), Elektrikal sebesar Rp.13.088.389 (14,93%), Tata luar ruang sebesar Rp.22.853.235 (26,07%) dan Kebersihan sebesar Rp.8.207.608 (9,36%) dan Komponen Biaya pemeliharaan Gedung SMKN 2 Banjarbaru yang terbesar adalah komponen arsitektur, yaitu sebesar Rp28.093.346 atau (32,05%).

Kata Kunci : *Life Cycle Cost*, Pemeliharaan

ABSTRACT

The maintenance program for a building is very important to think about since the process of designing the building rationally, the level of ease of maintenance of a building will significantly affect the amount of maintenance costs each year. With routine maintenance, the frequency of replacements and repairs will be carried out more frequently during the life of the building plan, resulting in high maintenance costs, so the overall cost of the project cycle will also be high.

The formulation of the research problem is to analyze the maintenance costs of the TKJ building at SMKN 2 Banjarbaru using the Life Cycle Cost (LCC) method to measure maintenance costs from the electrical, mechanical, outdoor layout and cleanliness aspects for the next 15 years.

The results showed that the maintenance costs incurred by the SMK Negeri 2 Banjarbaru Building for the next 15 years was Rp. 87,653,486 (100%), with details of the structural maintenance costs of Rp. 8,052,336 (19.19%), Architecture Rp. 28,093,346 (32.05%), mechanical Rp. 7,358,571 (8.39%), Electrical Rp. 13,088,389 (14.93%), outdoor space of Rp. 22,853,235 (26.07%) and cleanliness of Rp. 8,207,608 (9.36%) and the largest component of the maintenance costs for the SMKN 2 Banjarbaru Building is the architectural component, which is Rp. 28,093,346 or (32.05%).

Keywords: *Life Cycle Cost, Maintenance*

PENDAHULUAN

. Dari tahun ke tahun selalu bermunculan bangunan fasilitas yang baru dengan berbagai ragam, bentuk dan ukurannya, dimana estetika dan kelengkapan fasilitas bangunannya merupakan representasi dari aktifitas orang yang menghuninya.

Gaya dari sebuah bangunan merepresentasikan karakteristik dari peruntukan bangunan tersebut, misalnya saja bangunan yang akan difungsikan untuk aktifitas perbankan akan berbeda dengan bangunan yang dirancang untuk pertokoan, kampus, sekolah, supermarket, gedung pertemuan, hotel dan lain sebagainya. Seolah-olah kenampakan bangunan dari gaya, material yang digunakan, bentuk massa bangunan sudah mempunyai ciri tersendiri, yang tentunya juga tergantung pada skala waktu kapan bangunan tersebut dirancang dan dibangun.

Proses perancangan dari sebuah bangunan melalui berbagai tahap, diantaranya diawali dari penggalan keinginan pemilik tentang bentuk bangunan yang dikehendaki, fasilitas yang diperlukan, ukuran bangunan dan tentunya biaya yang dibutuhkan. Dalam proses perancangan sudah sewajarnya seorang perencana bangunan atau lebih spesifik seorang arsitek hendaknya mempertimbangkan salah satu aspek pada tahap pascakonstruksi yaitu aspek pemeliharaan. Layaknya sebuah bangunan yang dihuni setiap waktu kenyamanan bagi penghuninya merupakan persyaratan yang harus dipenuhi selama bangunan difungsikan.

Gedung SMKN 2 Banjarbaru adalah gedung yang beroperasi sebagai sekolah . Gedung ini sudah berdiri sejak tahun 1981 dan beroperasi selama kurang lebih 39 tahun. Selama gedung tersebut difungsikan, gedung tersebut tidak memiliki alokasi dana untuk biaya pemeliharaan selama umur rencana bangunan. Perbaikan-perbaikan yang dilakukan selama ini hanya dilakukan jika terjadi kerusakan saja. Kenyamanan pengguna gedung dan kelayakan gedung juga merupakan factor perlunya pemeliharaan terhadap bangunan gedung tersebut.

Pemeliharaan bangunan secara konsisten sudah menjadi persyaratan yang harus dipenuhi, utamanya bagi bangunan yang difungsikan secara komersial. Program pemeliharaan sebuah bangunan gedung hendaknya dipikirkan sejak proses perancangan bangunan tersebut dilaksanakan dan kemudian dijadikan salah satu aspek pertimbangan dalam merencanakan bangunan secara detail. Secara rasional tingkat kemudahan pemeliharaan sebuah bangunan secara signifikan akan mempengaruhi besarnya biaya pemeliharaan setiap tahunnya.

Dengan adanya pemeliharaan yang rutin, maka frekuensi penggantian dan perbaikan akan semakin sering dilakukan selama umur rencana bangunan, sehingga menghasilkan biaya pemeliharaan yang tinggi, maka biaya keseluruhan siklus proyek juga akan tinggi.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk menganalisa nilai ekonomis sebuah bangunan dengan mempertimbangkan biaya pengoperasian sepanjang umur hidup bangunan adalah metode *Life Cycle Cost* (LCC). Metode ini telah dikenal sejak pertengahan tahun 1970 dan sekarang telah diterapkan oleh beberapa negara, oleh perusahaan-perusahaan besar dan proyek-proyek yang disponsori oleh pemerintah. Metode ini juga berguna untuk mengambil keputusan berdasarkan nilai ekonomis dengan mempertimbangkan lokasi, perencanaan teknik dan arsitektur, pembangunan, pengaturan, pengoperasian sampai dengan pembuangan yang diikuti dengan penggantian dari komponen atau sistem selama jangka waktu umur hidup.

METODE PENELITIAN

Perhitungan Analisa *Life Cycle Cost* pada penelitian ini berdasarkan data pemeliharaan bangunan gedung tersebut selama 5 (lima) tahun terakhir. Pengumpulan data merupakan proses untuk dapat melakukan penelitian. Sesuai dengan rumusan masalah yang ingin dicapai maka dibutuhkan data sekunder sebagai data pendukung yang berkaitan dengan penelitian ini. Data primer pada penelitian ini berupa hasil wawancara langsung dengan penjaga sekolah, LOKET PDAM, LOKET PLN dan Toko Bangunan yang menjual material. .Dalam penelitian ini, data sekunder yang digunakan untuk

mendukung penelitian ini adalah :Data pemeliharaan gedung tahun 2015-2019 Data inflasi berdasarkan Badan Pusat Statistik Kota Banjarbaru.

HASIL PENELITIAN

Analisis Biaya Siklus Hidup (*Life Cycle Cost*)

Rencana *Life Cycle Cost* merupakan suatu rencana mengenai pengeluaran usulan dari suatu proyek konstruksi sepanjang usia proyek tersebut, namun pada penelitian ini kita hanya akan membahas seluruh komponen yang ada dalam gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru yang mendukung jalannya fungsi dari bangunan tersebut, sehingga dalam penelitian ini penulis meneliti 6 (enam) komponen pemeliharaan yaitu: komponen mekanikal, komponen elektrikal dan komponen tata ruang luar bangunan gedung.

Tabel 1RAB Gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru Tahun 2010

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA (Rp)
I	Pekerjaan persiapan, galian dan urugan	Rp.34.990.600
II	Pekerjaan pondasi dan beton	Rp.104.119.270
III	Pekerjaan pasangan dan plesteran	Rp.63.142.300
IV	Pekerjaan lantai dan dinding	Rp.37.823.030
V	Pekerjaan atap	Rp.62.172.880
VI	Pekerjaan plafon	Rp.44.989.920
VII	Pekerjaan kusen pintu dan jendela	Rp.30.972.100
VIII	Pekerjaan perlengkapan pintu dan jendela	Rp.13.721.140
IX	Pekerjaan sanitair	Rp.3.559.760
X	Pekerjaan instalasi air	Rp.18.973.430
XI	Pekerjaan instalasi listrik	Rp.8.425.450
XII	Pekerjaan pengecatan	Rp.28.391.650
XIII	Pekerjaan pembersihan	Rp.3.250.000
	Jumlah	Rp.454.531.530
	Dibulatkan	Rp. 454.531.000

1 komponen Struktur

1). kerusakan ringan

Pada tabel berikut ini adalah Persentase komponen kerusakan ringan pada gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru :

Tabel .2 Persentase kerusakan ringan Struktur gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru Tahun 2015-2019

Bidang	Komponen	Rusak ringan	Satuan	Volume awal	Volume kerusakan	Persentase kerusakan
Struktur	Dinding	Retak kecil dengan lebar celah 0,075 - 0,6 cm	m ²	349,7	20,43	5,8%
Biaya						Rp. 3.688.868,49

Berdasarkan tabel diatas, biaya pemeliharaan komponen struktur untuk dinding selama kurun waktu 5 tahun (2015-2019) adalah kerusakan ringan dinding sebesar 5,8% atau Rp.3.688.868.

.2 komponen Arsitektur

2). Kerusakan sedang

Pada tabel berikut ini adalah Persentase komponen kerusakan ringan pada gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru :

Tabel .3 Persentase kerusakan sedang Struktur gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru Tahun 2015-2019

Bidang	Komponen	Satuan	Volume awal	Volume kerusakan	Persentase kerusakan	Biaya
Arsitektur	Pelapis Dinding	m ²	900	365	40,56%	8.512.830
	Pasangan lantai keramik 30 cm	m ²	192	53	27,60%	5.000.550
Biaya					Rp. 13.513.380	

Berdasarkan tabel diatas, biaya pemeliharaan komponen Arsitektur selama kurun waktu 5 tahun (2015-2019) terdiri dari adalah kerusakan sedang pelapis dinding sebesar 365m² atau sebesar 40,56% dengan nilai sebesar Rp.8.512.830 dan kerusakan pemasangan lantai keramik motif 30cm x 30cm sebesar 53m² atau 27,60% dengan nilai sebesar Rp. 5.000.550, adapun kerusakan berat belum terjadi, karena kontur tanah Kota Banjarbaru lapisan tanah keras didapatkan pada kedalaman 3 sampai 4 meter dalam data sondir, sehingga struktur gedung lebih tahan terhadap pergeseran atau penurunan permukaan tanah.

2 Komponen Mekanikal (fasilitas jaringan air bersih)

Yang termasuk dalam pemeliharaan komponen mekanikal disini adalah Jaringan dan Kebutuhan Air, dalam komponen air terdiri dari pemeliharaan jaringan dan biaya penggunaan air, dalam pemenuhan kebutuhan air hal yang perlu di pertimbangkan adalah jumlah ruang pada Gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru, jumlah ruang yang akan yang akan di sediakan kebutuhan air adalah untuk 4 ruang kelas, penggunaan air diasumsikan untuk cuci tangan dan keperluan diasumsikan satu siswa setiap hari cuci tangan dan menggunakan WC memerlukan 10 liter air, maka untuk 4 kelas dengan jumlah siswa 154 orang, maka kebutuhan air harian adalah 154 x 10 liter = 1540 liter setiap hari yang berarti 46,200 liter perbulan, harga perkubik (1000 Liter) air PDAM Intan Banjarbaru untuk kategori sosial umum adalah Rp. 3,280 perkubik dan biaya beban tetap Rp.9.000 sehingga biaya perbulan adalah = 46,200 x Rp. 3,280 = Rp.151.536 ditambah biaya beban Rp.9.000 = Rp.160.536 maka ditambah biaya perbaikan pompa air pertahun sebesar Rp. 400.000 maka biaya air untuk tahun 2015 adalah Rp. **Rp 2.218.432**

Tabel 4 Tarif Harga PDAM Intan untuk wilayah Banjarbaru
Penetapan Tarif Air Minum Pada Perusahaan Daerah Air Minum Intan Banjar

No.	Golongan Pelanggan	0-10.000 liter	10.001-20.000 liter	> 20.000 liter	Beban Tetap
1	Sosial	3,28	3,28	3,28	Rp.9.000
2	Sosial Khusus	3,70	3,70	3,70	Rp.9.000
3	Mobil Tangki	7,08	7,08	7,08	Rp.25.000

Berdasarkan data pemakaian air tersebut , maka dapat kita rincikan biaya pemeliharaan dan pemakaian jaringan air di gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru sebagai berikut :

Tabel 5 Biaya pemeliharaan dan pemakaian air tahun 2015-2019

Tahun	Biaya Pemeliharaan Jaringan dan pemakaian Air (Rp.)					
	Service Pompa Air (Sumur)	Biaya PDAM	Inflasi	Beban	Biaya Admin	Total
2015	Rp.400.000	Rp1.818.432			Rp.2500	Rp2.218.432
2016	Rp 400.000	Rp2.218.432	Rp133.106	Rp9.000	Rp.3000	Rp2.763.538
2017	Rp 400.000	Rp2.760.538	Rp165.632	Rp9.000	Rp.3000	Rp3.338.170
2018	Rp 400.000	Rp3.335.170	Rp200.110	Rp9.000	Rp.3000	Rp3.947.280
2019	Rp 400.000	Rp3.944.280	Rp236.657	Rp9.000	Rp.3500	Rp4.592.937
	Rata-rata				Rp.3000	Rp3.372.672

3. Komponen Elektrikal (kelistrikan)

Kebutuhan listrik di Gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru di hitung berdasarkan pemakaian listrik per kelas, semua kelas menggunakan listrik dengan daya sebesar 900 VA, Perhitungan Tarif dasar listrik menggunakan Permen. ESDM No. 28 Tahun 2016 dimana disebutkan bahwa tarif tenaga listrik untuk keperluan sosial dengan batas daya 900 VA sebesar Rp. 706/KWH. Kebutuhan listrik pada Gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru terbagi atas dua kebutuhan yaitu : kebutuhan listrik untuk lampu dan proyektor atau layar peraga berikut ini adalah perhitungan kebutuhan listrik yang diperlukan Gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru :

Tabel 6 Perhitungan keperluan listrik harian

No.	Peralatan	Daya listrik (Watt)	Jumlah (Buah)	Durasi Hidup (Jam)	Total daya (Watt/hari)	Total daya listrik (KWH/Unit)
1	Lampu	30	8	12	2880	2,880
2	Proyektor	270	4	8	8640	8,640
Total pemakaian dalam sehari						11,52
Pemakaian 30 hari						345,6

Dari hasil di atas dapat di dapatkan pemakaian listrik total seluruh kelas per bulan yaitu : $345,6 \text{ Kwh} \times \text{Rp. } 706 = \text{Rp. } 243,993,6$.

Untuk mempermudah perhitungan Tarif dan biaya siklus hidup, biaya kebutuhan listrik di ubah menjadi kebutuhan dalam setahun. Rekapitulasi kebutuhan total listrik Gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru dapat di lihat pada tabel Tabel 4.7 dalam 1 tahun

Tabel 7 Perhitungan keperluan listrik Tahunan

No.	Uraian	Total daya (Watt/hari)	Total daya (Watt/bulan)	Total daya (Watt/tahun)
1	Lampu	2,880	86,4	1,036,8
2	Proyektor	8,640	259,2	3,110,4

Maka total biaya yang di terjadi akibat Kebutuhan Listrik dalam setahun adalah :

Biaya listrik total= Total daya x Tarif dasar listrik
 $= 3,110,4 \times \text{Rp } 706 = \text{Rp. } 2,195,942,4$

Biaya listrik diatas, belum termasuk biaya operasional genset (bahan bakar dan service yang rinciannya sebagai berikut :

Tabel 8 Biaya Operasional Genset

Tahun	Biaya Pemeliharaan Jaringan dan pemakaian Listrik (Rp.)		
	Service	Bensin	Total
2015	Rp. 150.000	Rp. 750.000	Rp. 900.000
2016	Rp. 200.000	Rp. 1.000.000	Rp. 1.200.000
2017	Rp. 300.000	Rp. 1.200.000	Rp. 1.500.000
2018	Rp. 250.000	Rp. 1.400.000	Rp. 1.650.000
2019	Rp. 300.000	Rp. 1.600.000	Rp. 1.900.000

Berdasarkan data biaya komponen elektrikal diatas, maka dapat kita rincikan biaya pemeliharaan dan pemakaian jaringan listrik sebagai berikut :

Tabel 9 Biaya pemeliharaan dan pemakaian Listrik tahun 2015-2019

Tahun	Biaya Pemeliharaan Jaringan dan pemakaian Listrik (Rp.)			
	Generator Set	pemakaian Listrik	Inflasi	Total
2015	Rp. 900.000	Rp. 2.195.942	Rp. 131756,52	Rp. 3.095.942
2016	Rp. 1.200.000	Rp. 3.095.942	Rp. 185756,52	Rp. 4.295.942
2017	Rp. 1.500.000	Rp. 4.295.942	Rp. 257756,52	Rp. 5.795.942
2018	Rp. 1.650.000	Rp. 5.795.942	Rp. 347756,52	Rp. 7.445.942
2019	Rp. 1.900.000	Rp. 7.445.942	Rp. 446756,52	Rp. 9.345.942
Rata-rata				Rp. 5.995.942

4Komponen Tata Ruang Luar

Komponen tata ruang luar adalah bagian luar ruang gedung TKJ yang rusak/aus sehingga memerlukan penggantian (dalam jangka waktu 5 tahun terakhir), berikut ini komponenyang termasuk dalam pemeliharaan komponen tata ruang luar adalah:

Tabel 10 Biaya Pemeliharaan Komponen Tata Ruang Luar Tahun 2015-2019

Tahun	Biaya Pemeliharaan Komponen Tata Ruang Luar		
	Atap	Pengecatan	Listplank kayu
2015	Rp.1,325,000	Rp.340,000	Rp.120,000
2016	Rp.1,345,000	Rp.421,000	Rp.120,000
2017	Rp.1.043.000	Rp.300,000	Rp.190,000
2018	Rp.2,230,000	Rp.515,000	Rp.270,000
2019	Rp.1,900,000	Rp.374,000	Rp.200,000
Sub Total	Rp.7,843,000	Rp.1,950,000	Rp.900,000
Total			Rp.10,693,000

Berdasarkan tabel diatas pemeliharaan komponentata luar ruangan gedung TKJ periode 2015-2019 , komoonen atap sebesar Rp.7,843,000, pengecatan sebesar Rp.1,950,000 dan Listplank Kayu sebesar Rp.900,000, sehingga total biaya pemeliharaan komponen tata luar ruang adalah sebesar **Rp. 10,693,000**.

1) Biaya Kebersihan Gedung TKJ

Biaya kebersihan gedung TKJ hanya terdiri 1 komponen, yaitu bahan-bahan yang habis digunakan untuk membersihkan ruang kelas sedangkan yang mengerjakan kebersihan adalah siswa siswi jurusan TKJ yang mendapat giliran piket kebersihan.

Tabel 11 Standar Pemeliharaan Gedung TKJ dalam 1 tahun

No	Kegiatan Pemeliharaan	Standar	Jumlah/ Tahun	Biaya	Ket.
1	Pembersihan dinding keramik kamar mandi	2 kali sehari	730	Rp.120,000	
2	Pembersihan plafon tripleks	3 bulan	12	Rp.150,000	
3	Pelumas kunci, engsel, gendel	2 bulan	6	Rp.10,000	
4	Perawatan pintu lipat	2 bulan	6	Rp.150,000	
5	Pembersihan kusen	Setiap hari	365	Rp.30,000	
6	Pembersihan dinding lapis kayu	1 bulan	12	Rp.100,000	
7	Pembersihan kaca jendela serta pembatas (partisi) ruangan	1 minggu	54	Rp.50,000	
8	Perbersihan saluran terbuka air kotor	1 bulan	12	Rp.300,000	
9	Pembersihan wastafel, toilet duduk, toilet jongkok, urinoir	Setiap hari	365	Rp.500,000	
10	Pemeriksaan kran air	2 bulan	6	Rp.100,000	
11	Talang air datar pada atap bangunan	1 tahun	1	Rp.200,000	
12	Pengecatan kembali talang tegak dari pipa besi atau PVC	4 tahun	4 tahun		tata luar ruangan
13	Pengecatan luar bangunan	3 tahun	3 tahun		tata luar ruangan
14	Pemeliharaan listplank kayu	6 bulan	2		tata luar ruangan
15	Pemeriksaan dan pembersihan floor	Setiap hari	365	Rp.100,000	
16	Penggunaan desinfek tan membersihkan lantai / kamar mandi	2 bulan	6	Rp.1000,000	
17	Pembersihan lantai keramik	Setiap hari	365	Rp.200,000	
18	Perbersihan lantai karpet dengan penghisap debu	Setiap hari	365	Rp.500,000	
19	Perbersihan tirai/gordyn	2 bulan	6	Rp.250,000	

Total			Rp.3.760.000	
-------	--	--	--------------	--

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 24/PRT/M/2008

2) Inflasi

Estimasi biaya dihitung dengan adanya pengaruh inflasi. Data inflasi diambil berdasarkan data Badan Pusat Statistik Kota Banjarbaru adalah sebagai berikut :

Tabel 12 Tingkat Inflasi Nasional dan Kota Banjarbaru Tahun 2015-2019

Tingkat Inflasi Kota Banjarbaru		
Tahun	Tingkat Inflasi pertahun	
	Nasional	Kota Banjarbaru
2015	2,25	3,9
2016	4,3	4,7
2017	4,1	4,8
2018	5,5	5,7
2019	5,2	5,9
Rata-rata	4,27	5,00

Sumber (BPS, 2020)

Selanjutnya, mencari rata-rata nilai inflasi selama 5 (lima) tahun terakhir dengan menggunakan rumus :

$$X = \frac{x_1+x_2+x_3+x_4+\dots+x_n}{n} \dots\dots\dots(4.1)$$

Dimana :

X = Rata –rata

x1, x2, x3 = Nilai sampel

n = Jumlah sampel

$$X = \frac{3,9+4,7+4,8+5,7+5,9}{5} = 5\%$$

Berdasarkan perhitungan diatas didapat rata-rata inflasi selama 5 (lima) tahun terakhir sebesar 5% yang akan digunakan untuk perhitungan estimasi biaya selama 15 tahun kedepan dan diasumsikan tetap. Untuk mendapatkan besarnya nilai dari faktor inflasi sebesar 5% dapat dilihat di lampiran berdasarkan tabel bunga majemuk

5 Estimasi Biaya Pemeliharaan dengan Pengaruh Inflasi menggunakan Rumus Suku Bunga

Perhitungan estimasi biaya pemeliharaan dihitung sampai 15 tahun kedepan dengan menggunakan rumus suku bunga pembayaran tunggal (mencari F jika diketahui P), yaitu :

$$F = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(4.2)$$

Dimana :

F=Future Worth

P=Present Worth

i%=Tingkat bunga efektif perperiode

N=Jumlah periode pemajemukan

1) Komponen Struktur

Pada pemeliharaan komponen struktur,karena kontur tanah di Kota Banjarbaru termasuk stabil, yaitu tanah keras berdasarkan data sondir ditemukan pada kedalaman 3 sampai 4 meter maka kerusakan komponen struktur dalam 5 tahun pertama bangunan TKJ SMKN 2 Banjarbaru tidak terlalu berat, melainkan hanya kerusakan ringan berupa retak-retak kecil, untuk dapat menentukan besarnya biaya pemeliharaan 15 tahun kedepan, maka

kita asumsikan pemeliharaan terhadap komponen struktur diasumsikan setiap 1 (satu) tahun sekali, sehingga perhitungan terhadap pemeliharaan ini adalah sebagai berikut :

Biaya pemeliharaan struktur untuk 15 tahun selanjutnya dengan inflasi 5%. Nilai P yang digunakan adalah rata-rata dari biaya pemeliharaan struktur untuk perbaikan selama 5 tahun terakhir dan diasumsikan tetap.

Diketahui :

$$P = \text{Rp.}3.688.868.$$

$$i = 5 \% , N = \text{Tahun ke } 15$$

Penyelesaian :

$$F = P (1 + i)^n$$

$$F = \text{Rp.}3.688.868 (1+0,05)^{15}$$

$$F = (\text{Rp. } 3.688.868 + 0,05)^{15}$$

$$F = (3.688.868. + \text{Rp. } 184.443)^{15}$$

$$F_{15} = \text{Rp.}8.052.335$$

Jadi untuk biaya pemeliharaan fasilitas jaringan air (komponen mekanikal) selama 15 tahun kedepan (tahun 2035) adalah sebesar **Rp.8.052.335**

Tabel 13 Rekapitulasi Biaya pemeliharaan Struktur

Tahun	Biaya Pemeliharaan Struktur	Bunga 5%
2020	Rp.3.873.311	Rp.193.666
2021	Rp.4.066.977	Rp.203.349
2022	Rp.4.270.325	Rp.213.516
2023	Rp.4.483.842	Rp.224.192
2024	Rp.4.708.034	Rp.235.402
2025	Rp.4.943.435	Rp.247.172
2026	Rp.5.190.607	Rp.259.530
2027	Rp.5.450.138	Rp.272.507
2028	Rp.5.722.644	Rp.286.132
2029	Rp.6.008.777	Rp.300.439
2030	Rp.6.309.215	Rp.315.461
2031	Rp.6.624.676	Rp.331.234
2032	Rp.6.955.910	Rp.347.796
2033	Rp.7.303.706	Rp.365.185
2034	Rp.7.668.891	Rp.383.445
2035	Rp.8.052.335	Rp.402.617

2) Komponen Arsitektur

Pada pemeliharaan komponen Arsitektur, karena Kota Banjarbaru terletak di Kota Banjarbaru yang mempunyai kontur tanah yang stabil maka kerusakan komponen arsitektur tidak berat namun keadaan cuaca kota Banjarbaru yang berada pada iklim tropis cukup mempengaruhi lapisan cat maupun pelapis dinding yang mengalami kerusakan 40,56% (Rp. 8.512.830) serta daya tahan keramik motif 30 cm x 30 cm untuk lantai yang pecah atau retak terkena sinar matahari sebesar 27,60% (Rp.5.000.550) yang dalam 1 tahun menyebabkan keluar biaya sebesar Rp. 13.513.380

Untuk dapat menentukan besarnya biaya pemeliharaan 15 tahun kedepan, maka kita asumsikan pemeliharaan terhadap komponen arsitektur diasumsikan setiap 1 (satu) tahun sekali, sehingga perhitungan terhadap pemeliharaan ini adalah sebagai berikut :

Biaya pemeliharaan arsitektur untuk 15 tahun selanjutnya dengan inflasi 5%. Nilai P yang digunakan adalah rata-rata dari biaya pemeliharaan arsitektur untuk perbaikan selama 5 tahun terakhir dan diasumsikan tetap.

Diketahui :

$$P = \text{Rp. } 13.513.380$$

$$i = 5 \%$$

$$N = \text{Tahun ke } 15$$

Penyelesaian :

$$F = P (1 + i)^n$$

$$F = \text{Rp. } 13.513.380 (1+0,05)^{15}$$

$$F = (\text{Rp. } 13.513.380 + 0,05)^{15}$$

$$F = (\text{Rp. } 13.513.380 + \text{Rp. } 675.669)^{15}$$

$$F_{15} = \text{Rp}28.093.346$$

Jadi untuk biaya pemeliharaan komponen arsitektur selama 15 tahun kedepan (tahun 2035) adalah sebesar **Rp28.093.346**

Tabel 14 Rekapitulasi Biaya pemeliharaan Arsitektur

Tahun	Biaya Pemeliharaan Arsitektur	Bunga 5%
2020	Rp13.513.380	Rp675.669
2021	Rp14.189.049	Rp709.452
2022	Rp14.898.501	Rp744.925
2023	Rp15.643.427	Rp782.171
2024	Rp16.425.598	Rp821.280
2025	Rp17.246.878	Rp862.344
2026	Rp18.109.222	Rp905.461
2027	Rp19.014.683	Rp950.734
2028	Rp19.965.417	Rp998.271
2029	Rp20.963.688	Rp1.048.184
2030	Rp22.011.872	Rp1.100.594
2031	Rp23.112.466	Rp1.155.623
2032	Rp24.268.089	Rp1.213.404
2033	Rp25.481.493	Rp1.274.075
2034	Rp26.755.568	Rp1.337.778
2035	Rp28.093.346	Rp1.404.667

3) Komponen Mekanikal

Pada pemeliharaan komponen mekanikal, penulis meneliti hanya pada pemeliharaan jaringan air saja. Perawatan pompa air, biaya air serta perbaikan terhadap jaringan air untuk seluruh bangunan gedung TKJ merupakan bagian pemeliharaan jaringan air. Untuk dapat menentukan besarnya biaya pemeliharaan 15 tahun kedepan, maka kita asumsikan pemeliharaan terhadap jaringan air ini dilakukan setiap 1 (satu) tahun sekali, sehingga perhitungan terhadap pemeliharaan ini adalah sebagai berikut :

Biaya pemeliharaan untuk 15 tahun selanjutnya dengan inflasi 5%. Nilai P yang digunakan adalah rata-rata dari biaya pemeliharaan untuk perbaikan selama 5 tahun terakhir dan diasumsikan tetap.

$$P = \frac{P_{2015}+P_{2016}+P_{2017}+P_{2018}+P_{2019}}{5}$$

$$P = \frac{Rp.2.218.432+Rp.2.760.538+Rp.3.335.170+Rp.3.944.280+ Rp.4.589.937}{5}$$

$$P = Rp.3.369.672$$

Diketahui :

$$P = Rp.3.369.672$$

$$i = 5 \%$$

$$N = \text{Tahun ke 15}$$

Penyelesaian :

$$F = P (1 + i)^n$$

$$F = Rp.3.369.672 (1+0,05)^{15}$$

$$F = Rp.3.369.672 (Rp.3.369.672 + 0,05)^{15}$$

$$F = (Rp. 3.369.672 + Rp. 168,483,6)^{15}$$

$$F_{15} = Rp. 3.538.156$$

Jadi untuk biaya biaya pemeliharaan fasilitas jaringan air (komponen mekanikal) selama 15 tahun kedepan (tahun 2035) adalah sebesar **Rp7.355.571**

Tabel 15 Rekapitulasi Biaya pemeliharaan Jaringan Air (Mekanikal)

Tahun	Biaya Pemeliharaan Jaringan Air	Bunga 5%
2020	Rp3.541.156	Rp177.058
2021	Rp3.718.214	Rp185.911
2022	Rp3.904.124	Rp195.206
2023	Rp4.099.331	Rp204.967
2024	Rp4.304.297	Rp215.215
2025	Rp4.519.512	Rp225.976
2026	Rp4.745.488	Rp237.274
2027	Rp4.982.762	Rp249.138
2028	Rp5.231.900	Rp261.595
2029	Rp5.493.495	Rp274.675
2030	Rp5.768.170	Rp288.408
2031	Rp6.056.578	Rp302.829
2032	Rp6.359.407	Rp317.970
2033	Rp6.677.378	Rp333.869
2034	Rp7.011.247	Rp350.562
2035	Rp7.361.809	Rp368.090

4) Komponen Elektrikal

Pada pemeliharaan komponen elektrikal, penulis meneliti pada biaya pemeliharaan genset dan angsuran pembayaran listrik berdasarkan analisa beban pemakaian listrik di Gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru. Untuk dapat menentukan besarnya biaya pemeliharaan 15 tahun kedepan, maka kita asumsikan pemeliharaan terhadap jaringan listrik ini dilakukan setiap satu tahun sekali, berikut ini perhitungan terhadap pemeliharaan :

Biaya pemeliharaan untuk 15 tahun selanjutnya dengan inflasi 5%. Nilai P yang digunakan adalah rata-rata dari biaya pemeliharaan komponen elektrikal sedangkan untuk perbaikan selama 5 tahun terakhir nilai inflasi diasumsikan tetap.

$$P = \frac{P_{2015} + P_{2016} + P_{2017} + P_{2018} + P_{2019}}{5}$$

$$P = \frac{Rp3.095.942 + Rp4.295.942 + Rp5.795.942 + Rp. Rp7.445.942 + Rp9.345.942}{5}$$

$$P = Rp. 5.995.942$$

Diketahui :

$$P = Rp. 5.995.942$$

$$i = 5 \%$$

$$N = \text{Tahun ke 15}$$

Penyelesaian :

$$F = P (1 + i)^n \dots\dots\dots(4.3)$$

$$F = Rp. 5.995.942 (1+0,05)^{15}$$

$$F = Rp. 5.995.942 (Rp. 5.995.942 + Rp.299.797)^{15}$$

$$F = (Rp. 5.995.942 + Rp.299.797)^{15}$$

$$F_{15} = Rp. 13.088.389$$

Jadi biaya pemeliharaan komponen mekanikal selama 15 tahun kedepan (tahun 2035) adalah sebesar Rp.13.088.389

Tabel 416 Rekapitulasi Biaya pemeliharaan Jaringan Listrik (Elektikal)

Tahun	Biaya	Bunga 5%
2020	Rp.6.295.739	Rp.314.787
2021	Rp.6.610.526	Rp.330.526
2022	Rp.6.941.052	Rp.347.053
2023	Rp.7.288.105	Rp.364.405
2024	Rp.7.652.510	Rp.382.626
2025	Rp.8.035.136	Rp.401.757
2026	Rp.8.436.893	Rp.421.845
2027	Rp.8.858.737	Rp.442.937
2028	Rp.9.301.674	Rp.465.084
2029	Rp.9.766.758	Rp.488.338
2030	Rp.10.255.096	Rp.512.755
2031	Rp.10.767.850	Rp.538.393
2032	Rp.11.306.243	Rp.565.312
2033	Rp.11.871.555	Rp.593.578
2034	Rp.12.465.133	Rp.623.257
2035	Rp.13.088.389	Rp.654.419

5) Komponen tata ruang luar

Pada pemeliharaan komponen Komponen tata ruang luar, untuk penggantian atap, pengecatan dan penggantian listplank untuk seluruh bangunan gedung TKJ merupakan bagian pemeliharaan komponen tata ruang luar yang terkena perubahan cuaca naka

diperlukan perbaikan kerusakan maupun pergantian materialm berdasarkan data sekolah dalam 5 tahun terakhir didapatkan biaya-biaya yang jumlah keseluruhannya **Rp. 10.693.000**. Untuk dapat menentukan besarnya biaya pemeliharaan 15 tahun kedepan, maka kita asumsikan pemeliharaan terhadap eksterior atau tata kelola ruang luar terakumulasi selama 5 tahun sehingga perhitungan terhadap pemeliharaan ini adalah sebagai berikut :

Biaya pemeliharaan untuk 15 tahun selanjutnya dengan inflasi 5%. Nilai P yang digunakan adalah rata-rata dari biaya pemeliharaan untuk perbaikan selama 5 tahun terakhir dan diasumsikan tetap.

P = Perbaikan Atap+Pengecatan+Listplank

P = 7843000 + 1950000 + 900000

P = Rp. 10.693.000

Diketahui :

P = Rp. 10.693.000

i = 5 %

N = Tahun ke 15

Penyelesaian :

$F = P (1 + i)^n$

F = Rp. 10.693.000 (1+0,05)¹⁵

F = Rp. 10.693.000 (Rp. 10.693.000 + Rp.299.797)¹⁵

F = (Rp. 10.693.000 + Rp.299.797)¹⁵

F₁₅ = Rp. 10.992.797

Jadi biaya pemeliharaan komponen Tata ruang luar selama 15 tahun kedepan (tahun 2035) adalah sebesar **Rp.22.853.235**

Tabel 17 Rekapitulasi Biaya pemeliharaan Tata Luar Ruang

Tahun	Biaya	Bunga (5%)
2020	Rp.10.992.797	Rp.549.640
2021	Rp.11.542.437	Rp.577.122
2022	Rp.12.119.559	Rp.605.978
2023	Rp.12.725.537	Rp.636.277
2024	Rp.13.361.813	Rp.668.091
2025	Rp.14.029.904	Rp.701.495
2026	Rp.14.731.399	Rp.736.570
2027	Rp.15.467.969	Rp.773.398
2028	Rp.16.241.368	Rp.812.068
2029	Rp.17.053.436	Rp.852.672
2030	Rp.17.906.108	Rp.895.305
2031	Rp.18.801.413	Rp.940.071
2032	Rp.19.741.484	Rp.987.074
2033	Rp.20.728.558	Rp.1.036.428
2034	Rp.21.764.986	Rp.1.088.249
2035	Rp.22.853.235	Rp.1.142.662

6) Komponen Kebersihan

Pada pemeliharaan komponen kebersihan menurut standar Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 24/PRT/M/2008 dapat dirincikan sebagai berikut :

Tabel 18Komponen Pemeliharaan Kebersihan menurut Permen PU No.: 24/PRT/M/2008

No	Kegiatan Pemeliharaan	Standar	Jumlah/ Tahun	Biaya	Ket.
1	Pembersihan dinding keramik kamar mandi	2 kali sehari	730	Rp.120,000	
2	Pembersihan plafon	3 bulan	12	Rp.150,000	
3	Pelumas kunci, engsel	2 bulan	6	Rp.10,000	
4	Perawatan pintu lipat	2 bulan	6	Rp.150,000	
5	Pembersihan kusen	Setiap hari	365	Rp.30,000	
6	Pembersihan dinding lapis kayu	1 bulan	12	Rp.100,000	
7	Pembersihan kaca jendela serta pembatas (partisi) ruangan	1 minggu	54	Rp.50,000	
8	Perbersihan saluran terbuka air kotor	1 bulan	12	Rp.300,000	
9	Pembersihan wastafel, toilet duduk, toilet jongkok, urinoir	Setiap hari	365	Rp.500,000	
10	Pemeriksaan kran air	2 bulan	6	Rp.100,000	
11	Talang air datar pada atap bangunan	1 tahun	1	Rp.200,000	
12	Pengecatan kembali talang tegak dari pipa besi atau PVC	4 tahun	4 tahun		tata luar ruangan
13	Pengecatan luar bangunan	3 tahun	3 tahun		tata luar ruangan
14	Pemeliharaan listplank	6 bulan	2		tata luar ruangan
15	Pemeriksaan dan pembersihan floor	Setiap hari	365	Rp.100,000	
16	Penggunaan desinfektan membersihkan WC	Setiap hari	365	Rp.1000,000	
17	Pembersihan lantai keramik	Setiap hari	365	Rp.200,000	
18	Perbersihan lantai karpet dengan penghisap debu	Setiap hari	365	Rp.500,000	
19	Perbersihan tirai/gordyn	2 bulan	6	Rp.250,000	

Total	Rp.3.760.000
--------------	---------------------

Sumber : Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor : 24/PRT/M/2008

Berdasarkan data Komponen pemeliharaan kebersihan untuk seluruh bangunan gedung TKJ 5 tahun terakhir diatas, didapatkan biaya-biaya yang jumlah keseluruhannya Rp. 3.760.000, untuk dapat menentukan besarnya biaya pemeliharaan 15 tahun kedepan, maka kita asumsikan pemeliharaan terhadap pemeliharaan kebersihan terakumulasi selama 5 tahun sehingga perhitungan terhadap pemeliharaan ini adalah sebagai berikut :

Biaya pemeliharaan untuk 15 tahun selanjutnya dengan inflasi 5%. Nilai P yang digunakan adalah rata-rata dari biaya pemeliharaan untuk kebersihann selama 5 tahun terakhir dan diasumsikan tetap.

Diketahui :

$P = \text{Rp. } 3.760.000$ (jumlah seluruh komponen kebersihan)

$i = 5 \%$

$N = \text{Tahun ke } 15$

Penyelesaian :

$F = P (1 + i)^n$

$F = \text{Rp. } 3,760,000 (1+0,05)^{15}$

$F = (\text{Rp. } 3,760,000 + \text{Rp.}188.000)^{15}$

$F_{15} = \text{Rp.}8.207.608$

Jadi biaya pemeliharaan kebersihan selama 15 tahun kedepan (tahun 2035) adalah sebesar **Rp.8.207.608**

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diketahui bahwa komponen tata luar ruangan merupakan komponen terbesar pada rincian biaya pemeliharaan gedung TKJ SMKN 2 Banjarbaru, hal ini disebabkan material yang terletak diluar ruangan rentan terhadap perubahan cuaca apalagi iklim khatulistiwa dimana pada waktu siang sangat panas dan malam cukup dingin sehingga mempengaruhi daya tahan atau waktu pakai material bangunan yang terletak diluar ruangan.

Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Kamagi (2015) bahwa proses perhitungan untuk item pekerjaan pemeliharaan dinding, lantai dan atap dari 9 bangunan Rukan Bahu Mall Blok-N tersebut lebih dominan atau lebih besar biayanya dari biaya pemeliharaan komponen lainnya sehingga untuk meramalkan usia pakai komponen luar ruangan harus berbagai faktor, misalnya faktor lingkungan disekitar bangunan dan juga penggunaan bahan material yang tidak tepat dengan iklim tropis sehingga pembangunan suatu bangunan yang menggunakan material dengan mutu yang rendah walaupun biayanya lebih murah namun mempunyai daya tahan yang rendah, sehingga harus melakukan penggantian beberapa kali yang justru malah menimbulkan pembengkakan biaya yang signifikan..Namun pemba-ngunan dengan kualitas bahan bangunan dibawah standar mengakibatkan bangunan cepat mengalami kerusakan sehingga menyebabkan pemeliharaan yang lebih rutin. Dengan adanya pemeliharaan yang rutin, maka frekuensi penggantian dan perbaikan akan semakin sering dilakukan selama umur rencana bangunan, sehingga menghasilkan biaya pemeliharaan yang tinggi, maka biaya keseluruhan siklus proyek juga akan tinggi.

Life Cycle Cost merupakan suatu cara yang setidaknya dalam teori, memiliki potensial untuk mengevaluasi pekerjaan konstruksi. Tentu, dengan melakukan evaluasi proyek hanya berdasarkan biaya konstruksi awal saja tidaklah cukup. Kegunaan utama *Life Cycle Cost* adalah pada waktu evaluasi solusi-solusi alternatif atas problema desain tertentu, sebagai contoh, suatu pilihan mungkin tersedia untuk atap suatu proyek baru. Hal yang perlu ditinjau bukan hanya biaya awal saja, tetapi juga biaya pemeliharaan dan perbaikan, usia rencana, penampilan, dan hal-hal yang mungkin berpengaruh terhadap nilai sebagai akibat dari pilihan yang tersedia. Meskipun aspek penampilan merupakan pertimbangan estetika, dan sehingga sangat bersifat subjektif, tetapi tidaklah dapat diabaikan dalam evaluasi keseluruhan alternatif tersebut. Dengan demikian, *Life Cycle Cost* merupakan kombinasi antara perhitungan dan kebijaksanaan. Aplikasi *Life Cycle Cost* bagi proyek-proyek besar dalam industri konstruksi menyebabkan bentuk pemanfaatan bangunan dan struktur dapat sungguh berbeda. Akan tetapi, suatu problema timbul dalam praktek karena walaupun biaya konstruksi awal relatif jelas dan terduga pada tahap desain tidaklah demikian untuk biaya pemakaian. Ketika pekerjaan-pekerjaan konstruksi telah diselesaikan dan proyek tersebut dimanfaatkan, kebanyakan klien industri akan menanggung biaya penggunaan. Begitupun bila klien itu akhirnya tidak menanggung biaya ini tetaplah harus memperhitungkan segi penyewaan dan penjualan proyek ini. Seringkali pertimbangan biaya dari klien adalah penurunan biaya awal konstruksi yang hingga minimum. Seharusnya klien lebih memahami dan turut memperhitungkan biaya untuk penggantian, perbaikan, dan pengelolaan. Faktor-faktor ini harus dipertimbangkan bersama biaya awal pekerjaan konstruksi. Oleh karenanya penekanannya sekarang lebih berdasarkan *Life Cycle Cost* yang ekonomis yang lebih baik dari kemungkinan desain konstruksi yang termurah, karena kekacauan dan kerugian akibat pemeliharaan dan perbaikan besar-besaran dapat pula mengakibatkan biaya melampaui semua proporsi dari metode konstruksi yang dipilih sebelumnya.

PENUTUP

1. Biaya pemeliharaan yang dikeluarkan Gedung SMK Negeri 2 Banjarbaru untuk 15 tahun kedepan adalah Rp87.653.486 (100%), dengan rincian biaya pemeliharaan Struktural Rp. 8.052.336 (19,19%), Arsitektur Rp28.093.346 (32,05%), mekanikal sebesar Rp.7.358.571 (8,39%), Elektrikal sebesar Rp.13.088.389 (14,93%), Tata luar ruang sebesar. Rp.22.853.235 (26,07%) dan Kebersihan sebesar Rp.8.207.608 (9,36%)
2. Komponen Biaya pemeliharaan Gedung SMKN 2 Banjarbaru yang terdapat adalah komponen arsitektur, yaitu sebesar Rp28.093.346 atau 32,05%.

DAFTAR PUSTAKA

Analisa Life Cycle Cost pada Green Building Diamond Building Malaysia
Analisis Life Cycle Cost Pada Pembangunan Gedung (Studi Kasus:Proyek Bangunan Rukan Bahu Mall Manado). Jurnal Sipil Statik Vol. 1 No. 8, Juli 2013 (549-556) ISSN : 2337-6732.,Universitas Sam Ratulangi Manado.

- Analisis Pemilihan Supplier Mebel Dengan Menggunakan Analytic Network Process (ANP).*
Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-9271
- Eko Susilo. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta 2018 *Tugas Akhir Analisis Life Cycle Cost Pada Pembangunan TKJ SMKN 2 Banjarbaru Sederhana Sewa di Daerah Istimewa, Yogyakarta*
- Ervianto, I Wulfram. 2007. "Study Pemeliharaan Bangunan Gedung", *jurnal Teknik Sipil Vol. 7 No. 3, Juni 2007 (212-223) Universitas Atma Jaya Yogyakarta.*
- Mulyandari, Hestin, dan Rully Adi Saputra. 2010. *Pemeliharaan Bangunan. Basic Skill Facility Management, Penerbit. ANDI, Yogyakarta.*
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum, Tentang Pedoman Pemeliharaan Dan Perawatan Bangunan Gedung", No. 24 Tahun 2008.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 36 Tahun 2005. *Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-undang No. 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung*
- Rio Prambudi Wardhana 2017. *Tugas Akhir Universitas Sumatera Utara Medan.*
- Soeharto Imam. 1995. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Erlangga, Jakarta.*
- Sumardi, D. (2015). *Analisis Life Cycle Cost Pada Bangunan TKJ SMKN 2 Banjarbaru Sederhana Sewa Di Daerah Istimewa Yogyakarta.*
- Wongkar, Y. Kristi., Tjakra, J., Pratisis, Pingkan A. K., 2016, *Jurnal Sipil Statik Vol. 4 No. 4 April 2016 (253-262) ISSN : 2337-6732 Analisis Life Cycle Cost Pada Pembangunan Gedung (Studi Kasus: Sekolah St. URSULA Kotamobagu.*