

## TINJAUAN TEKNIK PELAKSANAAN ALTERNATIF DAN MATERIAL RAMAH LINGKUNGAN TERHADAP BIAYA DAN WAKTU KONSTRUKSI

Lila Khamelda  
Sri Murni Dewi  
Alwafi Pujiraharjo

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan antara biaya dan waktu dari konstruksi konvensional dengan alternatif, mengetahui sikap praktisi terhadap material ramah lingkungan dan teknik pelaksanaan alternatif pada perumahan, serta mengetahui adanya kesediaan penerapan dari material dan teknik pelaksanaan konstruksi alternatif berdasarkan biaya, waktu, dan penilaian ramah lingkungan. Metode yang digunakan terdiri atas dua bagian yaitu metode estimasi dan metode statistik. Hasil akhir yang didapatkan dari penelitian ini adalah mayoritas struktur alternatif yang diajukan memenuhi: kriteria rendah biaya, kriteria efisiensi waktu, konstruksi alternatif diakui sebagai produk ramah lingkungan dan adanya kesediaan untuk menerapkan konstruksi alternatif dalam perumahan khususnya tipe rumah 1 lantai.

**Kata-kata Kunci:** *hydraulic, AAC, galvalum*

**Abstract:** *Study of Alternative Implementation Technique and Ecofriendly-based Material on Construction Cost and Time. The purpose of this research is to compare cost and time of the conventional construction with the alternatives, to know the practitioner response on ecofriendly-based material and the alternative implementation technique on housing, and to know the willingness to apply material and implementation technique of construction alternatives based on cost, time, and ecofriendly assessment. Methods used in this research comprised of two sections: estimation method and statistical method. The results of this research were: most of the alternatives structure that had been submitted had fulfilled the ecofriendly criteria, which were low cost criteria, time efficiency criteria, the alternative construction had been approved as an ecofriendly product and the willingness to apply alternative construction in housing particularly for one-story houses.*

**Keywords:** *hydraulic, AAC, galvalum*

Topik pembangunan berkelanjutan yang telah diperkenalkan sejak tahun 80-an telah menjadi topik yang semakin hangat didiskusikan di semua negara. Sebagai negara berkembang, Indonesia ti-

dak luput dari kegiatan pembangunan konstruksi bangunan. Konstruksi bangunan dalam tahap pelaksanaannya dapat memberikan kontribusi pencemaran pada lingkungan baik pada teknik pelaksanaan

---

Lila Khamelda adalah Mahasiswa Pascasarjana Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Email: lkhameda@gmail.com. Sri Murni Dewi adalah Kepala Laboratorium Beton Teknik Sipil Universitas Brawijaya. Alwafi Pujiraharjo adalah Ketua Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Brawijaya. Alamat Kampus: Jl. MT. Haryono no. 167 Malang.

konstruksi, material yang digunakan, lahan yang ditempati, dan pada desain konstruk tersebut. Badan Penelitian Pengembangan Pekerjaan Umum (Balitbang PU) dalam *website*-nya mengemukakan bahwa konstruksi bangunan dapat memberikan dampak terhadap kerusakan lingkungan. Di Indonesia, diperkirakan telah terjadi penggundulan hutan sebesar 4.752 ha/hari di mana 547 ha adalah untuk memenuhi kebutuhan kayu pada perumahan. Hal ini juga terjadi pada bidang perumahan di Kota Malang.

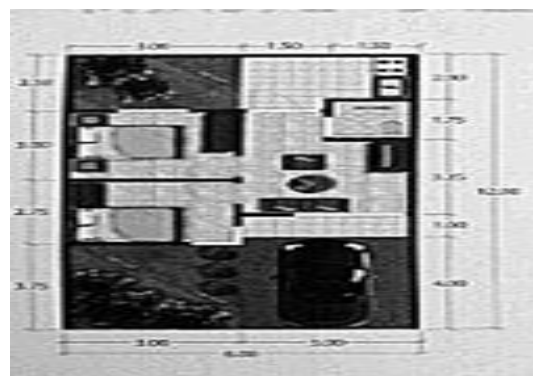
Pada penelitian ini, dikemukakan konsep ramah lingkungan sebagai salah satu pendukung pembangunan berkelanjutan yang dapat diterapkan dalam bidang perumahan tipe 38. Konsep tersebut ditekankan pada penggunaan material dan teknik pelaksanaan konstruksi. Penggunaan material yang tepat akan berperan besar dalam menghasilkan bangunan berkualitas yang ramah lingkungan dengan harga terjangkau. Penelitian atas konsep ini dilakukan dengan menganalisis pengaruh penerapan material dan teknik konstruksi alternatif berdasarkan biaya, waktu dan penilaian mutu.

Konsep ramah lingkungan telah lama diperkenalkan dalam setiap aspek kehidupan. Pembangunan perumahan yang marak di Kota Malang memberikan dampak yang signifikan pada lingkungan. Para pengembang sepatutnya peduli dengan upaya pelestarian alam. Kepedulian tersebut sudah mulai direalisasikan utamanya pada perumahan kelas menengah ke atas. Kesadaran yang belum menyeluruh konsep ramah lingkungan pada perumahan ditengarai sebagai keengganan pengembang yang disebabkan oleh persepsi konsep ramah lingkungan yang identik dengan biaya mahal, dan kurangnya informasi mengenai konsep ramah lingkungan.

Disamping itu juga karena target yang dikejar oleh pengembang menye-

babkan pengembang tidak berani mengambil resiko dengan penerapan material dan teknik alternatif. Penelitian difokuskan pada rumah tipe 38 dikarenakan tipe 38 merupakan tipe yang paling banyak. Rumah tipe 38 merupakan variasi dari rumah tipe 36. Fasilitas 2 ruang tidur, 1 ruang tamu yang disatukan dengan ruang keluarga, 1 dapur dan 1 km/wc, menjadikan tipe rumah tersebut menjadi pilihan yang cukup dan terjangkau bagi keluarga kecil skala ekonomi menengah. Selain itu masih terdapat tanah kosong yang dapat digunakan untuk perluasan lahan bangunan (Gambar 1 dan 2).

Secara garis besar, konsep ramah lingkungan adalah konsep yang mengutamakan penghematan penggunaan sumber daya lingkungan. Penghematan tersebut meliputi material, energi, ruang, dan proses produksi. Penghematan tersebut bertujuan untuk mengurangi potensi pence-



Gambar 1. Contoh Denah Rumah Tipe 38



Gambar 2. Tampak Depan Rumah Tipe 38

maran dan bencana. Kesadaran akan ramah lingkungan mulai merubah persepsi masyarakat untuk tidak hanya menilai kebutuhan dari segi ekonomi semata. Masyarakat juga memikirkan segi ekologi yaitu dampak yang dihasilkan oleh penyediaan kebutuhan tersebut. Berdasarkan pendapat ekologis dan penelitian yang berhubungan dengan konsep ramah lingkungan, maka rumusan kriteria material ramah lingkungan dalam penelitian ini yaitu lokal, rendah polusi, alami, terurai, terbarukan, pemakaian kembali, daur ulang, awet, rendah biaya, dan limbah.

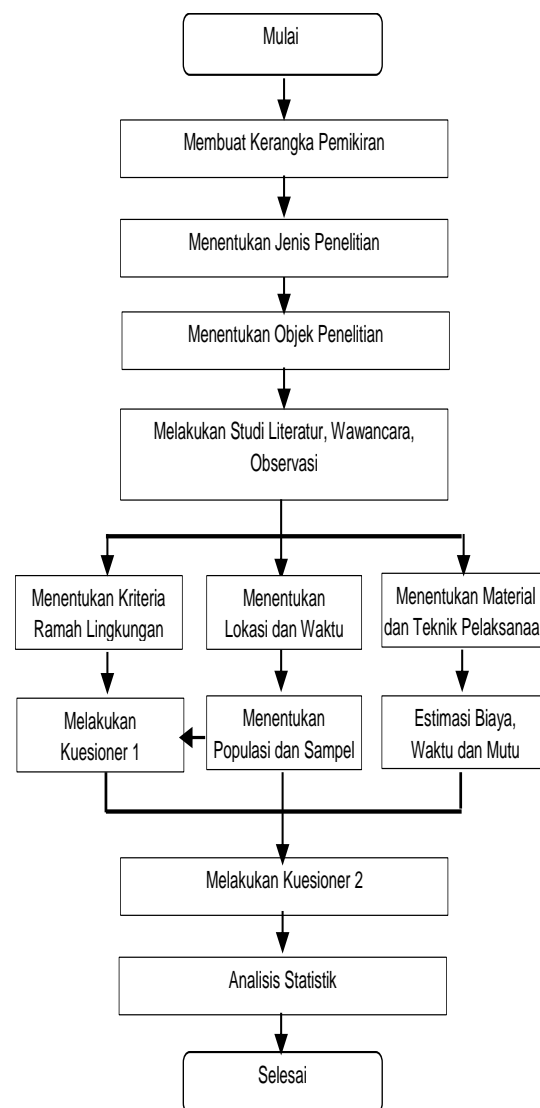
Adapun kriteria teknik pelaksanaan konstruksi ramah lingkungan dalam penelitian ini dirumuskan sebagai pengurangan material, pengurangan waktu, pengurangan biaya, dan pengurangan polusi. Penetapan kriteria ramah lingkungan yang dimiliki oleh tiap material ditentukan oleh narasumber yang dinilai ahli dalam bidang konstruksi dan lingkungan, sedangkan penetapan kriteria ramah lingkungan yang dimiliki oleh tiap teknik pelaksanaan ditentukan berdasarkan estimasi biaya, waktu, dan penilaian ramah lingkungan dari narasumber.

Kepedulian terhadap aktivitas yang berdampak di masa depan telah mempengaruhi sudut pandang dan cara berpikir diberbagai bidang, tidak terkecuali dalam bidang konstruksi. Kebijakan dan kesadaran diperlukan untuk tidak menambah tingkat pencemaran yang telah terjadi seiring dengan tindakan untuk tetap menjaga kelestarian alam demi kelangsungan generasi penerus di masa yang akan datang.

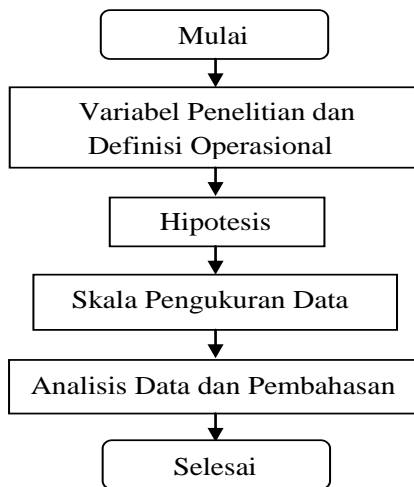
**METODE**

Metode penelitian ini dilakukan dengan tahapan yang digambarkan pada Gambar 3. Metode yang digunakan terdiri atas dua bagian yaitu metode estimasi biaya dan waktu, dan metode statistik untuk penilaian ramah lingkungan, peneri-

maan/tanggapan praktisi terhadap material dan teknik pelaksanaan konstruksi alternatif pada perumahan serta kesediaan dari praktisi untuk menerapkan material dan teknik pelaksanaan konstruksi alternatif pada perumahan berdasarkan biaya, waktu, dan penilaian ramah lingkungan. Adapun pengujian terhadap data kuesioner dilakukan dengan analisis statistik. Pertimbangan penggunaan analisis statistik dalam penelitian ini adalah agar respon dari kuesioner dapat dipertanggungjawabkan kelayakannya, kevalidan, dan keabsahannya berdasarkan uji-uji statistik. Tahapan analisis statistik dilakukan dengan tahapan pada Gambar 4.



**Gambar 3. Bagan Metode Penelitian**



**Gambar 4. Bagan Analisis Statistik**

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif. Walaupun data yang diperoleh adalah kualitatif tetapi untuk analisis statistik maka data tersebut diubah menjadi kuantitatif. Pengubah tersebut adalah dengan menggunakan skala likert untuk memberi kode pada tingkatan pernyataan, yaitu 1–5 untuk jawaban Sangat Setuju (SS)–Sangat Tidak Setuju (STS).

Objek dalam penelitian ini adalah struktur utama rumah yaitu pondasi, balok, kolom, dinding (yang berfungsi sebagai penahan beban dan partisi) berikut rangka dan penutup atap. Berdasarkan hasil studi literatur, dalam penelitian ini diajukan alternatif-alternatif yang dise-

suakan dengan kondisi alam dan ketersediaan bahan di Kota Malang.

Setelah menentukan objek penelitian, maka ditentukan alternatif material ramah lingkungan dan teknik pelaksanaan konstruksi yang dapat digunakan pada perumahan. Analisis teknik pelaksanaan konstruksi bukanlah teknik pelaksanaannya yang akan dianalisis tetapi produktivitas dari teknik pelaksanaan konstruksi yaitu berupa hasil dari penerapan sumber daya yang digunakan. Kriteria ramah lingkungan didapatkan dari studi literatur, kemudian disusun kuesioner untuk memberikan penilaian ramah lingkungan terhadap material dan teknik pelaksanaan konstruksi.

Pengumpulan data sekunder dan primer didapatkan dari studi literatur dengan sumber berupa buku referensi, jurnal, dan internet. Selain itu juga didapatkan data dengan melakukan kuesioner dan wawancara terhadap pihak–pihak yang terkait dengan teknik sipil pada khususnya perumahan. Serta data didapatkan pula dari hasil observasi langsung pada perumahan dan distributor material di Kota Malang.

Untuk menjawab rumusan masalah penelitian dan sebagai bahan kuesioner maka dilakukan estimasi terhadap biaya dan waktu serta diadakan penilaian ramah lingkungan terhadap material dan

**Tabel 1. Metode Analisis Data Statistik untuk Tujuan Penelitian ke-2 dan ke-3**

No.	Tujuan	Variabel	Analisis Data
1.	Mengetahui sikap praktisi terhadap material ramah lingkungan dan teknik pelaksanaan alternatif pada perumahan	Pendapat/tanggapan praktisi terhadap material ramah lingkungan dan teknik pelaksanaan alternatif pada perumahan	Analisis deskriptif: - menggunakan varians untuk mengetahui homogenitas respons
2.	Mengetahui sikap responden terhadap adanya kesediaan penerapan dari material dan teknik pelaksanaan konstruksi alternatif berdasarkan biaya, waktu dan mutu yang ramah lingkungan	Kesediaan penerapan dari material dan teknik pelaksanaan konstruksi alternatif berdasarkan biaya, waktu, dan mutu yang ramah lingkungan	- menggunakan <i>pie chart</i> untuk mengetahui persentasi respons - menggunakan <i>mean</i> dan standar deviasi untuk menentukan varians.

teknik pelaksanaan konstruksi. Adapun data biaya disesuaikan atau disamakan dengan satuan biaya yang digunakan RAB Perumahan Mutiara Jingga. Sedangkan pada data waktu diberlakukan sistem *finish start* yang artinya tiap item pekerjaan dikerjakan setelah item pekerjaan yang mendahului telah diselesaikan.

Lokasi yang dipilih adalah Kota Malang di Propinsi Jawa Timur. Lokasi dipilih dengan pertimbangan kemudahan mendapatkan data dan pengolahannya. Adapun waktu penelitian adalah November 2013 – Pebruari 2014.

Populasi penelitian adalah praktisi (developer, konsultan, dan kontraktor) dan akademisi (mahasiswa dan dosen) teknik sipil di Kota Malang. Dikarenakan data mengenai jumlah populasi penelitian tidak dapat diperoleh maka jumlah sampel penelitian ditentukan dengan rumus

Isac Michel (Siregar, 2012) yaitu metode pengambilan sampel dengan populasi yang tidak diketahui.

## HASIL

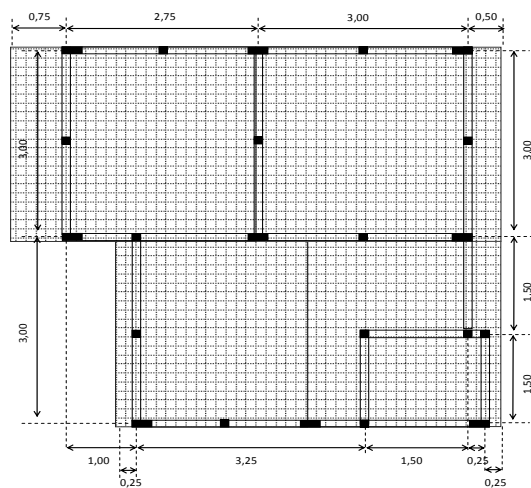
Denah dibuat tidak sama persis dengan denah asli untuk mempermudah perhitungan tetapi tetap menggunakan dimensi dan ketentuan lain yang berlaku pada denah asli. Gambar denah dapat dilihat pada Gambar 5.

Estimasi biaya didapatkan dari perhitungan berdasarkan RAB yang digunakan oleh Mutiara Jingga Regency Malang, adapun perhitungan yang meliputi konstruksi alternatif didapatkan dengan beberapa penyesuaian terhadap konstruksi konvensional. Membuat estimasi biaya dibutuhkan data berupa dimensi pekerjaan, koefisien upah, dan material, serta harga, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2. Material dan Teknik Pelaksanaan Konstruksi Alternatif dan Konvensional**

No	Teknik Pelaksanaan	Material										
		Batu alam	Pasir	Semen portland	Semen instan	Kapur	Bata	AAC	Baja	Flyash	Galvalum	Kayu
Eksisting												
1.	Pondasi Menerus	√	√	√	-	-	-	-	-	-	-	-
2.	Dinding Pasangan Bata	-	√	√	-	-	√	-	-	-	-	-
3.	Balok Beton Bertulang	√	√	√	-	-	-	-	√	-	-	√
4.	Kolom Beton Bertulang	√	√	√	-	-	-	-	√	-	-	√
5.	Rangka Atap Pelana Galvalum	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-
	Penutup Atap Genteng Beton	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√
Alternatif												
1.	Pondasi Setempat Telapak	√	√	√	-	-	-	-	√	-	-	√
2a.	Dinding Pasangan Bata	-	√	-	-	√	√	-	-	√	-	-
2b.	Dinding Pasangan Hebel	-	-	-	√	-	-	√	-	-	-	-
3.	Balok Beton Bertulang	√	√	√	-	-	-	-	√	-	-	√
4.	Kolom Beton Bertulang	√	√	√	-	-	-	-	√	-	-	√
5.	Rangka Atap Pelana Galvalum	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-
	Penutup Atap Genteng Metal	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-

Estimasi waktu yang digunakan untuk melakukan suatu item pekerjaan mengikuti ketentuan sebagai berikut. Digunakan jumlah pekerja yang sama, yaitu terdiri dari 3 kuli, 2 tukang batu, 3 tukang gali, 3 tukang besi, dan 0,15 mandor. Adapun tahapan perhitungan kebutuhan waktu: Total Koefisien = Koefisien x Volume. Waktu = Total Koefisien Tiap Jenis Pekerja/Jumlah Pekerja Sejenis. Perbandingan estimasi biaya, waktu, dan penilaian ramah lingkungan dapat dilihat pada Tabel 6.



Gambar 5. Denah

Estimasi pada material dan teknik pelaksanaan konstruksi alternatif tidak semata-mata didasari pada aturan standar yang berlaku di Indonesia. Hal tersebut dikarenakan belum adanya peraturan yang diberlakukan sehubungan dengan material dan teknik pelaksanaan konstruksi alternatif dalam penelitian.

Penilaian kriteria ramah lingkungan material konstruksi didasarkan pada hasil kuesioner yang disebar pada responden yaitu praktisi dan akademisi yang dinilai ahli dalam bidang konstruksi dapat dilihat pada Tabel 4. Penilaian kriteria ramah lingkungan teknik pelaksanaan konstruksi didasarkan pada hasil estimasi yang dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan beberapa ketentuan sebagai standar perhitungan dapat dilihat

Tabel 3. Penilaian Kriteria Ramah Lingkungan Material Konstruksi

Kategori	Kriteria Ramah Lingkungan									
	Lokal	Rendah polusi	Alami	Terurai	Budi daya	Pemakaian	Daur ulang	Awet	Rendah biaya	Limbah
Batu alam	√	√	√	√		√	√	√		
Pasir	√	√	√	√		√		√	√	
Kapur			√	√						√
Fly ash				√			√	√	√	√
Kayu		√	√	√	√	√	√			
Semen Portland				√				√		
Semen instan				√				√		
Bata	√	√	√	√			√	√	√	√
AAC									√	
Baja						√	√	√		
Galvalum						√	√	√		
Genteng Beton						√		√		

Tabel 4. Penilaian Kriteria Ramah Lingkungan Teknik Pelaksanaan Konstruksi

Kategori	Kriteria RL	
	P	PB
	Pondasi menerus	-
Pondasi telapak precast	√	√
Dinding bata dan semen portland	√	√
Dinding bata dan semen kapur hidrolis	√	-
Dinding ACC dan semen instan	-	√
Balok dan sengkang persegi	-	√
Balok dan Sengkang Vertikal	√	-
Kolom dan Sengkang Persegi	-	-
Kolom dan Sengkang Segitiga	√	-
Rangka Galvalum dan Genteng Beton	-	-
Rangka Galvalum dan Genteng Beton	√	√

Keterangan:

P : Pengurangan

PB: Pengurangan Biaya

pada Tabel 5. Analisis statistik dilakukan untuk mengolah data kuesioner, di mana data tersebut untuk menjawab tujuan penelitian yang ke-2 dan ke-3. Dalam analisis statistik ditetapkan variabel penelitian yaitu: pendapat/tanggapan praktisi

**Tabel 5. Perbandingan Biaya Penerapan Teknik Pelaksanaan pada Rumah Tipe 38**

No.	Teknik Pelaksanaan	Biaya (Rp)		
		Konvensional	Alternatif 1	Alternatif 2
1.	Pondasi			
	Pondasi Menerus Batu Kali	3633882,10		
	Pondasi Setempat Telapak		4837166,00	4837166,00
2.	Dinding			
	Dinding Pasangan Bata dan Semen Portland	6996899,24		
	Dinding Pasangan Bata dan Semen Alternatif		6095618,40	7177612,26
	Dinding Pasangan Hebel dan Semen Instan			
3.	Balok			
	Balok Sloof 15/20 dan Ring 15/20 dengan Sengkang Persegi	5137150,00		
	Balok Sloof 15/30 dan Balok Ring 15/20 dengan Penulangan Sengkang Vertikal		6542087,50	6542087,50
4.	Kolom			
	Kolom Praktis 15/15 dengan Sengkang Persegi dan Kolom Struktur 15/25 dengan Sengkang Persegi	6947279,06		
	Kolom Praktis 15/15 dengan Sengkang Segitiga dan Kolom Struktur 15/25 dengan Sengkang Persegi		6660629,06	6660629,06
5.	Atap			
	Rangka Baja Ringan dan Atap Beton	10173855,39		
	Rangka Baja Ringan dan Atap Metal		8193303,99	8193303,99
	Total	32889065,79	32328804,95	33410798,81

terhadap material ramah lingkungan dan teknik pelaksanaan alternatif pada perumahan, dan kesediaan penerapan dari material dan teknik pelaksanaan konstruksi alternatif berdasarkan biaya, waktu, dan penilaian ramah lingkungan.

Variabel tersebut disesuaikan dengan tujuan dari penelitian. Penelitian tidak melakukan uji hipotesis karena menggunakan analisis deskriptif. Penelitian ini juga tidak melakukan pengukuran instrumen, hal ini disebabkan oleh karena: instrumen/kuesioner yang diajukan tidak menggunakan variabel indikator, dan instrumen/kuesioner yang diajukan

bukanlah untuk mencari hubungan/pengaruh antara variabel terikat dan bebas. Data yang didapatkan dari kuesioner adalah berupa data kualitatif. Agar dapat diolah dan dianalisis, maka data tersebut akan mengalami transformasi sebagai data kuantitatif. Salah satu cara transformasi tersebut adalah dengan pengkodean. Yang perlu diingat adalah angka kualitatif yang dikuantitatifkan, tidak dapat diolah dengan cara matematis karena angka yang dikandung adalah kode, tidak bernilai sama dengan angka yang sesungguhnya (Sarwono, 2012).

**Tabel 6. Perbandingan Biaya, Waktu, dan Penilaian Ramah Lingkungan antara Konvensional dan Alternatif**

No.	Kriteria	Biaya (Rp)	Waktu (hari)	Penilaian Ramah Lingkungan	
				Material	Teknik Pelaksanaan
1.	Pondasi Pondasi Menerus Batu Kali	3633882,10	4,41	Batu alam (awet, daur ulang, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), pasir (rendah biaya, awet, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), semen portland (awet, terurai)	
	Pondasi Telapak Precast	4837166,00	5,95	Batu alam (awet, daur ulang, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), pasir (rendah biaya, awet, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), semen portland (awet, terurai), baja (awet, daur ulang, pemakaian kembali), kayu (daur ulang, pemakaian kembali, budi daya, terurai, alami, rendah polusi)	Pengurangan Biaya, Pengurangan Waktu
2.	Dinding Dinding Bata dan Semen Portland	6996899,24	5,96	Pasir (rendah biaya, awet, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), semen portland (awet, terurai), bata (rendah biaya, awet, daur ulang, terurai, alami, rendah polusi, lokal)	
	Dinding Bata dan Semen Kapur Hidrolis	6095618,40	5,96	Pasir (rendah biaya, awet, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), kapur (rendah biaya, terurai, alami), bata (rendah biaya, awet, daur ulang, terurai, alami, rendah polusi, lokal), fly ash (limbah, rendah biaya, awet, daur ulang, terurai)	Pengurangan Biaya
	Dinding Hebel dan Semen Instan	7177612,26	3,32	Semen instan (awet, terurai, aac (awet))	Pengurangan Waktu
3.	Balok Balok Sloof 15/20 dan Ring 15/20 dengan Sengkang Persegi	5137150,00	5,08	Batu alam (awet, daur ulang, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), pasir (rendah biaya, awet, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), semen portland (awet, terurai), baja (awet, daur ulang, pemakaian kembali), kayu (daur ulang, pemakaian kembali, budi daya, terurai, alami, rendah polusi)	Pengurangan Waktu
	Balok Sloof 15/30 dan Balok Ring 15/20 dengan Penulangan Sengkang Vertikal	6542087,50	7,14	Batu alam (awet, daur ulang, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), pasir (rendah biaya, awet, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), semen portland (awet, terurai), baja (awet, daur ulang, pemakaian kembali), kayu (daur ulang, pemakaian kembali, budi daya, terurai, alami, rendah polusi)	Pengurangan Biaya
4.	Kolom Kolom Praktis 15/15 dengan Sengkang Persegi dan Kolom Struktur 15/25 dengan Sengkang Persegi	6947279,06	6,27	Batu alam (awet, daur ulang, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), pasir (rendah biaya, awet, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), semen portland (awet, terurai), baja (awet, daur ulang, pemakaian kembali), kayu (daur ulang, pemakaian kembali, budi daya, terurai, alami, rendah polusi)	
	Kolom Praktis 15/15 dengan Sengkang Segitiga dan Kolom Struktur 15/25 dengan Sengkang Persegi	6660629,06	6,27	Batu alam (awet, daur ulang, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), pasir (rendah biaya, awet, pemakaian kembali, terurai, alami, rendah polusi, lokal), semen portland (awet, terurai), baja (awet, daur ulang, pemakaian kembali), kayu (daur ulang, pemakaian kembali, budi daya, terurai, alami, rendah polusi)	Pengurangan Biaya
5.	Rangka dan Penutup Atap Rangka Galvalum dan Genteng Beton	10173855,39	10,07	Galvalum (awet, daur ulang, pemakaian kembali), genteng beton (awet, pemakaian kembali)	Pengurangan Waktu
	Rangka Galvalum dan Genteng Metal	8193303,99	10,73	Galvalum (awet, daur ulang, pemakaian kembali)	Pengurangan Biaya



## PEMBAHASAN

Penelitian terkait dengan konsep bangunan ramah lingkungan telah banyak dilakukan. Secara umum hasil dari penelitian terdahulu adalah menemukan alternatif material dan teknik pelaksanaan konstruksi. Namun demikian hasil penelitian tersebut tidak banyak diterapkan.

Susanta dalam bukunya mengulas mengenai penggunaan pondasi telapak sebagai pengganti pondasi batu kali. Pondasi telapak dapat dikombinasi dengan *sloof* yang lebih kaku dengan dimensi tertentu. Penggunaan pondasi telapak dapat menghemat pengadaan lantai kerja jika dibandingkan dengan pondasi lajur (Susanta, 2007).

Semen alternatif yang diproduksi dengan bahan baku kapur padalarang dan *fly ash suralaya* dapat menjadi pengganti semen *portland*. Semen alternatif memenuhi persyaratan kuat tekan semen untuk rumah sederhana berdasarkan SNI 15-0301 yaitu  $\geq 100 \text{ kg/cm}^2$ . Semen alternatif yang dihasilkan tanpa proses pembakaran memberikan kuat tekan maksimum (umur 28 hari) pada campuran kapur padalarang: *fly ash* = 1:1 yaitu sebesar  $143,31 \text{ kg/cm}^2$ . Jenis semen alternatif ini dapat diterapkan pada plesteran, acian, spesi (pasangan bata), dan drainase. Semen alternatif dengan pembakaran memberikan kuat tekan maksimum (umur 28 hari) pada campuran kapur padalarang: *fly ash* = 1:1 yaitu sebesar  $187,7 \text{ kg/cm}^2$ . Semen tersebut memerlukan suhu  $900^\circ\text{C}$ , sedangkan pada proses pembakaran semen *portland* memerlukan suhu  $1.400^\circ\text{C}$ . Semen jenis ini dapat diterapkan pada pondasi, balok, kolom, dan plat lantai. Walaupun pemakaian material (semen, pasir, dan kerikil) lebih banyak tetapi tetap menghabiskan biaya yang lebih sedikit daripada semen *portland*, utamanya juga yang perlu diingat adalah dampak ekologisnya, proses pembuatan semen alternatif tanpa pembakaran ini tidak me-

nyebabkan emisi  $\text{CO}_2$  (Marzuki dan Jogaswara, 2005).

Pada tahun 2010 dilakukan penelitian yang menghasilkan perbandingan harga pada pasangan dinding antara bata ringan dengan bata merah. Dinding bata merah seharga Rp 71.887,92/m<sup>2</sup> sementara dinding bata ringan dengan Semen Instan (khusus) seharga Rp 85.375,5/m<sup>2</sup>. Adapun untuk produktivitas pemasangannya, dinding bata ringan dapat dikerjakan 16 m<sup>2</sup>/tukang sedangkan bata merah 10 m<sup>2</sup>/tukang. Dari segi berat, bata ringan 57,5 kg/m<sup>2</sup> sedangkan bata merah 250 kg/m<sup>2</sup>. Dari hasil penelitian ini, didapat kesimpulan bahwa penggunaan bata ringan memberikan efisiensi dari segi waktu pemasangan, jumlah dan biaya tukang. Bata ringan juga memberikan beban yang tidak terlalu berat bagi pondasi. Perbedaan tersebut akan lebih dapat dirasakan dampaknya pada *high-rise building* (Hidayat, 2010).

Peniadaan sengkang horizontal pada balok tidak memberikan penurunan signifikan terhadap kuat geser, tetapi memberikan dampak yang signifikan pada biaya material. Penelitian ini bertujuan untuk diterapkan pada bangunan 2 lantai, di mana pada balok 30 x 50 cm, 1 sengkang alternatif sepanjang 104 cm sementara pada sengkang konvensional adalah sepanjang 138 cm. Pada tahun yang sama juga diadakan penelitian untuk perbandingan biaya materialnya (Basuki, 2006).

Pada tahun 2009 dilakukan penelitian yang menemukan bahwa pemakaian rangka baja lebih ekonomis dibanding rangka kayu pemakaian bentang < 6 m. Pemborosan ini disebabkan karena semakin panjang bentang maka menyebabkan kelenturan yang semakin besar pula. Untuk mengantisipasi kelenturan tersebut maka akan ditambahkan struktur-struktur penopang yang menyebabkan peningkatan penggunaan material (Hesna, dkk., 2009).

Genteng metal merupakan salah satu alternatif yang diajukan dalam tahap kreatif penelitian *Value Engineering* pada tahun 2013.

Genteng konvensional adalah genteng beton. Setelah dilakukan penelitian maka ditemukan bahwa genteng metal memberikan penghematan 28,88% dibanding genteng konvensional (Pontoh, 2013).

### SIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari penelitian ini didapatkan mayoritas konstruksi alternatif memberikan penghematan biaya dan waktu pelaksanaan dibanding konstruksi konvensional, serta diterimanya konstruksi alternatif sebagai produk ramah lingkungan pada perumahan dan adanya kesediaan dari praktisi untuk menerapkan konstruksi alternatif pada perumahan, khususnya tipe 38. Secara garis besar, penelitian ini bertujuan untuk mempengaruhi praktisi untuk menerapkan konsep ramah lingkungan pada perumahan. Adapun metode penelitian yang digunakan adalah kualitatif.

Penelitian ini adalah menjelaskan bahwa perumahan ramah lingkungan dapat diterima oleh praktisi dan penerapannya hemat biaya dan waktu. Keterbatasan dari penelitian ini adalah kriteria ramah lingkungan tidak ditinjau dari proses pengambilan material, konstruksi alternatif yang diajukan kurang banyak, serta hasil penelitian hanya dapat diterapkan pada rumah 1 lantai.

Saran dari peneliti adalah dibutuhkan adanya kerjasama antara praktisi, akademisi, pemerintah, dan konsumen untuk menerapkan hasil-hasil penelitian akademisi yang telah dibuktikan secara laboratorium mengenai kekuatan dan dilengkapi dengan estimasi biaya, mutu, dan waktu demi mewujudkan lingkungan yang ramah lingkungan dan tidak hanya

terbatas pada aspek hunian, dengan semakin meningkatnya pertumbuhan penduduk maka sudah dapat dipastikan akan semakin banyak sumber daya alam yang dieksploitasi demi memenuhi kebutuhan hidup manusia.

### DAFTAR RUJUKAN

- Basuki. 2006. Rekayasa Tulangan Sengkang Vertikal pada Balok Beton Bertulang. *Jurnal Eco Rekayasa*, 2(2): 72–80.
- Hesna, Y., Hasan, E., & Novriadi, H. 2009. Komparasi Penggunaan Kayu dan Baja Ringan sebagai Konstruksi Rangka Atap. *Jurnal Teknik*, 32(1): 83–89.
- Hidayat, F. 2010. Studi Perbandingan Biaya Material Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Ringan dengan Bata Merah. *Media Teknik Sipil*, 10(1): 36–41.
- Marzuki, P.F. & Jogaswara, E. 2005. *Potensi Semen Alternatif dengan Bahan Dasar Kapur Padalarang dan Fly Ash Suralaya untuk Konstruksi Rumah Sederhana*. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Sustainability dalam Bidang Material, Rekayasa dan Konstruksi Beton.
- Pontoh, M.M. 2013. Aplikasi Rekayasa Nilai pada Proyek Konstruksi Perumahan (Studi Kasus Perumahan Tipe 155). *Jurnal Sipil Statik*, 1(5): 328–34.
- Sarwono, J. 2012. *Metode Riset Skripsi Pendekatan Kuantitatif*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Siregar, S. 2012. *Statistika Deskriptif untuk Penelitian*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Susanta, G. 2007. *Panduan Lengkap Membangun Rumah*. Jakarta: Swadaya.