

EVALUASI KOMPARATIF MATERIAL DINDING DITINJAU DARI ASPEK KUALITAS, DURASI PELAKSANAAN DAN EFISIENSI BIAYA PADA PEKERJAAN KONSTRUKSI

I Jero Nyoman Siki¹, I G. A. Istri Mas Pertiwi², I Wayan Suparta³, Tirtha Damayanti⁴

¹Mahasiswa Sarjana Terapan Manajemen Proyek Konstruksi Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali-80364

^{2,3,4} Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung, Bali-80364

Email korespondensi: ijeronyomansiki@gmail.com

ABSTRACT

Reinforcing steel is one of the most essential materials in reinforced concrete construction; therefore, accurate planning and effective management are crucial to ensure efficient material usage. In practice, cutting reinforcing bars often generates material waste due to incompatibility between required cutting lengths and standard bar lengths, fabrication errors, and non-optimal cutting patterns. This study aims to analyze the quantity requirements and waste of reinforcing steel in the Dream Villa construction project in Badung Regency using the Bar Bending Schedule (BBS) method. A descriptive-analytic research method was employed using secondary data, including structural shop drawings, the Work Plan and Specifications (RKS), and standards SNI 2052:2017 and SNI 2847:2013. The analysis was conducted by preparing cutting patterns using AutoCAD and calculating reinforcement requirements using BBS tables processed in Microsoft Excel. The results show that the BBS method provides detailed reinforcement data, including bar diameter, cutting length, number of bars, and total weight. Waste percentages varied across structural elements, ranging from very low values, such as column stirrups Ø8 at 0.04%, to very high values, such as ring beam main reinforcement D13 at 25.75%. This variation is influenced by the complexity of structural elements, bar diameter, cutting accuracy, and the utilization of leftover pieces. Overall, the BBS method is effective for material planning; however, actual field efficiency depends heavily on fabrication management. Improving cutting supervision and optimizing cutting patterns are essential to reduce waste and enhance the efficiency of reinforcing steel usage in construction projects.

Keywords: Cost Efficiency, Time Efficiency, Quality

ABSTRAK

Besi tulangan merupakan salah satu material utama dalam pekerjaan struktur beton bertulang, sehingga pengelolaan dan perencanaan yang tepat sangat dibutuhkan untuk mencapai efisiensi penggunaan material. Pada praktiknya, pemotongan besi tulangan sering menimbulkan sisa material (waste) akibat ketidaksesuaian panjang potong dengan batang standar, kesalahan fabrikasi, maupun pola pemotongan yang tidak optimal. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan dan waste besi tulangan pada proyek pembangunan Dream Villa di Kabupaten Badung menggunakan metode Bar Bending Schedule (BBS). Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif-analitik dengan memanfaatkan data sekunder berupa gambar kerja (shop drawing), Rencana Kerja dan Syarat (RKS), serta standar SNI 2052:2017 dan SNI 2847:2013. Analisis dilakukan melalui penyusunan pola pemotongan menggunakan AutoCAD serta perhitungan kebutuhan

tulangan berdasarkan tabel BBS menggunakan Microsoft Excel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode BBS mampu menyediakan data kebutuhan tulangan secara rinci meliputi diameter, panjang potong, jumlah batang, dan berat total. Persentase waste pada tiap elemen struktur bervariasi mulai dari sangat rendah, seperti tulangan sengkang kolom Ø8 sebesar 0,04%, hingga sangat tinggi, seperti tulangan utama ring balok D13 sebesar 25,75%. Variasi ini dipengaruhi oleh kompleksitas bentuk elemen, diameter tulangan, ketelitian proses pemotongan, serta pemanfaatan potongan sisa. Secara keseluruhan, metode BBS efektif dalam perencanaan kebutuhan besi tulangan, namun efisiensi aktual di lapangan sangat dipengaruhi oleh manajemen pabrikasi. Optimalisasi pola pemotongan dan pengawasan fabrikasi perlu ditingkatkan untuk meminimalkan waste dan meningkatkan efisiensi penggunaan material.

Kata Kunci: Efisiensi Biaya, Efisiensi Waktu, Kualitas Mutu.

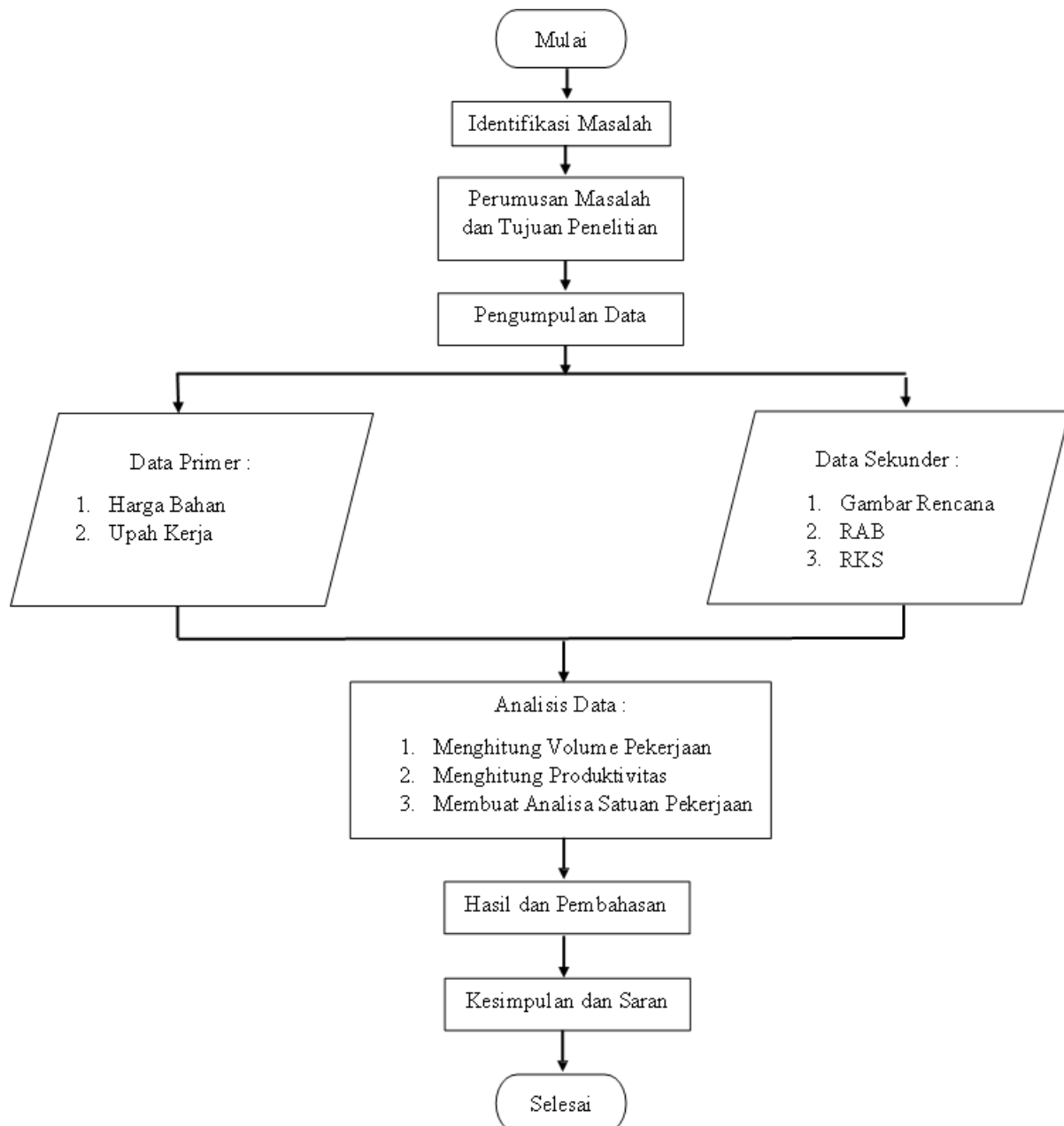
PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi mendorong inovasi konstruksi yang lebih efisien dalam waktu, biaya, dan kualitas. Pemilihan sistem struktur, termasuk material dinding, sangat memengaruhi anggaran dan keberhasilan proyek. Tiga aspek utama yang harus dipenuhi adalah waktu, biaya, dan mutu. Material dinding umum, bata merah, batako, dan bata ringan, memiliki karakteristik berbeda dalam kekuatan, isolasi, bobot, ketahanan, kemudahan pemasangan, serta dampak lingkungan. Bata merah kuat dan tahan lama, tetapi produksinya boros energi dan pemasangannya lambat. Batako dan bata ringan berukuran lebih besar sehingga pekerjaan lebih cepat dan biaya pelaksanaan lebih rendah[1]. Kebutuhan pembangunan yang cepat, hemat biaya, ramah lingkungan, dan tetap berkualitas mendorong pergeseran ke batako dan bata ringan. Bata ringan, diperkenalkan di Indonesia pada 1995 dan populer sejak 2009 (di Bali sejak 2013), menjadi pilihan penting. Analisis komparatif biaya, mutu, waktu, dan keberlanjutan diperlukan untuk menentukan material dinding paling efektif sesuai jenis konstruksi[2]. Penelitian terdahulu membandingkan biaya dan waktu pemasangan material dinding seperti Panel M, bata ringan, batako, dan bata merah. Hasilnya, batako paling hemat biaya (sekitar Rp 79.150–93.700/m²), sedangkan Panel M dan bata ringan paling mahal. Dari sisi waktu, bata ringan tercepat (± 10 menit/m²), diikuti batako (± 15 menit/m²) dan bata merah (± 25 menit/m²). Namun, kajian tersebut belum menyoroti mutu material[3]. Proyek SMP N 3 Kuta sendiri memakai bata ringan untuk gedung, batako untuk pagar, dan bata merah untuk padmasana. Perbedaan harga, ukuran, dan kualitas memunculkan penelitian skripsi “Evaluasi Komparatif Material Dinding Ditinjau dari Kualitas, Durasi, dan Efisiensi Biaya” dengan metode studi waktu untuk menilai kelebihan, kekurangan, serta perkiraan biaya tiap material.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan rancangan studi evaluatif dengan metode **time study** untuk membandingkan material dinding—bata merah, batako, dan bata ringan—dari aspek kualitas, durasi

pelaksanaan, dan efisiensi biaya pada Proyek Pembangunan SMP Negeri 3 Kuta di Jl. Pemelisan, Kedonganan, Badung, Bali. Data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi langsung proses pemasangan dinding di lapangan, sedangkan data sekunder berasal dari gambar rencana, Rencana Anggaran Biaya (RAB), dan wawancara dengan pihak kontraktor. Penelitian berlangsung selama 12 bulan, Agustus 2024 hingga Agustus 2025. Variabel yang dianalisis meliputi waktu (durasi pekerjaan aktual di lapangan) dan biaya (pengeluaran sesuai volume pekerjaan dan jenis material). Instrumen penelitian mencakup kamera, alat tulis, dan laptop untuk pencatatan serta pengolahan data. Analisis dilakukan dengan menghitung volume pekerjaan per meter persegi, menyusun analisis harga satuan untuk setiap jenis material, dan mengalikan volume dengan harga satuan guna memperoleh RAB. Hasil perhitungan biaya, produktivitas, dan mutu kemudian dibandingkan untuk menentukan material dinding paling optimal. Alur penelitian digambarkan dalam diagram yang mencakup identifikasi masalah, pengumpulan data, analisis, serta penyusunan kesimpulan dan saran. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif-analitik dengan pendekatan komparatif untuk menganalisis kebutuhan besi tulangan dan persentase waste pada proyek konstruksi menggunakan metode Bar Bending Schedule (BBS). Penelitian dilaksanakan pada proyek Dream Villa yang berlokasi di Jalan Labuan Sait, Desa Pecatu, Kecamatan Nusa Dua, Kabupaten Badung, dengan data yang sepenuhnya bersumber dari data sekunder. Data tersebut meliputi gambar kerja (shop drawing) struktur beton bertulang, Rencana Kerja dan Syarat (RKS) pekerjaan struktur, serta standar acuan teknis SNI 2052:2017 mengenai berat nominal baja tulangan dan SNI 2847:2013 tentang perencanaan struktur beton. Instrumen yang digunakan terdiri atas AutoCAD 2017 untuk menyusun pola pemotongan tulangan, Microsoft Excel 2019 untuk menyusun tabel BBS dan melakukan perhitungan kebutuhan material, serta Microsoft Word 2019 untuk penyusunan dokumen penelitian. Tahapan penelitian diawali dengan mempelajari gambar kerja untuk mengidentifikasi bentuk, diameter, dan jumlah tulangan pada setiap elemen struktur. Selanjutnya dilakukan pembuatan pola pemotongan tulangan berdasarkan standar SNI menggunakan AutoCAD, kemudian disusun tabel BBS yang berisi data panjang potong, jumlah batang, total panjang, serta berat tulangan. Perhitungan kebutuhan total dilakukan dalam satuan batang, meter, dan kilogram, yang kemudian dibandingkan dengan sisa potongan hasil fabrikasi untuk memperoleh persentase waste pada tiap elemen struktur, seperti pile cap, kolom, sloof, balok, dan ring balok. Tahap akhir berupa analisis efisiensi penggunaan besi tulangan serta identifikasi faktor penyebab waste, sehingga dapat dirumuskan rekomendasi manajemen pabrikan yang lebih optimal pada proyek konstruksi.



Gambar 1. Alur Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis dan pembahasan evaluasi komparatif tiga material dinding—bata merah, batako, dan bata ringan—pada Proyek Pembangunan Gedung Ruang Kelas Baru SMP Negeri 3 Kuta, Badung. Proyek memiliki luas lahan 499,03 m², luas bangunan 964,41 m², dan total volume pemasangan dinding 885,98 m². Data lapangan menunjukkan harga satuan bahan bervariasi: batako Rp2.500/buah, bata merah Rp1.350/buah, dan bata ringan Rp13.350/buah, dengan biaya tenaga kerja dihitung berdasarkan survei lapangan. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) menunjukkan biaya terendah diperoleh pada pemasangan dinding batako sebesar sekitar Rp138.630,14/m², diikuti bata

ringan Rp159.659,37/m², dan tertinggi bata merah Rp175.469,60/m². Hasil time study menunjukkan durasi tercepat untuk volume 885,98 m² dengan 4 pekerja adalah bata ringan selama 9 hari, disusul batako 12 hari, dan terlama bata merah 16 hari. Dari segi mutu, bata merah menonjol dalam kekuatan dan daya tahan, batako lebih rendah, sedangkan bata ringan unggul dalam kerapian, bobot ringan, dan kemudahan pemasangan. Analisis multi-kriteria yang mempertimbangkan biaya, mutu, dan waktu menyimpulkan batako sebagai material paling optimal untuk diimplementasikan pada pekerjaan dinding proyek ini.

Hasil analisis kebutuhan besi tulangan pada proyek Dream Villa menunjukkan bahwa penerapan metode Bar Bending Schedule (BBS) mampu menyajikan data kebutuhan tulangan secara rinci pada setiap elemen struktur, meliputi pile cap, kolom, sloof, balok, dan ring balok. Berdasarkan perhitungan, elemen pile cap memiliki persentase waste yang relatif tinggi dibanding elemen lainnya. Pada pile cap tipe P1, kebutuhan tulangan D13 adalah 46 batang dengan total berat 569,48 kg dan menghasilkan sisa 56,69 kg atau 9,95% waste. Pada pile cap tipe P2, waste meningkat menjadi 12,08%, menunjukkan bahwa pola pemotongan belum optimal dan potongan sisa tidak dapat dimanfaatkan kembali secara efektif. Kondisi ini menunjukkan bahwa elemen struktur dengan panjang potongan yang bervariasi dan konfigurasi penulangan yang kompleks cenderung menghasilkan lebih banyak sisa material.

Untuk elemen kolom, tingkat waste jauh lebih rendah. Tulangan utama kolom D13 membutuhkan 58 batang dengan waste 1,29%, sedangkan sengkang kolom Ø8 menghasilkan waste paling rendah yaitu hanya 0,04%. Rendahnya waste pada kolom dipengaruhi oleh bentuk elemen yang relatif sederhana dan panjang potongan yang lebih konsisten, sehingga sisa potongan dapat dimanfaatkan kembali. Hal ini membuktikan bahwa geometri sederhana serta pengulangan bentuk yang sama pada elemen struktur dapat meningkatkan efisiensi penggunaan tulangan. Pada elemen sloof, waste yang dihasilkan juga berada pada tingkat rendah, yaitu 0,96% untuk tulangan utama D13 dan 2,65% untuk sengkang Ø8, menunjukkan bahwa pemotongan tulangan pada elemen memanjang seperti sloof relatif lebih mudah dioptimalkan.

Berbeda dengan kolom dan sloof, elemen balok menunjukkan variasi waste yang lebih besar antar diameter tulangan. Tulangan D16 menghasilkan waste sebesar 6,28%, sedangkan tulangan D13 mencapai waste 12,33%, menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap panjang potongan yang tidak sesuai dengan batang standar. Sementara itu, tulangan D10 memiliki waste rendah 0,44%, dan sengkang Ø8 menghasilkan waste 2,76%. Tingginya waste pada diameter tertentu menunjukkan bahwa semakin besar diameter tulangan, semakin sulit memanfaatkan potongan sisa karena fleksibilitasnya rendah dan kebutuhan panjang potong tidak selalu sebanding dengan batang standar.

Elemen yang menghasilkan waste paling signifikan adalah ring balok. Tulangan utama D13 membutuhkan 31 batang dengan total berat 386,88 kg, namun menghasilkan sisa 99,7 kg atau 25,75% waste. Ini merupakan nilai waste tertinggi di antara semua elemen struktur dan disebabkan oleh panjang potongan yang pendek namun tidak proporsional terhadap panjang batang standar sehingga potongan sisa tidak dapat digunakan ulang. Untuk sengkang ring balok Ø8, waste relatif rendah yaitu 3,32%, namun tetap lebih tinggi dibanding sengkang pada elemen lainnya. Kondisi ini mengindikasikan bahwa ring balok memiliki geometri yang lebih kompleks dan pola pemotongan yang kurang optimal.

Secara keseluruhan, variasi waste antar elemen dipengaruhi oleh beberapa faktor utama, yaitu bentuk dan geometri elemen, diameter tulangan, ketelitian proses fabrikasi, dan tingkat pemanfaatan potongan sisa. Elemen dengan bentuk berulang dan ukuran yang seragam cenderung menghasilkan waste lebih rendah, sedangkan elemen dengan variasi panjang potong tinggi dan bentuk kompleks menghasilkan waste lebih besar. Hasil ini menegaskan bahwa meskipun metode BBS mampu memberikan data perencanaan yang detail dan akurat, efisiensi aktual sangat bergantung pada manajemen pabrikan di lapangan. Optimalisasi pola pemotongan, peningkatan kedisiplinan tenaga kerja, serta pemanfaatan kembali potongan sisa merupakan langkah penting untuk mengurangi waste material dan meningkatkan efisiensi penggunaan besi tulangan pada proyek konstruksi.

Tabel 1. Spesifikasi bahan material penyusun dinding batako, bata merah, bata ringan

Material	Parameter Teknis Utama		parameter efisien konstruksi		kesimpulan mutu berdasarkan aplikasi
	Kuat Tekan	Berat Material	kecepatan pemasangan	ukuran dan handling	
Batako	2,5 N/mm ²	2000 kg/m ³	16 hari	0,2 x 0,4	untuk efisiensi biaya bangunan modern, batako memiliki nilai yang paling rendah, yaitu sebesar 138.630,14/m ² , sehingga cocok digunakan untuk biaya bangunan yang lebih efisien. Selain efisiensi biaya, menggunakan material batako pemasangannya lebih rapi dan juga lebih efisien waktu karena memiliki ukuran yang lebih besar dari bata merah. batako juga memiliki sifat kedap air sehingga kecil kemungkinan terjadinya rembesan.
Bata Merah	5 N/mm ²	1000 kg/m ³	12 hari	0,24 x 0,06	untuk bangunan bertingkat/beban tinggi, bata merah memiliki kekuatan menahan beban paling tinggi yaitu sebesar 5 N/mm ³ tetapi bata merah memiliki berat paling tinggi untuk pasangan 1 m ² sehingga membutuhkan struktur bangunan yang kuat untuk menopangnya
Bata Ringan	4 N/mm ²	650 kg/m ³	9 hari	0,2 x 0,6	untuk bangunan modern, ukuran bata ringan yang besar sehingga dalam pekerjaan pasangan dinding dapat dilakukan paling cepat sehingga cocok digunakan untuk pekerjaan pasangan dinding yang efisiensi terhadap waktu. Selain efisien waktu, bata ringan juga kedap suara dan kedap

					air sehingga kecil kemungkinan terjadinya rembesan
--	--	--	--	--	--

Tabel 2. Analisis Mutu Kriteria Bahan

Material	Keunggulan	Kelemahan
Batako	efisiensi biaya	mudah terjadi retak rambut pada dinding
Bata Merah	kuat tekan terhadap beban paling tinggi	berat sehingga menimbulkan beban yang besar
Bata Ringan	efisien waktu	perlu keahlian khusus untuk memasang

Berdasarkan analisis terhadap tiga jenis material dinding yang umum digunakan dalam konstruksi, yaitu batako, bata merah, dan bata ringan, masing-masing material memiliki keunggulan dan kelemahan yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan material struktur maupun arsitektur bangunan. Batako memiliki keunggulan utama pada aspek efisiensi biaya karena proses produksinya relatif sederhana dan bahan bakunya mudah diperoleh, sehingga menjadi pilihan ekonomis untuk pekerjaan dinding skala besar. Namun demikian, batako memiliki kelemahan berupa potensi terjadinya retak rambut pada permukaan dinding. Retak ini umumnya disebabkan oleh sifat material yang lebih mudah menyerap air serta ketidakstabilan dimensi akibat perubahan suhu, sehingga memerlukan perlakuan finishing tambahan agar menghasilkan kualitas permukaan yang baik. Bata merah memiliki keunggulan pada kekuatan tekan yang paling tinggi dibandingkan material dinding lainnya. Hal ini menjadikannya material yang sangat andal untuk konstruksi yang membutuhkan ketahanan struktur jangka panjang. Proses pembakaran pada bata merah menghasilkan material yang padat dan kuat, sehingga kemampuannya menahan beban sangat baik. Namun, bata merah memiliki kelemahan berupa berat jenis yang tinggi, sehingga menambah beban mati (dead load) pada struktur bangunan. Beban tambahan ini dapat berdampak pada meningkatnya kebutuhan elemen struktur, seperti dimensi sloof, kolom, dan fondasi, sehingga berpotensi menambah biaya konstruksi secara keseluruhan. Sementara itu, bata ringan (autoclaved aerated concrete/AAC) menawarkan keunggulan pada efisiensi waktu pelaksanaan konstruksi. Bobotnya yang ringan serta dimensinya yang seragam mempercepat proses pemasangan di lapangan. Selain itu, sifatnya yang mudah dipotong dan diproses memberikan fleksibilitas tinggi dalam pekerjaan. Namun penggunaan bata ringan membutuhkan tenaga kerja dengan keahlian khusus karena material ini harus dipasang menggunakan perekat khusus

(thin bed mortar) dan teknik pemasangan yang presisi. Kurangnya keahlian dalam aplikasinya dapat menyebabkan sambungan tidak kuat atau dinding menjadi tidak rata. Secara keseluruhan, pemilihan material dinding harus disesuaikan dengan kebutuhan proyek, pertimbangan teknis, biaya, serta kemampuan tenaga kerja. Tidak ada satu material yang paling unggul untuk semua kondisi, sehingga pemilihan harus dilakukan berdasarkan analisis karakteristik masing-masing material agar hasil konstruksi optimal secara teknis maupun ekonomis.

KESIMPULAN

Setelah dilakukan hasil analisis dari material penyusun dinding, maka dapat disusun beberapa kesimpulan sebagai hasil dari analisis tersebut :

1. Hasil perhitungan RAB menunjukkan biaya termurah per m² adalah batako Rp138.630,14, disusul bata ringan Rp159.659,37, dan termahal bata merah Rp175.469,60.
2. Time study menunjukkan produktivitas tertinggi pada bata ringan: 885,98 m² selesai 9 hari dengan 4 pekerja (8 jam/hari). Batako butuh 12 hari, sedangkan bata merah paling lama, 16 hari.
3. Dari hasil analisis mutu berdasarkan spesifikasi dari masing-masing bahan material penyusun dinding dapat diketahui bata merah memiliki kuat tekan terhadap beban paling tinggi yaitu sebesar 5 N/mm², bata ringan dengan kuat tekan sebesar 4 N/mm², sedangkan batako dengan kuat tekan paling rendah sebesar 2,5 N/mm.
4. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa batako paling efisien dari sisi biaya material dan upah, dengan waktu pemasangan cukup cepat karena ukurannya lebih besar dibanding bata merah. Namun, kuat tekannya lebih rendah dari bata merah dan bata ringan. Bata merah memiliki kekuatan tertinggi, tetapi ukurannya kecil sehingga waktu pemasangan lama dan biaya meningkat. Sementara itu, bata ringan unggul dari sisi kecepatan pemasangan, namun biayanya lebih tinggi karena harga material dan mortar perekat relatif mahal. Dengan mempertimbangkan biaya, durasi, dan mutu, material yang paling optimal digunakan untuk pekerjaan dinding adalah batako.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] G. Rori, D. R. O. Walangitan, and R. L. Inkiriwang, "Analisis Perbandingan Biaya Material Pekerjaan Pasangan Dinding Bata Merah Dengan Bata Ringan," *J. Sipil Statik*, vol. 8, no. 3, pp. 311–318, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jss/article/view/28749>
- [2] L. Herianto, "Metode Pelaksanaan Pekerjaan dinding Pasangan Bata Ringan Dan Plesteran

Pada Pekerjaan Proyek Office And Distribution Centre PT> Sukanda Jaya Airmadidi-Minahasa Utara,” *J. Sipil Statik*, vol. Vol.8 No.5, no. 5, pp. 695–707, 2022.

- [3] A. Musyafa and Iqbal Adie Surya Firdaus, “Perbandingan Estimasi Biaya Pekerjaan Dinding Bata Merah, Bata Ringan, Batako dan M Panel,” *Ajie*, pp. 1–4, 2023, doi: 10.20885/ajie.vol7.iss1.art1.