

**STUDI PEMILIHAN MATERIAL RANGKA ATAP KAYU DAN  
BAJA RINGAN PADA PROYEK PERUMAHAN DI JAYAPURA  
MENGUNAKAN METODE *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS*  
(AHP)**

***STUDY SELECTION OF WOOD AND LIGHT STEEL ROOF  
TRUSS MATERIAL IN HOUSING PROJECTS IN JAYAPURA BY USING  
THE METHOD OF ANALYTIC HIERARCHY PROCESS***

**IRIANTO  
P2304210001**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2012**

**STUDI PEMILIHAN MATERIAL RANGKA ATAP KAYU DAN BAJA  
RINGAN PADA PROYEK PERUMAHAN DI JAYAPURA MENGGUNAKAN  
METODE *ANALYTIC HIERARCHY PROCESS* (AHP)**

**Tesis**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar magister

Program studi Teknik Sipil

Disusun dan diajukan oleh

**IRIANTO**

**Kepada**

**PROGRAM PASCASARJA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2012**

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini, sebagai prasyarat pada penyelesaian studi di Program Pasca Sarjana Universitas Hasanuddin. Selain itu tesis ini adalah sebuah karya ilmiah yang sangat berharga terutama bagi pribadi penulis, walaupun disadari bahwa tulisan ini masih memiliki kekurangan-kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Untuk itu kritik dan saran sangat diharapkan dan dihargai. Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan peneliti selanjutnya di masa yang akan datang.

Selesaiyatesis ini merupakan refleksi dari sebuah proses kehidupan akademik yang cukup panjang dan melelahkan, namun keberhasilan itu semata-mata bukan hanya usaha dan upaya dari penulis, tetapi tidak terlepas dari bimbingan dan motivasi berbagai pihak.

Karena itu dalam kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan rasa terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Eng. Herman Parung, M. Eng sebagai Ketua Komisi Penasehat dan Ibu Dr. Josephine Latupeirissa, M. Sc. sebagai Sekretaris Komisi Penasehat atas bantuan dan bimbingan yang telah diberikan mulai dari pengembangan minat terhadap permasalahan penelitian ini, pelaksanaan penelitiannya sampai dengan penulisan tesis ini. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Konsultan, Kontraktor dan Pengembang Proyek perumahan yang ada di Jayapura atas bantuan dan kerjasamanya dalam penelitian ini.

Ucapan terima kasih yang tak terhingga tak luput pula penulis sampaikan kepada Ayahanda Alm. H. Abdul Samad dan Ibunda Hj. Ina yang

telah membesarkan dan selalu memberikan dukungan semangat dan doo kepada penulis,  
teristimewa untuk Istri Susianti.ST dan Anakku Faeyza Rafi Alfakhri yang  
kusayangi atas segala pengorbanan, jerih payah, serta dukungan.

Harapan Penulis,  
kiranya penulis tesis ini dapat bermanfaat bagi pengembangan keilmuan serta wawasan  
pengetahuan bagi para akademisi dan masyarakat professional  
dibidang pembangunan infrastruktur wilayah

**Makassar, Juli 2012**

**Irianto.**

## **ABSTRAK**

**Irianto.** Studi Pemilihan Material Rangka atap Kayu dan Baja Ringan Pada Proyek Perumahan di Jayapura Menggunakan Metode Analytic Hierarchy Process (Dibimbing oleh Herman Parung dan Josephine Latupeirissa).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kriteria yang digunakan untuk melakukan konstruksi perumahan di Jayapura dalam memilih material rangka atap dan menentukan pilihan material rangka atap antar kayu Merbau dan bajaran menggunakan metode AHP (analytic hierarchy process). Metode ini merupakan metode yang menggalip pendapat dari ahli dengan menggunakan kuisioner kemudian dibuat dalam bentuk

kmatriksdenganpolatertentu.Hasildariperhitunganmetode AHP berupa vector eigendimanatiapnilaidalam vector menunjukkannilaidari alternative yang diajukan.

Dari hasilperhitungan yang dilakukandidapatbahwakriteria yang memilikinilai tertinggi dan menjadikriteriautamadalampemilihan material rangkaatapadalahkriteriapelaksanaankonstruksi(0.612) danuntuk sub kriteria adalah Ketersedian material (0.330).

Dari perbandingan alternatif dengan melibatkan seluruh kriteria dan sub kriteria yang terpilih diketahui bahwa kayu Merbau lebih unggul dibandingkan dengan baja ringan. Ini dapat dilihat dari hasil AHP dimana kayu merbau memiliki nilai Eigenvektor sebesar 70 % sedangkan Baja Ringan 30 %, hasil ini menandakan bahwa untuk kondisi saat ini kayu Merbau masih menjadi pilihan pelaku konstruksi perumahan di Jayapura sebagai material rangka atap.

## ABSTRACT

**Irianto.** Study Selection Of Wood and *Light Steel Roof Truss* Material in Housing Projects in Jayapura By Using The Method of Analytic Hierarchy Process (Supervised By Herman Parungdan Josephine Latupeirissa).

This study aims to find out the criteria used by the builders in house projects in Jayapura in choosing material for roof truss; and in determining whether to use Merbau wood or steel for roof truss by using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method.

The method was conducted by reviewing experts' opinion by using questionnaires which were then transformed into matrix with certain pattern. The result of the calculation with AHP method was vectoreigen. Each value in the vector showed the value of the proposed alternative. The calculation reveals that the criterion with the highest value is construction implementation (0.612), and the sub-criterion is material availability (0.330). this means that they are the main criterion and sub-criterion in the selection of roof truss material. From the comparison of

alternatives (involving all selected criteria and sub-criteria), it is found that Merbau wood is better than light steel.

The AHP calculation reveals that the eigenvector of Merbau wood is 70%, while the Eigenvector of light steel is 30%. This reveals that for the current condition, merbau wood is still chosen by the builders in house projects in Jayapura as material of roof truss.

Keywords : Roof truss, Merbau wood, Light steel, AHP

## DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN JUDUL	!
LEMBAR PENGESAHAN	!!
PRAKATA	!!!
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I. PENDAHULUAN	1

	A. LatarBelakang	1
	B. RumusanMasalah	3
	C. TujuanPenelitian	3
	D. ManfaatPenelitian	4
	E. LingkupPenelitian	4
BAB II.	TINJAUAN PUSTAKA	6
	A. Material RangkaAtap	6
	B. Kriteria yang MempengaruhidalamPemilihan Material StrukturRangkaAtap	10
	C. Pengambilankeputusandengan Analytical Hierarchy Process (AHP)	21
	D. KerangkaPikirPenelitian	25
BAB III.	METODE PENELITIAN	27
	A. LokasidanWaktuPenelitian	27
	B. PopulasidanSampel	28
	C. Pengumpulan Data	29
	D. Analisa Data danPembahasan	31
BAB IV	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	37
	A. PelaksanaanSurvai	37
	B. PaparanHasilSurvai	38
	C. Pemilihan Material RangkaAtapKayudanBajaringandengan AHP	39
	D.Pembahasan	49
BAB V	KESIMPULAN	53
	A. Kesimpulan	53
	B. Saran	54
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

## DAFTAR TABEL

No		Hal
1.	Perbandingan material kontruksirangkaatapkayudanbajaringan	10
2.	RangkumanKriteria-kriteriadalamPemilihan Material RangkaAtap	20
3	Skaladasarpada <i>Analytical Hierarchy Process</i>	23
4	Indeks Random padaberbagaijumlahalternatif	35
5	Kriteriadan Sub KriteriaPemilihan Material Rangkaatap	38
6	Matriksperbandinganuntuk level kriteria	41
7	MatriksPerbandingan sub kriteria	42
8	Peringkatmatriksprioritaskriteria	44
9	Peringkatmatriksprioritas sub kriteria	45
10	Nilaieigenvektor alternative berdasarkankriteria	46

11	Nilai eigenvektor alternative berdasarkan sub kriteria	46
12	Peringkat akhir pemilihan material rangka atap	47
13	Hasil pengujian konsistensi jawaban responden	48

## DAFTAR GAMBAR

No		Hal
1	Kayu Merbau	7
2	Profil Baja Ringan	9
3	Hirarki pengambilan Keputusan	22
4	Kerangka Pikir Penelitian	25
5	Peta Lokasi Penelitian	28
6.	Diagram Alir Tahap Penelitian	30
7	Hierarki AHP	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lamp		Hal
A	Kuisisioner1 Penelitian	58
B	Kuisisioner 2 Penelitian	59
C	RekapitulasiJawabanrespondenuntukkuisisioner 1	76
D	RekapitulasiJawabanrespondenuntukkuisisioner 2	77
E	PerhitunganNilaiEigenvektor	79
F	PerhitunganPeringkatAlternatif	87
G	Perhitunganujikonsistensi	89

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar belakang**

Dewasa ini perkembangan teknologi membawa perubahan yang sangat besar di bidang konstruksi dan pembangunan infrastruktur. Perkembangan ini sangat positif dalam menjaga kestabilan alam dan ekosistimnya yang terus menerus di eksploitasi secara tidak bertanggung jawab oleh manusia untuk kepentingan pembangunan yang sangat bergantung dengan kayu.

Berkat perkembangan teknologi baru kita dapat sedikit bersyukur karena dapat membantu mengurangi penggundulan hutan yang merupakan paru-paru dunia, terlihat pada perkembangan penggunaan bahan konstruksi atap yang tidak lagi hanya menggunakan kayu, tapi sebagian besar pembangunan kontruksi struktur atap sekarang menggunakan rangka baja ringan sehingga dapat menjaga ketersediaan kayu yang saat ini gencar di lakukan sosialisasi oleh pemerintah untuk menghadapi pemanasan global.

Perkembangan pada bidang ini sebenarnya sudah lama dilakukan oleh para ahli konstruksi, tetapi sebelumnya masyarakat belum mengenal konstruksi baja ringan yang ternyata mempunyai sifat lebih efisien daripada menggunakan bahan dasar rangka kayu sebagai penopang konstruksi atap rumah mereka.

Merujuk pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yefri Hesna tahun 2009 dengan judul Komparasi penggunaan Kayu dan baja ringan sebagai konstruksi rangka atap, dimana penelitian ini membandingkan penggunaan kayu dan baja ringan berdasarkan 2 kriteria utama yaitu lebar bentang dan biaya kontruksi rangka atap. Hasil penelitian adalah penambahan berat struktur kuda-kuda baja ringan akan

lebih besar dibandingkan kayu untuk setiap penambahan lebar bentang sedangkan dari segi biaya, untuk bentang yang kecil biaya rangka atap baja ringan lebih murah dari kayu dan untuk bentang yang besar biaya baja ringan lebih mahal dibandingkan kayu.

Hasil penelitian tersebut yang mendasari dilakukannya penelitian ini dengan menambah kriteria yang digunakan oleh pelaku konstruksi untuk memilih material rangka atap. Metode yang digunakan adalah *Analytical Hierarchy Proses (AHP)*, suatu metode yang menggali pendapat dari ahli pada permasalahan yang dihadapi untuk pengambilan keputusan, metode ini dikembangkan oleh Thomas L. Saaty selama periode 1971-1975 ketika di *Wharton School* (University of Pennsylvania).

Metode AHP telah digunakan pada pengambilang keputusan dibidang teknik, seperti penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Agus Apriyanto tahun 2008 dengan judul Perbandingan Kelayakan Jalan Beton dan Aspal dengan Metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Studi ini menggunakan AHP sebagai metode untuk menganalisa kelayakan konstruksi beton dibanding dengan konstruksi aspal. Dari hasil penelitian diperoleh hasil bahwa faktor teknis yang mempunyai bobot tertinggi adalah daya tahan cuaca dan faktor non teknis adalah ketersediaan sumber daya. Dari hasil perhitungan diketahui bahwa jalan beton 58% unggul dibandingkan dengan jalan aspal 42%. Merujuk pada penelitian tersebut maka dalam penelitian ini akan digunakan metode AHP sebagai metode pengambilang keputusan untuk memilih material rangka atap kayu dan baja ringan.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang, maka dapat dibuat rumusan masalah untuk penelitian ini sebagai berikut :

1. Kriteria penilaian apa yang digunakan para pelaku konstruksi terhadap material kayu dan baja ringan sebagai struktur rangka atap bangunan perumahan di kota Jayapura?
2. Bagaimana kriteria penilaian yang menentukan dalam pemilihan alternatif material rangka atap bangunan perumahan di kota Jayapura berdasarkan metode AHP?
3. Alternatif mana yang layak digunakan antara kayu dan baja ringan sebagai material rangka atap ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini berdasarkan dari latar belakang dan rumusan masalah dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Menentukan kriteria penilaian terhadap material rangka atap untuk proyek perumahan di kota Jayapura.
2. Analisis kriteria penilaian yang menentukan pilihan pelaku konstruksi terhadap material rangka atap bangunan perumahan di kota Jayapura.
3. Menentukan alternatif pilihan material rangka atap bangunan perumahan di kota Jayapura.

### **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan kepada masyarakat pada umumnya dan pengguna jasa konstruksi antara lain:

1. Sebagai bahan informasi bagi pihak pengguna jasa konstruksi yang terkait kontraktor, konsultan perencana, konsultan manajemen proyek dan pemilik proyek untuk diaplikasikan dalam dunia industri konstruksi.

2. Sebagai informasi bagi institusi akademisi, yang kemudian dapat diterapkan dan menjadi bahan pertimbangan untuk dikembangkan dalam penelitian lebih lanjut.

#### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Penelitian ini menggunakan batasan ruang lingkup sebagai berikut :

1. Data dalam penelitian ini merupakan persepsi pelaku konstruksi yang ada di Jayapura dimana data diolah menggunakan metode AHP.
2. Penelitian dilakukan pada proyek perumahan yang ada di wilayah Kotamadya Jayapura
3. Material yang digunakan sebagai bahan penelitian adalah kayu dan baja ringan.
  - Kayu yang dimaksud adalah kayu kelas I yaitu kayuMerbau.
  - Baja ringan yang dimaksud adalah baja mutu tinggi yang memiliki sifat ringan dan tipis, namun memiliki fungsi setara baja konvensional.
4. Dalam penelitian ini tidak menghitung kekuatan struktur dari rangka atap.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Material Rangka Atap

Material yang digunakan untuk membuat rangka atap dapat berupa bahan baku alami maupun hasil olahan pabrik. Bahan baku alami misalnya kayu merbau dan bahan olahan pabrik antara lain baja ringan.

##### 1. Kayu Merbau

**Merbau** adalah nama sejenis pohon penghasil kayu keras berkualitas tinggi anggota suku Fabaceae (Leguminosae). Di Papua Nugini, kayu ini dikenal sebagai kwila; sedangkan nama-namanya dalam bahasa Inggris adalah mirabow, Moluccan ironwood, Malacca teak, dan lain-lain.

Pohon merbau, termasuk suku Caesalpiniaceae, ada beberapa jenis yaitu pohon darat dan pohon pantai, pohon **darat** berukuran sedang, kayunya tahan terhadap kelembapan sehingga sering digunakan untuk pembuatan perahu, bahan bangunan, bantalan rel kereta api, mebel yang berkualitas tinggi, tiang listrik dan telepon, termasuk kayu yang banyak diekspor; *Intsia palembanica*; pohon **pantai** merupakan pohon yang tinggi lurus, kayu terasnya yang berwarna merah tua digunakan sebagai bahan bangunan, alat rumah tangga, bantalan, tiang listrik dan telepon, dipakai di perkapalan dan pembuatan jembatan, kulit kayunya dimanfaatkan sebagai zat pewarna coklat untuk kertas dan kain.

Merbau memiliki tekstur kayu yang kasar dan merata, dengan arah serat yang kebanyakan lurus. Kayu yang telah diolah memiliki permukaan yang licin dan mengkilap indah.

Kayu merbau termasuk ke dalam golongan kayu berat (BJ 0,63-1,04 pada kadar air 15%) dan kuat (kelas kuat I-II). Kayu ini memiliki penyusutan yang sangat rendah, sehingga tidak mudah menimbulkan cacat apabila dikeringkan. Merbau juga awet: daya tahannya terhadap jamur pelapuk kayu termasuk kelas I dan terhadap rayap kayu kering termasuk kelas II. Kayu merbau termasuk tahan terhadap penggerek laut (teredo), sehingga acap digunakan pula dalam pekerjaan konstruksi perairan. Gambar 1 memperlihatkan pohon Merbau dan hasil olahannya



Gambar 1. Pohon Merbau, Serat Kayu Merbau dan kayu hasil olahan pohon Merbau (Soerianegara I. dan RHMJ. Lemmens. 2002).

## 2. Baja Ringan

Sejak tahun 2000, material baja ringan digunakan sebagai rangka atap mulai dikenal di Indonesia. Teknologi itu sendiri berasal dari Australia sejak 20 tahun sebelumnya dan sudah menjadi material umum untuk struktur rangka atap. Di tahun 2005 penggunaan material rangka atap baja ringan mulai banyak diminati, karena

mulai langkahnya material kayu dan ketertarikan masyarakat akan keunggulan-keunggulan yang ditawarkan oleh material baja ringan.

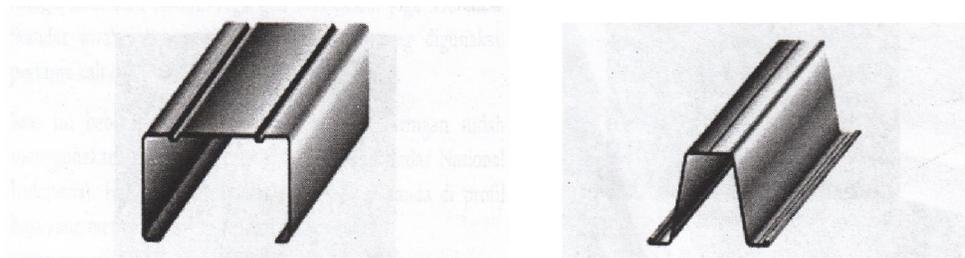
Bahan dasar pembentukan baja ringan pada umumnya terdiri dari seng (Zinc) dan aluminium (Al). Seng merupakan pembentukan bahan yang bersifat kaku tetapi lemah terhadap karat. Bahan itu dipadukan dengan aluminium yang lentur tetapi tahan terhadap karat, perpaduan keduanya menghasilkan bahan yang kaku sekaligus antikarat. Biasanya komposisi bahan dasar baja ringan terdiri dari zinc 43,5% dan 55% Aluminium, dengan 1,5% silicon untuk lapisan antikarat.

Standar yang digunakan untuk konstruksi atap baja ringan, menggunakan kode G550, secara teknis berarti kekuatan leleh minimum (akibat gaya tarik) adalah 550 MPa dan tegangan maksimum juga 550 MPa. (Wicaksono 2011)

Hasil penelitian empiris yang dilakukan beberapa produsen baja ringan, menyatakan bahwa perbandingan berat tiap material adalah yang diurutkan berdasarkan material yang paling berat (1) Beton 30 Kg/m<sup>2</sup>, (2) Kayu 20 Kg/m<sup>2</sup>, (3) Baja 10,24 Kg/m<sup>2</sup> dan (4) Baja ringan 6-7 Kg/m<sup>2</sup>. (Wildensyah, 2011)

Profil baja ringan yang biasa digunakan adalah : profil C (komponen struktur utama), profil U (biasanya untuk reng), dan profil-profil tambahan lain seperti talang, dan sebagainya. Untuk ketebalan profil baja ringan di pasaran berkisar antara 0,4 – 1,0 mm. Biasanya, untuk profil C dalam kondisi normal, ketebalan profil yang digunakan sampai 0,7 mm. Sedangkan pada kondisi khusus, dimana beban yang ditanggung struktur lebih besar dari kondisi normal (seperti bentang kuda-kuda yang terlalu besar, atau adanya beban akibat struktur lain seperti elektrikal dan plumbing) digunakan profil dengan ketebalan 0,1 mm, selain cara-cara memperkuat struktur baja ringan yang akan dibahas. (Wildensyah, 2011)

Di pasaran, perbedaan yang terjadi pada profil baja ringan ada pada dimensi dan guratan sisi. Guratan sisi dimaksudkan untuk meningkatkan inersia dari profil baja ringan, dan guratan sisi ini ada bermacam-macam bentuknya. Penamaan pada profil baja ringan biasanya ditulis dengan format : namaprofil tebal tinggi. Sebagai contoh : Profil HC dengan tinggi 100 mm dan tebal 1,6 mm biasanya ditulis : HC10016. (Wicaksono 2011). Pada Gambar 2 diperlihatkan profil C75 dan Reng B40 sebagai berikut :



**Profil C75**

**Reng B40**

Gambar 2. Profil Baja Ringan (Wicaksono . 2011)

Pada Tabel 1 diperlihatkan perbandingan kelebihan dan kekurangan menggunakan Kayu dan baja ringan sebagai material rangka atap.

Tabel 1. perbandingan material konstruksi rangka atap kayu merbau dengan rangka atap baja ringan(*Imelda A, 2011*)

Bahan Rangka Atap	Kelebihan	Kekurangan
Kayu Merbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistem konstruksi relatif sederhana atau mudah dikerjakan</li> <li>• Merupakan teknologi yang telah berkembang sejak lama sehingga hamper setiap tukang bangunan menguasainya</li> <li>• Komponen atap merupakan bagian yang terpisah sehingga bila salah satu bagian rusak tidak perlu membongkar seluruh bagian atap.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan kayu berkualitas baik semakin jarang dan semakin mahal</li> <li>• Rentan terhadap bahaya api (kebakaran)</li> </ul>

Baja Ringan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proses pemasangan cepat</li> <li>• Ukuran lebih tepat karena semua komponen struktur terfabrikasi</li> <li>• Ringan</li> <li>• Bebas rayap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merupakan teknologi baru sehingga pemasangan harus dilakukan oleh ahlinya</li> <li>• Merupakan satu kesatuan struktur sehingga model tidak bisa sembarangan harus melalui perhitungan serta desain dengan bantuan komputer</li> </ul>
-------------	--	--

---

## B. Kriteria yang Mempengaruhi dalam Pemilihan Material Struktur Rangka Atap

Banyak kriteria yang digunakan sebagai kriteria utama dalam pemilihan material struktur rangka atap. Kriteria tersebut dapat dibedakan menjadi : (1) Biaya konstruksi: (2). Pelaksanaan dan pekerjaan konstruksi:(3) durabilitas material : (4) Struktur bangunan: (5) Material yang berkesinambungan (*sustainable material*). Kriteria tersebut adalah kriteria yang umum digunakan dalam pemilihan material dalam dunia konstruksi, dalam penelitian ini dilakukan pemilihan kriteria yang lebih dominan pada pemilihan material struktur rangka atap suatu bangunan perumahan.

### 1. Biaya Kontruksi

Dalam pelaksanaan proyek, akan ditemui adanya biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tak langsung (*indirect cost*). Biaya langsung adalah biaya yang langsung berhubungan dengan pekerjaan konstruksi di lapangan. Biaya langsung dapat diperoleh dengan mengalihkan volume/kualitas suatu pekerjaan dengan harga satuan pekerjaan tersebut. Harga satuan pekerjaan terdiri atas harga bahan, harga upah, dan biaya peralatan, sedangkan biaya tak langsung adalah biaya yang secara tidak langsung berhubungan dengan konstruksi, tetapi harus ada dan tidak dapat dilepas dari proyek tersebut, biaya tersebut antara lain adalah *field cost*, *interest*, biaya tak terduga dan eskalasi.

Biaya-biaya yang termasuk dalam biaya langsung adalah biaya tenaga kerja, material, peralatan/perlengkapan dan biaya subkontraktor.

➤ Biaya Material

Salah satu elemen utama dalam biaya proyek adalah biaya total material. Berbagai macam estimasi meletakkan biaya pasti material dalam industri konstruksi berkisar 50-60% dari total biaya konstruksi. Material sangat mempengaruhi biaya tak langsung, perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi, dan kriteria utama dalam keberhasilan suatu proyek konstruksi (Canada, John R., 1973)

➤ Biaya Tenaga Kerja

Biaya tenaga kerja merupakan biaya yang memiliki porsi yang cukup besar dalam biaya proyek, maka biaya tenaga kerja perlu diatur dengan baik. Data produktifitas pekerja dapat dikumpulkan dalam laporan pelaksanaan proyek di masa lalu.

Metode yang digunakan dalam melakukan pengontrolan produktifitas pekerja adalah dengan cara membandingkan laporan harian pekerja dengan estimasi. Dengan membandingkan antara hasil pekerjaan yang dilakukan dengan total jam kerja maka akan didapatkan nilai rata-rata produktifitasnya.

➤ Biaya peralatan dan Perlengkapan

Pengaturan terhadap penggunaan peralatan dan perlengkapan dalam pelaksanaan proyek perlu dilakukan karena berhubungan langsung dengan kualitas dan kuantitas kerja yang dilaksanakan oleh pekerja. Penyediaan jumlah perlengkapan kerja disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan. Untuk peralatan tertentu dibuatkan jadwal pemakaian, dengan tujuan agar peralatan tersebut dapat digunakan secara efisien.

➤ Biaya Subkontraktor

Pada suatu proyek konstruksi sering ditemui adanya aktifitas pekerjaan yang ditangani oleh subkontraktor. Untuk memastikan agar sub kontraktor melakukan pekerjaan sesuai dengan spesifikasi maka manager lapangan perlu mengontrol langsung di lapangan. Pengaturan pada biaya subkontraktor dibutuhkan untuk menghindari pembayaran yang berlebih dan konflik terhadap subkontraktor.

Sedangkan yang termasuk dalam komponen pembiayaan tidak langsung adalah biaya perbaikan dan pemeliharaan yaitu ;

- Biaya perbaikan adalah biaya yang diperlukan untuk melaksanakan perbaikan alat atau bangunan, dan diperlukan pada waktu yang akan datang
- Biaya pemeliharaan dan pengoperasian adalah biaya yang diperlukan untuk pemeliharaan dan pengoperasian fasilitas dan biasanya dalam biaya tahunan.

## 2. Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi

Dalam menentukan keputusan pemakaian material struktur rangka atap, proses pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan perlu diperhatikan. Dimana pelaksanaan pekerjaan konstruksi sangat berkaitan dengan kriteria durasi/waktu pelaksanaan pekerjaan atau waktu instalasi rangka atap. Kriteria produktifitas pekerja, ketersediaan material di pasaran, ketersediaan tenaga ahli di lapangan, dan lokasi proyek yang berkaitan dengan transportasi material.

➤ Kriteria Durasi / Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

Pengertian durasi/waktu pelaksanaan pekerjaan adalah satuan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan dari awal hingga selesainya pekerjaan tersebut.

Durasi waktu pelaksanaan pekerjaan umumnya berhubungan erat dengan efisiensi waktu. Yang dimaksud dengan efisiensi waktu pelaksanaan pekerjaan

adalah pemamfaatan waktu pelaksanaan suatu pekerjaan terhadap rencana waktu pekerjaan semula. Efisiensi dapat dilakukan dengan beberapa cara, antara lain penambahan jam kerja, penambahan jumlah pekerja, alternatif metode pelaksanaan dan alternatif penggunaan jenis material konstruksi.

➤ Kriteria Produktifitas Pekerja

Durasi pelaksanaan pekerjaan erat hubungannya dengan produktifitas pekerja. Perubahan pada produktifitas pekerja akan berpengaruh pula pada durasi pelaksanaan pekerjaan. Artinya semakin tinggi produktifitas pekerja, maka durasi pelaksanaan pekerjaan akan semakin cepat dan demikian pula sebaliknya (Darmawan Hadi 2001).

Kriteria yang berpengaruh pada produktifitas pekerja dapat dibagi menjadi dua, yaitu kriteria yang berkaitan langsung dengan aktifitas kerja dilapangan dan kriteria yang tidak berkaitan langsung dengan aktifitas kerja dilapangan. Kriteria yang berkaitan langsung adalah kriteria yang mempengaruhi hasil kuantitas pekerjaan yang berasal dari kegiatan fisik dilapangan, sedangkan yang tidak berpengaruh langsung adalah kriteria lain yang tidak berkaitan langsung dilapangan.

➤ Kriteria Ketersediaan Material di Pasaran

Salah satu kriteria yang sangat mendukung dalam pelaksanaan kegiatan proyek secara langsung adalah keberadaan dari material yang akan digunakan. Kesulitan didalam mendapatkan material akan menyebabkan menurunnya produktifitas, yang pada akhirnya dapat menimbulkan perpanjangan waktu kerja dan pembengkakan biaya proyek.

➤ Kriteria Ketersedian Tenaga Ahli di Lapangan

Personil proyek yang ahli dan berpengalaman adalah salah satu sumber daya proyek, yang secara langsung menentukan hasil dari suatu proyek. Tenaga kerja berdasarkan keterampilannya dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu tenaga kerja ahli dan tenaga kerja kasar. Jenis dan intensitas kegiatan proyek berubah cepat sepanjang sirkulasinya, sehingga penyediaan jumlah tenaga, jenis keterampilan dan keahlian harus mengikuti tuntutan kegiatan yang berlangsung.

### 3. Durabilitas Material Rangka Atap

Durabilitas adalah sifat untuk bertahan terhadap erosi, penurunan kualitas material dan kehilangan fungsi secara terus menerus akibat keadaan lingkungan ataupun kondisi lainnya.

Beberapa orang menyadari akan durabilitas saat mendesain rumah mereka, tapi lebih memilih untuk bergantung pada pengalaman dan menerima pasar untuk membuat keputusan desain. Pendekatan yang semacam ini cocok untuk pasaran rumah dengan kondisi yang stabil dimana pilihan arsitektural dan pilihan material tidak berubah atau berubah dengan sangat lambat.

Durabilitas dapat didefinisikan kemampuan material, produk atau bangunan untuk mempertahankan fungsi sesuai dengan umur harapan dengan tingkat perawatan sesuai dengan kondisi pemakaian yang diharapkan. Durabilitas material rangka atap terdiri dari :

- Umur pakai material
- Karakteristik material yang digunakan
- Kualitas pemasangan

### 4. Desain Arsitektur Bangunan

Konstruksi suatu bangunan sangat mempengaruhi pelaku konstruksi untuk menentukan material bangunan yang lebih tepat, cocok, efisien dan ekonomis untuk digunakan. Namun material yang dipakai sangat tergantung pada jenis bangunan, fungsi bangunan, dan bentuk arsitektur bangunan itu sendiri

➤ Lebar bentang Bangunan rumah

Bentang suatu bangunan sangat bervariasi, tergantung luas lahan, bentuk bangunan, dan fungsi bangunan itu sendiri. Misalnya untuk bangunan yang memiliki bentang besar penggunaan material kayu dan baja ringan sebagai rangka atap tidak memungkinkan karena akan banyak sambungan dan perkuatan. Maka penggunaan beton lebih cocok. Begitu pula sebaliknya untuk bangunan dengan bentang di bawah 10 meter, maka penggunaan beton sebagai rangka atap kurang efektif karena berat sendiri yang berat serta pengerjaan yang lebih rumit, penggunaan kayu atau baja ringan sebagai rangka atap akan lebih tepat.

➤ Jenis Material Penutup

Material yang digunakan sebagai penutup atap bisa bervariasi, mulai dari genteng beton, genteng keramik, genteng tanah liat, genteng metal, asbes lembaran dan lain sebagainya.

Dari segi estetika, berat sendiri berat sendiri dan jarak ren yang digunakan terhadap rangka atap bangunan juga bervariasi sesuai dengan spesifikasi masing-masing jenis, hal ini akan berpengaruh pada pemakaian jenis material rangka atap yang akan digunakan pada suatu bangunan.

➤ Berat Struktur Rangka Atap Terhadap Struktur Bangunan di Bawahnya

Berat struktur rangka atap selalu mempengaruhi perhitungan struktur dibawah rangka atap, baik pondasi maupun struktur kolom dan balok. Desain bangunan

dengan daya dukung tanah yang buruk, untuk membuat struktur pondasi yang lebih efektif maka dibutuhkan beban rangka atap yang ringan.

#### 5. Material yang Berkesinambungan

Industri konstruksi adalah salah satu bidang yang paling besar berkaitan dengan pembiayaan, volume penyediaan bahan baku, konsumsi sumber daya alam, maupun ketenagakerjaan. Selain itu variasi material juga banyak dihasilkan dan digunakan oleh industri konstruksi. Sumber daya alam yang digunakan dalam konstruksi bangunan seperti kayu, batu bata, semen, baja dan kaca. Sementara sumber alam semakin berkurang, sedangkan isu penghematan sumber daya lingkungan semakin kuat terdengar (Suryandari, 2006).

Pengertian arsitektur yang berkelanjutan adalah arsitektur yang memenuhi kebutuhan saat ini, tanpa membahayakan kemampuan generasi mendatang, dalam memenuhi kebutuhan mereka sendiri. Kebutuhan itu berbeda dari satu masyarakat ke masyarakat lain, dari satu kawasan ke kawasan lain dan paling baik bila ditentukan oleh masyarakat terkait.

#### ➤ Kelestarian Lingkungan

Perkembangan pembangunan sendiri saat ini, mengacu pada pembangunan yang ekologis sehingga menimbulkan pembaharuan dalam bidang perancangan arsitektur. Berdasarkan kerusakan pada sumber daya alam dan kehilangan sumber penghidupan manusia secara global, maka kebutuhan dasar manusia berwawasan lingkungan harus disadari secara benar .

Nilai keberlangsungan dan kelestarian lingkungan yang melekat pada istilah bangunan ekologis, bukan berarti hanya bangunan yang menggunakan bahan bangunan alam atau *bio*, tetapi lebih luas dari itu. Kriteria kelestarian lingkungan artinya menggunakan atau memanfaatkan sumber daya alam secara

proporsional sesuai kebutuhan dan pemenuhan kepentingan terhadap lingkungan (Suryandari, 2006).

Pengaruh lingkungan pada bangunan harus memikirkan *Life cycle* dari bangunan yang berdampak pada bahan bangunan yang digunakan. Sementara siklus bahan atau rantai bahan yang utuh adalah melingkar tidak terputus, jika terputus berarti siklus bahan mengalami gangguan.

➤ Peraturan Pemerintah

Penebangan kayu secara liar yang kian marak akhir-akhir ini menyebabkan ekosistem dan lingkungan hidup terganggu. Dalam UU No. 1 Tahun 2004 mengatur tentang manfaat hutan dan sanksi bagi pelanggar atas peraturan pemerintah tersebut. Peraturan Pemerintah tersebut berdampak pada tersedianya kayu di pasaran. Selain itu banyak pelaksanakonstruksi akhirnya berfikir untuk mencari alternatif material pengganti kayu.

Material kayu banyak digunakan untuk rangka atap rumah, baik bangunan swasta maupun pemerintah. Bahkan saat ini pelaksanaan proyek pemerintah dianjurkan menggunakan material rangka atap sebagai pengganti kayu. Material yang menjadi substitusi adalah baja ringan.

➤ Penanganan Sisa Material

Material yang berkelanjutan (*sustainable material*) mempunyai hubungan yang sangat erat dengan sisa material yang dihasilkan dalam suatu bangunan proyek. Industri bangunan merupakan salah satu aktifitas manufaktur terbesar di dunia. Desain, konstruksi dan perawatan dari bangunan-bangunan tersebut mempunyai pengaruh terhadap manusia dan lingkungan, aktifitas tersebut juga memberikan pengaruh ke area-area diluar lokasi mereka, yaitu mempengaruhi terhadap sumber-sumber air, kualitas udara dan pola transportasi dalam suatu komunitas.

Menurut *Integred Waste Management Board CA*, konsumsi sebuah bangunan biasanya menghabiskan:

- 40% dari energi terpakai seluruh dunia
- 25% dari pemotongan kayu
- 16% dari pemakaian air bersih
- 50% dari pengrusakan ozon berhubungan CFC masih terpakai
- 30% dari konsumsi bahan mentah
- 35% dari buangan CO2 dunia
- 40% dari sampah padat yang ditujukan untuk menguruk lahan

Melihat kenyataan diatas pemikiran untuk melakukan penanganan terhadap sisa material proyek menjadi suatu pemikiran baru. Dalam pembangunan penggunaan material kayudan baja ringan sebagai rangka atap, pasti timbul sisa material di lapangan. Umumnya sisa material dibuang, dijual, atau dijadikan bahan ukuran.

Tabel.2. Rangkuman Kriteria dalam Pemilihan Material Rangka Atap  
(dirangkum dari berbagai sumber )

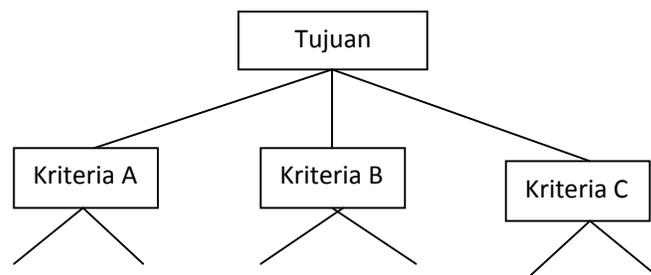
No	Kriteria
<b>A</b>	<b>Biaya konstruksi Rangka Atap</b>
1	Biaya material rangka atap
2	Biaya tenaga kerja rangka atap
3	Biaya peralatan dan perlengkapan
4	Biaya sub Kontraktor rangka atap
5	Biaya perbaikan dan perawatan rangka atap
<b>B</b>	<b>Pelaksanaan Pekerjaan Konstruksi Rangka Atap</b>
6	Durasi pelaksanaan konstruksi rangka atap
7	Produktifitas pekerja
8	Ketersediaan material dilapangan
9	Ketersediaan tenaga ahli di lapangan
<b>C</b>	<b>Durabilitas Material Rangka Atap</b>
10	Umur Pakai Material Rangka Atap
11	Karateristik material
12	Kualitas pemasangan/aplikasi material
<b>D</b>	<b>Struktur bangunan</b>
13	Desain arsitek bangunan
14	Jenis material penutup
15	Berat struktur rangka atap terhadap struktur bangunan di bawahnya
<b>E</b>	<b>Material yang Berkesinambungan</b>
16	Kelestarian lingkungan hidup

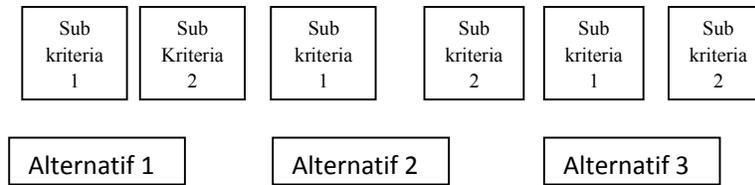
### C. Pengambilan Keputusan dengan Analytical Hierarchy Process (AHP)

*Analytical Hierarchy Process (AHP)* merupakan metode analisa pengambilan keputusan dengan multi kriteria yang dikembangkan oleh Thomas L. Saaty selama periode 1971-1975 ketika di Wharton School (University of Pennsylvania).

*Analytical Hierarchy Process* disingkat (AHP) adalah suatu teori umum tentang pengukuran. AHP digunakan dalam pengambilan keputusan karena berdasarkan pada teori yang merefleksikan cara orang berpikir. Dalam perkembangannya, AHP dapat digunakan sebagai model alternatif dalam menyelesaikan berbagai macam masalah.

Masalah yang dihadapi pada saat pengambilan keputusan dibuat dalam suatu bagan yang terstruktur berdasarkan hirarki. Elemen-elemen berada pada level yang sama akan saling mempengaruhi elemen yang berada di atasnya, sesuai bobot masing-masing elemen. Secara garis besar, level terbawah merupakan pilihan-pilihan yang tersedia dalam pengambilan keputusan, level tengah menggambarkan elemen yang mempengaruhi keputusan dan pada level teratas merupakan fokus dari sasaran dalam pengambilan keputusan seperti terlihat pada Gambar 3 berikut :





Gambar 3. Hirarki pengambilan Keputusan (Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani, 2008)

Adapun yang menjadi dasar utama dalam AHP adalah:

### 1. Dekomposisi

Setelah masalah didefinisikan, maka perlu dilakukan *decomposition* yaitu memecah persoalan yang utuh menjadi unsur-unsurnya. Jika ingin mendapatkan hasil yang akurat, maka pemecahan terhadap unsur-unsurnya dilakukan hingga tidak memungkinkan dilakukan pemecahan lebih lanjut. Pemecahan tersebut akan menghasilkan beberapa tingkatan dari suatu persoalan. Oleh karena itu, proses analisa ini dinamakan hierarki (*hierachy*)

### 2. Penilaian Komparasi,

Prinsip ini membuat penilaian tentang tingkat kepentingan relatif antara dua elemen pada suatu tingkat tertentu dalam kaitannya dengan tingkat di atasnya. Penilaian ini menjadi bagian terpenting dalam AHP, dan berpengaruh pada prioritas elemen. Biasanya disajikan dalam bentuk matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*).

Dalam penilaian kempentingan relatif dua elemen *aksioma reciprocal* artinya jika elemen  $i$  dinilai 3 kali lebih penting dibanding  $j$ , maka elemen  $j$  harus sama dengan  $1/3$  kali pentingnya dibandingkan elemen  $i$ . Di samping itu perbandingan dua elemen yang sama akan menghasilkan angka 1, yang artinya sama penting. Dua elemen yang berlainan dapat saja dinilai sama

penting. Tabel 3 memperlihatkan skala Saaty yang digunakan dalam metode AHP

Tabel 3. Skala dasar pada *Analytical Hierarchy Process* (Kadarsyah Suryadi dan Ali Ramdhani, 2008)

Tingkat Kepentingan	Definisi
1	Sama pentingnya dibanding yang lain
3	Moderat pentingnya dibandingkan yang lain
5	Kuat pentingnya dibanding yang lain
7	Sangat kuat pentingnya dibanding yang lain
9	Ektrim pentingnya dibanding yang lain
2,4,6,8	Nilai di antara dua penilaian yang berdekatan
Reciprocal	Jika elemen i memiliki salah satu angka di atas ketika dibandingkan elemen j, maka j memiliki nilai kebalikan ketika dibandingkan dengan elemen i.

Jika terdapat  $n$  elemen, maka akan diperoleh matriks berukuran  $n \times n$ . Banyaknya penilaian yang diperlukan dalam menyusun matriks ini adalah  $n(n-1)/2$  karena matriksnya reciprocal dan elemen-elemen diagonal sama dengan 1.

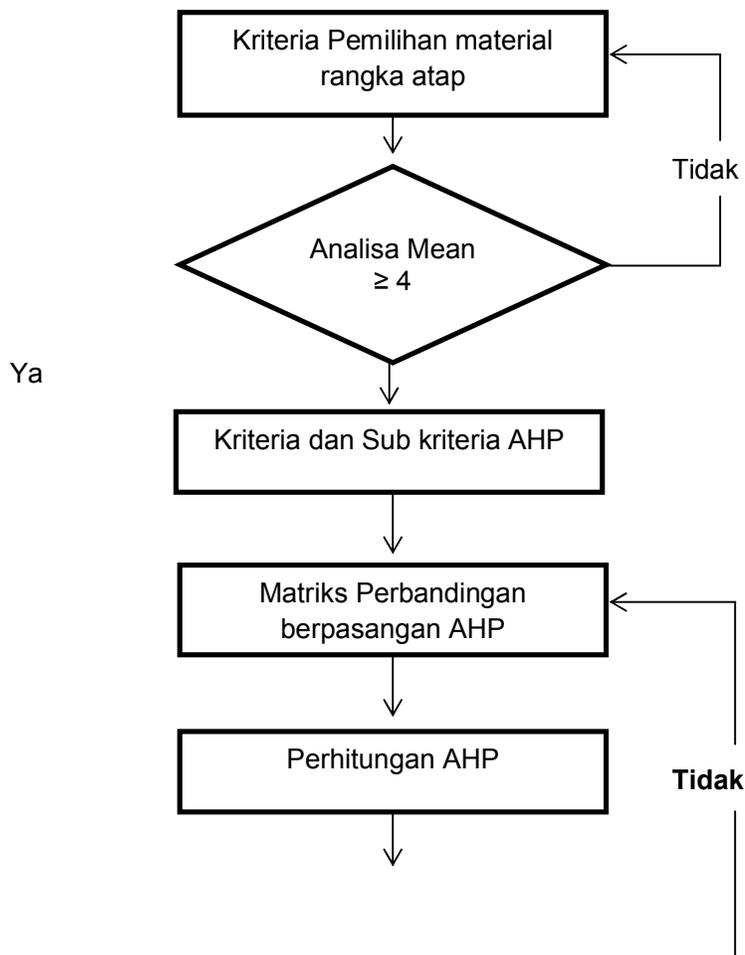
### 3. Penentuan Prioritas (*Synthesis of priority*)

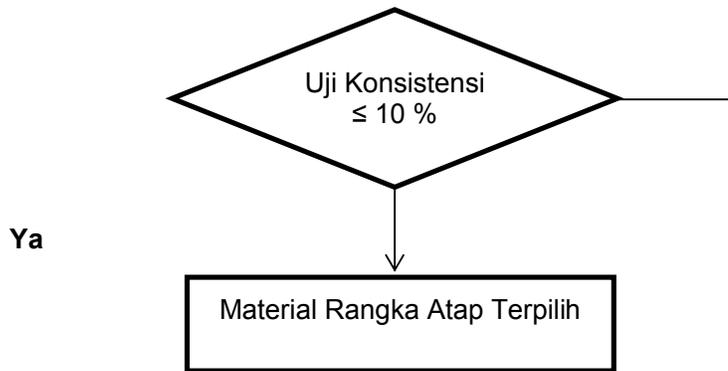
Dari setiap matriks *pairwise comparison* yang terdapat pada setiap tingkat, kemudian dicari *eigen vektor* untuk mendapatkan *local priority*. Yang kemudian dilakukan sintesa diantara *local priority* digunakan untuk mendapatkan *global priority*. Prosedur melakukan sintesa berbeda menurut bentuk hirarki. Pengurutan elemen-elemen menurut kepentingan relatif melalui prosedur sintesa dinamakan *priority setting*.

#### 4. Logical Consistency.

Konsistensi memiliki dua makna. Pertama adalah bahwa obyek-obyek yang serupa dapat dikelompokkan sesuai dengan keseragaman dan relevansi. Contohnya, anggur dan kelereng dapat dikelompokkan ke dalam himpunan yang seragam jika bulat merupakan kriterianya tetapi tidak dapat jika rasa sebagai kriterianya. Arti kedua adalah tingkat hubungan antara objek-objek yang didasarkan pada kriteria tertentu. Contohnya, jika manis merupakan kriteria dan madu dinilai 5 kali lebih penting dibanding gula, dan gula 2 kali lebih manis dibanding sirup maka seharusnya madu dinilai 10 kali lebih manis dibanding sirup. Jika hanya dinilai 4 kali manisnya dibanding sirup, maka penilaian tak konsisten dan proses harus diulang jika ingin memperoleh penilaian yang lebih tepat.

#### D. Kerangka Pikir





Gambar 4. Kerangka Pikir Penelitian

Gambar 4 diatas menunjukkan pada tahapan awal yang dilakukan adalah menentukankriteria yang akan dipilih pelaku konstruksi sebagai kriteria yang mempengaruhi pemilihan material rangka atap dengan cara penyebaran kuesioner 1 ke pelaku konstruksi, hasilnya diolah menggunakan analisa mean, dari hasil analisa mean kriteria yang memiliki nilai  $\geq 4$  akan menjadi kriteria utama dalam pemilihan material rangka atap dan dijadikan sebagai kriteria utama dalam metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) kemudian kriteria tersebut dibuat menjadi matriks berpasangan yang selanjutnya di lakukan penilaian terhadap matriks tersebut. Penilaian di lakukan dalam bentuk kuisisioner 2 dengan responden orang-orang yang dianggap paham dan memiliki pengalaman dalam bidang konstruksi, hasil penilaian dimasukkan ke dalam program AHP untuk dilakukan perhitungan, setelah diperoleh hasil selanjutnya dilakukan uji konsistensi terhadap jawaban responden apabila jawaban responden lebih kecil atau sama dengan 10 % (sesuai dengan toleransi inkonsistensi jawaban responden dengan metode AHP) maka perhitungan dilanjutkan untuk mencari peringkat alternatif, tetapi apabila nilai konsistensijawaban lebih besar dari 10 % maka harus di lakukan penilaian ulang terhadap matriks berpasangan (kuisisioner 2).