

## **APLIKASI REKAYASA NILAI PADA PROYEK KONSTRUKSI PERUMAHAN (STUDI KASUS PERUMAHAN TAMAN SARI METROPOLITAN MANADO PT. WIKA REALTY)**

**Magdalena Monica Pontoh**  
**H. Tarore, R. J. M. Mandagi, G. Y. Malingkas**  
**Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi**  
**email: [monica\\_pontoh@yahoo.com](mailto:monica_pontoh@yahoo.com)**

### **ABSTRAK**

*Pada proyek Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado, terdapat masalah-masalah yang dihadapi seperti penggunaan material yang boros dan waktu penyelesaian pekerjaan yang tidak tepat waktu sehingga menyebabkan pemborosan biaya. Untuk itu diperlukan suatu cara untuk mengatasi masalah tersebut. Atas dasar hal ini dipilih suatu cara yaitu dengan menerapkan Rekayasa Nilai (Value Engineering).*

*Tujuannya adalah untuk dapat dilakukan penghematan biaya tanpa mengurangi mutu atau kualitas serta fungsi bangunan dan anggaran biaya dapat digunakan secara optimal dan efisien. Dalam hal ini pekerjaan yang akan dilakukan Rekayasa Nilai adalah pekerjaan rangka atap dan pekerjaan penutup atap. Analisa ini menggunakan tahap-tahap rencana Rekayasa Nilai, yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisa, tahap pengembangan dan tahap penyajian. Sedangkan kriteria-kriteria yang dipakai untuk mengevaluasi komponen-komponen / sistem, meliputi aspek biaya, waktu pelaksanaan, kekuatan, efisiensi dan kemudahan pekerjaan.*

*Berdasarkan hasil analisis Rekayasa Nilai pada proyek Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado, didapatkan penghematan biaya pada 2 (dua) item pekerjaan yang ditinjau untuk 1 (satu) unit rumah tipe 155, yaitu untuk pekerjaan rangka atap diperoleh penghematan sebesar Rp. 4.347.000,00 atau 20.09 % dan penutup atap Rp. 5.250.019,00 atau 28.88 %. Sehingga total penghematan yang didapat dari penerapan Rekayasa Nilai sebesar 9.597.019,00 atau 2.23 % dari total biaya pembangunan.*

*Kata kunci : rekayasa nilai, proyek perumahan, penghematan.*

### **PENDAHULUAN**

Pada pembangunan sebuah gedung, Rencana Anggaran Biaya (RAB) dihitung setelah perhitungan konstruksi bangunan. Hal tersebut terkait dalam pemilihan desain dan bahan yang digunakan dalam perencanaan konstruksi bangunan tersebut. Rencana Anggaran Biaya proyek bangunan gedung disusun seoptimal dan seefisien mungkin dengan mutu dan kualitas yang tetap terjamin. Pada beberapa bagian bangunan gedung ada yang memiliki biaya yang besar, namun bagian tersebut masih dapat dioptimalisasi dengan cara pengefisienan kembali.

Aspek pembiayaan yang besar menjadi pusat perhatian untuk dilakukan analisa kembali dengan tujuan untuk mencari penghematan. Hal tersebut memunculkan

banyak alternatif-alternatif yang dijadikan dasar untuk melakukan kajian yang sifatnya tidak mengoreksi kesalahan-kesalahan yang dibuat perencana maupun mengoreksi perhitungannya namun lebih mengarah kepenghematan biaya. Oleh karena itu diperlukan adanya suatu Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) agar biaya-biaya dan usaha-usaha yang tidak diperlukan dapat dihilangkan sehingga nilai atau biaya proyek tersebut dapat berkurang.

Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) adalah suatu cara pendekatan yang kreatif dan terencana dengan tujuan untuk mengidentifikasi dan mengefisienkan biaya-biaya yang tidak perlu. Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) digunakan untuk mencari suatu alternatif-alternatif atau ide-ide yang bertujuan untuk menghasilkan biaya yang lebih baik / lebih rendah dari

harga yang telah direncanakan sebelumnya dengan batasan fungsional dan mutu pekerjaan.

Pada proyek pembangunan Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado terdapat item-item pekerjaan yang perlu dianalisa kembali untuk mendapatkan suatu penghematan.

#### **Rumusan Masalah**

Berdasarkan dengan latar belakang tersebut di atas dengan mencoba menerapkan metode Rekayasa Nilai, maka:

1. Apakah alternatif terbaik yang dapat mengganti desain awal pada item pekerjaan terpilih ?
2. Berapa penghematan biaya yang diperoleh dari penerapan Rekayasa Nilai ?
3. Berapa perbedaan biaya total rencana dan setelah dilakukan Rekayasa Nilai ?

#### **Batasan Masalah**

Dalam penyusunan tugas akhir ini ruang lingkup dan batasan masalahnya adalah :

1. Analisis Rekayasa Nilai hanya dilakukan pada struktur atas khususnya pada pekerjaan rangka atap dan penutup atap dengan rumah tipe 155.
2. Rencana kerja Rekayasa Nilai terdiri atas lima tahap, yaitu Tahap Informasi, Tahap Kreatif, Tahap Analisis, Tahap Rekomendasi, dan Tahap Penyajian.
3. Anggaran biaya dan harga satuan diambil sesuai dengan data yang ada pada Rencana Anggaran Biaya.

#### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan:

1. Menemukan alternatif terbaik yang dapat mengganti desain awal item pekerjaan.
2. Menganalisis penghematan biaya yang diperoleh dari penerapan Rekayasa Nilai
3. Mengevaluasi perbedaan biaya total rencana dan setelah dilakukan Rekayasa Nilai.

#### **Manfaat Penelitian**

1. Memberi informasi tentang Aplikasi Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) untuk mendapatkan alternatif material yang dimungkinkan.
2. Memberikan informasi serta menambah pengetahuan kepada masyarakat bahwa dengan penerapan Rekayasa Nilai (*Value Engineering*) dapat menghemat

biaya tanpa mengurangi mutu atau kualitas produk atau proyek.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Pengertian Rekayasa Nilai**

Definisi Rekayasa Nilai dari *Society of American Value Engineers* diartikan sebagai berikut:

Rekayasa Nilai adalah usaha yang terorganisasi secara sistematis dan mengaplikasikan suatu teknik yang telah diakui, yaitu teknik mengaplikasikan suatu produk atau jasa yang bertujuan memenuhi fungsi yang diperlukan dengan harga yang terendah (paling ekonomis)

Dengan kata lain, Rekayasa Nilai bermaksud memberikan suatu yang optimal bagi sejumlah uang yang dikeluarkan, dengan memakai teknik yang sistematis untuk menganalisis dan mengendalikan total biaya produk. Rekayasa Nilai akan membantu membedakan dan memisahkan antara yang diperlukan dan tidak diperlukan, dimana dapat dikembangkan alternatif yang memenuhi keperluan (dan meninggalkan yang tidak perlu) dengan biaya terendah.

Pengertian kunci dari definisi di atas adalah sebagai berikut :

#### **a. Usaha yang terorganisasi**

Rekayasa Nilai menggunakan pendekatan tim yang terorganisir. Tim ini terdiri dari mereka yang mewakili disiplin ilmu yang diperlukan untuk memformulasikan persoalan secara tuntas dan mampu membuahkan suatu usulan penggunaan biaya yang paling efektif.

#### **b. Biaya terendah dengan kinerja yang sama**

Ini adalah tujuan utama dari Rekayasa Nilai, karena bila prosesnya dilakukan dengan tidak benar, misalkan mengurangi harga yang berdampak pada turunnya kualitas dan reabilitas, maka hal demikian bukan maksud dan tujuan Rekayasa Nilai. Harus dimengerti sungguh-sungguh bahwa yang diusahakan diturunkan hanyalah harga dari produk dan bukan mutu atau kinerja yang bersangkutan.

#### **c. Melakukan analisis untuk mencapai fungsi yang diinginkan**

Rekayasa Nilai melakukan usaha-usaha yang sistematis dan metodologis guna mengidentifikasi fungsi yang dapat memenuhi keinginan. Ini berupa langkah-langkah yang berurutan dalam menganalisis persoalan dengan cara kreatif dan berdasarkan efektifitas biaya, namun tetap berpegang pada terpenuhinya fungsi produk atau sistem.

d. Karakteristik yang penting

Dalam rangka memenuhi fungsi pokok produk, perlu diperhatikan pula karakteristik yang penting, seperti reliabilitas dan masalah-masalah pemeliharaan produk. (Mandagi, 2010)

### Prinsip Dasar Rekayasa Nilai

Tujuan utama menciptakan suatu produk pada dasarnya adalah agar produk yang dibuat dapat terjual dengan cepat, dengan keuntungan yang maksimal dan dapat memberikan kepuasan kepada konsumen. Dengan demikian para perancang produk (desain produk) seharusnya tidak menciptakan fungsi-fungsi produk maupun penggunaan bahan produksi yang berlebihan pada akhirnya tidak berguna dan harganya pun tinggi. Jadi gagasan harus dikembangkan dengan bertitik tolak dari:

- Penghematan biaya  
Yaitu menggunakan biaya seminimal mungkin tanpa mengurangi fungsi dan kualitas dari suatu produk.
- Waktu  
Yaitu memanfaatkan waktu dengan sebaik mungkin, ini dimaksudkan menggunakan waktu yang minimal dengan mendapatkan hasil yang maksimal
- Bahan  
Yaitu menggunakan bahan yang benar-benar memenuhi fungsi maupun kualitas. (Dhanardono, 2008)

### Rencana Kerja Rekayasa Nilai (*Value Engineering Job Plan*)

Rencana kerja (*Job plan*) adalah pendekatan sistematis dari Rekayasa Nilai. Rencana kerja ini merupakan rencana yang terarah untuk melaksanakan Rekayasa Nilai termasuk implementasi hasil Rekayasa Nilai tersebut. Rencana kerja juga menjadi penentu kunci keberhasilan dari studi Rekayasa Nilai.

Melalui pendekatan rencana kerja Rekayasa Nilai inilah seluruh tahapan dalam

penerapan Rekayasa Nilai dilakukan, mulai dari melakukan identifikasi item kerja dari keseluruhan proyek, menemukan item kerja dengan potensi dengan biaya yang tidak diperlukan, hingga mencari alternatif-alternatif baru secara kreatif untuk menampilkan fungsi yang sama diinginkan seperti desain sebelumnya. Rencana kerja ini juga membantu dalam menentukan bagian-bagian yang mempunyai biaya yang tinggi dibandingkan dengan fasilitas-fasilitas yang serupa.

### Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan tahap awal dalam rencana kerja Rekayasa Nilai yang bertujuan untuk mengumpulkan data-data yang berhubungan dengan item-item pekerjaan yang akan dianalisis, untuk memperoleh item kerja yang akan dilakukan Rekayasa Nilai dengan cara mendefinisikan fungsi item dalam proyek.

### Tahap Kreatif

Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan ide-ide alternatif sebanyak-banyaknya untuk dapat memenuhi fungsi dasar dari item kerja tersebut. Pada tahap ini dilakukan pengumpulan ide serta berfikir secara kreatif oleh seluruh anggota tim Rekayasa Nilai. Berfikir kreatif adalah suatu hal yang penting pada tahap ini karena dengan hal itu ide-ide atau gagasan akan berkembang. Pada tahap ini tidak dilakukan analisa terhadap ide-ide yang dikeluarkan oleh setiap anggota tim sehingga semua ide akan ditampung untuk memenuhi fungsi dasar tanpa melihat pertimbangan lebih dahulu.

### Tahap Analisa

Tujuan dari tahap analisa ini adalah untuk melakukan evaluasi, pembenahan dan analisa biaya terhadap ide yang dihasilkan dan untuk mendata alternatif yang layak serta potensi untuk menghasilkan penghematan.

### Tahap Rekomendasi

Tahap ini adalah tahap terakhir dalam rencana kerja Rekayasa Nilai yang tujuannya yaitu menawarkan atau memberikan laporan mengenai seluruh tahap sebelumnya dalam rencana Rekayasa Nilai kepada pihak manajemen atau pemberi tugas untuk dapat diputuskan apakah desain yang dipilih mampu dan baik untuk dilakukan. (Saptono, 2012)

## METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah langkah-langkah dan rencana dari proses berpikir dan memecahkan masalah, mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun observasi langsung dilapangan. Melakukan pengolahan data sampai penarikan kesimpulan atas permasalahan yang diteliti.

Objek penelitian akan dilakukan pada Pembangunan Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado PT. Wika Realty yang terletak di Jln. A. A. Maramis km.8 Kelurahan Paniki Bawah Kecamatan Mapanget Manado.

Langkah-langkah dan hal-hal yang perlu dilakukan dalam proses penelitian, diantaranya:

1. Tahap persiapan  
Sebelum melakukan proses penelitian peneliti harus melakukan tahap persiapan, diantaranya mengumpulkan atau mencari data-data proyek. Setelah mendapatkan data proyek kemudian peneliti melakukan survey ke lokasi proyek untuk mendapatkan gambaran umum kondisi lapangan. Selain itu peneliti juga melakukan studi pustaka baik melalui buku-buku pustaka, internet, maupun bahan-bahan lainnya yang dapat dijadikan sebagai bahan referensi dan tambahan pengetahuan.
2. Data penelitian  
Data yang digunakan dalam penelitian dikelompokkan menjadi 2, yaitu:
  - a. Data primer  
Data primer adalah sumber data yang diperoleh langsung dari sumber asli (dari proyek) / data pokok yang digunakan dalam melakukan analisa Rekayasa Nilai. Data primer berupa data yang dihasilkan melalui wawancara dan survey langsung pada proyek tersebut.
  - b. Data sekunder  
Data sekunder adalah data-data pendukung yang dapat dijadikan input dan referensi dalam melakukan analisis Rekayasa Nilai. Data sekunder, diantaranya data mengenai daftar harga satuan dan analisa pekerja, data bahan atau

material bangunan yang digunakan, data tenaga kerja, dan data-data lainnya yang dapat dijadikan referensi dalam menganalisis Rekayasa Nilai.

3. Metode pengumpulan data  
Pengumpulan data dapat dilakukan dengan cara :
  - a. Metode pengambilan data primer  
Yaitu metode dengan cara melakukan survey langsung pada konsultan maupun pelaksana yang menangani proyek tersebut. Selain itu peneliti juga melakukan observasi langsung ke lokasi proyek tersebut.
  - b. Metode pengambilan data sekunder  
Yaitu metode dengan cara melakukan survey langsung pada instansi-instansi atau perusahaan-perusahaan yang dianggap berkepentingan. Perusahaan itu dapat meliputi perusahaan bahan / material bangunan, konsultan, kontraktor, pemborong tenaga kerja, instansi yang menangani masalah jasa dan konstruksi bangunan serta perusahaan-perusahaan lainnya yang bisa dijadikan bahan referensi.
4. Analisa data  
Dari data-data yang telah dikumpulkan dilakukan analisa Rekayasa Nilai untuk menghasilkan adanya suatu penghematan biaya *atau saving cost*. Analisa Rekayasa Nilai dilakukan lima tahap, yaitu :
  - a. Tahap informasi
  - b. Tahap kreatif
  - c. Tahap analisa
  - d. Tahap rekomendasi
  - e. Tahap penyajian

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Adapun langkah-langkah yang ditempuh untuk memperlancar studi Rekayasa Nilai ini, yaitu :

1. Mengadakan observasi lapangan untuk mendapatkan sebanyak - banyaknya masukan.
2. Mengadakan penelahan kemungkinan adanya penerapan Rekayasa Nilai pada

suatu item pekerjaan dengan penghematan yang sangat berarti.

3. Dalam penerapan Rekayasa Nilai berpedoman pada pada ketentuan-ketentuan dalam dokumen kontrak serta peraturan-peraturan yang berlaku.

Masalah utama dalam proyek perumahan Taman Sari Metropolitan Manado adalah bagaimana mencari alternatif-alternatif lain dalam perancangan proyek tersebut untuk mendapatkan material yang lebih murah dalam rangka penghematan anggaran. Adapun pertimbangan-pertimbangan dalam upaya melakukan Rekayasa Nilai, yaitu :

1. Membuat material lebih ringan dengan tanpa mengorbankan nilai dan fungsi.
2. Mengganti material yang seharusnya kurang perlu digunakan karena adanya material pengganti yang memiliki fungsi sertak kekuatan yang sama namun dilihat dari segi biaya dan waktu lebih efisien.
3. Faktor biaya yang diharapkan dapat diminimalisir tanpa mengurangi mutu, kualitas dan segi keselamatan, sehingga tidak menimbulkan terjadinya kekurangan biaya perencanaan yang merupakan bagian kecil dari proyek namun sangat mempengaruhi biaya total dari seluruh proyek.
4. Waktu yang efisien sehingga pelaksanaan lebih cepat.

Penerapan program Rekayasa Nilai pada Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado akan dilakukan dengan pengisian buku kerja Rekayasa Nilai terhadap proyek ini, yaitu sebagai berikut:

#### 1. Tahap informasi

**Tabel 1. Lembar Kerja Daftar Nama Anggota Tim Studi Rekayasa Nilai**

Studi Rekayasa Nilai No. Tanggal:		
Judul Studi : Proyek Pembangunan Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado		
Anggota Tim		Tahap Informasi
Nama	Disiplin	Keterangan
Magdalena Pontoh	Mahasiswa Teknik Sipil	

Sumber : Hasil penelitian

**Tabel 2. Lembar Kerja Deskripsi Rancangan yang Ada**

Judul : Pembangunan Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado	Tanggal :
	Tahap Informasi
Deskripsi rancangan yang ada :	
1. Rangka atap Untuk rangka atap yang digunakan pada proyek tersebut menggunakan rangka atap baja ringan Sakura Truss.	
2. Penutup atap Penutup atap menggunakan genteng beton	

Sumber : Hasil penelitian

#### 2. Tahap Kreatif

**Tabel 3. Lembar Kerja Untuk Tahap Kreatif (Spekulasi)**

Tahap Spekulasi	Item : Pekerjaan Rangka Atap	Fungsi : mendukung
Ini adalah tahapan kreatif dari studi Rekayasa Nilai yang menghasilkan sebanyak mungkin ide-ide dalam menyelesaikan fungsi, tetapi jangan mengevaluasi ide-ide selama fase ini.		
No.	IDE-IDE KREATIF	
1	Rangka atap kayu	
2	Rangka atap baja konvensional	
3	Rangka atap baja ringan Giga Steel	
4	Rangka atap Sakura Truss	

Sumber : Hasil penelitian

**Tabel 4. Lembar Kerja Untuk Tahap Kreatif (Spekulasi)**

Tahap Spekulasi	Item : Pekerjaan Penutup Atap	Fungsi : melindungi
Ini adalah tahapan kreatif dari studi Rekayasa Nilai yang menghasilkan sebanyak mungkin ide-ide dalam menyelesaikan fungsi, tetapi jangan mengevaluasi ide-ide selama fase ini.		
No.	IDE-IDE KREATIF	
1	Genteng metal	
2	Genteng beton	
3	Seng gelombang	
4	Genteng keramik	
5	Fiber semen	

Sumber : Hasil penelitian

3. Tahap analisis

**Tabel 5. Lembar Kerja Analisa Fungsi**

MODEL BIAYA RANCANGAN SEMULA				FASE INFORMASI			
SISTEM : BANGUNAN GEDUNG							
ITEM : PEKERJAAN RANGKA ATAP							
FUNGSI : MENDUKUNG							
No.	Deskripsi	Fungsi			Biaya sebelum penghematan	Biaya sesudah penghematan	Ket.
		K. kerja	K. benda	Jenis			
1	Pasangan rangka atap	mendukung	beban	P	21.627.000,00	17.280.000,00	Sakura Truss diganti dengan Giga

Sumber : Hasil penelitian

**Tabel 6. Lembar Kerja Analisa Fungsi**

MODEL BIAYA RANCANGAN SEMULA				FASE INFORMASI			
SISTEM : BANGUNAN GEDUNG							
ITEM : PEKERJAAN PENUTUP ATAP							
FUNGSI : MELINDUNGI							
No.	Deskripsi	Fungsi			Biaya sebelum penghematan	Biaya sesudah penghematan	Ket.
		K. kerja	K. benda	Jenis			
1	Genteng beton	melindungi	beban	P	16.534.800,00	12.476.103,00	Genteng beton diganti dengan genteng metal
2	Bubungan genteng beton				1.637.997,00	447.675,00	
					18.172.797,00	12.922.778,00	

Sumber : Hasil penelitian

4. Tahap rekomendasi

Setelah melihat hasil analisis dari tahap analisa maka pada tahap rekomendasi ini, penulis merekomendasikan satu alternatif penggunaan material baja ringan giga steel pada rangka atap dan material penutup atap genteng metal surya roof karena:

- Penghematan biaya pada rangka atap Dengan menggunakan material awal maka total biaya rangka atap adalah Rp. 21.627.000,00 bila menggunakan material alternatif (rangka baja ringan giga steel) maka total biaya rangka atap adalah Rp. 17.280.000,00. Terdapat selisih biaya penghematan material alternatif yaitu sebesar Rp. 4.347.000,00.
- Penghematan biaya pada penutup atap Dengan menggunakan material awal maka total biaya penutup atap adalah Rp. 18.172.797,00 sedangkan bila menggunakan material alternatif (genteng metal) maka total biaya penutup atap adalah 12.922.778,00. Terdapat selisih biaya yang merupakan penghematan bila menggunakan material alternatif yaitu sebesar Rp. 5.250.019,00.

5. Tahap Penyajian

Penghematan pada rangka atap adalah Rp. 4.347.000,00, sedangkan penghematan pada penutup atap adalah Rp. 5.250.019,00.

**PENUTUP**

**Kesimpulan**

Dari hasil analisa Rekeyasa Nilai pada proyek Pembangunan Perumahan Taman Sari Metropolitan Manado rumah tipe 155, dapat diambil beberapa kesimpulan:

1. Pada pekerjaan rangka atap dengan mengusulkan alternatif-alternatif pengganti dipilih rangka atap baja ringan giga steel. Sedangkan untuk penutup atap dipilih genteng metal.
2. Untuk item rangka atap yaitu dengan mengusulkan alternatif pengganti, menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp. 4.347.000,00 dari biaya awal sebesar Rp. 21.627.000,00 atau 20.09%. Dan untuk item penutup atap dengan mengusulkan alternatif pengganti menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp 5.250.019,00 dari biaya awal sebesar Rp 18.172.797,00 atau 28.88%.
3. Dari kedua item pekerjaan tersebut dihasilkan penghematan total untuk 1 unit rumah sebesar Rp. 9.597.019,00 atau 2.23 % dari RAB semulah. Pada tahap ini rumah tipe 155 yang dibangun 33 unit, jadi total penghematan untuk 33 unit tipe rumah tersebut Rp. 316.701.627,00.

**Saran**

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan dapat diberikan beberapa saran yang diharapkan berguna yang bisa dilakukan, yaitu sebagai berikut :

1. Penerapan Rekeyasa Nilai hendaknya dilaksanakan pada awal proyek atau awal perencanaan pembangunan, sehingga dapat memberikan hasil yang optimal.
2. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan ide-ide atau alternatif-alternatif yang didapat lebih banyak lagi, sehingga lebih dimungkinkan mencapai penghematan biaya yang lebih optimal.
3. Diperlukan suatu kerja sama tim Rekeyasa Nilai (*Value Engineering*) dalam mengumpulkan, merumuskan dan memecahkan suatu permasalahan untuk memperoleh hasil yang maksimal.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Dhanardono, B. 2008. *Rekayasa Nilai*.  
[http://eprints.undip.ac.id/34006/5/1886\\_CHAPTER\\_II.pdf](http://eprints.undip.ac.id/34006/5/1886_CHAPTER_II.pdf). 23 April 2012.
- Mandagi, R. J. M., 2010. *Analisa Sistem*. Bahan Ajar. Fakultas Teknik Unsrat, Manado.
- Saptono, A. *Analisis Penentuan Bangunan Atas Jembatan dengan Metode Rekayasa Nilai*.  
<http://matarancabuaya.files.wordpress.com/2011/08/contoh-proposal.pdf>. 23 April 2012.