

# ANALISIS PEMILIHAN MATERIAL BETON DAN MATERIAL BAJA SEBAGAI ALTERNATIF MATERIAL PENGGANTI KAYU ULIN UNTUK KOLOM/TIANG

Retna Hapsari Kartadipura<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Pengajar Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik UNLAM Banjarmasin

## Ringkasan

*Kelangkaan kayu ulin saat ini dihadapi oleh industri konstruksi khususnya untuk pekerjaan yang menggunakan konstruksi kayu. Kendala yang dihadapi saat ini selain langka kayu ulin harganya pun kian hari mengalami kenaikan yang cukup tinggi akibat kelangkaannya.*

*Permasalahan ini membuat kita harus mencari alternatif material lain yang tentunya dapat berfungsi sesuai spesifikasi teknis yang diinginkan.*

*Metode penelitian yang digunakan untuk menganalisis faktor-faktor menggunakan Metode Zero-one. Pemilihan variabel dikemukakan untuk menentukan alternatif pemilihan material beton dan baja. Masing-masing faktor memiliki variabel yang spesifik berkaitan dengan material beton dan baja.*

*Penilaian faktor sebagai dasar pengukuran untuk menentukan alternatif penilaian menunjukkan bahwa untuk faktor pengadaan beton dan baja sama sama memiliki nilai 139.70, untuk faktor teknis bahan beton memiliki nilai 360.29 dan baja memiliki nilai 485.29. Sedangkan untuk faktor finansial/ekonomi beton memiliki nilai 175 dan baja memiliki nilai 125.*

**Kata Kunci :** kelangkaan kayu ulin, alternatif material pengganti

## 1. PENDAHULUAN

Dewasa ini untuk memperoleh jenis kayu yang umum digunakan untuk bangunan seperti, ulin, kamper, kruing, merbau, meranti, dan lain-lain sudah mulai sulit dan harganya sangat tinggi. Keberadaannya kayu ulin saat ini cukup kritis, terutama untuk memenuhi kebutuhan pembangunan perumahan konstruksi kayu khususnya untuk konstruksi rangka badan atau kolom. Bahan yang dapat dijadikan sebagai bahan alternatif adalah baja dan beton. Pertimbangan penggunaan beton dan baja sebagai pengganti kayu, adalah didasarkan pada pertimbangan kemudahan dalam proses pengerjaan konstruksi, segi ketahanan material secara fisik, segi biaya, dan pertimbangan lainnya. Untuk itu perlu kiranya memperhitungkan faktor faktor yang akan mempengaruhi pemilihan alternatif pengganti material kayu ulin tersebut.

Perumusan masalahnya adalah bagaimana penilaian pemilihan alternatif material beton dan material baja sebagai alternatif material pengganti kayu ulin ?

Penelitian ini bertujuan untuk menilai pemilihan beton dan baja sebagai alternatif material pengganti kayu ulin.

Penilaian dilakukan pada faktor pengadaannya, faktor teknis bahan dan faktor finansial/ekonominya

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan pada proyek pemerintah untuk bangunan gedung Sekolah Dasar Negeri (SDN) dan sarana kesehatan (SAR-KES). Objek penelitian adalah kelayakan alternatif pemakaian bahan konstruksi (selain kayu) pada proyek pembangunan tersebut ditinjau dari pertimbangan teknis, ekonomi serta lingkungan.

Populasi data dari penelitian ini adalah sebagian dari praktisi (kontraktor), tenaga ahli (konsultan), birokrat di bidang konstruksi (pimpinan proyek aktif dan mantan pimpinan proyek), serta para pakar di bidang bahan konstruksi. Sedangkan sumber data berasal dari data-data primer berupa dokumentasi dan data-data sekunder.

Data primer dan sekunder dianalisis secara deskriptif, dengan memaparkan fenomena, permasalahan dan kondisi yang ada, khususnya mengenai kelangkaan material kayu dalam proses pengerjaan konstruksi. Berdasarkan hal tersebut, kemudian dibuat suatu alternatif pemecahan masalah dengan menyampaikan material pengganti untuk pembahasan dalam permasalahan penelitian. Pada penyampaian alternatif tersebut, diuraikan secara luas mengenai efisiensi dan efektivitas material pengganti sehingga dapat dikatakan layak menggantikan kayu.

Ketentuan tentang faktor mana yang lebih penting dari faktor yang lain dianalisis dengan menggunakan Metode *Zero-one*. Prinsip dari metode ini adalah menentukan relativitas suatu "lebih penting" atau "kurang penting" terhadap faktor lainnya. Faktor yang "lebih penting" diberi nilai satu (*one*), sedangkan faktor yang "kurang penting" diberi nilai nol (*zero*). Faktor yang dinilai adalah 8 (delapan) faktor, berdasarkan 4 (empat) pilar manajemen konstruksi yakni kualitas, lingkup pekerjaan, biaya serta waktu pelaksanaan. Urutan faktor berdasarkan rata-rata ranking yang didapat berdasarkan tingkat kepentingan faktor terhadap lingkup pekerjaan dari seluruh pilar

Bobot yang didapatkan untuk masing-masing faktor tersebut kemudian akan dijadikan standar perhitungan untuk pembobotan variabel sehingga akan dapat menetapkan alternatif pemilihan material dengan mengalikan dengan skor pada masing-masing variabel yang melekat pada tiap-tiap material.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Kebutuhan Material

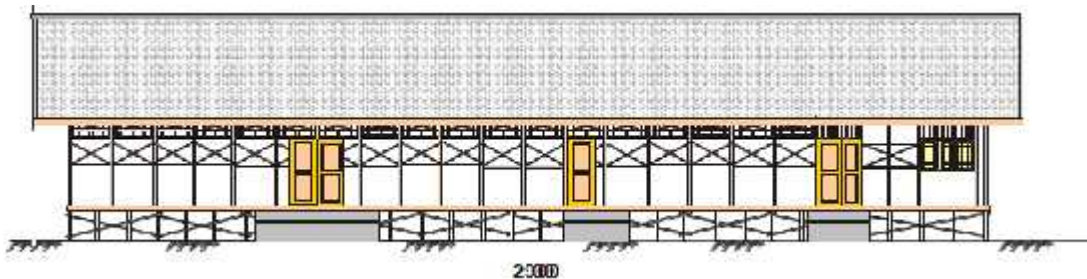
Penelitian ini dilakukan pada pembangunan proyek Sekolah Dasar Negeri (SDN) dengan karakteristik ruangan terdiri dari 3 ruang kegiatan belajar dan 1 ruang kantor. Struktur bangunan yang direncanakan adalah bangunan kayu untuk atap, badan, lantai dan pondasi. Untuk lebih jelasnya mengenai bentuk dan struktur bangunan SDN yang menjadi obyek dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

Bangunan Sekolah Dasar Negeri tersebut menggunakan kayu sebagai bahan strukturnya, imana penggunaan bahan kayu ulin yang terbanyak adalah pada sruktur rangka badan yang terdiri dari tiang sudut (*corner colom*), tiang sisi (*edge colom*) dan tiang tengah (*internal colom*). Setiap bangunan SDN tersebut memerlukan kayu jenis ulin dengan ukuran 5x10 cm panjang 4 meter adalah berkisar antara 90 sampai dengan 100 batang. Struktur rangka badan yang merupakan penempatan material kayu pada bangunan tersebut seperti pada Gambar 2.

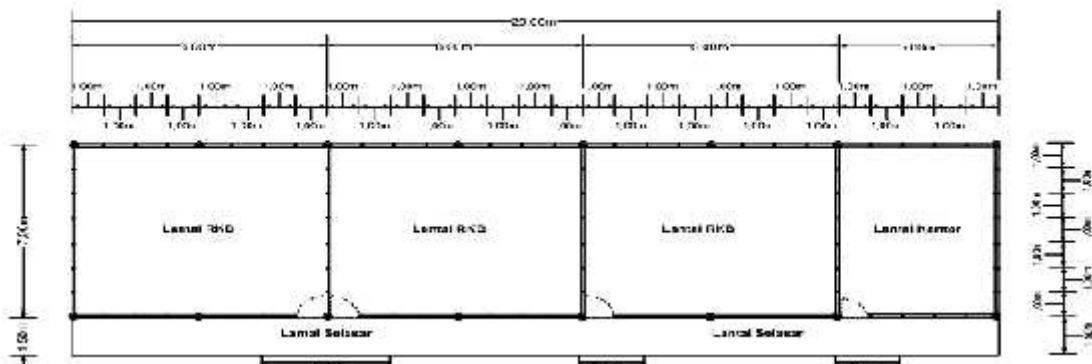
Penggunaan kayu kolom adalah untuk pemakaian tiang utama dengan ukuran 10 x 10 cm, tiang antara dengan ukura 5 x 10 cm dan tiang tengah dengan ukuran 5 x 10 cm. Panjang dari masing-masing tiang adalah 3,5 meter.

Perhitungan beban bangunan dibutuhkan untuk membuat suatu estimasi terhadap pemasangan kolom berdasarkan pertimbangan atas jenis material yang akan digunakan untuk kolom tersebut. Perhitungan beban bangunan ini dibagi dalam dua bagian, yaitu beban hidup dan beban mati. Dasar perhitungan beban adalah struktur bangunan SDN dan standar beban berdasarkan PMI 1983. Adapun standar perhitungan dasar dari struktur bangunan adalah:

1. Karakteristik Bangunan
  - a. Luas lantai bangunan SDN yang terdiri dari ruang dan teras adalah 246,50 m<sup>2</sup>.
  - b. Luas atap bangunan untuk ruang kelas dan teras adalah 384,40 m<sup>2</sup>.
  - c. Luas plafon yang terbuat dari playwood 2,7 mm dan rangka balok 5/7 terbuat dari kayu lanan adalah 296 m<sup>2</sup>.



Gambar1. Bangunan Sekolah Dasar Negeri (SDN)



Gambar 2. Struktur Rangka Badan Bangunan Sekolah Dasar Negeri (SDN)

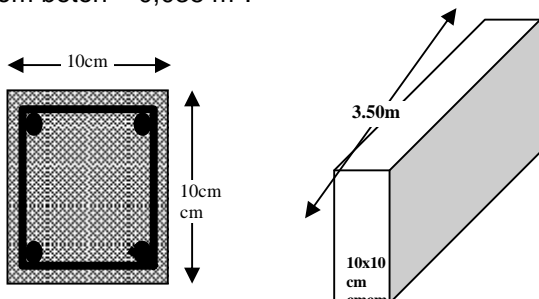
- d. Bangunan tertutup dengan koefisien angin (berdasarkan PPI 1983) adalah  $0,4/m^2$ .
2. Beban Mati (Berdasarkan PPI 1983)
- Berat beban atap dari metal dengan rangka reng, kasau, kuda-kuda dan gording adalah  $25 kg/m^2$ .
  - Berat beban plafon terbuat dari plywood dengan tebal 2,7 mm dengan rangka balok 5/7 dari kayu lanan adalah  $7 kg/m^2$ .
3. Beban Hidup (Berdasarkan PPI 1983)
- Berat air hujan dengan kemiringan atap  $> 20 kg/m^2$  diperhitungkan dengan rumus  $((40 - 0,8) \times \vartheta) = ((40 - 1) \times 30) = 16 kg/m^2$ .
  - Berat angin minimum adalah sebesar  $25 kg/m^2$ .

Berdasarkan standar beban struktur bangunan, maka dapat diperhitungkan berat beban bangunan Sekolah Dasar Negeri, dengan perhitungan sebagai berikut:

- Beban mati
  - Berat atap dari metal dengan rangka reng, kasau, kuda-kuda dan gording adalah : Berat beban atap/ $m^2$  x keseluruhan luas atap =  $25 kg/m^2 \times 384,40 m^2 = 9.610,00 kg$
  - Berat plafon terbuat dari plywood dengan tebal 2,7 mm dengan rangka balok 5/7 dari kayu lanan adalah : Berat beban plafon/ $m^2$  x keseluruhan luas plafon =  $7 kg/m^2 \times 296 m^2 = 2.072,00 kg$
- Beban hidup
  - Berat air hujan : Berat beban air hujan/ $m^2$  x keseluruhan luas atap =  $16/m^2 \times 384 m^2 = 6.150,40 kg$
  - Berat angin minimum : Berat beban angin minimum/ $m^2$  x  $\frac{1}{2}$  luas atap x koefisien angin =  $25/m^2 \times 192 m^2 \times 0,4/m^2 = 1.922,00 kg$

Sehingga total keseluruhan berat bangunan berdasarkan beban hidup dan beban mati adalah  $19.754,40 Kg$ .

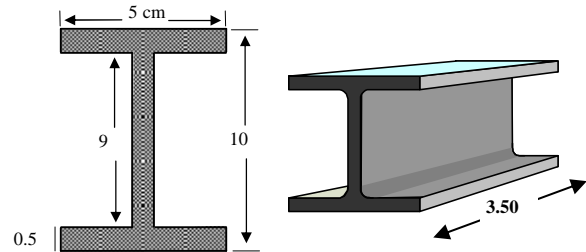
Dimensi kolom beton bertulang yang direncanakan seperti terlihat pada Gambar 3. Luas penampangnya adalah  $100 cm^2$  atau  $0,01 m^2$ . Dengan tinggi kolom  $3,50 m$  maka volume kolom beton =  $0,035 m^3$ .



Gambar 3. Dimensi kolom beton

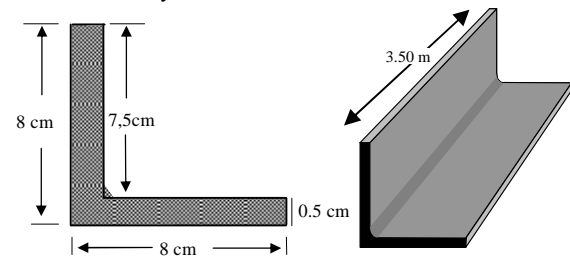
Dimensi kolom Baja yang direncanakan adalah menggunakan :

- Profil baja type S dengan ukuran penampang seperti pada Gambar 4. Luas penampang  $9,50 cm^2$  dengan tinggi  $3,5 m$  maka volumenya adalah :  $0,3325 m^3$ .



Gambar 4. Dimensi kolom baja (Profil S)

- Profil baja type siku dengan ukuran penampang seperti pada Gambar 5. Luas penampang  $7,75 cm^2$  dengan tinggi  $3,5 m$  maka volumenya adalah :  $0,2712 m^3$



Gambar 5. Dimensi kolom baja (Profil Siku)

### Pembobotan Faktor Pengadaan dan Faktor Teknis Bahan

Kuisisioner penelitian yang sudah diklasifikasikan berdasarkan faktor dan variabel dari pemilihan material menunjukkan hasil yang beragam, sehingga dari perbandingan setiap faktor yang akan diukur dapat dilihat pada uraian berikut.

- Faktor Pengadaan Material dan Faktor Teknologi
  - Pengadaan Material lebih penting = 17 orang
  - Faktor Teknologi lebih penting = 6 orang

Kedua faktor sama penting = 2 orang  
Total = 25 orang
- Faktor Pengadaan Material dan Faktor Kekuatan/daya tahan material
  - Pengadaan Material lebih penting = 7 orang
  - Faktor Kekuatan/daya tahan material lebih penting = 14 orang

Kedua faktor sama penting = 4 orang  
Total = 25 orang
- Faktor Pengadaan Material dan Faktor Waktu
  - Pengadaan Material lebih penting = 8 orang

- b. Faktor waktu lebih penting = 4 orang  
Kedua faktor sama penting = 3 orang  
Total = 25 orang
- 4. Faktor Pengadaan Material dan Faktor Dampak Lingkungan
  - a. Pengadaan Material lebih penting = 15 orang
  - b. Faktor Dampak Lingkungan lebih penting = 5 orang  
Kedua faktor sama penting = 5 orang  
Total = 25 orang
- 5. Faktor Teknologi dan Faktor Kekuatan/Daya Tahan Material
  - a. Faktor Teknologi lebih penting = 9 orang
  - b. Faktor Kekuatan/Daya Tahan Material lebih penting = 8 orang  
Kedua faktor sama penting = 8 orang  
Total = 25 orang
- 6. Faktor Teknologi dan Faktor Waktu
  - a. Faktor Teknologi lebih penting = 8 orang
  - b. Faktor Waktu lebih penting = 11 orang  
Kedua faktor sama penting = 6 orang  
Total = 25 orang
- 7. Faktor Teknologi dan Faktor Dampak Lingkungan
  - a. Faktor Teknologi lebih penting = 11 orang
  - b. Faktor Dampak Lingkungan lebih penting = 5 orang  
Kedua faktor sama penting berjumlah = 9 orang  
Total = 25 orang
- 8. Faktor Kekuatan/Daya Tahan dan Faktor Waktu
  - a. Faktor Kekuatan/Daya Tahan lebih penting = 16 orang
  - b. Faktor Waktu lebih penting berjumlah = 6 orang  
Kedua faktor sama penting = 3 orang  
Total = 25 orang
- 9. Faktor Kekuatan/Daya Tahan dan Faktor Dampak Lingkungan
  - a. Faktor Kekuatan/Daya Tahan lebih penting = 21 orang
  - b. Faktor Dampak Lingkungan lebih penting = 2 orang  
Kedua faktor sama penting = 2 orang  
Total = 25 orang
- 10. Faktor Waktu dan Faktor Dampak Lingkungan
  - a. Faktor Waktu lebih penting = 21 orang
  - b. Faktor Dampak Lingkungan lebih penting = - orang  
Kedua faktor sama penting = 4 orang  
Total = 25 orang

Hasil kalkulasi jawaban kuisioner dari para responden, maka disusun pembobotan faktor sebagaimana yang terlihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Pembobotan Faktor

FAKTOR	A	B	C	D	E	JUMLAH	BOBOT %
A		17	7	18	15	57	27.94
B	6		9	8	11	34	16.67
C	14	8		16	21	59	28.92
D	4	11	6		21	42	20.59
E	5	5	2	0		12	5.88
TOTAL						204	100

Sumber : Hasil Analisis Data

1. C : Faktor Kekuatan/Daya Tahan
2. A : Faktor Pengadaan
3. D : Faktor Waktu
4. B : Faktor Teknologi
5. E. Faktor Dampak Lingkungan

**Faktor Biaya dan Faktor Risiko**

Penilaian terhadap faktor biaya dan faktor risiko dilakukan dengan menghitung bobot variabel dari hasil pembobotan faktor, sehingga proses perhitungan bobot variabel adalah sebagai berikut.

1. Faktor Biaya lebih penting = 15 orang, berarti bobot Faktor Biaya adalah sebesar  $15/16 \times 100\% = 93,75\%$
2. Faktor Risiko lebih penting = 1 orang, berarti bobot Faktor Risiko adalah sebesar  $1/16 \times 100\% = 6,25\%$

Bobot masing-masing variabel didapat dari nilai (rangking) yang diberikan responden dengan skor tertinggi diberikan urutan 1 sebesar banyaknya urutan prioritas. Pembobotan variabel pada faktor biaya dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perhitungan Bobot Variabel untuk Faktor Biaya (78%)

Indikator Variabel	Prioritas urutan 1	Prioritas urutan 2	Prioritas urutan 3	Total	Bobot (%)
Pelaksanaan	$14 \times 3 = 42$	$10 \times 2 = 20$	$1 \times 1 = 1$	63	$63/150 \times 78\% = 32,76$
Pengadaan	$11 \times 3 = 33$	$10 \times 2 = 20$	$4 \times 1 = 4$	57	$57/150 \times 78\% = 29,64$
Perawatan	$0 \times 3 = 0$	$5 \times 2 = 10$	$20 \times 1 = 20$	30	$30/150 \times 78\% = 15,60$
Jumlah				150	

Sumber: Hasil Analisis Data

Bobot masing-masing variabel didapat dari nilai (rangking) yang diberikan responden dengan skor tertinggi diberikan urutan 1 sebesar banyaknya urutan prioritas. Pembobotan variabel pada faktor risiko dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Perhitungan Bobot Variabel untuk Faktor Risiko (22%)

Indikator Variabel	Prioritas urutan 1	Prioritas urutan 2	Prioritas urutan 3	Total	Bobot (%)
Pencapaian Kualitas	15x3=45	9x2=18	1x1=1	64	64/150 x 22 = 9,39
Kesalahan Pemasangan	1x3=3	6x2=12	18x1=18	33	33/150 x 22 = 4,84
Keselamatan Kerja	9x3=27	10x2=20	6x1=6	53	53/150 x 22 = 7,77
Jumlah				150	

Sumber: Hasil Analisis Data

Uji validasi dengan nilai r tabel sebesar 0,396 dilihat pada Tabel 4 berikut:

Tabel 4. Validitas Instrumen

No	Faktor	Material Beton		Material Baja	
		Nilai r hitung	Keterangan	Nilai r hitung	Keterangan
1.	BIAYA				
	Pengadaan	0,486	Valid	0,495	Valid
	Pelaksanaan	0,405	Valid	0,442	Valid
2.	Perawatan	0,411	Valid	0,525	Valid
	RISIKO				
	Pencapaian Kualitas	0,486	Valid	0,439	Valid
	Kesalahan Pemasangan	0,461	Valid	0,394	Tidak Valid
	Keselamatan Kerja	0,454	Valid	0,568	Valid

Sumber: Hasil Analisis Data

Pengukuran terhadap reliabilitas dengan koefisien *Alpha Cronbach* ( $\alpha$ ) minimal 0,6 dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut:

Tabel 5. Reliabilitas Faktor

No	Faktor	Material Beton		Material Baja	
		Nilai Alpha	Keterangan	Nilai Alpha	Keterangan
1.	Biaya	0,925	Reliabel	0,825	Reliabel
2.	Risiko	0,920	Reliabel	0,830	Reliabel

Pengukuran parameter pada masing-masing variabel diukur berdasarkan jawaban responden untuk masing-masing variable pertanyaan dengan mengklasifikasikan jawaban berdasarkan Sumber: Hasil Analisis Data

#### 4. PEMBAHASAN

Analisis penilaian alternatif material beton dan material baja adalah dengan melakukan peninjauan terhadap literatur dan praktek lapangan terhadap penggunaan kedua material tersebut, untuk mendapatkan skor keunggulan (lebih murah, lebih kuat, lebih cepat dan lebih mudah), dimana nilai skor yang dimaksud terdiri dari skor 2-2 untuk penilaian bahwa kedua material yang sama-sama memiliki keunggulan, skor 2-1 untuk penilaian bahwa beton yang lebih unggul dibandingkan baja, skor 1-2 untuk penilaian bahwa baja yang lebih unggul dari beton dan skor 1-1 untuk penilaian bahwa kedua material sama-sama tidak memiliki keunggulan.

Hasil penilaian skor pada faktor pengadaan dan teknis bahan dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan hasil penilaian material, menunjukkan bahwa material beton memiliki total nilai sebesar 499,99 dan material baja memiliki total nilai sebesar 624,99. Dengan rincian nilai faktor pengadaan untuk beton dan baja sama-sama 139.70, faktor teknis untuk beton 360.29 dan baja 485.29.

#### Faktor Finansial / Ekonomi

Hasil penetapan skor akan menghasilkan total skor yang dikalikan dengan bobot yang telah dihitung, yang hasil dasarnya dari masing-masing variabel tersebut, sebagaimana yang terlihat pada Tabel 7.

Berdasarkan hasil penilaian faktor finansial/ekonomi pada alternatif material beton dan baja, menunjukkan total hasil perkalian antara skor dan bobot dari tiap-tiap variabel material beton memiliki nilai sebesar 175, sedangkan material baja memiliki nilai sebesar 125.

#### 5. PENUTUP

#### Kesimpulan

Kesimpulan yang dikemukakan dari penelitian mengenai pemilihan material beton dan baja sebagai alternatif pengganti material kayu untuk Tiang/kolom sebagai berikut:

1. Penilaian pemilihan beton dan baja sebagai alternatif pengganti berdasarkan faktor pengadaan dan teknis bahan. Berdasarkan hasil penilaian material, menunjukkan bahwa material beton memiliki nilai sebesar 499,99 dan material baja memiliki nilai sebesar 624,99. atau bila dilihat faktor pengadaannya beton dan baja mempunyai nilai sama tetapi baja unggul pada faktor Teknis bahan.
2. Berdasarkan hasil penilaian faktor finansial/ekonomi pada alternatif material beton dan baja, menunjukkan total hasil beton

Tabel 6. Penilaian Faktor Pengadaan dan Teknis Bahan pada Alternatif Material Beton dan Baja

No.	Faktor	Variabel	Beton			Baja		
			Skor	Bobot	SxB	Skor	Bobot	SxB
1.	PENGADAAN	Ketersediaan Stock	2	27.94	55.88	1	27.94	27.94
		Transportasi	2	27.94	55.88	2	27.94	55.88
		Sistem Pengadaan	1	27.94	27.94	2	27.94	55.88
		<b>Total Pengadaan</b>	<b>139.70</b>			<b>139.70</b>		
2.	TEKNIS BAHAN	<b>Teknologi</b>						
		Teknis Pengolahan	1	16.67	16.67	2	16.67	33.34
		Pelaksanaan Konstruksi	1	16.67	16.67	2	16.67	33.34
		Keterlibatan Sumber Daya dan Fasilitas	2	16.67	33.34	1	16.67	16.67
		<b>Kekuatan Bahan</b>						
		G. Lentur	2	28.92	57.84	1	28.92	28.92
		G. Tekan	1	28.92	28.92	2	28.92	57.84
		G. Tarik	1	28.92	28.92	2	28.92	57.84
		Perubahan Cuaca	1	28.92	28.92	2	28.92	57.84
		Tahan Api	2	28.92	57.84	1	28.92	28.92
		<b>Waktu</b>						
		Pelaksanaan	1	20.59	20.59	2	20.59	41.18
		Pengadaan	1	20.59	20.59	2	20.59	41.18
		Pemeliharaan	1	20.59	20.59	2	20.59	41.18
		<b>Dampak Lingkungan</b>						
		Polusi	1	5.88	5.88	2	5.88	11.76
		Kebisingan	2	5.88	11.76	2	5.88	11.76
		Sisa Pengolahan	1	5.88	5.88	2	5.88	11.76
		Angkutan Material	1	5.88	5.88	2	5.88	11.76
		<b>Total teknis bahan</b>	<b>360.29</b>			<b>485.29</b>		
<b>TOTAL</b>			<b>499.99</b>			<b>624.99</b>		

Sumber: Hasil Analisis Data

Tabel 7. Penilaian Faktor Finansial/Ekonomi pada Alternatif Material Beton dan Baja

Faktor	Variabel	Beton			Baja		
		Skor	Bobot	SxB	Skor	Bobot	SxB
FINANSIAL/ EKONOMI	<b>Biaya</b>						
	Pelaksanaan	2	39.38	78.75	1	39.38	39.38
	Pengadaan	2	35.63	71.25	1	35.63	35.63
	Perawatan	1	18.75	18.75	2	18.75	37.50
	<b>Risiko</b>						
	Pencapaian Kualitas	1	2.67	2.67	2	2.67	5.33
	Kesalahan Pemasangan	1	1.38	1.38	2	1.38	2.75
Keselamatan Kerja	1	2.21	2.21	2	2.21	4.42	
<b>TOTAL</b>		<b>175</b>			<b>125</b>		

Sumber: Hasil Analisis Data

memiliki nilai sebesar 175, sedangkan baja memiliki nilai sebesar 125. Atau dengan kata lain beton memiliki kelebihan dari variabel biaya pelaksanaan dan biaya pengadaan, sedangkan kelemahannya adalah pada biaya perawatan, risiko pencapaian kualitas, kesalahan pemasangan dan keselamatan kerja. Sedangkan material baja memiliki kelebihan pada variabel pengadaan biaya perawatan, risiko pencapaian kualitas, kesalahan pemasangan dan kese-

lamatan kerja. Sedangkan kelemahannya adalah pada variabel biaya pelaksanaan dan biaya pengadaan

**Saran Penelitian**

1. Perlu adanya peninjauan terhadap ketersediaan material, terhadap harga material serta kemudahan dalam melakukan distribusi material sehingga dapat meningkatkan efisiensi terhadap pengadaan material tersebut.

2. Diharapkan pemasangan material sebagai pengganti kayu dapat menggunakan teknis yang lebih tepat agar material memiliki keterjaminan dari ketahanan material seperti gaya tekan dan ketahanan terhadap api. Sedangkan dalam pengolahan dan pemasangan material, perlu pengukuran struktur bangunan dengan ukuran material yang akurat sehingga meningkatkan efisiensi dalam pemasangan karena tidak memerlukan pemotongan dan penyambungan.
3. Perlu dilaksanakannya penelitian lanjutan dan dapat dikembangkan dengan sampel yang lebih besar dan faktor alternatif lainnya.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

1. Barrie, D.S., dan Paulson, B.C. 1995. *Manajemen Konstruksi Profesional*. Universitas Erlangga. Jakarta.
2. Ching, Francis D.K. dan Adam, Cassandra. 2008. *Ilustrasi Konstruksi Bangunan*. Jakarta: Erlangga.
3. Daryanto, 2009. *Teknik Bangunan*. Jakarta: Rineka Cipta.
4. Direktorat Jenderal Cipta Karya, 1979. *Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 N.I.-2*. Cetakan ke-7. Direktorat Penyelidikan Masalah Bangunan Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik.
5. Frick, Heinz dan Moediartianto. 2004. *Ilmu Konstruksi Bangunan Kayu Pengantar Konstruksi Kayu*. Yogyakarta: Kanisius.
6. Ibrahim, Bachtiar. 2001. *Rencana dan estimate Real of Cost*. Jakarta: Bumi Aksara
7. Indira. 2005. *Mengenal Kontrak Konstruksi di Indonesia*. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
8. Lisman, Sumardjani. 2007. *Analisa Konsumsi Kayu Nasional*. Tesis Magister Universitas Kristen Petra. Surabaya.
9. Mukomoko, J.A. 1993. *Dasar Penyusunan Anggaran Biaya Bangunan*. Jakarta: Gaya Media Pratama.
10. Nugraha, Paul dan Natan, I. 1985. *Manajemen Proyek Konstruksi 2*. Kartika Yudha. Surabaya
11. Nugraha, Paul dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton, dari material, Pembuatan, ke Beton Kinerja Tinggi*. Yogyakarta: Andi.
12. Setiawan, Agus. 2008. *Perencanaan Struktur Baja dengan Metode LRFD, Berdasarkan SNI 03-1729-2002*. Jakarta: Erlangga.
13. Sumaryani, Lisman. 1996. *Analisa Konsumsi Kayu Nasional*. Jurnal Konstruksi. Diakses pada tanggal 26 Nopember 2009.