

# ANALISIS PERBANDINGAN BIAYA NYATA DENGAN SNI, PEMBANGUNAN RUKO DI DAERAH SORONG PAPUA BARAT TERHADAP DAERAH MANADO SULAWESI UTARA

Dewi Sekarsari

Jantje B. Mangare, Revo L. Ingkiriwang

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: [dewiseksarisari97@gmail.com](mailto:dewiseksarisari97@gmail.com)

## ABSTRAK

*Keuntungan finansial yang diperoleh kontraktor tergantung pada kecakapannya membuat penawaran harga dalam Rencana Anggaran Biaya. Bila penawaran harga yang diajukan didalam proses lelang terlalu tinggi kemungkinan besar kontraktor akan mengalami kekalahan. Sebaliknya bila memenangkan lelang dengan harga penawaran yang terlalu rendah, maka kontraktor berpeluang untuk mengalami kerugian. Dalam kenyataannya, biaya yang dikeluarkan dalam menyelesaikan suatu proyek (Biaya Nyata) tidak sama persis dengan biaya rencana yang tercantum dalam Rencana Anggaran Biaya (Biaya SNI).*

*Penelitian dilakukan pada proyek gedung Ruko dengan tujuan untuk mendapatkan perbandingan biaya nyata yang terjadi dilapangan dengan biaya SNI (RAB). Dengan perbandingan ini penulis bertujuan untuk mendapatkan selisih harga antara biaya nyata di lapangan dan biaya SNI (RAB) dengan menggunakan perhitungan harga satuan jadi dan perhitungan dengan metode SNI pada kedua jenis biaya ini. Dalam penyusunan biaya SNI (RAB) dengan metode SNI diperlukan data-data yang mendukung diantaranya adalah gambar kerja, daftar harga bahan, daftar harga upah serta daftar volume pekerjaan pada item pekerjaan yang akan dianalisa. Sedangkan untuk biaya nyata untuk mendapatkan harga satuan jadi lapangan diperlukan data jumlah tenaga kerja dan jumlah bahan/material yang digunakan per satu periode waktu tertentu.*

*Dari hasil perhitungan dan survey yang dilakukan, terdapat perbedaan harga upah dan bahan sebagaimana yang direncanakan tidak sama dengan yang terealisasi di lapangan, pada metode SNI nilai indeks bahan dan upah telah ditetapkan dan menjadi standar perhitungan untuk perencanaan pekerjaan konstruksi. sedangkan indeks bahan dan upah pada harga satuan jadi, didapatkan dari perhitungan lapangan. Perbedaan indeks, daftar harga Bahan dan Upah mempengaruhi harga satuan pekerjaan. Sehingga hasil perhitungan didapat adalah harga biaya nyata lebih kecil dari biaya SNI dengan selisih harga sebesar Rp.19,522,-. Dapat ditarik kesimpulan bahwa kontraktor tidak mengalami kerugian pada pelaksanaan proyek konstruksi.*

**Kata kunci:** *biaya nyata, perbandingan RAB, SNI, keuntungan*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Dalam kenyataannya, biaya yang dikeluarkan dalam menyelesaikan suatu proyek (*real cost*) tidak sama persis dengan biaya rencana yang tercantum dalam Rencana Anggaran Biaya (RAB). Kebutuhan jumlah tenaga kerja per volume pekerjaan yang selanjutnya yang disebut koefisien tenaga kerja, sangat dipengaruhi oleh produktivitas sumber daya manusia, yang pada kenyataannya tidak merata disetiap wilayah di Indonesia seperti yang diasumsikan pada metode SNI. Koefisien tenaga kerja ini merupakan faktor pengali dalam

perhitungan harga satuan upah. Sehingga perbedaan nilainya akan menghasilkan harga satuan upah yang berbeda antara metode SNI, dan harga satuan jadi di lapangan.

Oleh karena itu, maka penelitian ini akan membahas perbandingan antara biaya pembangunan ruko di daerah Sorong - Papua Barat dan di daerah Manado - Sulawesi Utara, agar dapat diketahui daerah mana yang lebih menguntungkan dalam membangun ruko.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan diatas, maka permasalahan yang diangkat adalah: Bagaimana Perbandingan biaya pembangunan ruko daerah

Sorong–Papua Barat terhadap daerah Manado–Sulawesi Utara dengan metode analisa SNI, dan harga satuan jadi di lapangan.

### **Pembatasan Masalah**

Penelitian dibatasi hanya pada hal-hal berikut ini:

1. Penelitian dilakukan Pada Proyek Ruko di daerah Sorong–Papua Barat dan Airmadidi di daerah Manado–Sulawesi Utara dan Biaya yang diperhitungkan adalah biaya langsung (biaya bahan dan upah).
2. Penelitian ini menggunakan daftar harga satuan material/bahan, harga satuan upah tenaga di tahun yang sama yang disesuaikan dengan tahun contoh proyek.
3. Penelitian dilakukan pada pekerjaan: Balok, Kolom, dan Lantai
4. Data yang diambil dan dipakai adalah data Rencana Anggaran Borongan dan Real Cost di daerah Sorong–Papua Barat dan di daerah Airmadidi–Manado.

### **Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah: Mendapatkan Perbandingan antara harga biaya nyata dengan harga biaya SNI pada Proyek Pembangunan Ruko di daerah Sorong–Papua Barat dan daerah Manado–Sulawesi Utara.

### **Manfaat Penelitian**

Dengan penelitian ini jelas sangat berguna bagi pelaku jasa konstruksi, dimana kunci utama dalam perhitungan pembiayaan pekerjaan konstruksi adalah analisa harga satuan pekerjaan itu sendiri, sehingga mempermudah pelaksanaan dan penerapan terhadap investasi proyek juga, akan mempermudah kontraktor dalam menentukan besarnya nilai tender.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

Dalam pelaksanaan suatu proyek konstruksi terhadap bermacam-macam pekerjaan yang saling berkaitan dan tidak lepas dari waktu pelaksanaan yang telah ditentukan. Agar pekerjaan dapat berjalan dengan baik, maka perlu rencana kerja lengkap dan waktu dari setiap jenis pekerjaan. Perhitungan yang salah dalam menyusun pelaksanaan dapat mengakibatkan kegagalan dalam proyek tersebut.

Negara Indonesia adalah negara kepulauan dan disetiap daerah di Indonesia memiliki perbedaan biaya hidup. Karena perbedaan biaya

ini, maka akan berdampak juga pada biaya pembangunan di daerah tersebut. Contohnya adalah daerah Provinsi Papua dan Sulawesi Utara memiliki perbedaan Upah dan harga bahan. Maka dalam menentukan Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Harga Satuan Pekerjaan diperlukan suatu perbandingan yang dapat membantu untuk menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Harga Satuan Pekerjaan.

### **Dasar Teori**

Manajemen proyek merupakan proses merencanakan, menata, dan mengelola pekerjaan-pekerjaan dan sumber-sumber data yang ada untuk menetapkan tujuan yang baku, atau biaya.

Setiap proyek memiliki tujuan khusus, dimana masing-masing tujuan tersebut didalamnya terdapat batasan yang mendasar yaitu besarnya biaya yang dianggarkan, waktu yang dijadwalkan dan mutu yang harus dipenuhi. Ketiga batasan tersebut lebih dikenal dengan tiga kendala (*triple constraint*).

### **Waktu**

Waktu merupakan pencerminan dari jadwal proyek yang telah disusun.

### **Biaya**

Anggaran proyek yang akan dikeluarkan berdasarkan biaya sumber daya yang digunakan, yaitu sumber daya manusia, alat dan bahan.

### **Mutu**

Mutu merupakan pencerminan dari tingkat keberhasilan dalam memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan, sehingga dengan demikian diharapkan mampu mencapai tujuan yang telah ditetapkan.

### **Penyusunan Rencana Anggaran Biaya (RAB)**

Pengertian Biaya Proyek dan Definisi RAB Secara umum biaya dalam suatu proyek dapat digolongkan:

#### **A. *Biaya Tetap (Modal Tetap/Fixed Capital)***

Merupakan bagian dari biaya proyek yang digunakan untuk menghasilkan produk yang diinginkan, mulai dari studi kelayakan sampai atau instalasi suatu proyek/pekerjaan berjalan penuh. Dalam hal ini biaya tetap sendiri dibedakan menjadi dua, yaitu:

**Biaya Langsung (Direct Cost)** yaitu himpunan pengeluaran untuk tenaga kerja, bahan, alat-alat dan subkontraktor. Apabila waktu (*duration*) dipercepat, maka pada umumnya

biaya langsung secara total akan semakin tinggi.

**Biaya Tidak Langsung (Indirect Cost)**

yaitu himpunan pengeluaran untuk overhead, pengawasan resiko-resiko dan lain-lain. Apabila waktu (duration) diperlambat, maka biaya tidak langsungnya akan semakin tinggi.

**B. Biaya Tidak Tetap (Modal Kerja/Working Capital)**

Merupakan biaya yang digunakan untuk menutupi kebutuhan pada tahap awal operasi.

Dari uraian tersebut dapat digunakan untuk mendefinisikan tentang pengertian Rencana Anggaran Biaya (RAB) tersebut. Dilihat dari asal katanya yaitu:

**Rencana** Adalah himpunan planning, termasuk detail atau penjelasan dan tata cara pelaksanaan pembuatan sebuah bangunan, terdiri dari: bestek dan gambar bestek.

**Anggaran** Adalah perkiraan atau perhitungan biaya suatu bangunan berdasarkan bestek dan gambar bestek.

**Biaya** Adalah besar pengeluaran yang berhubungan dengan borongan yang tercantum dalam persyaratan-persyaratan yang terlampir.

Jadi Anggaran Belanja meliputi:

- Perencanaan bentuk bangunan yang memenuhi syarat. Perkiraan terhadap biaya yang diperlukan
- Penyusunan tata cara pelaksanaan teknis dan administrasi tujuan pembuatan.
- Rencana Anggaran Belanja (RAB) adalah untuk memberikan gambaran yang pasti mengenai bentuk atau konstruksi, besar biaya dan pelaksanaan serta penyelesaian.

**Analisa Biaya Nyata (Real Cost)**

Harga pokok (cost) yang dinyatakan dalam unit phisik misalnya: kilogram, ton, jam kerja, dan lain-lain.

**Analisa Harga Satuan**

Menurut Ashworth (1988), analisa harga satuan pekerjaan merupakan nilai biaya material dan upah tenaga kerja untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan tertentu. Baik BOW maupun SNI masing-masing menetapkan suatu koefisien atau indeks pangali untuk material dan upah tenaga kerja per satu satuan pekerjaan. Harga bahan. Setiap bahan atau material mempunyai jenis dan kualitas tersendiri. Hal ini menjadi harga material tersebut beragam.

Analisa harga satuan bahan merupakan proses perkalian antara indeks bahan dan harga bahan, sehingga diperoleh nilai Harga Satuan Bahan.

Upah tenaga kerja didapatkan di lokasi, dikumpulkan dan dicatat dalam satu daftar yang dinamakan Daftar Harga Upah. Untuk menentukan upah pekerja dapat diambil standar harga yang berlaku di pasaran atau daerah tempat proyek dikerjakan. Analisa harga satuan upah merupakan proses perkalian antara indeks tenaga kerja dan harga upah, sehingga diperoleh Harga Satuan Upah. Sedangkan nilai Harga Satuan Pekerjaan dapat diperoleh melalui penjumlahan dari Harga Satuan Bahan dan Harga Satuan Upah.

**METODE PENELITIAN**

**Lokasi Penelitian**

Pada penelitian ini daerah atau lokasi yang ditinjau adalah pembangunan ruko di daerah Airmadidi dan pengambilan data harga satuan di salah satu toko bahan bangunan di daerah Sorong–Papua Barat.

**Prosedur Penelitian**

Penelitian ini merupakan studi kasus yang berisikan tinjauan tentang kondisi di lapangan. Langkah-langkah dalam penelitian ini adalah:

1. Survey lokasi
2. Persiapan alat dan bahan
3. Pengumpulan data dari toko bangunan
4. Pengolahan dan analisa data
5. Hasil dan pembahasan
6. Kesimpulan dan saran
7. Selesai

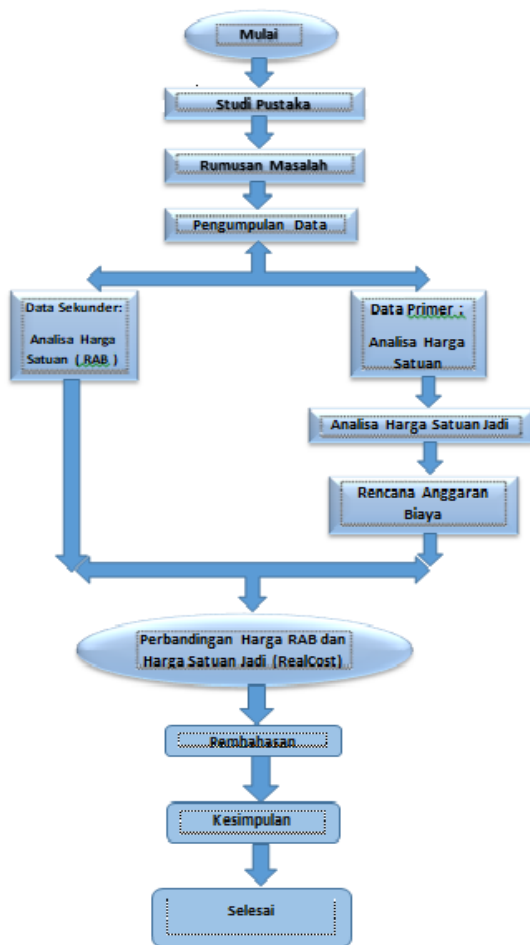
**Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan dengan cara mengambil data Rencana Anggaran Biaya (RAB) pada salah satu ruko yang telah selesai di bangun di daerah Airmadidi. Untuk data harga satuan real cost daerah Sorong diambil dari toko bangunan yang berada di daerah Sorong.

**Pengolahan dan Analisa Data**

Pengolahan dan analisa bahan difokuskan pada data real dan harga satuan bahan bangunan agar didapatkan perbandingan biaya pembangunan ruko daerah Airmadidi. Antara harga RAB dan Biaya Nyata. Untuk lebih jelasnya prosedur, maka dibuatkan diagram alir penelitian:

**Bagan Alir Penelitian**



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Tempat dan Waktu Penelitian**

Tempat dilakukannya penelitian adalah pada pembangunan ruko daerah Airmadidi Manado–Sulawesi Utara dan penelitian diadakan selama 4 hari (1, 2, 3, 4 Juni 2018). Sebelum pengambilan data dilakukan, terlebih dahulu dilakukan survei awal lokasi untuk mengetahui situasi dan kondisi lokasi. Dan juga pengambilan harga bahan di ambil dari daerah Sorong, dari toko Wavin. Dan pengambilan data dilaksanakan pada tanggal 07 Juli 2018.

**Data Umum Pelaksanaan Proyek**

Proyek yang ditinjau atau diamati dalam penelitian disini adalah proyek Pembangunan Ruko di Airmadidi

Pada proyek pembangunan ini ditangani oleh beberapa badan. Mereka memiliki peran dan fungsi masing-masing yang berhubungan dengan pelaksanaan proyek tersebut.

**Pemilik Proyek**

Pemilik proyek adalah pihak atau badan selaku pengguna jasa yang memiliki proyek yang memberi tugas kepada pihak penyedia jasa dan membayar biaya pekerjaan tersebut.

**Konsultan**

Konsultan adalah orang atau badan (penyedia jasa) yang membuat perencanaan bangunan secara lengkap baik arsitektur, sipil maupun bidang lain yang berhubungan erat dan membentuk sebuah system bangunan.

**Kontraktor atau Pelaksana**

Kontraktor adalah orang atau nadan yang menerima pekerjaan dan menyelenggarakan pelaksanaan pekerjaan sesuai dengan biaya yang telah ditetapkan berdasarkan gambar rencana, peraturan dan syarat–syarat yang ditetapkan.

**Data Analisa Manado**

Tabel 2 memperlihatkan daftar harga satuan bahan di dalam RAB, sedang tabel 3 adalah daftar harga satuan bahan real di Manado.

Tabel 2. Daftar Harga Satuan Bahan (RAB) Manado

NO.	URAIAN	INPUT	SATUAN	HARGA SATUAN	KET
-	Koral Beton	400,000	M <sup>3</sup>	400,000	
-	Pasir Silka	400,000	Kg	400,000	
-	Semen PC	1,300	Kg	1,300	
-	Bambu/Dolken	15,000	Btg	15,000	
-	Kayu Kelas II	6,500,000	M <sup>3</sup>	6,500,000	
-	Kayu Kelas III	4,500,000	M <sup>3</sup>	4,500,000	
-	Plywood Tbl. 9 mm	140,000	Lbr	140,000	
-	Besi Beton Polos	11,000	Kg	11,000	
-	Kawat Beton / Bendrat	20,000	Kg	20,000	
-	Paku Kayu Uk. 2" - 6"	18,000	Kg	18,000	
-	Minyak Bekisting	13,000	Ltr	13,000	

Tabel 3. Daftar Harga Satuan Bahan (Real Cost) Manado

NO.	URAIAN	INPUT	SATUAN	HARGA SATUAN	KET
-	Koral Beton	400,000	M <sup>3</sup>	360,000	
-	Pasir Silka	400,000	Kg	360,000	
-	Semen PC	1,300	Kg	1,170	
-	Bambu/Dolken	15,000	Btg	13,500	
-	Kayu Kelas II	6,500,000	M <sup>3</sup>	5,850,000	
-	Kayu Kelas III	4,500,000	M <sup>3</sup>	4,050,000	
-	Plywood Tbl. 9 mm	140,000	Lbr	126,000	
-	Besi Beton Polos	11,000	Kg	9,900	
-	Kawat Beton / Bendrat	20,000	Kg	18,000	
-	Paku Kayu Uk. 2" - 6"	18,000	Kg	16,200	
-	Minyak Bekisting	13,000	Ltr	11,700	

Tabel 4 memperlihatkan daftar harga satuan bahan di dalam RAB, sedang tabel 5 adalah daftar harga satuan bahan real di Manado.

Tabel 4. Daftar Harga Satuan Tenaga Kerja (RAB) Manado

NO.	URAIAN	H. SATUAN	SATUAN	KET
1	Pekerja	120,000	Org / Hari	
2	Tukang	150,000	Org / Hari	
3	Kepala Tukang	150,000	Org / Hari	
4	Mandor	125,000	Org / Hari	
5	Operator	150,000	Org / Hari	
6	Pembantu Operator	125,000	Org / Hari	
7	Sopir	120,000	Org / Hari	
8	Pembantu Sopir	150,000	Org / Hari	
9	Mekanik	150,000	Org / Hari	
10	Pembantu Mekanik	125,000	Org / Hari	

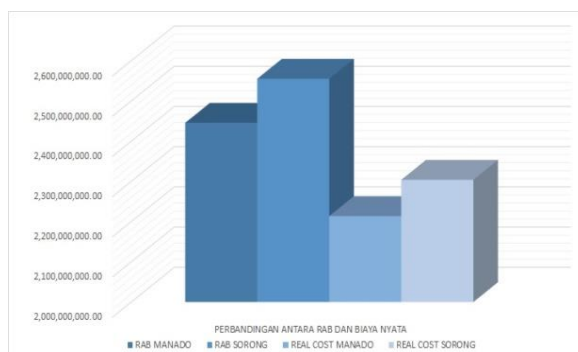
Tabel 5. Daftar Harga Satuan Tenaga Kerja (Real Cost) Manado

NO.	URAIAN	H. SATUAN	SATUAN	KET
1	Pekerja	108,000	Org / Hari	
2	Tukang	135,000	Org / Hari	
3	Kepala Tukang	135,000	Org / Hari	
4	Mandor	112,500	Org / Hari	
5	Operator	135,000	Org / Hari	
6	Pembantu Operator	112,500	Org / Hari	
7	Sopir	108,000	Org / Hari	
8	Pembantu Sopir	135,000	Org / Hari	
9	Mekanik	135,000	Org / Hari	
10	Pembantu Mekanik	112,500	Org / Hari	

Tabel 6. Uraian Daftar Bahan, Tenaga dan Upah (RAB) Manado

1 M <sup>3</sup> Kolom Beton Bertulang ( 300 Kg Besi + Bekisting )						
URAIAN TENAGA, BAHAN, ALA	INDEX	SATUAN	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA UPAH	HARGA BAHAN	TOTAL HARGA
- Kayu Kelas III	0.350	M <sup>3</sup>	4,500,000		1,575,000	
- Paku Basa 2" - 5"	4.000	Kg	18,000		72,000	
- Minyak Bekisting	2.000	Ltr	13,000		26,000	
- Besi Beton Pokos	300.000	Kg	11,000		3,300,000	
- Kawat Beton	4.500	Kg	20,000		90,000	
- Semen Portland	336.000	Kg	1,300		436,800	
- Pasir Beton	0.540	M <sup>3</sup>	400,000		216,000	
- Koral Beton	0.810	M <sup>3</sup>	400,000		324,000	
- Balok Kayu Kelas II	0.150	M <sup>3</sup>	6,500,000		975,000	
- Plywood 9 mm	3.500	Lbr	140,000		490,000	
- Dolken Ø -8-10/4 m	20.000	Big	15,000		300,000	
- Pekerja	7.050	Org / Hari	120,000	846,000		
- Tukang Batu	0.275	Org / Hari	150,000	41,250		
- Tukang Kayu	1.650	Org / Hari	150,000	247,500		
- Tukang Besi	2.100	Org / Hari	150,000	315,000		
- Kepala Tukang	0.403	Org / Hari	150,000	60,450		
- Mandor	0.353	Org / Hari	125,000	44,125		
Jumlah (Behal Termasuk PPN)				1,554,325	7,804,800	9,359,125
Jasa 10%						935,913
Jumlah Harga						10,295,038
Pembuatan Jumlah Harga						10,295,037

Perbandingan Harga RAB dan Harga Satuan Jadi (Real Cost)



Gambar 2. Perbandingan harga berdasarkan RAB dan Real Cost

### Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perbedaan Biaya Pembangunan.

Perbedaan biaya pembangunan antara Sorong dan Manado diakibatkan oleh beberapa faktor yaitu :

1. Biaya Transportasi
2. Biaya kerja
3. Jarak
4. Perbedaan Bahan Yang Digunakan
5. Perbedaan Harga Bahan

### PENUTUP

#### Kesimpulan

Dari hasil analisa perbandingan biaya pembangunan Ruko daerah Manado dan daerah Sorong, didapatkan perbandingan biaya pembangunan sebagai berikut:

- Manado  
RAB Manado: Rp. 2,445,705,000.00  
Real Cost Manado: Rp. 2,213,866,000.00
- Sorong  
RAB Sorong: Rp. 2,555,492,000.00  
Real Cost Sorong: Rp. 2,304,131,000.00

Jika ditarik kesimpulan bahwa biaya pembangunan ruko di daerah Manado adalah 2.31839 %/m<sup>2</sup> lebih kecil dari biaya pembangunan ruko di daerah Sorong yaitu 2.52361 %/m<sup>2</sup>. Dari perbandingan tingkat kelemahannya, pembangunan ruko daerah Sorong lebih menguntungkan jika dibandingkan dengan daerah Manado dan hal ini sangat menguntungkan bagi kontraktor atau pelaksana, tapi jika dilihat dari biaya pembangunannya, Ruko daerah Manado yang lebih menguntungkan bagi pihak pemilik bangunan karena biayanya lebih rendah.

#### Saran

1. Diperlukan pengkajian lebih lanjut tentang nilai-nilai indeks yang didapatkan pada perhitungan harga satuan jadi lapangan, oleh karena pada setiap proyek yang berbeda akan menghasilkan nilai indeks yang berbeda.
2. Dalam penelitian biaya nyata dengan metode harga satuan jadi lapangan sebaiknya menggunakan harga upah dan bahan di tahun proyek berjalan.
3. Perhitungan Harga satuan Jadi di lapangan sebagai biaya nyata, dijadikan pedoman pembanding dengan biaya RAB yang menggunakan Metode SNI.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, Rosman, 2007. *Bahan Bangunan Sebagai Dasar Pengetahuan*. Penerbit Bangun Cipta Pustaka. Jakarta.
- Ashworth, Allan, 1994. *Perencanaan Biaya Bangunan*, Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Barrie, D. S., Paulson, B. C. 1993. *Manajemen Kontruksi Profesional*. Terj.Sudinarto, Erlangga, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan, 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*, Kanisius, Yogyakarta.
- Ervianto W. I., *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Ervianto, W. I., 2007. *Cara Tepat Menghitung Biaya Bangunan*, Andi, Yogyakarta.
- Husen, Abrar, 2010. *Manajemen Proyek*. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Mukomoko, J. A. 1985. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*, Gaya Media Pratama, Jakarta.
- Reksohadiprodjo, Sukanto, 2009. *Manajemen Proyek Edisi 5*, Penerbit BPFE, Yogyakarta.
- Sastraadmadja, S. A., 1994. *Analisa Biaya Pelaksanaan*, Nova, Bandung.
- SNI 2836-2008. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Pondasi Untuk Konstruksi Bangunan Gedung Dan Perumahan*. Penerbit BSN
- SNI 6897-2008. *Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Dinding Untuk Konstruksi Bangunan Gedung Dan Perumahan*. Penerbit BSN
- Soedrajat A. S., *Analisa Cara Modern Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Penerbit Nova,
- Soeharto Imam, 1995 *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Wibowo A., 2009. *Standar Nasional Tentang Tata Cara Perhitungan Harga Satuan: Aplikasi dan Permasalahannya*, Badan Penelitian dan Pengembangan Depertemen Pekerjaan Umum, Bandung.