TUGAS AKHIR

ANALISIS *VALUE ENGINEERING* PADA PROYEK PERUMAHAN *ROYAL* SINDANG HEULA *(VALUE ENGINEERING ANALYSIS OF THE ROYAL SINDANG HEULA HOUSING PROJECT)*

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil

Aryo Damar Hatuwe
20511175

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025

TUGAS AKHIR

ANALISIS *VALUE ENGINEERING* PADA PROYEK PERUMAHAN *ROYAL* SINDANG HEULA

(VALUE ENGINEERING ANALYSIS OF THE ROYAL SINDANG HEULA HOUSING PROJECT)

Disusun oleh

Aryo Damar Hatuwe
20511175

Telah diterima sebagai satu persyaratan untuk

Memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 6 Januari 2026

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing	Penguji I	Penguji II
ni Musyafa',S.T., M.T., Ph.D	Ir. Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM	Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D
: 955110102	NIK : 005110101	NIK : 155110108

Mengesahkan

Ketua Program Studi Teknik Sipil

Ir.Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM
NIK: 095110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian Tugas Akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 6 Januari 2026

Yang membuat pernyataan,

Aryo Damar Hatuwe

(20511175)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahi rabbil ‘alamin, Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan Royal Sindang Heula”. Shalawat serta salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta seluruh umatnya hingga akhir zaman. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata Satu pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi Strata Satu pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Dalam proses penyusunan laporan ini, penulis menghadapi berbagai tantangan, hambatan, serta keterbatasan baik dalam pengumpulan data maupun dalam proses analisis. Namun berkat pertolongan Allah SWT serta bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak, akhirnya Tugas Akhirtugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Ir. Yunalia Muntafi, S.T., M.T., Ph.D. (Eng)., IPM. selaku Kepala Program Studi Teknik Sipil beserta seluruh jajaran staf akademik yang telah memberikan fasilitas dan pelayanan terbaik selama masa studi.
2. Bapak Albani Musyafa, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing, yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran dalam memberikan bimbingan, masukan, serta arahan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

3. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D., IPM. dan Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji 1 dan 2 yang telah memberikan banyak masukan berharga dalam proses penyusunan tugas akhir ini. Serta seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat kepada penulis selama menempu studi.

Akhir kata, penulis berharap semoga segala bantuan dan kebaikan dari semua pihak mendapatkan balasan yang berlipat ganda dari Allah SWT.

Yogyakarta, 6 Januari 2026

Penulis,

Aryo Damar Hatuwe

20511175

LEMBAR DEDIKASI

Dengan mengucap syukur Alhamdulillah, tiada hentinya penulis bersyukur kepada Allah SWT, yang dengan kasih sayang-Nya yang tak bertepi selalu menjaga setiap langkah penulis. Dalam perjalanan panjang penyusunan skripsi ini, ada banyak titik di mana penulis hampir menyerah, ketika pikiran buntu, ketika tubuh lelah, ketika hati dipenuhi kecemasan, dan dunia terasa berat sekali untuk dijalani, Namun, justru pada titik-titik paling rapuh itulah, pertolongan dan ridho dari-Nya datang tanpa diminta.

Tanpa perlindungan dan petunjuk dari Allah SWT, Tugas akhir ini tidak akan pernah terselesaikan, tidak ada daya dan upaya kecuali dengan izin-Nya. Semoga setiap huruf, setiap usaha, dan setiap proses yang dilewati menjadi amal kebaikan dan keberkahan bagi penulis di dunia dan akhirat.

Pada kesempatan kali ini, izinkan penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya melali lembar dedikasi ini kepada:

1. Superhero dan panutan, Beta pung papah tercinta Hidayat Hatuwe, Dangke banyak sudah selalu berjuang untuk kehidupan penulis, beliau memang tidak sempat merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis, memotivasi, memberikan dukungan semangat, serta pukulan-pukulan yang penuh kasih disaat penulis masih kecil mampu menjadikan penulis hingga saat ini menjadi pribadi yang sangat tegar dan kuat atas keadaan apapun. Sehat selalu dan panjang umur karena papah harus selalu ada disetiap perjuangan dan pencapaian hidup penulis.
2. Pintu surgaku, Beta pung mamah tercinta Yetty Maradhena yang selalu menjadi penyemangat penulis dan menjadi sandaran terkuat dari kerasnya dunia. Yang tidak henti-hentinya memberikan kasih sayang sepanjang masa dengan penuh cinta dan selalu memberikan motivasi yang luar biasa bagi penulis, Dangke banyak untuk tangan yang tak pernah berhenti menadah ke langit dan tubuh yang tak pernah henti untuk bersujud untuk memanjatkan doa-

doa untuk penulis, berkat doa dan ridho nya penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini. Sehat selalu dan panjang umur karena mamah harus selalu ada disetiap perjuangan dan pencapaian hidup penulis.

3. Ayah dan ibu tercinta, Ir. H. Kamasno dan Hj. Siti Aisyah Herawaty, dimana tempat penulis belajar arti ketulusan dan ketabahan. Terima kasih untuk doa-doa yang tak pernah putus, doa-doa yang mungkin tidak terdengar oleh telinga penulis, tetapi selalu sampai kepada langit dan kembali menjadi kekuatan dalam setiap langkah penulis. Terima kasih untuk perhatian yang tak pernah hilang, untuk cerita-cerita sederhana yang selalu menenangkan, dan untuk kasih sayang yang tidak pernah berubah meski waktu terus berjalan. Kehangatan yang ayah dan ibu berikan adalah rumah bagi penulis, tempat kembali saat dunia terasa melelahkan. Semoga Allah SWT selalu menjaga ayah dan ibu dengan kesehatan, kebahagiaan, dan umur yang panjang. Setiap pencapaian dalam hidup penulis, termasuk terselesaikannya tugas akhir ini, tidak lepas dari doa yang kakek dan nenek bisikkan dalam sujud dan harapan yang tak pernah padam.
4. Gandong tersayang, Antis Nasya Afifah Hatuwe dan Michael Hartawan, terima kasih sudah menjadi cahaya kecil yang selalu menghangatkan hati penulis. Kehadiran kalian berdua adalah alasan untuk tetap kuat, tetap tersenyum, dan tidak menyerah meski perjalanan terasa berat. Dukungan sederhana, candaan spontan, dan perhatian yang sering kali tidak kalian sadari, sangat berarti dalam melewati masa-masa sulit penyusunan tugas akhir ini. Kalian adalah rumah yang membuat penulis selalu punya tempat untuk kembali, tempat untuk tertawa, dan tempat untuk merasa diterima apa adanya. Semoga penulis dapat menjadi contoh yang baik bagi kalian, dan semoga langkah kecil ini bisa menjadi penyemangat bagi perjalanan kalian di masa depan. Terima kasih sudah menjadi bagian terindah dalam hidup penulis.
5. Seseorang yang tak kalah penting kehadirannya dalam kehidupan penulis, Zierly Mauliya As-shofa, S.T., Terima kasih banyak telah menjadi tempat penulis kembali ketika dunia terasa terlalu bising, terlalu berat, dan terlalu melelahkan. Di tengah perjalanan panjang yang penuh keraguan dan tekanan,

adek hadir sebagai ketenangan, adek hadir sebagai pelukan yang tak harus diberikan secara nyata, tetapi selalu terasa bahkan dari kejauhan. Terima kasih banyak adek karena tetap bertahan hingga saat ini, bahkan ketika penulis tidak dalam keadaan terbaik, adek tetap hadir disamping penulis. Terima kasih untuk setiap kata yang menyejukkan, setiap doa yang adek selipkan tanpa suara, dan setiap kesabaran yang adek berikan tanpa pernah meminta balasan. Adek melihat penulis di saat orang lain hanya memandang, adek menguatkan di saat penulis hampir menyerah, adek percaya di saat penulis meragukan diri sendiri. Doa dan dukungan adek menjadi alasan kenapa langkah ini tidak akan terhenti. Adek menjadi bagian penting yang mengisi ruang kosong yang tidak mampu dijelaskan dengan kata-kata. Semoga segala lelah yang kita lalui hari ini menjadi jembatan menuju masa depan yang kita doakan bersama. Semoga Allah SWT selalu menjaga cinta ini, memantaskan kita, dan mengizinkan penulis untuk membangun rumah yang kita impikan bersama, dan selamanya.

6. Teman yang sudah lebih dari sekadar teman, seorang saudara yang hadir bukan karena darah, tetapi karena perjalanan dan kesetiaan, Raihan Rizqullah, Rifaldy Nugraha, Adji Muhammad Nugroho, Bintang Ario Seno, Rafly Putra Dwitama, Haykal Yumna Najla Rafi, Noviantara Rezky Ramadhani, Irfan Rafid Resdianto, Sandy Wijaya, M. Iqbal Reiswanto, Ibnusallam, Indah Putri, Najla, Biko, serta teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Terima kasih telah berdiri di samping penulis di saat-saat tersulit maupun saat-saat terbaik. Kalian bukan hanya hadir untuk tertawa bersama, tetapi juga untuk menahan beratnya beban yang tidak semua orang tahu. Dalam banyak hal, kalian adalah sosok yang membuat perjalanan ini tidak terasa sendiri. Kalian hadir ketika penulis membutuhkan ketegasan, memberi semangat ketika penulis mulai goyah, dan mengingatkan arah ketika penulis mulai hilang fokus. Terima kasih telah menjadi saudara dalam arti yang paling sebenarnya.
7. Teman seperjuangan di Prodi Teknik Sipil, Arya Putra Abimanyu, Syawqy Al Haq .M Muiz, Guntur Tri WIdyanto, Geraldin Firyan Shandy, Arvien Dwi Rifaldy, Yandi Ari Yudha Adnan, Ramadhika Gusti Permana, Roofid Arkaan .T, Muhammad Dabo Sa'da, Abrar Hibrizy, Muhammad Aulia Abrar, Shafa

Anugerah, Adisti Regita Pramesti, Amanda, Nurin, dan Teman-teman yang tak bisa saya sebutkan nama nya satu persatu. Terima kasih telah menjadi bagian dari perjalanan yang penuh tawa, keluh kesah, kelelahan, dan kebahagiaan yang kita lalui bersama. Terima kasih karena tetap bertahan di samping penulis, bahkan di saat dunia akademik terasa terlalu berat untuk dihadapi sendirian. Kebersamaan, diskusi panjang, kerja kelompok yang melelahkan, canda yang muncul di tengah stres, hingga malam-malam yang kita habiskan untuk saling menyemangati semua itu menjadi kekuatan yang tidak ternilai. Semoga kita semua diberikan jalan terbaik untuk masa depan yang sama-sama kita perjuangkan, dan semoga persahabatan ini tidak berhenti sampai di sini, tetapi terus tumbuh dalam setiap langkah hidup kita masing-masing.

8. Yogyakarta, kota yang pelan namun selalu berhasil menenangkan yang tergesa. Lima tahun bersamamu bukan sekedar waktu, melainkan perjalanan yang memberikan banyak pelajaran hidup bagi penulis, Jogja bukan hanya tempat di mana rindu belajar menemukan rumah, tetapi tempat dimana langkah yang goyah akan kembali beridiri, dan tempat dimana mimpi yang kusut perlahan dijahit kembali. Di setiap sudut jalanmu, ada cerita yang ditinggalkan, di setiap malammu, ada doa yang dipanjatkan, dan di setiap pagi yang kau hadirkan, ada harapan yang tumbuh pelan-pelan. Terima kasih Jogja untuk kehangatan yang tak pernah meminta balasan, untuk keteduhan yang mengajarkan arti iklas, dan untuk segala kenangan yang akan penulis bawa sampai penulis menutup mata, meski suatu hari nanti harus pergi lebih jauh dari kota ini.
9. *Last but not least,* Untuk Aryo Damar Hatuwe sang penulis yang mungkin sampai di garis akhir lebih lambat dari yang lain, tetapi tidak pernah benar-benar berhenti. Terima kasih sudah bertahan di hari-hari ketika dunia terasa terlalu berat, di saat langkah mulai melemah, dan ketika semua orang terlihat melaju lebih cepat, Terima kasih karena tetap memilih berjalan, meski pelan, meski terseret, meski sendirian. Tidak apa-apa terlambat, karena setiap perjalanan punya waktunya sendiri, apa yang orang lain selesaikan lebih dulu, bukan berarti kita kalah, kita hanya sedang melalui jalan yang berbeda. Terima kasih untuk keberanianmu, ketangguhanmu, dan keteguhanmu, yang tak

pernah dipuji siapa pun, namun tetap hidup di dalam dirimu setiap waktu. Sampai di titik ini bukan tentang cepat atau lambat, namun tentang bagaimana kamu mengakhiri apa yang telah kamu mulai, meski dengan luka, air mata, dan perjalanan yang tidak mulus. Hari ini, peluklah dirimu sendiri, Kamu layak lebih dari yang kamu kira.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL **i**

LEMBAR PENGESAHAN **ii**

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI **iii**

KATA PENGANTAR **iv**

LEMBAR DEDIKASI **vi**

DAFTAR ISI **xi**

DAFTAR TABEL **xiv**

DAFTAR GAMBAR **xvii**

DAFTAR LAMPIRAN **xviii**

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN **xix**

ABSTRAK **xx**

ABSTRACT ***xxi***

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Rumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 3

1.4 Manfaat Penelitian 4

1.5 Batasan Penelitian 4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**

2.1 Tinjauan Umum 6

2.2 Penelitian Terdahulu 6

2.3 Perbedaan Dari Penelitian Sebelumnya 8

2.4 Keaslian Penelitian 12

BAB III LANDASAN TEORI **13**

3.1 *Value Engineering* (Rekayasa Nilai) 13
3.1.1 Pengertian *Value Engineering* 13
3.1.2 Karakteristik *Value Engineering* 14
3.1.3 Tujuan Penerapan *Value Engineering* 15
3.1.4 Waktu Penerapan *Value Engineering* 16
3.2 Istilah-istilah dalam *Value Engineering* 17
3.3 Hubungan Nilai, Biaya, dan Fungsi 20
3.4 Rencana Kerja Rekayasa Nilai *(Value Engineering Job Plan)* 20
3.4.1 Tahap Informasi 21
3.4.2 Tahap Kreatif 25
3.4.3 Tahap Evaluasi 26
3.4.4 Tahap Pengembangan 27
3.4.5 Tahap Rekomendasi 29
3.5 *Analytical Hierarchy Process* (AHP) 30
3.5.1 Definisi *Analytical Hierarchy Process* 30
3.5.2 Prinsip Dasar *Analytical Hierarchy Process* 31
3.5.3 Prosedur *Analytical Hierarchy Process* 32
3.5.4 Analisis Pembobotan Menyeluruh dan Penentuan Peringkat Alternatif 39
3.6 Perumahan 40
3.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB) 41
BAB IV METODELOGI PENELITIAN 45
4.1 Pendekatan Penelitian 45
4.2 Variabel Penelitian 45
4.3 Lokasi Penelitian 46
4.4 Metode Pengumpulan Data 47
4.5 Tahapan *Value Engineering* 48
4.5.1 Tahap Informasi 48

4.5.2 Analisis Fungsi 49
4.5.3 Tahap Kreatif 49
4.5.4 Tahap Evaluasi 50
4.5.5 Tahap Pengembangan 50
4.5.6 Tahap Rekomendasi 51
4.6 Alur Penelitian (*Flowchart*) 51
BAB V ANALISA DAN PEMBAHASAN 55
5.1 Tahap Informasi 55
5.1.1 Data Umum Proyek 55
5.1.2 *Cost Breakdown Structure* (CBS) 57
5.1.3 Analisa Pareto 59
5.1.4 Analisis Fungsi 61
5.2 Tahap Kreatif 62
5.3 Tahap Evaluasi 63
5.3.1 Analisis Penilaian Kriteria 63
5.3.2 Analisis Pemilihan Alternatif Berdasarkan Kriteria 76
5.3.3 Analisis Pembobotan Menyeluruh 82
5.4 Tahap Pengembangan 83
5.4.1 Pengembangan Teknis Alternatif Terpilih 84
5.4.2 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya 85
5.4.3 Analisis Persentase Penghematan Biaya 92
5.5 Tahap Rekomendasi 95
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 98
6.1 Kesimpulan 98
6.2 Saran 99
DAFTAR PUSTAKA 101
LAMPIRAN 104

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Komponen Biaya 18
Tabel 3. 2 Matriks Perbandingan Berpasangan 33
Tabel 3. 3 Skala Banding Berpasangan 34
Tabel 3. 4 Contoh Judgement Matrik Perbandingan Berpasangan 35
Tabel 3. 5 Contoh Matriks Penjumlahan Tiap Kolom 35
Tabel 3. 6 Contoh Matriks Normalisasi 36
Tabel 3. 7 Contoh Matriks Perhitungan Bobot Alternatif 36
Tabel 3. 8 Contoh Matriks Perhitungan Bobot Vektor 37
Tabel 3. 9 Perhitungan Vektor Konsistensi 37
Tabel 3. 10 Nilai Random Index 39
Tabel 3. 11 Penilaian Bobot dan Perangkingan Alternatif 39
Tabel 3. 12 Contoh Harga Satuan Tenaga Kerja 42
Tabel 3. 13 Contoh Harga Satuan Bahan 42
Tabel 3. 14 Contoh Analisis Harga Satuan 43
Tabel 3. 15 Contoh Perhitungan RAB Pekerjaan 44
Tabel 5. 1 Data Umum Proyek 55
Tabel 5. 2 *Cost Breakdown Structure* Rencana Anggaran Biaya 58
Tabel 5. 3 *Breakdown* Pekerjaan Struktur dan Arsitektur 59
Tabel 5. 4 *Cost Model* Pekerjaan Struktur dan Arsitektur 60
Tabel 5. 5 Analisis Fungsi Pekerjaan Dinding dan Plesteran 61
Tabel 5. 6 Alternatif Pekerjaan Dinding dan Plesteran 63
Tabel 5. 7 Matriks Penilaian Berpasangan Responden 1 65
Tabel 5. 8 Matriks Hasil Penjumlahan Kolom Responden 1 65
Tabel 5. 9 Matriks Normalisasi dan Perhitungan Bobot Kriteria Responden 1 66
Tabel 5. 10 Matriks Perhitungsn Bobot Vektor Responden 1 66
Tabel 5. 11 Matriks Vektor Konsistensi Responden 1 67
Tabel 5. 12 Matriks Penilaian Berpasangan Responden 2 68

Tabel 5. 13 Matriks Hasil Penjumlahan Kolom Responden 2 68
Tabel 5. 14 Matriks Normalisasi dan Perhitungan Bobot Kriteria Responden 1.. 69
Tabel 5. 15 Matriks Perhitungsn Bobot Vektor Responden 2 69
Tabel 5. 16 Matriks Vektor Konsistensi Responden 2..... 69
Tabel 5. 17 Matriks Penilaian Berpasangan Responden 3 71
Tabel 5. 18 Matriks Hasil Penjumlahan Kolom Responden 3 71
Tabel 5. 19 Matriks Normalisasi dan Perhitungan Bobot Kriteria Responden 3.. 71
Tabel 5. 20 Matriks Perhitungan Bobot Vektor Responden 3 72
Tabel 5. 21 Matriks Vektor Konsistensi Responden 3..... 72
Tabel 5. 22 Matriks Penilaian Berpasangan Responden 4 73
Tabel 5. 23 Matriks Hasil Penjumlahan Kolom Responden 4 74
Tabel 5. 24 Matriks Normalisasi dan Perhitungan Bobot Kriteria Responden 4.. 74
Tabel 5. 25 Matriks Perhitungsn Bobot Vektor Responden 4 74
Tabel 5. 26 Matriks Vektor Konsistensi Responden 4..... 75
Tabel 5. 27 Rekapitulasi Perhitungan Bobot Kriteria 76
Tabel 5. 28 Matriks Alternatif Pada Kriteria A Responden 1 77
Tabel 5. 29 Matriks Alternatif Pada Kriteria B Responden 1 78
Tabel 5. 30 Matriks Alternatif Pada Kriteria C Responden 1 78
Tabel 5. 31 Matriks Alternatif Pada Kriteria D Responden 1 79
Tabel 5. 32 Matriks Alternatif Pada Kriteria E Responden 1 79
Tabel 5. 33 Sintesa Akhir dan Ranking Alternatif Responden 1 80
Tabel 5. 34 Sintesa Akhir dan Ranking Alternatif Responden 2 81
Tabel 5. 35 Sintesa Akhir dan Ranking Alternatif Responden 3 81
Tabel 5. 36 Sintesa Akhir dan Ranking Alternatif Responden 4 81
Tabel 5. 37 Rekapitulasi Bobot Alternatif Per Kriteria..... 82
Tabel 5. 38 Pembobotan Menyeluruh dan Perangkingan Alternatif Pekerjaan Dinding..... 83
Tabel 5. 39 Spesifikasi Bata Ringan AAC 10 cm 84
Tabel 5. 40 Volume Pekerjaan Dinding Existing..... 86
Tabel 5. 41 Harga Satuan Upah 86
Tabel 5. 42 Harga Satuan Material 87

Tabel 5. 43 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Dinding Existing..... 87
Tabel 5. 44 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Plesteran Existing..... 88
Tabel 5. 45 Analisis Harga Satuan Acian Existing..... 88
Tabel 5. 46 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Dinding Existing..... 89
Tabel 5. 47 Harga Satuan Material Alternatif..... 89
Tabel 5. 48 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Dinding Alternatif..... 90
Tabel 5. 49 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Plesteran Alternatif..... 90
Tabel 5. 50 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Acian Alternatif..... 91
Tabel 5. 51 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Dinding Alternatif..... 92
Tabel 5. 52 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Existing Perumahan Royal Sindang Heula..... 92
Tabel 5. 53 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif Perumahan Royal Sindang Heula..... 93
Tabel 5. 54 Rekomendasi Pekerjaan Dinding dan Plesteran Perumahan Royal Sindang Heula Rumah Tipe 36..... 96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 *Potential Saving from VE Aplications* 16
Gambar 3. 2 Contoh Analisa Pareto 23
Gambar 3. 3 Contoh FAST Diagram Pekerjaan Balok (beam) 25
Gambar 3. 4 Contoh Pohon Hirarki AHP 31
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Perumahan Royal Sindang Heula 46
Gambar 4. 2 *Flowchart* Penelitian 52
Gambar 4. 3 *Flowchart Analytic Hierarchy Process* 54
Gambar 5. 1 *Site* Plan Perumahan Royal Sindang Heula 56
Gambar 5. 2 Denah Rumah Tipe 36 57
Gambar 5. 3 Gambar Kerja Rumah Tipe 36 57
Gambar 5. 4 Grafik Analisa Pareto Pekerjaan Struktur dan Arsitektur 60
Gambar 5. 5 FAST Diagram Pekerjaan Dinding dan Plesteran 62
Gambar 5. 6 Struktur Hierarki Pekerjaan Dinding 64
Gambar 5. 7 Bata Ringan *AAC* 84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 *Site* Plan Perumahan Royal Sindang Heula 105
Lampiran 2 Gambar Kerja Rumah Tipe 36/72 Royal Sindang Heula 106
Lampiran 3 Gambar Unit Rumah 107
Lampiran 4 Gambar Unit Rumah 108
Lampiran 5 RAB Awal Proyek Perumahan Royal Sindang Heula 109
Lampiran 6 Data Responden 111
Lampiran 7 Harga Satuan Material Banten 2022 141
Lampiran 8 SNI 2837:2008 142
Lampiran 9 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya Dan Perumahan, 2024 143

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

λmak	= *Maximum Eigen Value*
AHP	= *Analytical Hierarchy Process*
AHS	= Analisis Harga Satuan
AHSP	= Analisis Harga Satuan Pekerjaan
Brainstorming	= Pemunculan Ide Hasil Pemikiran Secara Bebas
BUMN	= Badan Usaha Milik Negara
CBS	= *Cost Breakdown Structure*
CI	= *Consistency Index*
CR	= *Consistency Ratio*
DED	= *Detail Engineering Design*
FAST	= *Function Analysis System Technique*
Flowchart	= Urutan dalam suatu proses atau system
KP3B	= Kawasan Pusat Pemerintahan Provinsi Banten
MEP	= Mekanikal, Elektrikal, dan Plumbing
Mind Mapping	= Visualisai Membuat Konsep Menyerupai Peta
n	= Jumlah Entri Vector Konsistensi
Paired comparison Matrix	= Perbandingan Berpasangan
PSU	= Prasarana, Sarana, dan Utilitas Umum
RAB	= Rencana Anggaran Biaya
RI	= *Random Index*
RKS	= Rencana Kerja dan Syarat
SAVE International	= *Society of American Value Engineers International*
Site Plan	= Rencana Lokasi
SNI	= Standar Nasional Indonesia
Storyboard	= Teknik mendapatkan ide dalam bentuk cerita
Value Engineering Job Plan	= Rencana Kerja Rekayasa Nilai
VE	= *Value Engineering*

ABSTRAK

Peningkatan biaya konstruksi yang dipicu oleh fluktuasi harga material dan inefisiensi metode pelaksanaan menjadi tantangan utama dalam penyediaan hunian berkualitas yang tetap terjangkau. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang memiliki potensi efisiensi biaya, menentukan alternatif material terbaik, serta menganalisis besaran penghematan melalui penerapan metode *Value Engineering* (VE) pada proyek Perumahan Royal Sindang Heula, khususnya untuk unit rumah Tipe 36.

Metodologi penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mengikuti tahapan *Value Engineering Job Plan* yang meliputi tahap informasi, kreatif, evaluasi, pengembangan, dan rekomendasi. Alat analisis yang digunakan adalah Analisis Pareto untuk mengidentifikasi pekerjaan berbiaya tinggi serta *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk mengevaluasi alternatif material berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan.

Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa pekerjaan pasangan dinding dan plesteran merupakan komponen dengan proporsi biaya terbesar yang paling potensial untuk dioptimalkan. Melalui evaluasi AHP, terpilih bata ringan sebagai alternatif pengganti bata merah karena dinilai lebih unggul dalam memenuhi fungsi dasar dan sekunder secara efisien. Penerapan *Value Engineering* ini berhasil menurunkan rencana anggaran biaya (RAB) awal dari Rp220.566.113,26 menjadi Rp187.921.681,03. Hasil penelitian menunjukkan adanya penghematan biaya yang signifikan yaitu 14,18% dari total RAB tanpa mengurangi fungsi, mutu, maupun integritas struktur bangunan.

Kata kunci: *Value Engineering*, Perumahan, Analisis Pareto, *Analytical Hierarchy Process* (AHP), Efisiensi Biaya.

ABSTRACT

Rising construction costs, driven by material price fluctuations and inefficient execution methods, present a major challenge in providing quality yet affordable housing. This research aims to identify work items with cost-efficiency potential, determine the best material alternatives, and analyze the total savings by implementing the Value Engineering (VE) method on the Royal Sindang Heula Housing project, specifically for the Type 36 house unit.

The research methodology employs a quantitative approach following the Value Engineering Job Plan stages, which include information, creative, evaluation, development, and recommendation phases. Analytical tools used are Pareto Analysis to identify high-cost work items and the Analytical Hierarchy Process (AHP) to evaluate material alternatives based on criteria.

The Pareto analysis results indicate that wall and plastering work is the component with the largest cost proportion and the highest potential for optimization. Through AHP evaluation, lightweight bricks were selected as the alternative to replace red bricks, as they were deemed superior in efficiently meeting both basic and secondary functions. The implementation of Value Engineering successfully reduced the initial budget (RAB) from IDR 220,566,113.26 to IDR 187,921,681.03. The results demonstrate significant cost savings (approximately 14.18%) from the total RAB without compromising the function, quality, or structural integrity of the building.

Keywords: *Value Engineering, Housing, Pareto Analysis, Analytical Hierarchy Process (AHP), Cost Efficiency.*

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Rumah, menurut (Undang-Undang (UU) Nomor 4 Tahun 1992 Tentang Perumahan Dan Permukiman, 1992), merupakan bangunan yang berfungsi sebagai tempat tinggal dan sarana pembinaan keluarga, Pengertian ini menegaskan bahwa rumah bukan hanya struktur fisik, tetapi juga kebutuhan dasar yang mendukung keamanan, kenyamanan, dan kesejahteraan manusia. Seiring perkembangan sosial dan pertumbuhan penduduk, kebutuhan akan hunian tidak hanya meningkat secara jumlah, tetapi juga mengalami perubahan karakteristik. Kondisi ini menjadi semakin signifikan ketika dikaitkan dengan fenomena urbanisasi yang terus meningkat dan mendorong tingginya permintaan terhadap hunian layak dan terjangkau di kawasan perkotaan.

Pertumbuhan penduduk dan urbanisasi global yang terus meningkat setiap tahun telah mendorong lonjakan kebutuhan akan hunian yang layak, terjangkau, dan berkelanjutan. Menurut laporan (Nations, 2022), diketahui bahwa lebih dari 56% populasi dunia kini tinggal di wilayah perkotaan dan angka ini diproyeksikan meningkat menjadi 68% pada tahun 2050. Namun, di sisi lain pada sektor konstruksi dan properti, khususnya pada proyek perumahan, dihadapkan pada tantangan yang kompleks, yang diakibatkan oleh fluktuasi harga material, keterbatasan sumber daya, tuntutan kualitas yang semakin tinggi dari konsumen, serta kebutuhan untuk menyelesaikan proyek dengan tepat waktu.

Penyediaan hunian terjangkau di negara berkembang tidak dapat hanya bergantung pada penggunaan material berbiaya rendah. Keberhasilan pembangunan perumahan menuntut perpaduan berbagai faktor penting, antara lain pemilihan metode konstruksi yang efisien, pemanfaatan tenaga kerja lokal yang kompeten, serta rantai pasok material yang stabil dan berkelanjutan (Corradi et al., 2025). Di negara berkembang seperti Indonesia, tekanan terhadap penyediaan

hunian juga meningkat seiring cepatnya urbanisasi, serta kenaikan harga lahan dan bangunan. Melaui Program Sejuta Rumah sejak 2015, pemerintah mendorong sektor swasta dan BUMN untuk mempercepat pembangunan hunian dengan pendekatan yang lebih efisien, baik dalam perencanaan, penggunaan material, maupun pengelolaan konstruksi.

Pembangunan sektor properti di Provinsi Banten, khususnya di Kota Serang, menunjukkan peningkatan yang cukup pesat dan mendorong bertambahnya kebutuhan akan hunian yang terjangkau dan berkualitas. Proyek Perumahan Royal Sindang Heula di Kecamatan Pabuaran menjadi salah satu upaya dalam memenuhi kebutuhan tersebut sekaligus mencerminkan perkembangan ekonomi masyarakat di sekitarnya. Berbagai studi menunjukkan bahwa peningkatan biaya konstruksi pada proyek perumahan umumnya disebabkan oleh fluktuasi harga material, inefisiensi metode pelaksanaan, serta pemilihan material yang tidak optimal (Ivan Fadhila et al., 2025). Salah satu metode yang banyak digunakan dalam proyek konstruksi untuk mencapai efisiensi tersebut adalah *Value Engineering* dapat digunakan opsi dalam permasalahan tersebut

Dengan mempertimbangkan urgensi kebutuhan hunian, tuntutan efisiensi biaya, serta potensi penerapan *Value Engineering* yang belum dimanfaatkan secara maksimal, maka diperlukan suatu kajian yang mampu mengidentifikasi komponen pekerjaan yang memiliki peluang peningkatan nilai. Kajian ini diharapkan dapat menghasilkan rekomendasi konstruktif yang tidak hanya berorientasi pada pengurangan biaya, tetapi juga memastikan bahwa fungsi, kualitas, dan kinerja bangunan tetap terpenuhi sesuai standar yang berlaku. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka perlu dirumuskan permasalahan penelitian yang akan menjadi fokus utama dalam kajian ini.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apa saja pekerjaan pada pembangunan rumah yang memiliki potensi efisensi berdasarkan analisis pareto?

2. Apa saja alternatif pengganti jenis pekerjaan yang memiliki potensi efisiensi pada pekerjaan rumah tersebut *Value Engineering*?
3. Bagaimana hasil perbandingan biaya proyek sebelum dan sesudah dilakukan analisis *Value Engineering*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengidentifikasi pekerjaan-pekerjaan pada pembangunan rumah yang memiliki potensi efisiensi melalui penerapan metode analisis pareto.
2. Menentukan alternatif-alternatif pengganti pada jenis pekerjaan yang berpotensi memberikan peningkatan nilai dan efisiensi berdasarkan analisis fungsi dalam *Value Engineering*?
3. Menganalisis dan membandingkan biaya proyek sebelum dan sesudah penerapan *Value Engineering* untuk mengetahui besaran penghematan serta dampak terhadap nilai keseluruhan proyek

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi masyarakat terhadap perkembangan ilmu pengetahuan. Manfaat penelitian adalah sebagai berikut :

1. Memperluas wawasan baik untuk penulis maupun masyarakat luas terkait penerapan metode *Value Engineering* pada bangunan konstruksi.
2. Memberikan alternatif desain dan material yang lebih hemat biaya namun tetap memenuhi fungsi utama bangunan.
3. Menjadi tolak ukur dan cikal bakal studi lanjutan dalam mengembangkan metodologi rekayasa nilai di bidang konstruksi.
4. Menjadi bahan pertimbangan bagi pengembang, kontraktor, maupun perencana dalam mengambil keputusan terkait optimasi biaya tanpa mengurangi kualitas pada bangunan.
5. Menjadi acuan bagi institusi pendidikan dalam pengembangan materi ajar terkait *Value Engineering* pada sektor perumahan.

1.5 Batasan Penelitian

Agar tidak terjadi penyimpangan dalam penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah. Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini dilakukan pada satu unit bangunan rumah tipe 36 di Perumahan Royal Sindang Heula.
2. Penelitian ini tidak melakukan perubahan desain arsitektur atau perombakan layout awal bangunan.
3. Identifikasi pekerjaan berbiaya tertinggi dilakukan melalui analisis pareto, dan hanya satu item pekerjaan dengan proporsi biaya terbesar yang dijadikan objek kajian *Value Engineering*.
4. Ruang lingkup penelitian terbatas pada pekerjaan struktural dan arsitektural, pekerjaan sanitasi dan MEP tidak dianalisis

5. Analisis efisiensi yang dilakukan hanya mencakup biaya konstruksi awal tanpa mempertimbangkan biaya pemeliharaan, biaya siklus hidup, dan biaya operasional bangunan.
6. Alternatif desain dan material dievaluasi menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Penelitian ini hanya difokuskan pada pekerjaan struktural dan arsitektural.
7. Data yang digunakan meliputi RAB, gambar kerja, harga satuan pekerjaan, dan produktivitas tenaga kerja sebagaimana tercatat dalam dokumen proyek. Sistem MEP (mekanikal, elektrikal, dan plumbing) tidak dibahas dalam penelitian ini.
8. Penyesuaian harga material maupun tenaga kerja terhadap inflasi atau fluktuasi pasar tidak dilakukan dan difokuskan untuk mencari alternatif bahan yang paling sesuai untuk proyek ini guna meminimalisir pembengkakan biaya.
9. Evaluasi teknis terhadap kekuatan struktur alternatif tidak dilakukan secara mendalam dan hanya merujuk pada standar teknis yang berlaku.
10. Tahapan *Value Engineering* yang digunakan dibatasi pada tahapan informasi, analisis fungsi, pencarian alternatif, dan evaluasi, tanpa analisis implementasi lapangan.
11. Penelitian ini tidak membahas aspek estetika arsitektur yang tidak berhubungan langsung dengan fungsi bangunan
12. Observasi lapangan terbatatas yang dilakukan satu kali untuk memperoleh gambaran umum kondisi objek penelitian.
13. Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara jarak jauh dan komunikasi lanjutan secara daring dengan pihak terkait.
14. Penelitian ini tidak melakukan pengamatan lapangan secara menyeluruh terhadap seluruh tahapan pelaksanaan konstruksi, sehingga analisis difokuskan pada aspek perencanaan, fungsi, dan biaya dalam penerapan metode *Value Engineering.*
15. Penelitian ini tidak melakukan analisis *cost* dan *worth* secara kuantitatif pada tahap analisis fungsi

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan batasan penelitian telah dideskripsikan pada BAB I. Penelitian ini membutuhkan suatu refrensi yang dapat dijadikan acuan dan penunjang, sehingga dapat membantu dalam proses penelitian agar hasil yang didapatkan lebih akurat.

2.2 Penelitian Terdahulu

Sebagai acuan, refrensi dan data penunjang, penelitian ini mengacu pada penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya yang berkaitan dengan *Value Engineering* pada proyek perumahan. Berikut ini merupakan refrensi yang digunakan dalam penelitian ini.

1. Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan X Di Tangerang Selatan. (Chandra et al., 2023) telah melakukan penelitian yang berjudul Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan X Di Tangerang Selatan. Penelitian tersebut bertujuan untuk mengetahui penghematan biaya yang diperoleh dari penerapan *Value Engineering* pada pekerjaan arsitektural di proyek X. Identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah penerapan *Value Engineering* pada pekerjaan arsitektural yang diharapkan akan memberikan penghematan yang signifikan pada total biaya proyek, karena proyek perumahan terdiri dari 26 rumah tipe 7 × 10 dan 36 rumah tipe 7 × 12. Setelah dilakukan analisi *Value Engineering* terhadap pekerjaan dinding dapat diambil kesimpulan Hasil perhitungan *life cycle cost* untuk bata merah didapatkan *net present value* Rp 25.137.557.447,94 dan *net present value* batako Rp 25.471.420.323,30. Sehingga untuk mendapatkan *net present value* yang minimal maka dipilih dinding batako. Hasil penerapan *value engineering* pada pekerjaan dinding

dengan mengganti material bata merah menjadi batako, didapatkan penghematan.

2. Penerapan Rekayasa Nilai *(Value Engineering)* pada Bangunan Rumah Susun Sederhana (Studi Kasus: Rusunawa Jongke Sleman).

   (Natalie et al., 2020) Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi biaya pembangunan dengan tetap mempertahankan fungsi dan kinerja struktur bangunan rusunawa. Objek penelitian adalah bangunan Rusunawa Jongke di Kabupaten Sleman dengan jumlah lantai sebanyak lima lantai. Penelitian difokuskan pada pekerjaan struktur bangunan. Metode VE yang digunakan meliputi tahap informasi, analisis fungsi, cost to worth analysis, tahap kreatif, evaluasi, dan pengembangan. Analisis Pareto digunakan untuk menentukan pekerjaan struktur dengan biaya terbesar, sedangkan analisis cost to worth digunakan untuk menilai efisiensi biaya terhadap fungsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan plat lantai memiliki nilai cost/worth tertinggi sehingga dipilih sebagai objek kajian VE. Perubahan mutu beton dari K350 menjadi K375 menghasilkan penghematan biaya struktur yang signifikan, yaitu sekitar 17% dari biaya awal, tanpa menurunkan kinerja dan keamanan struktur bangunan.

3. Penerapan *Value Engineering* Pada Pekerjaan Perumahan Tipe Kos Azzahra *Residence.*

   (Santoso et al., 2023) telah melakukan penelitian yang berjudul Penerapan *Value Engineering* Pada Pekerjaan Perumahan Tipe Kos Azzahra *Residence.* Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan penekanan biaya serta memperhatikan kekuatan dan waktu pelaksanaan yang akan ditentukan dalam skala prioritas pada tiap pekerjaan. Metode analisa yang akan digunakan ada 2 macam yaitu analisa pareto dan analisis hirarki proses. Analisa pareto digunakan untuk mengetahui seberapa banyak dan pekerjaan apa saja yang berpotensi dilakukan VE. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan analisa pareto dalam tahapan informasi mampu menemukan seberapa banyak dan apa saja item pekerjaan yang berpotensi dilakukan *Value Engineering* pada konstruksi Rumah Tipe Kos

Azzahra Residence. Pada tahapan kreatif dalam value engineering, penggunaan analisis hirarki proses (AHP) mampu memudahkan pengambilan keputusan dalam hal penentuan alternatif rekomendasi terbaik, metode tersebut memberikan kebebasan untuk menentukan kriteria yang ingin diprioritaskan dengan tetap mempertimbangkan beberapa faktor lain yang juga dapat mempengaruhi penilaian terhadap pengambilan keputusan dari tiap alternatif yang ada.

4. Aplikasi *Value Engineering* pada Proyek Konstruksi Perumahan Arima Cluster Rumah Tipe 75/160 PT. Arima Karya Properti.

   (Permata & Wahyuni, 2016) tujuan dari penelitian ini membandingkan alternatif-alternatif material yang diusulkan untuk menurunkan harga penjualan setelah dilakukan rekayasa nilai serta mencari (value) perumahan Arima Cluster tipe 75/160. Penelitian ini menggunakan metode Value Engineering. Metode ini akan menganalisis kembali mengenai penggunaan material dalam Rincian Anggaran Biaya (RAB). Sehingga akan ditemukan material biaya terendah sesuai dengan ide-ide yang diberikan. Terdapat 4 tahapan dalam Value Engineering, dari tahap tersebut didapat 5 item pekerjaan yang berbiaya tinggi yaitu pekerjaan pondasi dan beton struktur penghematan yang didapat adalah Rp. 4.255.338, dinding dan plasteran penghematan yang didapat Rp. 1.255.883, pengecatan penghematan yang didapat Rp. 4.206.156, lantai dan keramik penghematan yang didapat Rp. 9.152.063, penutup atap penghematan yang didapat sebesar Rp.5.375.249. Total penghematan dari penerapan Rekayasa Nilai pada proyek pembangunan rumah Arima Cluster tipe 75/160 adalah sebesar Rp.24.244.689.

2.3 Perbedaan Dari Penelitian Sebelumnya

Adapun perbedaan penelitian ini dari penelitian sebelumnya dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2. 1 Perbandingan Penelitian Yang Akan Dilakukan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
1	Chandra et al (2023)	Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan X Di Tangerang Selatan	Mengetahui penghematan biaya yang diperoleh dari penerapan *Value Engineering* pada pekerjaan arsitektural di proyek X	Hasil perhitungan *life cycle cost* untuk bata merah didapatkan *net present value* Rp 25.137.557.447,94 dan *net present value* batako Rp 25.471.420.323,30. Sehingga untuk mendapatkan *net present value* yang minimal maka dipilih dinding batako. Hasil penerapan *value engineering* pada pekerjaan dinding dengan mengganti material bata merah menjadi batako, sehingga didapatkan penghematan.
2	Natalie et al (2020)	Penerapan Rekayasa Nilai *(Value Engineering)* pada Bangunan Rumah Susun Sederhana (Studi Kasus: Rusunawa Jongke Sleman).	Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi biaya pembangunan dengan tetap mempertahankan fungsi dan kinerja struktur bangunan rusunawa. Objek penelitian adalah bangunan Rusunawa Jongke di Kabupaten Sleman dengan jumlah lantai sebanyak lima lantai.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan plat lantai memiliki nilai cost/worth tertinggi sehingga dipilih sebagai objek kajian VE. Perubahan mutu beton dari K350 menjadi K375 menghasilkan penghematan biaya struktur yang signifikan, yaitu sekitar 17% dari biaya awal, tanpa menurunkan kinerja dan keamanan struktur bangunan.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Yang Akan Dilakukan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
3	Santoso et al (2023)	Penerapan *Value Engineering* Pada Pekerjaan Perumahan Tipe Kos Azzahra *Residence.*	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan penekanan biaya serta memperhatikan kekuatan dan waktu pelaksanaan yang akan ditentukan dalam skala prioritas pada tiap pekerjaan	Hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggunaan analisa pareto dalam tahapan informasi mampu menemukan seberapa banyak dan apa saja item pekerjaan yang berpotensi dilakukan *Value Engineering* pada konstruksi Rumah Tipe Kos Azzahra Residence. Pada tahapan kreatif dalam value engineering, penggunaan analisis hirarki proses (AHP) mampu memudahkan pengambilan keputusan dalam hal penentuan alternatif rekomendasi terbaik, metode tersebut memberikan kebebasan untuk menentukan kriteria yang ingin diprioritaskan dengan tetap mempertimbangkan beberapa faktor lain yang juga dapat mempengaruhi penilaian terhadap pengambilan keputusan dari tiap alternatif yang ada.
4	Permata & Wahyuni (2016)	Aplikasi *Value Engineering* pada Proyek Konstruksi Perumahan Arima Cluster Rumah Tipe 75/160 PT. Arima Karya Properti.	Tujuan dari penelitian ini membandingkan alternatif-alternatif material yang diusulkan untuk menurunkan harga penjualan setelah dilakukan rekayasa nilai serta	Hasil dari penelitian ini yaitu, Terdapat 4 tahapan dalam Value Engineering, dari tahap tersebut didapat 5 item pekerjaan yang berbiaya tinggi yaitu pekerjaan pondasi dan beton struktur penghematan yang didapat adalah Rp. 4.255.338, dinding dan plasteran penghematan yang didapat Rp. 1.255.883, pengecatan penghematan yang did

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Yang Akan Dilakukan Dengan Penelitian Terdahulu

No	Peneliti	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Hasil Penelitian
			mencari (value) perumahan Arima Cluster tipe 75/160.	apat Rp. 4.206.156, lantai dan keramik penghematan yang didapat Rp. 9.152.063, penutup atap penghematan yang didapat sebesar Rp.5.375.249. Total penghematan dari penerapan Rekayasa Nilai pada proyek pembangunan rumah Arima Cluster tipe 75/160 adalah sebesar Rp.24.244.689.
5	Hatuwe (2025)	Analisis *Value Engineering* Pada Proyek Perumahan Royal Sindang Heula.	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pekerjaan-pekerjaan pada bagian rumah yang memiliki potensi untuk dilakukan VE, lalu menentukan altermatif pengganti pada jenis pekerjaan yang telah ditentukan menggunakan AHP, dan membandingkan biaya awal dan setelah dilakukan VE.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerjaan pasangan dinding dan plesteran merupakan komponen dengan biaya paling dominan. Melalui analisis AHP, material bata ringan terpilih sebagai alternatif terbaik pengganti bata merah karena unggul dalam kriteria waktu dan kemudahan pelaksanaan. Penerapan rekayasa nilai ini menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp32.644.432,23. Secara keseluruhan, biaya proyek berkurang dari Rp220.566.113,26 menjadi Rp187.921.681,03, atau mencapai efisiensi sebesar 14,18% dari total RAB proyek perumahan Royal Sindang Heula.

2.4 Keaslian Penelitian

Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pekerjaan yang dapat di efisiensi, menentukan alternatif terbaik yang dapat diberikan dan mengetahui hasil perbandingan biaya proyek sebelum dan sesudah dilakukan analisis *Value Engineering*. Penelitian-penelitian sebelumnya yang menggunakan pendekatan *Value Engineering* sebagian besar dilakukan pada proyek-proyek bersubsidi, gedung bertingkat, atau kawasan permukiman umum.

Keaslian penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan dan menjunjung tinggi kejujuran, kerasionalan, keobjektifan, dan keterbukaan. Dengan demikian, keaslian penelitian ini dapat dipertanggungjawabkan, baik secara ilmiah dan keilmuan.

BAB III
LANDASAN TEORI

3.1 Value Engineering (Rekayasa Nilai)

3.1.1 Pengertian Value Engineering

Value Engineering (VE) atau rekayasa nilai merupakan suatu pendekatan sistematis yang bertujuan untuk meningkatkan nilai suatu produk, sistem, atau proyek melalui analisis terhadap fungsi-fungsi yang dikandungnya. Pendekatan ini dilakukan dengan mencari cara untuk mencapai fungsi yang sama dengan biaya yang lebih rendah tanpa mengurangi kualitas, kinerja, dan keandalan. Secara konseptual, nilai didefinisikan sebagai perbandingan antara fungsi terhadap biaya *(Value = Function / Cost)*, sehingga suatu proyek dikatakan memiliki nilai yang tinggi apabila mampu menghasilkan fungsi optimal dengan biaya yang efisien.

Menurut (Bina Marga, 2022), *Value Engineering* merupakan proses pengambilan keputusan yang dilakukan secara sistematis dan terstruktur oleh tim multidisipliner untuk mencapai nilai terbaik suatu proyek dengan tetap mempertahankan fungsi, kualitas, dan kinerja. Pendekatan multidisipliner ini memungkinkan setiap alternatif solusi ditinjau dari berbagai aspek, sehingga penerapan VE tidak hanya berorientasi pada penghematan biaya, tetapi juga pada peningkatan nilai fungsi proyek secara keseluruhan.

(Dell'Isola, 1997) menyatakan bahwa *Value Engineering* merupakan alat manajemen yang digunakan untuk mengidentifikasi dan menghilangkan biaya yang tidak memberikan kontribusi terhadap nilai proyek (*unnecessary cost*). Pendekatan ini berbeda dengan penghematan biaya konvensional karena berfokus pada optimalisasi fungsi, bukan sekadar pengurangan biaya. Dalam konteks proyek perumahan, VE berperan penting mengingat adanya pekerjaan berulang dengan volume besar, sehingga potensi efisiensi biaya dapat diperoleh secara signifikan tanpa menurunkan kualitas bangunan.

Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *Value Engineering* merupakan metode yang disusun secara sistematis untuk meningkatkan efisiensi biaya dengan tetap menjaga fungsi utama suatu proyek konstruksi.

Value engineering (VE), adalah suatu metode yang digunakan untuk mengidentifikasi produk atau pekerjaan yang berpotensi dapat dikurangi harga atau biaya produksinya sehingga produk atau pekerjaan tersebut dapat lebih optimal dan efisien dengan tetap memperhatikan kelayakan atau standart pada pekerjaan tersebut (Calvin Santoso et al., 2023). Meskipun *Value Engineering* telah banyak diterapkan pada proyek konstruksi berskala besar di berbagai negara, penerapannya pada proyek perumahan skala menengah di Indonesia masih relatif terbatas. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan kajian yang lebih mendalam untuk memvalidasi efektivitas *Value Engineering* dalam konteks lokal, sehingga diperlukan penelitian berbasis data yang dapat memberikan bukti empiris mengenai manfaat dan hasil penerapannya. *Value Engineering* (VE) menjadi pendekatan yang semakin relevan untuk menjawab tantangan tersebut. Melalui analisis fungsi, VE bertujuan meningkatkan nilai tanpa mengurangi kinerja atau kualitas bangunan, bahkan dapat membantu menemukan alternatif desain maupun material yang lebih efisien (Zhang et al., 2020).

3.1.2 Karakteristik Value Engineering

Value Engineering memiliki beberapa karakteristik utama yang membedakannya dari metode pengendalian biaya lainnya. Menurut (Zimmerman & Hart, 1982), karakteristik tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut.

1. *An oriental system*

   Penerapannya dilakukan melalui tahapan-tahapan yang tersusun secara logis dalam suatu rencana kerja yang bertujuan untuk mengidentifikasi biaya yang timbul serta menghilangkan biaya yang tidak memberikan kontribusi terhadap fungsi (unnecessary cost).

2. *A multidicipline team approach*

   Metode ini melibatkan berbagai pihak yang berkepentingan dalam proyek, seperti pemilik proyek, konsultan perencana, pelaksana, serta tenaga ahli.

Keterlibatan berbagai disiplin ilmu ini bertujuan untuk memperoleh sudut pandang yang komprehensif sehingga solusi penghematan biaya yang dihasilkan lebih optimal dan dapat diterapkan secara praktis.

3. *A life cycle cost oriented*

   Analisis tidak hanya difokuskan pada biaya awal atau biaya pelaksanaan konstruksi, tetapi juga mempertimbangkan biaya operasional dan pemeliharaan selama masa pakai bangunan. Dengan demikian, keputusan yang diambil tidak hanya ekonomis dalam jangka pendek, tetapi juga efisien dalam jangka panjang.

4. *A profen management technique*

   Metode ini telah banyak diterapkan dalam berbagai proyek dan terbukti efektif dalam upaya pengendalian serta penghematan biaya tanpa menurunkan fungsi dan kualitas yang diharapkan.

5. *An oriented function*

   Fokus utama dari penerapan metode ini adalah pada fungsi dari setiap komponen atau elemen yang ditinjau. Tujuannya adalah untuk menghasilkan produk atau sistem dengan nilai yang optimal, yaitu fungsi yang tetap terpenuhi dengan biaya yang lebih efisien.

3.1.3 Tujuan Penerapan Value Engineering

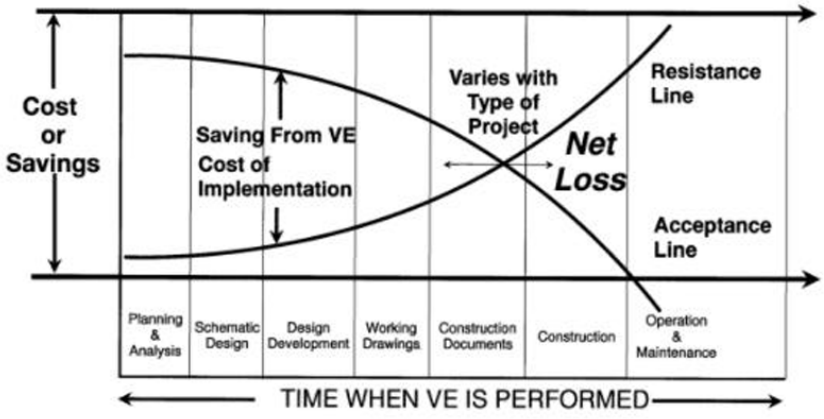
Menurut (Soeharto Iman, 1999),penerapan *Value Engineering* bertujuan untuk mengkaji setiap elemen pekerjaan dengan cara membedakan antara kebutuhan yang benar-benar diperlukan dan yang tidak diperlukan. Melalui proses ini, dapat dikembangkan berbagai ide atau alternatif yang tetap memenuhi kebutuhan fungsi, sekaligus menghilangkan elemen yang tidak memberikan nilai tambah. Dengan demikian, *Value Engineering* diarahkan untuk memperoleh biaya yang lebih efisien dengan kinerja yang sama atau bahkan lebih baik.

Sementara itu, menurut (Zimmerman & Hart, 1982), tujuan utama *Value Engineering* adalah mengidentifikasi struktur biaya dalam suatu proyek serta menghilangkan biaya-biaya yang tidak perlu (*unnecessary cost*) tanpa mengurangi fungsi dan kualitas dari produk atau pekerjaan yang direncanakan.

3.1.4 Waktu Penerapan Value Engineering

Menurut (Dell'Isola, 1997), suatu proyek secara umum dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang saling berkaitan dan berurutan. Tahapan-tahapan tersebut mencerminkan proses perkembangan proyek sejak tahap perencanaan awal hingga bangunan beroperasi dan dipelihara. Adapun tahapan proyek tersebut dapat diringkas sebagai berikut.

1. *Planning and Analysis*
2. *Schematic Design*
3. *Design Development*
4. *Working Drawing*
5. *Construction Document*
6. *Construction*
7. *Operation and Maintenance*



Gambar 3. 1 ***Potential Saving from VE Aplications***

(Sumber : Dell'Isola, 1997)

Value Engineering dapat diterapkan pada seluruh tahapan siklus proyek konstruksi. Namun, agar manfaat yang diperoleh menjadi optimal, penerapan *Value Engineering* sebaiknya dilakukan sejak tahap awal proyek, khususnya pada tahap perencanaan *(planning)*. Hal ini sejalan dengan pendapat (Dell'Isola, 1997) yang menyatakan bahwa semakin dini *Value Engineering* diterapkan, maka potensi penghematan biaya yang dapat dicapai akan semakin besar.

Berdasarkan hubungan antara waktu penerapan dan manfaat *Value Engineering*, dapat dijelaskan bahwa semakin mendekati tahap akhir proyek, seperti tahap konstruksi atau operasional, fleksibilitas perubahan desain akan semakin berkurang. Akibatnya, peluang untuk melakukan penghematan biaya juga semakin kecil karena perubahan yang dilakukan pada tahap akhir umumnya memerlukan biaya tambahan, seperti biaya perancangan ulang (*redesign*).

Oleh karena itu, penerapan *Value Engineering* pada tahap perencanaan sangat dianjurkan karena pada tahap ini tingkat fleksibilitas masih tinggi, sehingga perubahan desain atau spesifikasi dapat dilakukan tanpa menimbulkan biaya tambahan yang signifikan. Dengan demikian, *Value Engineering* yang diterapkan sejak tahap awal proyek dapat memberikan hasil yang lebih efektif dalam meningkatkan nilai dan efisiensi biaya proyek.

3.2 Istilah-istilah dalam *Value Engineering*

Dalam penerapan *Value Engineering*, konsep nilai tidak dapat dipisahkan dari dua unsur utama, yaitu fungsi dan biaya. Ketiga konsep tersebut saling berkaitan dan menjadi dasar dalam proses analisis untuk menilai efisiensi suatu elemen pekerjaan. Oleh karena itu, pemahaman yang jelas mengenai pengertian nilai, biaya, dan fungsi diperlukan sebelum dilakukan tahapan analisis *Value Engineering* secara lebih lanjut.

1. Nilai (*Value*)

   Menurut Miles (1996), suatu produk atau jasa dikatakan memiliki nilai yang baik apabila mampu memberikan kinerja yang sesuai dengan biaya yang dikeluarkan. Sebaliknya, produk atau jasa dinilai memiliki nilai yang rendah apabila kinerjanya tidak sebanding dengan biaya yang dibutuhkan. Dengan demikian, nilai tidak hanya ditentukan oleh rendahnya biaya, tetapi oleh keseimbangan antara fungsi atau kinerja yang dihasilkan dengan biaya yang dikeluarkan.

   Dalam konsep *Value Engineering*, nilai dinyatakan sebagai hubungan antara fungsi dan biaya, yang dirumuskan pada Persamaan 3.1 berikut:

$$Value \text{ (Nilai)} = \frac{Fungsi}{Biaya} \quad (3.1)$$

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa peningkatan nilai dapat dicapai dengan meningkatkan fungsi tanpa menaikkan biaya, menurunkan biaya tanpa mengurangi fungsi, atau mengoptimalkan keduanya secara bersamaan.

2. Biaya (*Cost*)

Menurut (Permata & Wahyuni, 2016), biaya (*cost*) merupakan keseluruhan usaha dan pengeluaran yang dilakukan untuk mengembangkan, memproduksi, dan mengaplikasikan suatu produk atau jasa. Biaya juga dapat diartikan sebagai pengorbanan sumber daya yang harus dikeluarkan terlebih dahulu untuk memperoleh suatu barang atau jasa.

(Soeharto Iman, 1999)menyatakan bahwa biaya dalam proyek konstruksi terdiri atas beberapa komponen utama. Komposisi persentase komponen biaya dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Komponen Biaya

Komponen	**(%)**
Material	30
Tenaga Kerja	25
Alat Kerja	4
Engineering	6
Overhead	30
Laba	5
Total	**100**

(Sumber : Soeharto, 2001)

Berdasarkan Tabel 3.1, komponen biaya terbesar dalam proyek konstruksi terdiri dari biaya material, tenaga kerja, dan overhead. Biaya material merupakan biaya untuk pengadaan bahan bangunan seperti kayu, baja, pasir, dan batu. Biaya tenaga kerja berkaitan dengan waktu dan aktivitas tenaga kerja dalam mengolah material menjadi produk jadi, sedangkan biaya overhead

mencakup biaya tidak langsung seperti manajemen, pemasaran, dan kompensasi pimpinan proyek.

3. Biaya Tidak Perlu (*Unnecessary Cost*)

   Menurut (Dell'Isola, 1997) munculnya biaya tidak perlu dalam suatu proyek dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

   a. *Lack of information* (Kekurangan informasi).
   b. *Temporary circumstances* (Perubahan keadaan).
   c. *Honest wrong belief.*
   d. *Habits and attitudes* (Kebiasaan dan sikap).
   e. *Changes in owner requirements* (Perubahan keperluan pemilik).
   f. *Lact of communication and coordination* (Kurangnya komukasi dan koordinasi).
   g. *Outdated standarts and specification* (Ketertinggalan standar dan spesifikasi).

4. Fungsi (*Function*)

   Fungsi merupakan elemen utama dalam *Value Engineering* karena tujuan utama VE adalah memperoleh fungsi yang dibutuhkan dengan biaya serendah mungkin. (Miles, 1996) mengelompokkan fungsi dalam *Value Engineering* menjadi beberapa kategori, yaitu:

   a. Fungsi Dasar *(Basic Function)*

      Fungsi dasar merupakan alasan utama suatu sistem atau elemen diciptakan. Fungsi ini bersifat esensial dan tidak dapat dihilangkan, karena apabila fungsi dasar tidak terpenuhi, maka nilai dari sistem tersebut akan hilang.

   b. Fungsi Sekunder *(Secondary Function)*

      Fungsi sekunder berperan sebagai pelengkap fungsi dasar. Fungsi ini umumnya tidak memengaruhi kinerja utama apabila dihilangkan, namun sering kali memerlukan elemen tambahan yang dapat meningkatkan biaya.

   c. Fungsi Tak Perlu *(Unnecessary Function)*

      Fungsi tak perlu adalah fungsi yang tidak memberikan kontribusi nilai secara fungsional, ekonomis, maupun estetika. Fungsi ini sebaiknya

dieliminasi karena berpotensi meningkatkan biaya tanpa menambah manfaat.

3.3 Hubungan Nilai, Biaya, dan Fungsi

Hubungan antara nilai, biaya, dan fungsi dalam *Value Engineering* dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan 3.1 dan 3.2 sebagai berikut:

Untuk produsen :

$$Nilai = \frac{Fungsi}{Biaya} \tag{3.1}$$

Untuk konsumen :

$$Nilai = \frac{Manfaat}{Biaya} \tag{3.2}$$

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

Rencana kerja rekayasa nilai (*Value Engineering Job Plan*) merupakan suatu metodologi terstruktur yang digunakan sebagai pedoman dalam proses analisis dan pengembangan nilai pada suatu sistem atau proyek. Job plan ini bertujuan untuk menghasilkan solusi yang sistematis, komprehensif, dan dapat dipertanggungjawabkan secara teknis maupun ekonomis.

Beberapa ahli telah mengemukakan tahapan pelaksanaan *Value Engineering* dengan susunan yang berbeda, namun pada prinsipnya memiliki tujuan yang sama. (Dell'Isola, 1997) membagi job plan ke dalam empat tahap utama, yaitu tahap informasi, tahap kreatif, tahap analisis, dan tahap rekomendasi. (Miles, 1996) mengemukakan tahapan yang lebih rinci, meliputi tahap orientasi, informasi, kreatif, analisis, perencanaan, pelaksanaan, dan kesimpulan. Sementara itu, (Zimmerman & Hart, 1982) menyusun job plan yang terdiri dari tahap informasi, kreatif, pertimbangan, pengembangan, dan rekomendasi.

Direktorat Jenderal (Bina Marga, 2022) mengembangkan tahapan Value Engineering yang lebih komprehensif dan terstruktur, meliputi tahap persiapan, informasi, analisis fungsi, kreativitas, evaluasi ide, pengembangan ide, evaluasi

alternatif, penyusunan rekomendasi, presentasi, pelaporan, serta evaluasi kajian Value Engineering.

Berdasarkan berbagai konsep *Value Engineering Job Plan* yang dikemukakan oleh para ahli, penelitian ini menggunakan tahapan yang disesuaikan dengan tujuan dan ruang lingkup penelitian. Tahapan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Tahap Informasi
2. Analisis Fungsi
3. Tahap Kreatif
4. Tahap Evaluasi
5. Tahap Pengembangan
6. Tahap rekomendasi

Pemilihan tahapan tersebut dilakukan karena telah mencakup proses utama *Value Engineering*, mulai dari pengumpulan dan pemahaman data proyek, identifikasi dan analisis fungsi, pengembangan alternatif solusi, hingga penyusunan rekomendasi yang dapat diterapkan. Adapun tahapan lain seperti tahap pelaksanaan, presentasi, dan evaluasi lanjutan tidak dilakukan dalam penelitian ini karena berada di luar ruang lingkup dan batasan penelitian.

3.4.1 Tahap Informasi

Tahap informasi merupakan tahap awal dalam pelaksanaan *Value Engineering Job Plan* yang bertujuan untuk mengumpulkan dan memahami seluruh data yang berkaitan dengan item pekerjaan yang akan dianalisis. Tahap ini berfokus pada pengumpulan fakta, biaya, dan informasi teknis proyek sebagai dasar dalam pelaksanaan analisis *Value Engineering* pada tahap selanjutnya.

Menurut (Pasaribu & Puspita, 2016), beberapa aktivitas utama yang dilakukan pada tahap informasi meliputi:

1. Perumusan masalah, yaitu langkah awal sebelum mengumpulkan informasi, dimana peneliti harus menacari kejelasan dan pengertian tentang masalah yang dihadapi.

2. Mengumpulkan informasi dan fakta, peneliti mengumpulkan informasi dan merumuskan jawaban atas pertanyaan yang berhubungan dengan objek yang diselidiki.
3. Mengenal objek (produk) dengan mengkaji fungsi dan mencatat biaya dari berbagai aspek, seperti: engineering, pengadaan, pabrikasi, fungsi dan biaya.

Pada tahap informasi, selain hal di atas, terdapat beberapa teknik atau metode yang dapat diaplikasikan pada tahap informasi. Adapun metode yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut.

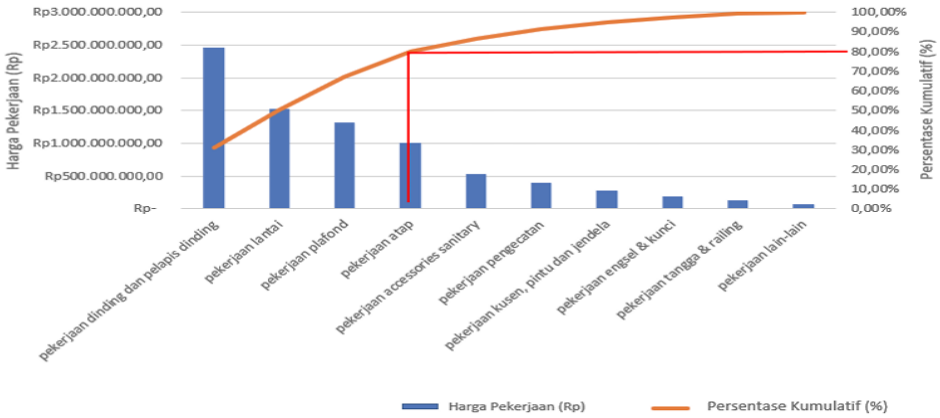
1. *Project information*

   Pengumpulan *project information* dilakukan dengan menghimpun dokumen perencanaan dan pelaksanaan proyek, antara lain Rencana Anggaran Biaya (RAB), *Detail Engineering Design* (DED), dan Rencana Kerja dan Syarat (RKS). Data tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran menyeluruh mengenai spesifikasi teknis, volume pekerjaan, serta struktur biaya proyek, sehingga dapat meminimalkan kesalahan dalam pelaksanaan analisis *Value Engineering.*
2. *Cost model*

   Cost model digunakan untuk menggambarkan distribusi biaya terhadap fungsi dalam suatu proyek (Dell'Isola, 1997). Menurut (Zimmerman & Hart, 1982), *cost model* dapat disajikan dalam bentuk *breakdown cost model* dan *matrix cost model*. Dalam penelitian ini, *breakdown cost model* digunakan untuk mengidentifikasi komposisi biaya setiap item pekerjaan sebagai dasar penentuan prioritas analisis.
3. Analisa Pareto

   Analisis Pareto merupakan teknik statistik yang digunakan untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang memiliki kontribusi biaya terbesar terhadap total biaya proyek. Berdasarkan prinsip Pareto, sekitar 80% biaya total proyek umumnya berasal dari 20% item pekerjaan utama (Kencana & Waty, 2021). Dalam penelitian ini, analisis Pareto digunakan untuk menentukan item pekerjaan prioritas yang selanjutnya dijadikan objek

penerapan *Value Engineering*. Hasil analisis Pareto disajikan dalam bentuk diagram Pareto sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3. 2 Contoh Analisa Pareto

(Sumber : Kencana & Waty, 2021)

Output tahap informasi pada penelitian ini berupa penetapan item pekerjaan prioritas berdasarkan kontribusi biaya terbesar yang akan dianalisis lebih lanjut pada tahap analisis fungsi.

4. Analisis Fungsi

   Analisis fungsi merupakan tahapan dalam *Value Engineering* yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengklarifikasi fungsi-fungsi yang terdapat pada suatu elemen pekerjaan konstruksi. Analisis ini berfokus pada fungsi yang harus dipenuhi oleh suatu elemen, tanpa mempertimbangkan bentuk, material, atau metode pelaksanaannya, sehingga dapat membuka peluang pengembangan alternatif yang lebih efisien. Menurut (Miles, 1996), fungsi dinyatakan dalam bentuk kata kerja dan kata benda (*verb–noun*). Dalam Value Engineering, fungsi dibedakan menjadi fungsi dasar (*basic function*) sebagai fungsi utama yang wajib dipenuhi, dan fungsi sekunder (*secondary function*) sebagai fungsi pendukung yang dapat diubah atau dieliminasi selama fungsi dasar tetap terpenuhi. Selain itu, terdapat fungsi yang tidak perlu (*unnecessary function*), yaitu fungsi yang tidak memberikan nilai tambah namun meningkatkan biaya.

   a. FAST Diagram

Menurut (Bina Marga, 2022), Diagram FAST (*Function Analysis System Technique*) merupakan teknik analisis fungsi yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antar fungsi dengan menjawab dua pertanyaan utama, yaitu "Bagaimana (*How*)" dan "Mengapa (*Why*)". Pertanyaan *How* menunjukkan cara atau langkah untuk mencapai suatu fungsi, sedangkan pertanyaan *Why* menjelaskan tujuan atau alasan dilakukannya fungsi tersebut.

Dalam penelitian ini, penyusunan Diagram FAST dilakukan melalui tahapan sebagai berikut:

1) Mengidentifikasi item pekerjaan yang akan dianalisis berdasarkan hasil analisis Pareto.
2) Menentukan fungsi utama (*basic function*) dari item pekerjaan menggunakan pasangan kata kerja dan kata benda.
3) Menentukan fungsi pendukung (*secondary function*) yang berperan dalam mendukung tercapainya fungsi utama.
4) Menyusun hubungan antar fungsi dengan menggunakan pertanyaan *How* dan *Why* sehingga terbentuk urutan fungsi yang logis.
5) Menggambarkan hubungan fungsi ke dalam Diagram FAST, di mana fungsi-fungsi disusun secara horizontal dari kiri ke kanan untuk menjawab pertanyaan *How*, serta secara vertikal ke atas atau ke bawah untuk menjawab pertanyaan *Why*.

Sebagai ilustrasi, penerapan analisis fungsi pada pekerjaan balok (*beam*) disajikan dalam bentuk Diagram FAST sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 3.3.

Gambar 3. 3 Contoh FAST Diagram Pekerjaan Balok (beam)

(Sumber :Mardianto, 2018)

Berdasarkan contoh FAST diagram di atas, dapat diidentifikasi bahwa fungsi setiap pekerjaan nanti nya dapat di kategorikan berdasarkan fungsinya, seperti fungsi premier dan fungsi sekunder dari kategori yang sudah diidentifikasi melalui FAST diagram.

3.4.2 Tahap Kreatif

Tahap kreatif merupakan tahapan dalam rencana kerja rekayasa nilai yang bertujuan untuk menghasilkan sebanyak mungkin ide dan alternatif solusi guna memenuhi fungsi dasar dari item pekerjaan yang dianalisis. Pada tahap ini, fokus utama adalah pengembangan ide tanpa mempertimbangkan terlebih dahulu aspek kelayakan teknis maupun biaya, sehingga peluang munculnya solusi inovatif dapat lebih terbuka.

Menurut (Nandito & Huda, 2020), tahap kreatif sebaiknya dilakukan dalam suasana yang mendorong kebebasan berpikir, di mana setiap ide dapat disampaikan tanpa adanya kritik atau penilaian awal. Prinsip ini bertujuan untuk menghindari pembatasan kreativitas dan mendorong munculnya alternatif-alternatif yang tidak konvensional namun berpotensi meningkatkan nilai fungsi pekerjaan.

Dalam tahap kreatif, terdapat beberapa teknik yang secara umum digunakan untuk memunculkan ide dan gagasan, antara lain sebagai berikut.

1. *Brainstorming*

   Brainstorming merupakan teknik yang digunakan untuk mengumpulkan berbagai gagasan atau ide sebagai alternatif solusi dari permasalahan yang dihadapi. Menurut Osborn (1941), terdapat empat aturan dasar dalam pelaksanaan *brainstorming*, yaitu:

   a. Tidak ada kritik pada setiap ide yang disampaikan.
   b. Semakin banyak ide, maka semakin baik.
   c. Setiap orang harus membangun ide satu sama lain.
   d. Mendorong agar muncul ide-ide yang menarik.

2. *Storyboard*

   Storyboard merupakan teknik pengembangan ide dengan memvisualisasikan gagasan dalam bentuk rangkaian gambar atau alur cerita. Teknik ini membantu peneliti atau perencana dalam memahami konsep secara visual, mengidentifikasi potensi permasalahan, serta merumuskan alternatif solusi yang lebih sistematis.

3. *Mind Mapping*

   Mind mapping adalah teknik visualisasi yang digunakan untuk memetakan ide dan informasi ke dalam suatu diagram yang menyerupai peta konsep. Teknik ini membantu dalam mengorganisasi gagasan, menentukan hubungan antar ide, serta memfokuskan perhatian pada fungsi utama yang menjadi sasaran analisis.

3.4.3 Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan tahapan dalam rencana kerja rekayasa nilai yang bertujuan untuk menilai dan membandingkan alternatif-alternatif yang dihasilkan pada tahap kreatif. Pada tahap ini dilakukan proses penyaringan alternatif untuk menentukan solusi yang paling optimal dalam memenuhi fungsi yang dibutuhkan dengan mempertimbangkan berbagai kriteria penilaian yang relevan. Menurut (Dell'Isola, 1997) tahap evaluasi berfungsi untuk mengurangi jumlah alternatif dengan cara menilai kelebihan dan kekurangan masing-masing alternatif secara

sistematis sehingga dapat dipilih alternatif yang paling bernilai untuk dikembangkan lebih lanjut. Oleh karena itu, pada tahap evaluasi ini digunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) sebagai alat bantu pengambilan keputusan untuk menentukan prioritas alternatif terbaik berdasarkan bobot kepentingan masing-masing kriteria yang akan dijelaskan lebih lanjut pada sub bab 3.5.

3.4.4 Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan tahapan lanjutan dalam metode *Value Engineering* yang bertujuan untuk mematangkan alternatif terpilih hasil tahap evaluasi. Pada tahap evaluasi sebelumnya, alternatif terbaik telah ditentukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Oleh karena itu, pada tahap pengembangan ini tidak dilakukan proses pemilihan alternatif kembali, melainkan difokuskan pada pengembangan teknis dan pengujian kelayakan alternatif terpilih tersebut.

Menurut *SAVE International (Society of American Value Engineers International, 2015),* tahap pengembangan mencakup proses penyusunan rekomendasi alternatif secara terstruktur melalui analisis teknis, analisis biaya, penilaian risiko, dan penyusunan rancangan implementasi. Dengan demikian, setiap alternatif yang diajukan pada tahap ini harus dibuktikan secara kuantitatif maupun kualitatif agar dapat diterima sebagai solusi yang valid dan dapat diimplementasikan pada proyek. Tahap pengembangan dalam penelitian ini meliputi pengembangan teknis alternatif terpilih, analisis biaya, dan analisis kelayakan berikut penjelesanny.

1. Pengembangan Teknis Alternatif Terpilih

   Pada tahap ini, usulan alternatif yang terpilih dikaji secara teknis untuk memastikan kelayakannya tanpa mengubah aspek estetika arsitektural dan layout bangunan. Fokus pengembangan mencakup detail spesifikasi material serta prosedur pelaksanaan di lapangan. Evaluasi teknis juga mencakup perbandingan head-to-head dengan kondisi eksisting untuk memvalidasi

bahwa alternatif tersebut memenuhi standar praktik konstruksi yang berlaku serta selaras dengan dokumen perencanaan proyek.

2. Analisis Biaya dan Persentase Penghematan

   Analisis biaya dilakukan untuk mengevaluasi dampak finansial dari penerapan alternatif terpilih hasil tahap evaluasi dibandingkan dengan kondisi eksisting. Tahapan ini bertujuan untuk mengukur tingkat efisiensi biaya yang dihasilkan sebagai indikator peningkatan nilai (*value*) tanpa mengurangi mutu dan fungsi pekerjaan. Langkah-langkah dalam melakukan analisis biaya dan perhitungan penghematan adalah sebagai berikut:

   a. Pengumpulan Data dan Dasar Perhitungan

      Perhitungan biaya disusun dalam bentuk Rencana Anggaran Biaya (RAB) penjelasan lebih rinci akan dibahas pada 3.5.

   b. Perhitungan Biya Eksisting dan Alternatif

      Analisis harga satuan dilakukan terhadap dua kondisi, yaitu kondisi eksisting dan alternatif terpilih hasil penerapan *Value Engineering*. Perhitungan harga satuan pada kedua kondisi tersebut disusun menggunakan kerangka AHSP sesuai standar yang berlaku, dengan perbedaan pada spesifikasi material dan metode pelaksanaan yang digunakan.

      Harga satuan pada kondisi eksisting mencerminkan biaya pekerjaan berdasarkan perencanaan awal, sedangkan harga satuan alternatif terpilih mencerminkan biaya pekerjaan setelah penerapan alternatif *Value Engineering*. Perhitungan harga satuan pada tahap ini bertujuan untuk memperoleh perbandingan biaya yang objektif antara kondisi eksisting dan alternatif terpilih, bukan sebagai dasar evaluasi atau pemilihan alternatif.

   c. Analisis Selisih Biaya

      Untuk mengetahui dampak penerapan alternatif terpilih, dilakukan perhitungan selisih biaya antara kondisi eksisting dan alternatif. Selisih biaya dihitung menggunakan persamaan 3.3 berikut:

$$\Delta_B = \text{Biaya Eksisting - Biaya Alternatif} \quad (3.3)$$

d. Persentase Penghematan

Persentase penghematan merupakan indikator kuantitatif yang digunakan untuk mengetahui tingkat efisiensi biaya yang diperoleh setelah penerapan alternatif *Value Engineering* dibandingkan dengan biaya rencana awal. Persentase penghematan biaya dihitung untuk mengetahui tingkat efisiensi biaya yang dihasilkan oleh alternatif terpilih, dengan persamaan 3.4 sebagai berikut:

$$\text{Persentase Penghematan (\%)} = \frac{\text{Biaya Awal - Biaya Alternatif}}{\text{Biaya Awal}} \text{ x } 100\% \qquad (3.4)$$

Persentase penghematan digunakan sebagai indikator kuantitatif peningkatan nilai (*value*) dari alternatif yang diusulkan.

3.4.5 Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi adalah tahap akhir dalam proses *Value Engineering (VE)*, yaitu tahap di mana seluruh hasil analisis, evaluasi,pengembangan alternatif, dan validasi ahli yang telah dilakukan pada tahap-tahap sebelumnya dirangkum menjadi usulan (rekomendasi) yang akan disampaikan kepada pihak pengambil keputusan (owner, manajemen proyek, atau tim desain).

Tahap ini merupakan langkah untuk mengusulkan alternatif terbaik yang telah dikristalisasi dari tahap kreatif serta melalui proses analisis mendalam. Tujuan utamanya adalah memaparkan berbagai keunggulan dari desain alternatif guna memperkuat keyakinan pemilik proyek (*owner*) terhadap usulan tersebut, sehingga probabilitas penerimaan dan implementasi ide menjadi lebih tinggi. Berdasarkan pemikiran Dell'Isola (1975), terdapat tiga aspek esensial yang harus dipenuhi dalam proses ini:

1. Tim harus melakukan peninjauan seluruh alternatif secara komprehensif dan teliti guna menjamin kredibilitas usulan di mata pemilik proyek.
2. Penyusunan proposal pengajuan wajib mengedepankan prinsip ketepatan dan akurasi data.

3. Penyajian strategi implementasi atas proposal yang telah dirancang harus dipresentasikan secara sistematis.

3.5 Analytical Hierarchy Process (AHP)

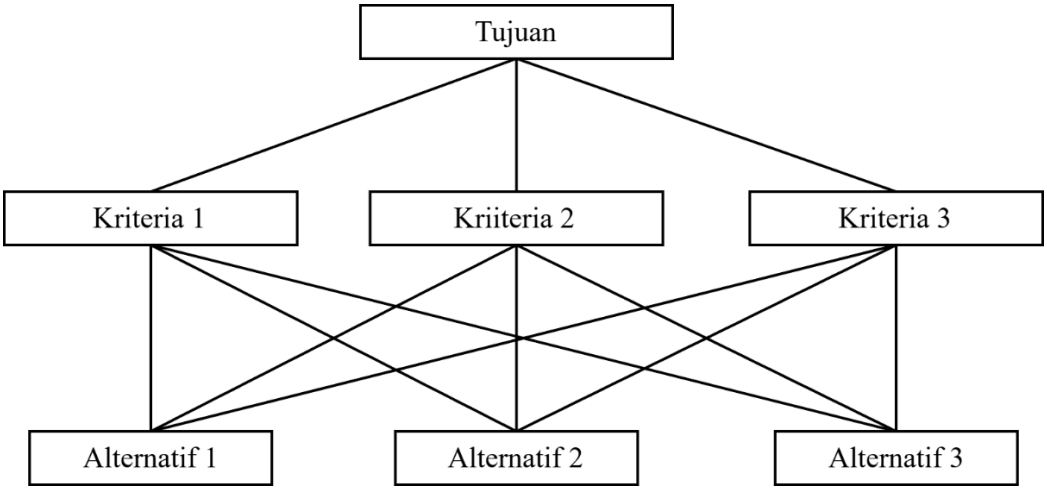
3.5.1 Definisi *Analytical Hierarchy Process*

Menurut (Saaty, 1993), *Analytical Hierarchy Process* (AHP) merupakan suatu kerangka pengambilan keputusan yang bersifat sistematis dan logis untuk memecahkan permasalahan kompleks. Metode ini bekerja dengan menguraikan permasalahan ke dalam struktur hierarki, sehingga penilaian subjektif seperti persepsi, pengalaman, dan pertimbangan pengambil keputusan dapat diorganisasikan secara terstruktur dan terintegrasi dalam proses pengambilan keputusan.

Dalam AHP tersendiri terdapat pohon hierarki yang merupakan representasi grafis dari hubungan antara tujuan utama, kriteria penilaian, dan alternatif solusi. Penyusunan hierarki ini memungkinkan pengambil keputusan untuk memecah masalah yang tidak terstruktur menjadi unit-unit yang lebih terukur. Struktur hierarki umumnya terdiri atas tiga tingkat, yaitu:

1. Tingkat pertama *(goal)*, yang menunjukkan tujuan utama pengambilan keputusan.
2. Tingkat kedua (*criteria*), yang berisi kriteria atau faktor penilaian yang memengaruhi pencapaian tujuan.
3. Tingkat ketiga (*alternatives*), yang merupakan alternatif-alternatif solusi yang akan dipilih.

Penyusunan pohon hirarki bertujuan untuk menyederhanakan permasalahan yang kompleks menjadi elemen-elemen yang lebih mudah dianalisis, sehingga hubungan antara tujuan, kriteria, dan alternatif dapat dievaluasi secara sistematis. Contoh susunan struktur hierarki dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3. 4 Contoh Pohon Hirarki AHP
(Sumber : Saaty, 1993)

3.5.2 Prinsip Dasar *Analytical Hierarchy Process*

Dalam penerapannya, *Analytical Hierarchy Process* (AHP) memiliki beberapa prinsip dasar yang digunakan sebagai acuan dalam proses pengambilan keputusan. Prinsip-prinsip tersebut meliputi:

1. Penyusunan Hierarki

   Prinsip ini merupakan langkah awal dalam metode AHP, yaitu menguraikan permasalahan yang kompleks ke dalam struktur hierarki yang terdiri atas tujuan, kriteria, dan alternatif. Penyusunan hierarki bertujuan untuk mempermudah analisis dengan membagi permasalahan ke dalam elemen-elemen yang lebih terstruktur dan sistematis.

2. Perbandingan Berpasangan (*Pairwise Comparison*)

   Setiap elemen dalam satu tingkat hierarki dibandingkan secara berpasangan terhadap elemen pada tingkat di atasnya untuk menilai tingkat kepentingannya. Penilaian ini dilakukan menggunakan skala penilaian yang dikembangkan oleh Saaty, sehingga hubungan kepentingan antar elemen dapat dinyatakan secara kuantitatif.

3. Penentuan Bobot dan Prioritas

   Hasil perbandingan berpasangan diolah untuk memperoleh bobot kepentingan masing-masing elemen. Bobot ini selanjutnya digunakan untuk menentukan

urutan prioritas alternatif, sehingga alternatif dengan nilai bobot tertinggi dianggap sebagai alternatif terbaik.

4. Pengujian Konsistensi Logis

   Konsistensi penilaian diuji melalui perhitungan rasio konsistensi (*Consistency Ratio/CR*). Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa penilaian yang diberikan tidak bersifat acak dan masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima, sehingga hasil keputusan yang diperoleh dapat dipercaya.

3.5.3 Prosedur Analytical Hierarchy Process

Menurut (Saaty, 1993), dalam melakukan analisis menggunakan *Analytical Hierarchy Process* (AHP terdapat beberapa tahapan yang harus dilakukan secara sistematis. Tahapan-tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah dan Penentuan Tujuan

   Tahap awal ini mencakup identifikasi permasalahan yang dihadapi serta penetapan tujuan yang ingin dicapai. Penentuan tujuan dilakukan untuk memperjelas arah pengambilan keputusan dan alternatif solusi yang akan dipilih.

2. Penyusunan Struktur Hierarki

   Struktur hierarki disusun untuk menggambarkan hubungan antara permasalahan, tujuan, kriteria, dan alternatif penyelesaian. Hierarki umumnya terdiri atas tiga tingkat, yaitu:

   a. Tingkat pertama berupa tujuan utama yang ingin dicapai,
   b. Tingkat kedua berupa kriteria yang digunakan sebagai dasar evaluasi,
   c. Tingkat ketiga berupa alternatif solusi yang akan dipilih untuk menyelesaikan permasalahan.

3. Menentukan Bobot dan Prioritas

   a. Matriks Perbandingan Berpasangan (*Pairwise Comparison)*

      Matriks perbandingan berpasangan merupakan metode yang secara luas diadopsi untuk menetapkan peringkat alternatif berdasarkan kriteria tunggal. Teknik ini bekerja dengan membandingkan dua elemen secara simultan untuk melihat tingkat kepentingan relatifnya. Melalui pendekatan

matriks ini, proses pengambilan keputusan menjadi lebih terstruktur. Guna mengidentifikasi kuantitas penilaian atau pertimbangan yang harus dilakukan, penelitian ini merujuk pada perhitungan yang didefinisikan dalam Persamaan 3.5 berikut.

$$n_p = \frac{n(n-n)}{2} \quad (3.5)$$

keterangan :

np = jumlah perbandingan yang dilakukan.

n = jumlah alternatif yang dibandingkan.

Contoh matrik perbandingan berpasangan dapat dilihat pada Tabel 3.2 berikut.

Tabel 3. 2 Matriks Perbandingan Berpasangan

Kriteria	A	B	C	D
A	1			
B		1		
C			1	
D				1

b. Pemberian Nilai

Pemberian nilai pada setiap perbandingan dalam matriks bertujuan untuk mengonversi penilaian kualitatif ke dalam bentuk kuantitatif. Melalui proses ini, bobot kepentingan masing-masing elemen dapat dihitung sehingga skala prioritas alternatif dapat ditentukan secara objektif. Penilaian dilakukan menggunakan skala perbandingan berpasangan (*pairwise*

comparison scale) yang merepresentasikan tingkat kepentingan relatif antar elemen dalam bentuk angka. Skala perbandingan berpasangan serta contoh *judgement matrix* pada metode AHP disajikan pada Tabel 3.3 berikut.

Tabel 3. 3 Skala Banding Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen memiliki kepentingan yang sama	Kedua elemen memberikan sumbangan yang sama terhadap sifat tersebut
3	Elemen pertama memiliki tingkat kepentingan lebih sedikit dari elemen kedua.	Berdasarkan pengalaman lebih sedikit mendukung atau memihak elemen pertama
5	Elemen pertama jelas sangat penting jika dibandingkan dengan elemen kedua.	Berdasarkan pertimbang serta pengalaman menuntukkan dengan kuat berpihak kepada satu elemen
7	Satu elemen jelas sangat lebih penting jika dibandingkan dengan elemen lain	Dalam praktek sudah terlihat bahwa satu elemen sacara kuat lebih mendominasi dan disukai

Lanjutan Tabel 3.3 Skala Banding Berpasangan

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
9	Elemen pertama mutlak memiliki kepentingan yang lebih jika dibanding elemen kedua	Elemen pertama memiliki penegasan tertinggi bahwa elemen tersebut lebih penting
2, 4, 6, 8	Skala antara dua nilai apabila terjadi keraguan	Apabila kompromi perlu diberikan terhadap dua pertimbangan
Kebalikan 1/(2-9)	Apabila kriteri *i* mendapatkan nilai terhadap kriteri *j*, maka *j* memiliki nilai kebalikan jika dibanding dengan *i*.	

(Sumber : Saaty, 1994)

Dalam pengisian matriks perbandingan, setiap elemen yang dibandingkan dengan dirinya sendiri secara otomatis akan bernilai satu (1) pada diagonal utama matriks (misalnya, perbandingan antara kriteria A dengan kriteria A). Prosedur penilaian dilakukan dengan membandingkan elemen pada posisi baris terhadap elemen pada posisi kolom secara konsisten. Contoh representasi dari proses penilaian (*judgement*) untuk masing-masing kriteria tersebut disajikan secara rinci pada Tabel 3.4 berikut.

Tabel 3. 4 Contoh Judgement Matrik Perbandingan Berpasangan

Kriteria	A	B	C
A	1	3	5
B	1/3	1	2
C	1/5	1/2	1

4. Sintesis Bobot Prioritas

Tahap selanjutnya adalah menyatukan seluruh pertimbangan subjektif ke dalam satu kesatuan peringkat prioritas secara menyeluruh. Melalui proses akumulasi dan pembobotan, setiap elemen akan memiliki nilai numerik tunggal yang berfungsi sebagai indikator posisi prioritasnya dalam sistem hierarki. Langkah-langkah dalam melakukan sintesis pada metode AHP meliputi poin-poin di bawah ini.

a. Menjumlahkan nilai pada setiap kolom

Tabel 3. 5 Contoh Matriks Penjumlahan Tiap Kolom

Kriteria	A	B	C
A	1	3	5
B	1/3	1	2
C	1/5	1/2	1
Jumlah	1,53	4,5	8

Pada Tabel 3.5 baris jumlah didapatkan dari penjumlahan hasil penilaian setiap kolom, misalnya pada kolom A (1 + 1/3 + 1/5 = 1,53).

b. Mencari matriks yang dinormalisasi

Tabel 3. 6 Contoh Matriks Normalisasi

Kriteria	A	B	C
A	1/1,53	3/4,5	5/8
B	0,33/1,53	1/4,5	2/8
C	0,20/1,53	0,5/4,5	1/8
Jumlah	1,00	1,00	1,00

Pada Tabel 3.6 dilakukan normalisasi dengan cara membagi setiap kolom dengan hasil penjumlahan setiap kolomnya. Misalnya nilai 1/1,53 pada kriteria A didapatkan dari nilai 1 (kolom kriteria A pada Tabel 3.5) dibagi dengan 1,53 (jumlah nilai pada kolom tersebut).

c. Mencari nilai rata-rata (bobot) dari setiap baris (kriteria)

Tabel 3. 7 Contoh Matriks Perhitungan Bobot Alternatif

Kriteria	A	B	C	Bobot
A	1/1,53	3/4,5	5/8	0,64
B	0,33/1,53	1/4,5	2/8	0,23
C	0,20/1,53	0,5/4,5	1/8	0,13
Jumlah	1,00	1,00	1,00	1,00

Pada Tabel 3.7 dicari nilai rata-rata dari setiap baris dengan menjumlahkan setiap entri pada baris dan dibagi dengan jumlah entri. Misalnya (1/1,53 + 3/4,5 + 5/8)/3 = 0,64.

Berdasarkan perhitungan tersebut, rata-rata yang didapatkan menunjukan bobot dari masing-masing elemen, bobot terbesar merupakan prioritas yang pertama.

5. Uji Konsistensi

Pemeriksaan konsistensi dilakukan untuk memastikan bahwa keputusan yang diambil tidak berdasarkan pertimbangan yang memiliki tingkat konsistensi rendah, yang dapat menyebabkan hasil terlihat acak. Nilai konsistensi yang diperoleh harus kurang dari atau sama dengan 10% (0,1). Apabila melebihi maka

informasi yang ada perlu diperbaiki. Adapun langkah yang digunakan untuk memerika konsistensi data adalah sebagai berikut.

a. Mencari bobot vektor

Contoh perhitungan untuk mencari bobot vector dapat dilihat pada Tabel 3.8 berikut ini.

Tabel 3. 8 Contoh Matriks Perhitungan Bobot Vektor

Kriteria	A	B	C	Jumlah
A	(1 × 0,64)	(3 × 0,29)	(5 × 0,124)	1,95
B	(0,33 × 0,64)	(1 × 0,29)	(2 × 0,124)	0,69
C	(0,20 × 0,64)	(0,5 × 0,29)	(1 × 0,124)	0,36

Pada Tabel 3.8 diperoleh melalui hasil perkalian antara matriks perbandingan (*pairwise comparison)* dengan vektor bobot kriteria yang telah dihasilkan. Misalkan pada nilai 1,95 didapatkan dari hasil perkalian pada setiap baris entri, yaitu (1 x 0,64) + (0,33 x 0,64) + (0,20 x 0,64) = 1,95.

b. Mencari nilai vector konsistensi

Berikut adalah contoh perhitungan nilai vector konsistensi yang dapat dilihat pada Tabel 3.9 berikut.

Tabel 3. 9 Perhitungan Vektor Konsistensi

Bobot Vektor	Bobot Kriteria	Vektor Konsistensi
1,95	0,64	3,02
0,69	0,23	3,01
0,36	0,13	2,96
Jumlah Vektor Konsistensi		2,99

Pada Tabel 3.9 nilai vektor konsisten dari pembagian antara bobot vektor. Contoh nilai 1,95 (bobot vektor) : 0,64 (bobot kriteria) = 3,02.

c. Mencari nilai *Maximum Eigen Value*

Perhitungan untuk mencari nilai *maximum eigen value* dapat menggunakan Persamaan 3.6 berikut.

$$\lambda\text{maks} = \frac{Jumlah\ vektor\ konsistensi}{n} \quad (3.6)$$
$$= \frac{2,99}{3}$$
$$= 2,99$$

keterangan :

λmak = *Maximum Eigen Value*

n = Jumlah entri vector konsistensi

d. Mencari nilai *Consistency Index* (CI)

Nilai CI dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.7 berikut ini.

$$\text{CI} = \frac{\lambda maks - n}{n-1} \quad (3.7)$$
$$= \frac{2,99 - 3}{3-1}$$
$$= 0,005$$

keterangan :

CI = *Consistency Index*

λmak = *Maximum Eigen Value*

n = Jumlah entri vector konsistensi

e. Mencari nilai *Consistency Ratio* (CR)

Untuk mencari nilai CR dapat menggunakan Persamaan 3.8 berikut ini.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (3.8)$$

$$= \frac{0,005}{0,58}$$

$$= 0,0086$$

keterangan :

CR = *Consistency Ratio*

CI = *Consistency Index*

RI = *Random Index*

Nilai acak RI (*Random Index*) didapatkan dari Tabel 3.10 berikut ini.

Tabel 3. 10 Nilai Random Index

Ordo Matrix	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
RI	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

(Sumber : Saaty 1980)

Berdasarkan hasil analisis data, diperoleh nilai rasio konsistensi (*Consistency Ratio*) sebesar 0,86%. Nilai tersebut secara signifikan berada di bawah ambang batas maksimal yang dipersyaratkan dalam metode AHP, yakni sebesar 10%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa matriks penilaian perbandingan berpasangan dalam penelitian ini memiliki tingkat konsistensi yang valid dan dapat dipertanggungjawabkan untuk tahap analisis selanjutnya.

3.5.4 Analisis Pembobotan Menyeluruh dan Penentuan Peringkat Alternatif

Setelah bobot masing-masing kriteria dan alternatif diperoleh, langkah selanjutnya adalah melakukan pembobotan secara keseluruhan terhadap alternatif-alternatif yang diajukan untuk menentukan prioritas. Alternatif dengan prioritas tertinggiakan dipilih untuk dilanjutkan ke tahap perancangan. Adapun contoh tabel pembobotan dapat dilihat pada Tabel 3.11 berikut.

Tabel 3. 11 Penilaian Bobot dan Perangkingan Alternatif

No	**Alternatif**	**Kriteria**	**Bobot**	**Rangking**

		1	2	3		
		0,14	**0,29**	**0,57**		
1	Alternatif 1	X(0,14)	X(0,29)	X(0,57)	Y	1
2	Alternatif 2	X(0,14)	X(0,29)	X(0,57)	Y	2
3	Alternatif 3	X(0,14)	X(0,29)	X(0,57)	Y	3

Pada Tabel 3.11, nilai X menunjukkan bobot setiap alternatif untuk suatu kriteria, sedangkan nilai Y menunjukkan bobot total alternatif terhadap semua kriteria yang ditetapkan. Nilai Y dihitung dari penjumlahan bobot alternatif pada setiap kriteria yang dikalikan dengan bobot kriteria tersebut. Altenatif dengan bobot tertinggi menjadi prioritas utama untuk direkomendasikan.

3.6 Perumahan

Perumahan merupakan satu kesatuan sistem hunian yang mencakup tidak hanya bangunan fisik rumah, tetapi juga prasarana, sarana, dan utilitas umum (PSU) seperti jalan, drainase, air bersih, listrik, ruang terbuka hijau, dan fasilitas sosial, sehingga mendukung kehidupan manusia secara layak, aman, dan berkelanjutan (UU No. 1/2011). Dari perspektif teknik sipil, pembangunan perumahan merupakan proyek terintegrasi yang meliputi perencanaan teknis, desain, analisis struktur, pengadaan material, pelaksanaan konstruksi, hingga pemeliharaan pasca pembangunan, dengan memperhatikan efisiensi sumber daya, tata guna lahan, kebutuhan sosial-ekonomi, dan dampak lingkungan (Corradi et al., 2025).

Selain aspek teknis, perumahan juga memiliki dimensi sosial-ekonomi penting, karena berperan dalam mendorong pertumbuhan ekonomi melalui keterkaitan dengan industri bahan bangunan, tenaga kerja konstruksi, dan jasa keuangan, serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat dengan menyediakan hunian layak dan terjangkau (Bina Marga, 2022).

Penerapan *Value Engineering* (VE) dalam proyek perumahan, seperti Royal Sindang Heula, memungkinkan evaluasi komponen pekerjaan—pondasi, struktur, dinding, atap, dan finishing—berdasarkan nilai fungsi terhadap biaya. VE dapat menghasilkan alternatif material atau metode konstruksi yang lebih efisien tanpa

mengurangi kenyamanan penghuni, sehingga tidak hanya menekan biaya, tetapi juga meningkatkan kualitas desain dan daya saing proyek.

Dengan demikian, penelitian ini memandang perumahan sebagai sistem konstruksi yang harus dianalisis secara menyeluruh dari sisi teknis, biaya, dan fungsionalitas, guna memperoleh alternatif desain atau spesifikasi yang memberikan nilai optimal bagi pengguna dan pengembang.

3.7 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah dokumen perhitungan sistematis yang memuat estimasi biaya untuk melaksanakan pekerjaan konstruksi berdasarkan volume pekerjaan dan harga satuan kerja (Soeharto Iman, 1999). RAB digunakan sebagai alat kontrol utama dalam perencanaan, pelaksanaan, dan evaluasi proyek, baik dari sisi teknis, manajerial, maupun finansial. Penyusunan RAB didasarkan pada gambar perencanaan, spesifikasi teknis, analisis harga satuan pekerjaan, dan kondisi lokal proyek, serta terdiri dari biaya langsung (material, tenaga kerja, peralatan), biaya tidak langsung (manajemen proyek, administrasi), dan cadangan (contingency).

Dalam penelitian ini, RAB berfungsi sebagai dasar analisis untuk mengevaluasi komposisi biaya dan mengidentifikasi potensi penghematan melalui penerapan *Value Engineering* (VE). VE meninjau elemen RAB berdasarkan nilai fungsi relatif terhadap biaya, sehingga dapat ditemukan alternatif desain atau metode pelaksanaan yang lebih efisien tanpa mengurangi mutu dan fungsi bangunan. Tahapan penyusunan RAB meliputi:

1. Menghitung volume pekerjaan

   Prosedur penghitungan volume pekerjaan diawali dengan tinjauan mendalam terhadap dokumen *Detailed Engineering Design* (DED) dan Rencana Kerja dan Syarat-syarat (RKS). Kedua dokumen tersebut merupakan referensi utama dalam menetapkan inventarisasi item pekerjaan, dimensi fungsional, serta spesifikasi material yang diimplementasikan. Setelah seluruh uraian pekerjaan teridentifikasi secara sistematis, tahap berikutnya adalah mengalkulasi kuantitas setiap elemen pekerjaan menggunakan Persamaan 3.9 berikut.

$$Volume = Panjang\ x\ Lebar\ x\ Tinggi\ x\ Jumlah \quad (3.9)$$

Satuan pengukuran dalam perhitungan volume pekerjaan wajib diselaraskan dengan satuan yang tercantum pada Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP). Hal ini bertujuan untuk menjaga konsistensi data saat proses estimasi biaya. Parameter satuan yang digunakan meliputi meter lari (m) untuk panjang, meter persegi (m^2) untuk luasan, meter kubik (m^3) untuk volume ruang atau massa, serta kilogram (kg) untuk berat material.

2. Menyusun daftar harga satuan bahan dan tenaga kerja

   Penentuan harga satuan material dan upah tenaga kerja disusun dengan mengacu pada fluktuasi harga aktual di wilayah lokasi proyek. Data harga tersebut diperoleh melalui mekanisme survei pasar secara langsung maupun dengan merujuk pada regulasi standar harga satuan barang dan jasa yang diterbitkan oleh pemerintah daerah setempat. Representasi mengenai rincian harga satuan tenaga kerja serta upah kerja dapat diamati secara lebih mendalam pada Tabel 3.12 dan Tabel 3.13.

Tabel 3. 12 Contoh Harga Satuan Tenaga Kerja

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga
Tenaga Kerja	Pekerja	OH	0,600	Rp. 85.000,-
	Tukang Batu	OH	0,200	Rp. 90.000,-
	Kepala Tukang	OH	0,020	Rp. 95.000,-
	Mandor	OH	0,030	Rp. 110.000,-

(Sumber : (SNI 6897, 2008)

Tabel 3. 13 Contoh Harga Satuan Bahan

Kebutuhan		Satuan	Indeks	Harga
Bahan	Bata Merah	Buah	140,000	Rp. 1.500,-
	PC	kg	43,500	Rp. 1.600,-
	PP	m^3	0,080	Rp. 200.000,-

(Sumber : (SNI 6897, 2008)

3. Menyusun Analisis satuan pekerjaan (AHSP)

Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) merupakan integrasi biaya yang menggabungkan komponen upah tenaga kerja, pengadaan material, serta biaya operasional peralatan. Penentuan besaran koefisien dalam tabel analisis harga satuan didasarkan pada regulasi teknis terbaru yang diterbitkan oleh pemerintah (seperti Peraturan Menteri PUPR). Formulasi untuk mengalkulasi total harga satuan pada setiap mata pembayaran dilakukan dengan menggunakan Persamaan 3.10 berikut

$$HSP = (K_{bahan}\, x\, HS_{ba}\quad) + (K_{tenaga}\, x\, HS_{tenaga}) + (K_{alat}\, x\, HS_{alat}) \quad (3.10)$$

Keterangan :

K_{baha} = Koefisien bahan

K_{tenaga} = Koefisien tenaga

K_{alat} = Koefisien alat

HS_{baha} = Harga satuan bahan (Rp.)

HS_{tenaga} = Harga satuan tenaga (Rp.)

HS_{alat} = Harga satuan alat (Rp.)

Berikut merupakan contoh analisis harga satuan dapat dilihat pada Tabel 3.14 berikut.

Tabel 3. 14 Contoh Analisis Harga Satuan

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Indeks	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah Harga (Rp.)
Pekerjaan Bata Merah Tebal ½ Bata 1 PC : 8 PS					
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,300	100.000,-	30.000,-
2	Tukang Batu	OH	0,100	118.100,-	12.000,-
3	Kepala Tukang	OH	0,010	155.000,-	1.550,-
4	Mandor	OH	0,015	155.00,-	2.300,-
				JUMLAH TENAGA KERJA	50.000,-
B	BAHAN				
1	Bata Merah	Bh	70,000	1.200,-	110.000,-
2	PC	Kg	6,500	1.550,-	10.000,-
3	PP	m^3	0,050	200.000,-	10.000,-
				JUMLAH HARGA BAHAN	130.000,-
C	Total (A+B)				180.000,-

4. Perhitungan RAB pekerjaan

   Akumulasi biaya setiap item pekerjaan didapatkan dengan mengalikan volume terukur terhadap harga satuan yang telah dianalisis sebelumnya. Hasil dari perkalian ini merepresentasikan besaran anggaran yang harus dialokasikan untuk menyelesaikan suatu bagian pekerjaan. Rumus yang digunakan untuk menghitung total biaya tersebut pada Persamaan 3.11 sebagai berikut

   $$Biaya\ Pekerjaan\ =\ Volume\ Pekerjaan\ x\ Harga\ Satuan\ Pekerjaan \quad (3.9)$$

   Adapun contoh perhitungan RAB pekerjaan dapat dilihat pada Tabel 3.15 berikut.

Tabel 3. 15 Contoh Perhitungan RAB Pekerjaan

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
I.	**Pekerjaan Dinding**				
1	Pasangan Batu Bata	210	m^2	220.000,-	45.000.000,-
2	Plester Dinding	330	m^2	85.000,-	25.000.000,-
3	Acian Dinding	330	m^2	55.000,-	17.000.000,-
				SUBTOTAL (Rp.)	92.340.200,-

5. Perhitungan Rekapitulasi biaya

   Menjumlahkan seluruh biaya pekerjaan dan tambahan (pajak, overhead, keuntungan kontraktor, cadangan) untuk memperoleh total RAB proyek, yang menjadi acuan utama dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek.

Dengan pendekatan ini, RAB tidak hanya menjadi estimasi biaya, tetapi juga alat evaluasi yang mendukung pengambilan keputusan dalam peningkatan efisiensi dan kualitas proyek perumahan.

BAB IV
METODE PENELITIAN

4.1 Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode studi kasus untuk menganalisis perbandingan biaya sebelum dan sesudah penerapan *Value Engineering* pada Perumahan Royal Sindang Heula. Pendekatan kuantitatif dipilih karena menekankan pengukuran numerik berupa biaya dan nilai fungsi, yang diolah secara statistik untuk menilai efektivitas penghematan biaya.

Metode studi kasus digunakan untuk menganalisis secara mendalam proses rekayasa nilai pada satu unit rumah spesifik di kawasan tersebut. Analisis ini fokus pada pekerjaan dengan biaya tertinggi, sehingga lingkup penelitian tetap terarah dan realistis. Sejalan dengan penelitian terdahulu (Noviyanti et al., 2022) metodologi *Value Engineering* yang diterapkan mengikuti *Value Engineering Job Plan*, yang mencakup Tahap Informasi, Kreatif, Analisis, dan Rekomendasi. Pada penelitian ini, proses VE dilakukan dengan tetap mempertahankan desain awal bangunan, dan hanya mengevaluasi alternatif solusi untuk efisiensi biaya tanpa merubah layout atau struktur utama rumah.

4.2 Variabel Penelitian

Menurut (Sugiyono, 2013) Variabel penelitian adalah atribut atau sifat yang dimiliki objek penelitian yang dapat diukur dan memiliki nilai yang bervariasi antar subjek penelitian. Adapun variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Variabel Bebas *(Independent Variable)*

   Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi atau variabel yang menjadi sebab timbulnya variabel terikat atau perubahan, Variabel bebas dalam penelitian ini meliputi :

a. Analisis Fungsi :

   Pengukuran fungsi setiap elemen pekerjaan pada rumah Tipe 36.

b. Identifikasi Biaya:

   Penghitungan biaya pekerjaan berdasarkan RAB dan realisasi lapangan.

c. Alternatif

   Penentuan solusi penghematan melalui metode *Value Engineering*.

2. Variabel Terikat *(Dependent Variable)*

   Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau menjadi akibat dari perubahan dari variabel bebas, Variabel terikat dalam penelitian ini meliputi:

   a. Biaya Konstruksi
   b. Fungsi Bangunan

4.3 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perumahan Royal Sindang Heula yang terletak di Jl. Raya Palka No. Km 03 Sindangheula, Kecamatan Pabuaran, Kabupaten Serang, Banten. Lokasi ini dipilih karena sesuai dengan fokus penelitian, yaitu penerapan *Value Engineering* pada proyek perumahan. Adapun peta lokasi perumahan Royal Sindang Heulaa dapat dilihat pada Gambar 4.1 berikut ini.

Gambar 4. 1 Peta Lokasi Perumahan Royal Sindang Heula

(Sumber : Google Earth)

4.4 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengumpulan data primer dan data sekunder yang disesuaikan dengan tujuan penelitian dan bahan studi sebagai berikut :

1. Data Primer
   a. Wawancara

      Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur dengan pihak perencana dan pelaksana melalui media telepon, serta dilanjutkan dengan komunikasi daring menggunakan aplikasi *Whatsapp.* Metode ini digunakan untuk memperoleh informasi dan klarifikasi terkait pertimbangan teknis, dasar pemilihan material, metode pelaksanaan pekerjaan, serta kebijakan penyusunan biaya yang digunakan dalam dokumen perencanaan proyek.

   b. Observasi

      Observasi lapangan dilakukan secara terbatas sebanyak satu kali pada lokasi penelitian. Observasi ini bertujuan untuk memperoleh gambaran umum kondisi objek penelitian serta pemahaman awal terhadap kesesuaian antara dokumen perencanaan dan kondisi eksisting secara visual. Observasi lapangan ini bersifat pendukung dan tidak digunakan sebagai dasar utama dalam analisis kuantitatif.

2. Data Sekunder

   Data sekunder diperoleh melalui studi dokumen perencanaan proyek, yang meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB), *Detail Engineering Design* (DED), site plan, gambar kerja, dan spesifikasi teknis. Data sekunder ini digunakan sebagai dasar utama dalam penyusunan model biaya, analisis Pareto, analisis fungsi, serta pengembangan alternatif pada tahap penerapan metode Value Engineering.

3. Pemanfaatan Data

   Data sekunder digunakan sebagai data utama dalam analisis kuantitatif dan perhitungan biaya, sedangkan data primer yang diperoleh dari hasil observasi lapangan terbatas dan wawancara digunakan sebagai data pendukung untuk

memperkuat asumsi teknis dan pengambilan keputusan pada tahap analisis dan rekomendasi *Value Engineering.*

4.5 Tahapan *Value Engineering*

Metode *Value Engineering* pada penelitian ini menggunakan *Value Engineering Job Plan* yang mengacu pada teori Dell'Isola. Pemilihan metode ini didasarkan pada pertimbangan bahwa tahapan yang dikemukakan oleh Dell'Isola bersifat sistematis, sederhana, dan mudah dipahami, serta telah mencakup seluruh kebutuhan analisis dalam penelitian ini.

Value Engineering Job Plan menurut Dell'Isola terdiri dari beberapa tahapan utama yang saling berkaitan dan berurutan. Namun, dalam penelitian ini tidak seluruh tahapan digunakan secara penuh, melainkan disesuaikan dengan tujuan penelitian dan ketersediaan data. Adapun tahapan *Value Engineering* yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

4.5.1 Tahap Informasi

Pada tahap informasi, seluruh data dan informasi yang berkaitan dengan proyek perumahan *Royal* Sindang Heula dikumpulkan secara sistematis untuk memahami kondisi eksisting dan ruang lingkup pekerjaan yang akan dianalisis. Fokus utama dalam penelitian ini berada pada pekerjaan struktur dan arsitektural, Pengumpulan informasi ini mencakup data teknis, spesifikasi material, metode pelaksanaan, harga satuan pekerjaan, serta volume pekerjaan berdasarkan gambar kerja (*shop drawing*) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek.

Tahap informasi ini menjadi landasan awal dalam proses *Value Engineering*, karena dari hasil pengumpulan dan analisis data tersebut dapat diketahui besaran biaya aktual, tingkat performa, serta potensi perbaikan *(opportunity area)* pada setiap elemen yang ditinjau. Dengan demikian, tahap ini memberikan gambaran menyeluruh tentang kondisi proyek dan menjadi dasar untuk melanjutkan ke tahap – tahap yang dimana dalam tahap informasi ada tahapan selanjutnya yaitu sebagai berikut.

1. *Cost Model*

Cost model merupakan tahap awal dalam *Value Engineering* yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan memetakan distribusi biaya setiap elemen pekerjaan. Melalui model biaya ini dapat diketahui komponen mana yang menyerap biaya terbesar sehingga layak dijadikan fokus analisis *Value Engineering*.

2. *Breakdown*

   Breakdown dilakukan untuk menguraikan pekerjaan ke dalam elemen-elemen atau komponen yang lebih kecil berdasarkan struktur biaya proyek.

3. Hukum Distribusi Pareto

   Hukum Pareto atau prinsip 80/20 digunakan untuk menentukan prioritas pekerjaan yang paling berpengaruh terhadap total biaya proyek. Artinya, sekitar 20% dari total elemen pekerjaan biasanya menyumbang 80% dari keseluruhan biaya.

4.5.2 Analisis Fungsi

Tahap analisis fungsi bertujuan untuk memahami dan menilai fungsi utama serta fungsi pendukung dari setiap elemen pekerjaan. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan *verb–noun* (kata kerja–kata benda) agar fungsi dapat dijabarkan secara jelas. Hasil analisis fungsi menjadi dasar dalam menentukan apakah suatu elemen memberikan nilai yang sepadan dengan biayanya.

1. Diagram FAST

   Diagram FAST digunakan untuk menggambarkan hubungan logis antara fungsi-fungsi suatu elemen dengan menjawab dua pertanyaan utama, yaitu *how* (bagaimana fungsi dilakukan) dan *why* (mengapa fungsi tersebut diperlukan). Diagram ini membantu memahami keterkaitan antar fungsi sehingga dapat diidentifikasi area yang berpotensi untuk peningkatan nilai.

4.5.3 Tahap Kreatif

Pada tahap kreatif, akan dicari alternatif-alternatif untuk pekerjaan yang akan digunakan, sehingga diharapkan dengan alternatif yang direkomendasikan, fungsi dan biaya yang akan dihasilkan akan lebih baik dan efisien. Pada tahap kreatif ini metode yang digunakan adalah dengan metode *Brainstorming*, dimana metode

tersebut membuat peneliti untuk berifikir dan mengeluarkan ide-idenya untuk memberikan alternatif pada pekerjaan arsitektural yang akan dilakukan.

4.5.4 Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi merupakan tahapan dalam metode *Value Engineering* yang bertujuan untuk menilai dan menentukan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang telah dihasilkan pada tahap kreatif. Pada tahap ini dilakukan proses penilaian secara sistematis dan terstruktur dengan menggunakan metode kuesioner yang dimana *judgement* berpengaruh untuk hasil dari kriteria dan alternatif yang dipilih memiliki nilai paling optimal.

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan pada tahap evaluasi adalah *Analytical Hierarchy Process* (AHP). Metode AHP dipilih karena mampu membantu pengambilan keputusan multikriteria dengan mempertimbangkan aspek kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan, serta menghasilkan bobot prioritas yang objektif dan terukur. Adapun tahapan dalam AHP yaitu sebagai berikut:

1. Penetapan Kriteria dan Alternatif
2. Penyusunan Struktur Hirarki AHP
3. Penyusunan Matriks Perbandingan Berpasangan
4. Normalisasi Matriks dan Perhitungan Bobot prioritas
5. Uji Konsistensi
6. Penentuan Alternatif Terbaik

4.5.5 Tahap Pengembangan

Tahap pengembangan merupakan tahapan lanjutan dalam metode *Value Engineering* setelah diperoleh alternatif terbaik pada tahap evaluasi. Tahap ini bertujuan untuk mengembangkan alternatif terpilih secara lebih mendalam serta memastikan bahwa alternatif tersebut layak untuk diterapkan baik dari segi teknis, biaya, maupun implementasi di lapangan.

Pada penelitian ini, tahap pengembangan difokuskan pada pengembangan teknis alternatif terpilih, analisis biaya dan persentase penghematan, analisis kelayakan, serta validasi oleh ahli. Adapun tahapan pada fase pengembangan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Pengembangan Teknis Alternatif Terpilih
2. Analisis Biaya dan Persentase Penghematan

4.5.6 Tahap Rekomendasi

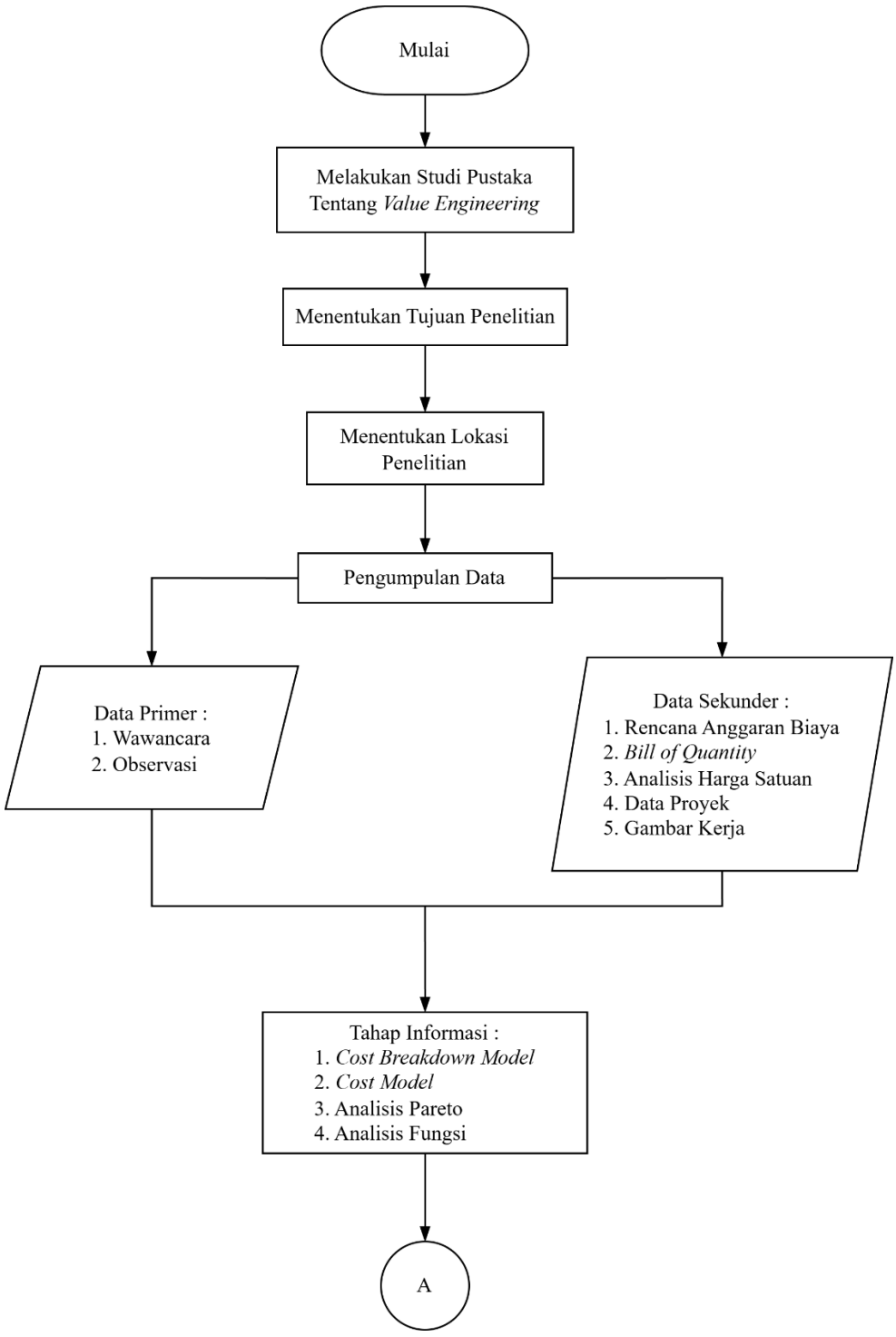
Tahap rekomendasi merupakan tahap akhir dalam metode *Value Engineering* pada penelitian ini. Tahap ini bertujuan untuk menyampaikan hasil akhir analisis berupa alternatif terbaik yang telah melalui tahapan evaluasi dan pengembangan, serta dinyatakan layak berdasarkan hasil validasi ahli.

Pada tahap rekomendasi disajikan perbandingan antara kondisi eksisting dan alternatif terpilih, khususnya dari aspek biaya, fungsi, dan kelayakan penerapan. Rekomendasi yang diberikan diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi pengembang atau pihak terkait dalam upaya optimalisasi fungsi dan efisiensi biaya pada proyek perumahan yang diteliti.

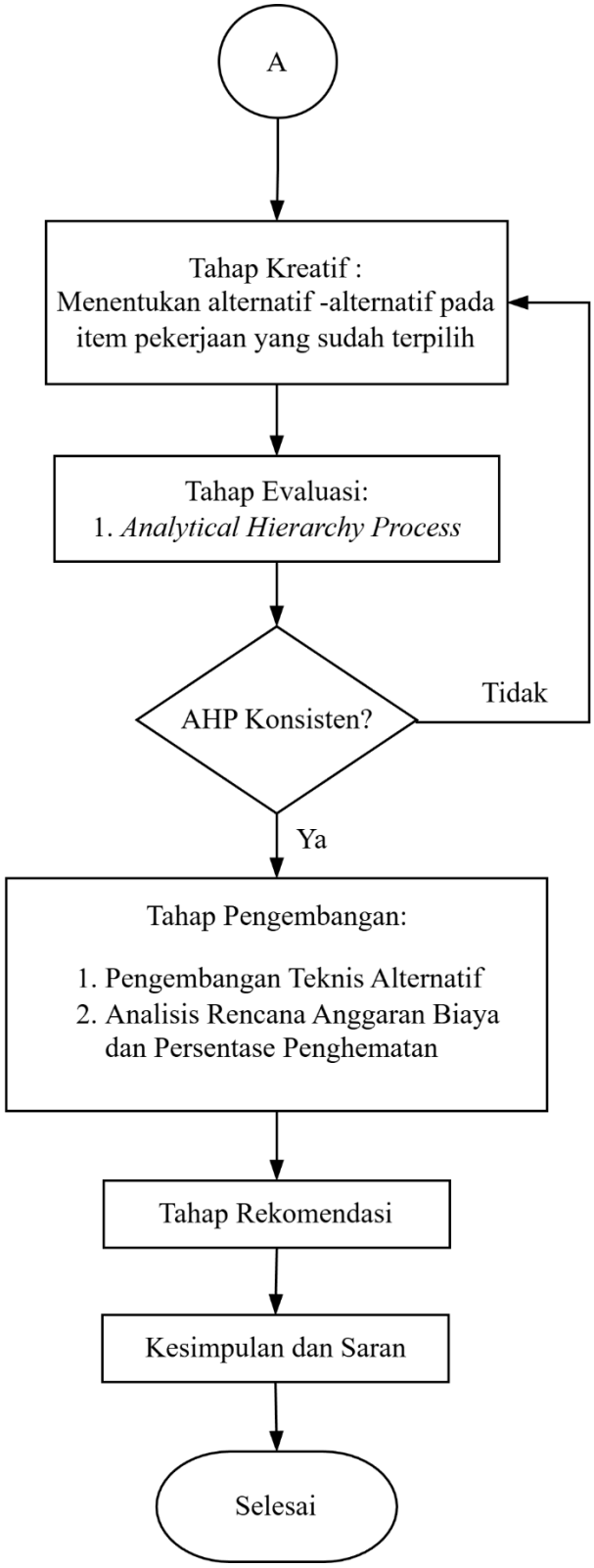
Alternatif yang direkomendasikan merupakan alternatif yang memiliki nilai paling optimal tanpa mengurangi fungsi dasar bangunan, serta realistis untuk diterapkan di lapangan. Selain itu, rekomendasi ini juga diharapkan dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penerapan metode *Value Engineering* pada proyek perumahan.

4.6 Alur Penelitian (*Flowchart*)

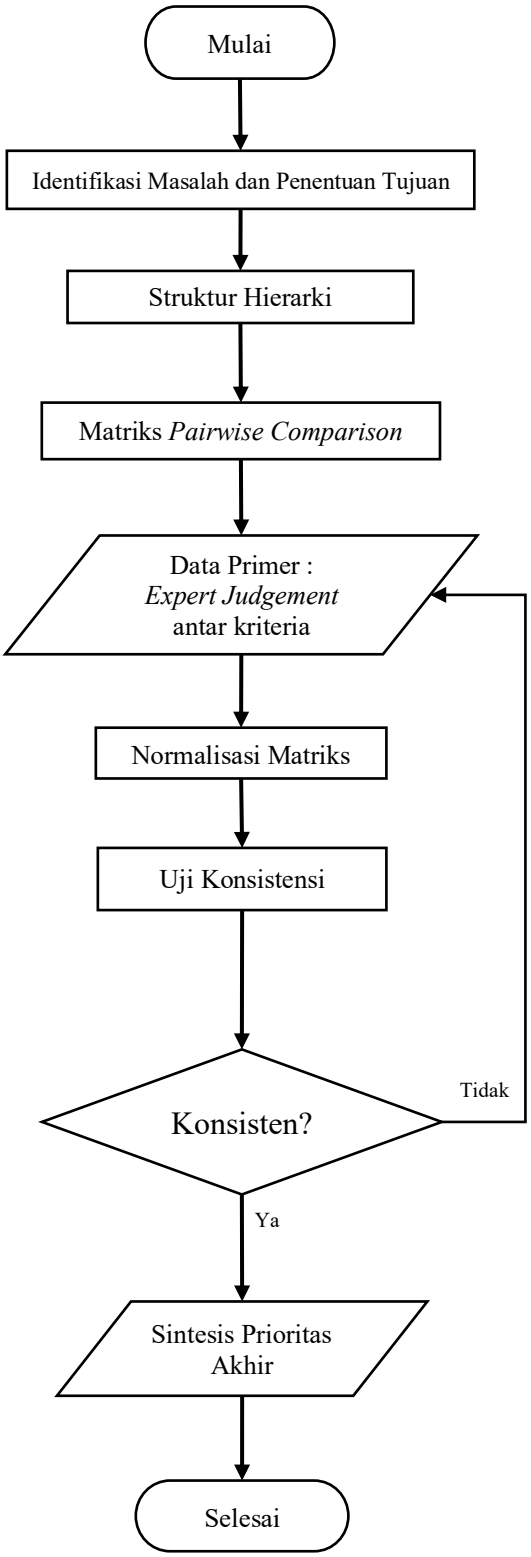
Diagram alur *(Flowchart)* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.2 sebagai berikut.



Gambar 4. 2 *Flowchart* Penelitian



Lanjutan Gambar 4.2 *Flowchart* Penelitian



Gambar 4. 3 *Flowchart Analytic Hierarchy Process*

BAB V
HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Tahap Informasi

Pada tahap informasi, akan dikumpulkan semua informasi dan data-data mengenai perumahan Royal Sindang Heula terutama pada pekerjaan struktur dan arsitektural yang digunakan. Data tersebut akan menjadi modal informasi dalam melakukan analisis *Value Engineering* sebelum melanjutkan untuk ke tahap selanjutnya. Pada tahap ini, diperlukan informasi seperti objek yang ditinjau dan fungsi dari objek yang ditinjau.

5.1.1 Data Umum Proyek

Data umum proyek perumahan Royal Sindang Heula dapat dilihat pada tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5. 1 Data Umum Proyek

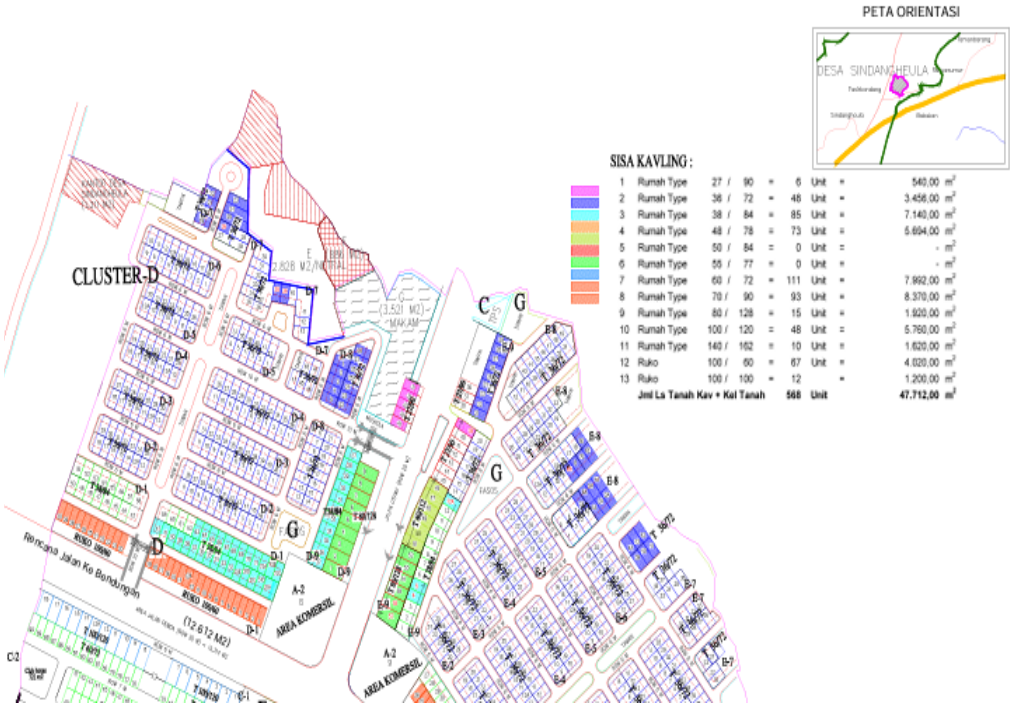
No.	Uraian	Keterangan
1.	Nama Proyek	: Proyek Perumahan Royal Sindang Heula
2.	Penggunaan Bangunan	: Perumahan
3.	Lokasi Proyek Perumahan	: Jl. Raya Palka No.Km 03, Kota Serang
4.	Pemilik Proyek	: PT. Rezeki Agung Sedaya
5.	Luas Lahan	: ± 72 m^2/ unit
6.	Tipe Rumah	: Rumah tipe 36
7.	Jumlah Rumah	: 48 unit
8.	Biaya Total Proyek	: Rp. 220.566.113,26 / unit
9.	Nilai Total	: Rp. 10.587.173.436,29

Padat data umum proyek digunakan Gambar perencanaan sebagai dasar untuk memahami kondisi fisik dan spesifikasi teknis proyek, Data ini diperlukan untuk memastikan bahwa identifikasi pekerjaan dan penyusunan struktur biaya dilakukan

secara tepat dan sesuai kondisi lapangan. *Site plan* memberikan informasi mengenai tata letak kawasan perumahan, sedangkan gambar kerja menjelaskan detail, berikut merupakan *site plan* dan gambar kerja pada proyek perumahan Roya Sindang Heula.

1. Gambar *Site Plan* Perumahan

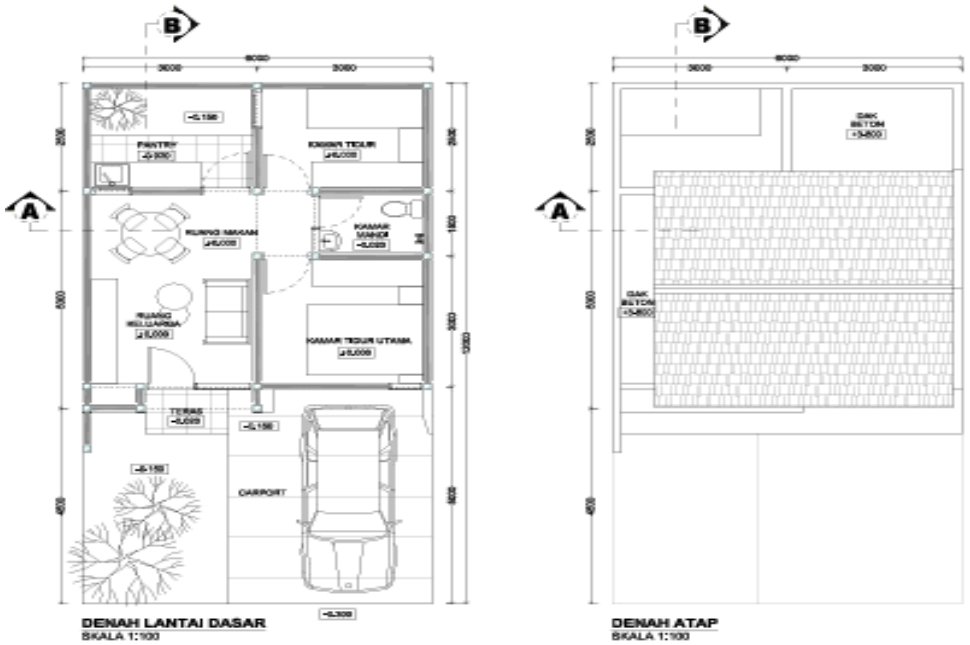
   Gambar *site plan* perumahan Royal Sindang Heula ditunjukkan pada Gambar 5.1, bisa dilihat pada gambar *site plan* terdapat data rumah tipe 36 dengan luas bangunan 3.456 m2 dan jumlah unit sebanyak 48 unit.



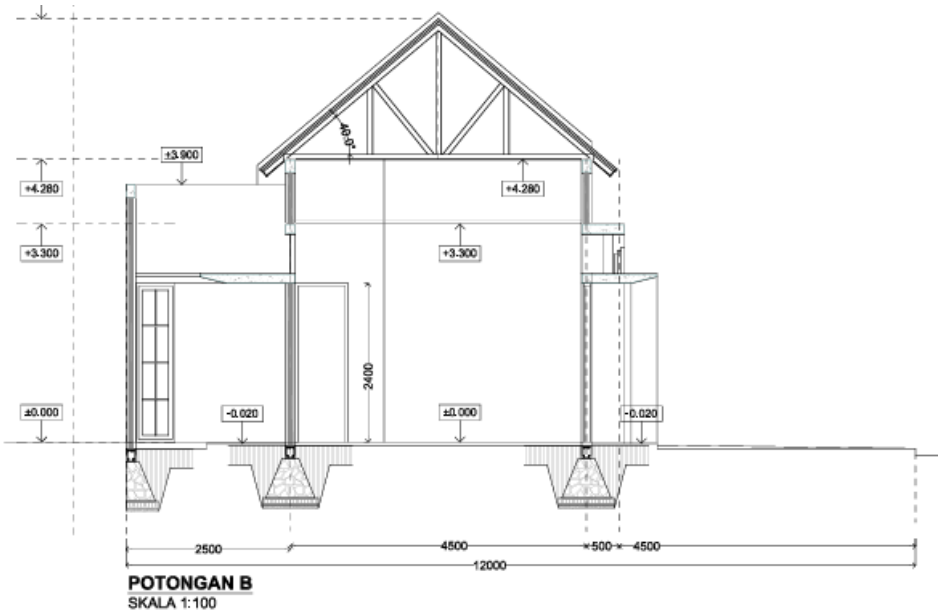
Gambar 5. 1 *Site* Plan Perumahan Royal Sindang Heula

2. Gambar Kerja Rumah Type 36

   Berikut merupakan Gambar Kerja (DED) dan Denah Rumah tipe 36 pada perumahan *Royal* Sindang Heula, kemudia pada analisis gambar kerja dan denah rumah dilakukan untuk memastikan bahwa setiap elemen yang akan dievaluasi pada tahap *Value Engineering* memiliki fungsi yang jelas dan sesuai dengan kebutuhan penghuni. Selain itu, gambar kerja juga digunakan sebagai dasar untuk menghitung volume pekerjaan, Berikut dibawah ini Gambar Kerja dan Denah pada rumah tipe 36 di perumahan Royal Sindang Heula.



Gambar 5. 2 Denah Rumah Tipe 36



Gambar 5. 3 Gambar Kerja Rumah Tipe 36

5.1.2 *Cost Breakdown Structure* (CBS)

Breakdown adalah tahapan analisis awal untuk mengetahui bagian mana dari proyek yang paling banyak menyerap biaya dan memiliki potensi efisiensi tertinggi.

Setelah mendapatkan data atau informasi berupa RAB (Rencana Anggaran Biaya) maka dapat dilakukan *breakdown* seperti pada Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5. 2 *Cost Breakdown Structure* Rencana Anggaran Biaya

No.	Rencana Anggaran Biaya	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	7.001.143,56
2	Pekerjaan Pondasi	17.120.279,14
3	Pekerjaan Struktur	24.578.321,32
4	Pekerjaan Dinding	84.136.143,35
5	Pekerjaan Kusen dan Kunci	19.618.000,00
6	Pekerjaan Lantai	9.980.947,65
7	Pekerjaan Ceiling	4.123.030,14
8	Pekerjaan Pengecatan	19.656.653,18
9	Pekerjaan Sanitair	8.495.000,00
10	Pekerjaan Instalasi Listrik	2.085.000,00
11	Pekerjaan Atap	20.371.549,92
12	Pekerjaan Lain-lain	3.400.000,00
Sub Total (Rp)		**220.566.113,26**

(Sumber : Dokumen Perencanaan PT. Rezeki Agung Sedaya)

Dari data RAB (Rencana Anggaran Biaya) pada Tabel 5.2, pekerjaan yang merupakan penyumbang dana terbesar diantara biaya pekerjaan lainnya secara keseluruhan adalah pekerjaan struktur dan pekerjaan arsitektur. Dari fakta tersebut akan kembali dilakukan *breakdown* hanya pada pekerjaan yang memiliki penyumbang terbesar yang sudah di dapat dari *breakdown* RAB di atas, sehingga dapat diketahui pekerjaan apa saja yang memiliki biaya tertinggi dan dapat diurutkan sebagai bagian dari analisa pareto.

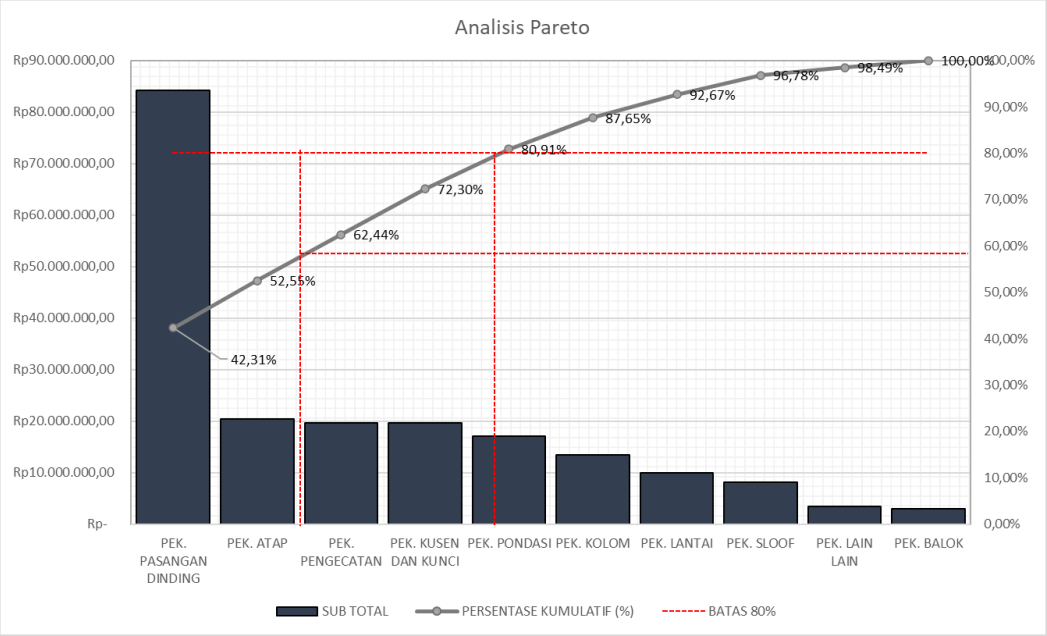
Tabel 5. 3 *Breakdown* Pekerjaan Struktur dan Arsitektur

No.	Pekerjaan Struktur dan Arsitektur	Harga (Rp)
1	Pek. Pondasi	17.120.279,14
2	Pek. Sloof	8.166.733,99
3	Pek. Balok	3.006.452,10
4	Pek. Kolom	13.405.135,23
5	Pek. Pasangan Dinding dan Plesteran	84.136.143,35
6	Pek. Lantai	9.980.947,65
7	Pek. Kusen dan Kunci	19.618.000,00
8	Pek. Pengecatan	19.656.653,18
9	Pek. Atap	20.371.594,92
10	Pek. Lain - Lain	3.400.000,00
Sub Total (Rp)		**198.861.939,56**

Dari Tabel 5.2 dapat dilihat item pekerjaan yang memiliki biaya terbesar adalah pekerjaan pasangan batu bata, plester dinding, acian dinding, pengecatan, dan pekerjaan kusen dan kunci. *Breakdown* pekerjaan ini akan diurutkan berdasarkan biaya tertinggi hingga biaya terendah, dengan tambahan persentase tiap pekerjaan sehingga didapatkan persentase kumulatif item pekerjaan untuk lanjut ke perhitungan analisis pareto.

5.1.3 Analisa Pareto

Analisis Pareto diterapkan untuk mengidentifikasi pekerjaan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total biaya proyek. Berdasarkan prinsip 80/20, analisis ini membantu menentukan elemen prioritas yang perlu memperoleh perhatian dalam proses *value engineering*, hasil analisis Pareto menjadi dasar dalam pemilihan pekerjaan yang layak untuk dianalisis lebih lanjut pada tahap pengembangan alternatif, berikut merupakan hasil dari analisa pareto yang dapat dilihat pada Gambar 5.4 berikut ini.



Gambar 5. 4 Grafik Analisa Pareto Pekerjaan Struktur dan Arsitektur

Untuk menentukan nilai pareto pada Gambar 5.4, digunakan prinsip 80/20 untuk mengidentifikasi jumlah serta jenis item pekerjaan yang layak menjadi prioritas dalam pelaksanaan *value engineering*, Prinsip analisa pareto menyatakan bahwa sekitar 80% hasil biasanya berasal dari 20% penyebab, sehingga dengan menganalisis 20% komponen biaya terbesar pada proyek Perumahan Royal Sindang Heula, diharapkan diperoleh potensi peningkatan efisiensi biaya yang signifikan. *Cost Model* untuk pekerjaan struktur dan arsitektur yang sudah diurutkan dari biaya tertinggi hingga terendah dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5. 4 *Cost Model* Pekerjaan Struktur dan Arsitektur

No.	Pekerjaan Struktur dan Arsitektur	Harga (Rp)	Persentase Kerja	Persentase Kumulatif
1	Pek. Pasangan Dinding dan Plesteran	84.136.143,35	42,31%	42,31%
2	Pek. Atap	20.371.594,92	10,24%	52,55%
3	Pek. Pengecatan	19.656.653,18	9,88%	62,44%
4	Pek. Kusen Dan Kunci	19.618.000,00	9,87%	72,30%
5	Pek. Pondasi	17.120.279,14	8,61%	80,91%
6	Pek. Kolom	13.405.135,23	6,74%	87,65%
7	Pek. Lantai	9.980.947,65	5,02%	92,67%

Lanjutan Tabel 5.4 *Cost Model* Pekerjaan Struktur dan Arsitektur

No.	Pekerjaan Struktur dan Arsitektur	Harga (Rp)	Persentase Kerja	Persentase Kumulatif
8	Pek. Sloof	8.166.733,99	4,11%	96,78%
9	Pek. Lain Lain	3.400.000,00	1,71%	98,49%
10	Pek. Balok	3.006.452,10	1,51%	100,00%
Sub Total (Rp)		**198.861.939,56**	**100%**	

Keterangan:

(Item Teridentifikasi Berbiaya Tinggi)

Berdasarkan analisa pareto dapat disimpulkan bahwa item yang teridentifikasi dengan biaya tertinggi adalah Pekerjaan Pasangan Dinding dan Plesteran dengan jumlah Rp. 84.136.143,35.

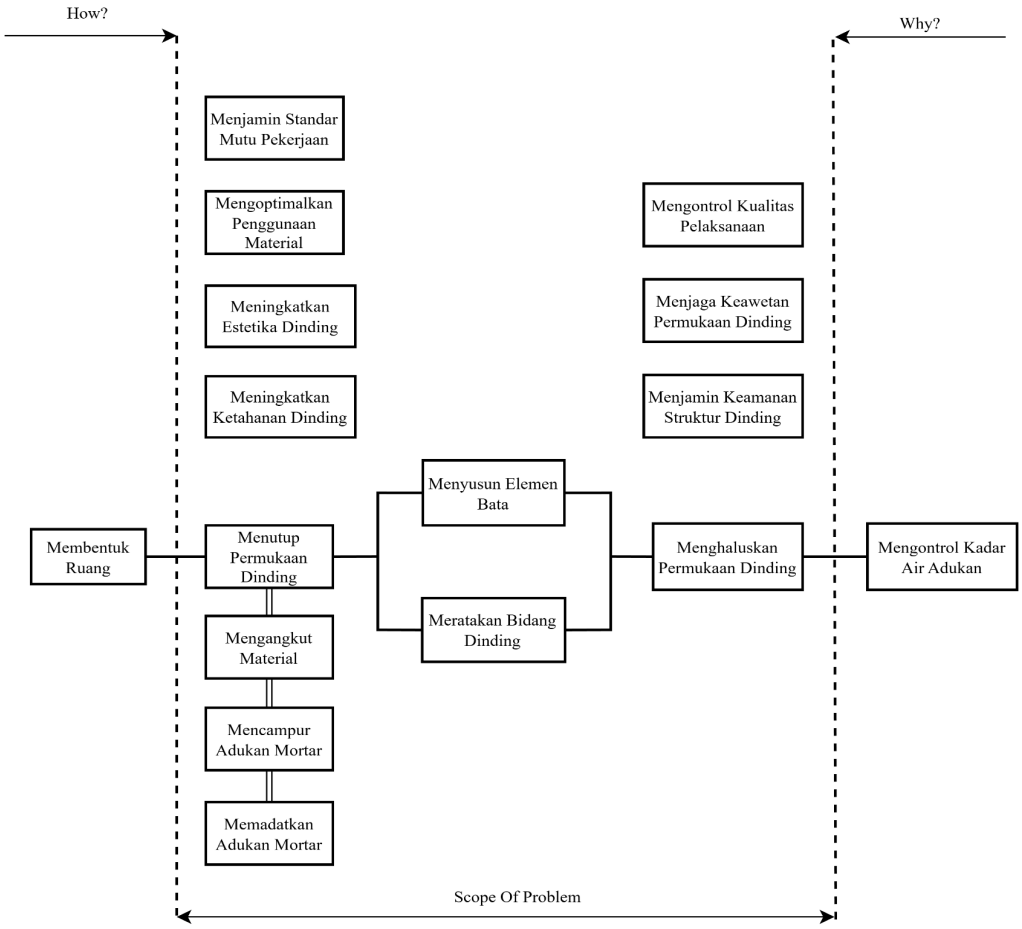
5.1.4 Analisis Fungsi

Pada penelitian ini analisis fungsi bertujuan untuk mengidentifikasi serta memperjelas peran dari setiap elemen pekerjaan, baik yang bersifat fungsi utama *(basic function)* maupun fungsi penunjang *(secondary function)*, Proses identifikasi fungsi dapat dilihat pada Tabel 5.5 berikut.

Tabel 5. 5 Analisis Fungsi Pekerjaan Dinding dan Plesteran

No.	Pekerjaan	Kata Benda	Kata Kerja	Jenis
1	Pekerjaan Dinding dan Plesteran	Membentuk	Ruang	Primer
		Menutup	Permukaan	Primer
		Menghaluskan	Permukaan	Primer

Setelah dilakukan analisis fungsi dari item pekerjaan dinding dan plesteran di atas, maka akan dibuat diagram FAST pekerjaan dinding dan plesteran secara detail. FAST diagram dibuat untuk membantu mengidentifikasi fungsi-fungsi komponen sebelum melakukan analisa fungsi. Setelah didapatkan informasi dari data diatas, maka akan dilakukan analisa fungsi yang menunjukan perbandingan *cost/worth* dalam pekerjaan terpilih. Berikut merupakan diagram FAST yang akan dijelaskan pada Gambar 5.5 Berikut.



Gambar 5. 5 FAST Diagram Pekerjaan Dinding dan Plesteran

5.2 Tahap Kreatif

Tahap kreatif merupakan suatu tahap berfikir kreatif untuk memunculkan alternatif-alternatif yang akan digunakan dalam melakukan analisis *Value Engineering* pada komponen konstruksi tersebut yaitu komponen yang sudah dihasilkan pada tahap sebelumnya, Pada tahap kreatif ini memberikan alternatif pada pekerjaan yang sudah terpilih yaitu pekerjaan dinding dan plesteran, pada alternatif ini pun dibagi berdasarkan kekuatan, biaya, dan waktu yang dapat dilihat pada Tabel 5.6 berikut.

Tabel 5. 6 Alternatif Pekerjaan Dinding dan Plesteran

Kode	Alternatif
A1	Bata Merah (*Existing*)
A2	Bata Ringan 10 cm
A3	HB/CP 10, 1 PC : 3 PP

Setelah menentukan alternatif pada pekerjaan dinding, maka tahap selanjutnya menentukan alternatif terbaik menggunakan metode AHP (*Analytic Hierarchy Process)* pada tahap evaluasi untuk menentukan alternatif yang memiliki nilai bobot kriteria tertinggi.

5.3 Tahap Evaluasi

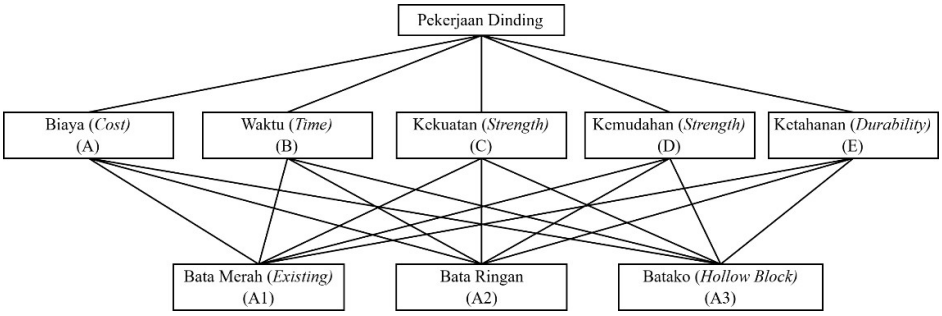
Pada tahap ini, dilakukan evaluasi terhadap alternatif-alternatif yang muncul pada tahap kreatif. Evaluasi dilakukan secara objektif menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan pada tahap kreatif

5.3.1 Analisis Penilaian Kriteria

Analisis Penilaian Kriteria dalam penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bobot kepentingan setiap parameter guna menyusun urutan prioritas yang sistematis. Analisis pembobotan dilakukan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) dengan melibatkan empat responden kompeten dari kalangan praktisi dan akademisi. Penilaian dikumpulkan melalui teknik kuesioner, di mana hasil persepsi para ahli tersebut kemudian diolah untuk menentukan peringkat kepentingan relatif antar kriteria yang ditinjau.

1. Menentukan Struktur Hierarki

   Menentukan struktur hierarki pada tahap ini yaitu dapat menentukan kriteria kriteria yang akan digunakan untuk menentukan alternatif pada pekerjaan dinding yang dapat dilihat pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5. 6 Struktur Hierarki Pekerjaan Dinding

Pemilihan kriteria tersebut mempertimbangkan aspek ekonomi, teknis, keselamatan, dan efisiensi pelaksanaan yang secara umum menjadi fokus evaluasi pada pekerjaan dinding. Kriteria ini mencakup biaya awal, performa struktural, proses konstruksi, kebutuhan pendukung, serta keselamatan bangunan. Oleh karena itu, kombinasi ini dianggap paling representatif untuk analisis perbandingan alternatif material dinding menggunakan metode AHP.

2. Penentuan Bobot Kriteria

   Penentuan kriteria-kriteria yang akan digunakan untuk menentukan alternatif pekerjaan dinding, Adapun kriteria beserta kodefikasi yang digunakan sebagai berikut:

   a. Biaya Pelaksanaan. (A)
   b. Waktu Pelaksanaan. (B*)*
   c. Kekuatan Dinding. (C*)*
   d. Kemudahan Pelaksanaan. (D)
   e. Ketahanan Dinding. (E)

   Berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan, masing-masing kriteria selanjutnya ditentukan bobot kepentingannya menggunakan metode perbandingan berpasangan. Hasil penilaian tersebut kemudian diuji tingkat konsistensinya. Dalam metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), suatu penilaian dinyatakan konsisten apabila nilai *Consistency Ratio* (CR) kurang dari 10%. Selanjutnya, hasil kuesioner penilaian kriteria yang diperoleh dari responden beserta hasil perhitungan nilai *Consistency Ratio* (CR) disajikan sebagai berikut.

1) Responden 1

Perhitungan bobot kriteria pemilihan alternatif pekerjaan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.7, Tabel 5.8, Tabel 5.9, Tabel 5.10, dan Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5. 7 Matriks Penilaian Berpasangan Responden 1

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1	1/3	1/4	1/2	1/2
B	3	1	2	2	2
C	4	1/2	1	2	2
D	2	1/2	1/2	1	2
E	2	1/2	1/2	1/2	1

Tabel 5. 8 Matriks Hasil Penjumlahan Kolom Responden 1

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1,00	0,33	0,25	0,50	0,50
B	3,00	1,00	2,00	2,00	2,00
C	4,00	0,50	1,00	2,00	2,00
D	2,00	0,50	0,50	1,00	2,00
E	2,00	0,50	0,50	0,50	1,00
Jumlah	12,00	2,83	4,25	6,00	7,50

Tabel 5. 9 Matriks Normalisasi dan Perhitungan Bobot Kriteria Responden 1

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	0,083	0,118	0,059	0,083	0,067	0,082
B	0,250	0,353	0,471	0,333	0,267	0,335
C	0,333	0,176	0,235	0,333	0,267	0,269
D	0,167	0,176	0,118	0,167	0,267	0,179
E	0,167	0,176	0,118	0,083	0,133	0,135
Jumlah	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Setelah diperoleh bobot masing-masing kriteria dalam pemilihan alternatif pekerjaan dinding, tahap selanjutnya adalah melakukan pengujian konsistensi terhadap penilaian yang diberikan oleh responden. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa penilaian yang dilakukan bersifat logis dan konsisten. Berikut disajikan perhitungan untuk menentukan nilai *Consistency Ratio* (CR).

Tabel 5. 10 Matriks Perhitungsn Bobot Vektor Responden 1

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	0,082	0,112	0,067	0,089	0,068	0,418
B	0,246	0,335	0,538	0,358	0,271	1,747
C	0,328	0,167	0,269	0,358	0,271	1,393
D	0,164	0,167	0,135	0,179	0,271	0,916
E	0,164	0,167	0,135	0,089	0,135	0,691
Jumlah	0,984	0,948	1,143	1,073	1,016	5,164

Tabel 5. 11 Matriks Vektor Konsistensi Responden 1

Kriteria	Bobot Vektor	Bobot Kriteria	Vektor Konsistensi
Biaya Pelaksanaan (A)	0,418	0,082	5,099
Waktu Pelaksanaan (B)	1,747	0,335	5,220
Kekuatan Dinding (C)	1,393	0,269	5,177
Kemudahan Pelaksanaan (D)	0,916	0,179	5,120
Ketahanan Dinding (E)	0,691	0,135	5,098
Jumlah Vektor Konsistensi			**25,71**

a. Mencari nilai *Maximum Eigen Value*

λmaks $= \frac{Jumlah\ vektor\ konsistensi}{n}$

$= \frac{25,71}{5}$

$= 5,14$

b. Mencari nilai *Consistency Index* (CI)

CI $= \frac{\lambda maks - n}{n-1}$

$= \frac{5,14 - 3}{3-1}$

$= 0,036$

c. Mencari nilai *Consistency Ratio* (CR)

CR $= \frac{CI}{RI}$

$= \frac{0,036}{1,12}$

$= 3,19\%$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 3,19%. Nilai tersebut telah memenuhi kriteria konsistensi, yaitu kurang dari 10%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penilaian yang diberikan oleh responden 1 bersifat konsisten dan layak digunakan dalam proses analisis selanjutnya.

2) Responden 2

Perhitungan bobot kriteria pemilihan alternatif pekerjaan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.12, Tabel 5.13, Tabel 5.14, Tabel 5.15, dan Tabel 5.16 berikut.

Tabel 5. 12 Matriks Penilaian Berpasangan Responden 2

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1	1/2	1/6	1/2	1/4
B	2	1	1/3	3	1/2
C	6	3	1	4	2
D	2	1/3	1/4	1	1/3
E	4	2	1/2	3	1

Tabel 5. 13 Matriks Hasil Penjumlahan Kolom Responden 2

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1,00	0,50	0,17	0,50	0,25
B	2,00	1,00	0,33	3,00	0,50
C	6,00	3,00	1,00	4,00	2,00
D	2,00	0,33	0,25	1,00	0,33
E	4,00	2,00	0,50	3,00	1,00
Jumlah	15,00	6,83	2,25	11,50	4,08

Tabel 5. 14 Matriks Normalisasi dan Perhitungan Bobot Kriteria Responden 1

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	0,067	0,073	0,074	0,043	0,061	0,064
B	0,133	0,146	0,148	0,261	0,122	0,162
C	0,400	0,439	0,444	0,348	0,490	0,424
D	0,133	0,049	0,111	0,087	0,082	0,092
E	0,267	0,293	0,222	0,261	0,245	0,257
Jumlah	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 5. 15 Matriks Perhitungsn Bobot Vektor Responden 2

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	0,064	0,081	0,071	0,046	0,064	0,326
B	0,127	0,162	0,141	0,277	0,129	0,837
C	0,382	0,487	0,424	0,369	0,515	2,178
D	0,127	0,054	0,106	0,092	0,086	0,466
E	0,255	0,324	0,212	0,277	0,257	1,326
Jumlah	0,956	1,109	0,954	1,062	1,051	5,132

Tabel 5. 16 Matriks Vektor Konsistensi Responden 2

Kriteria	Bobot Vektor	Bobot Kriteria	Vektor Konsistensi
Biaya Pelaksanaan (A)	0,326	0,064	5,117
Waktu Pelaksanaan (B)	0,837	0,162	5,159
Kekuatan Dinding (C)	2,178	0,424	5,133
Kemudahan Pelaksanaan (D)	0,466	0,092	5,043
Ketahanan Dinding (E)	1,326	0,257	5,150
Jumlah Vektor Konsistensi			**25,60**

a. Mencari nilai *Maximum Eigen Value*

$$\lambda\text{maks} = \frac{\text{Jumlah vektor konsistensi}}{\text{n}}$$

$$= \frac{25{,}60}{5}$$

$$= 5{,}12$$

b. Mencari nilai *Consistency Index* (CI)

$$\text{CI} = \frac{\lambda maks - n}{n-1}$$

$$= \frac{5{,}12 - 3}{3-1}$$

$$= 0{,}030$$

c. Mencari nilai *Consistency Ratio* (CR)

$$\text{CR} = \frac{CI}{RI}$$

$$= \frac{0{,}030}{1{,}12}$$

$$= 2{,}69\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 2,69%. Nilai tersebut telah memenuhi kriteria konsistensi, yaitu kurang dari 10%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penilaian yang diberikan oleh responden 1 bersifat konsisten dan layak digunakan dalam proses analisis selanjutnya.

3) Responden 3

Perhitungan bobot kriteria pemilihan alternatif pekerjaan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.17, Tabel 5.18, Tabel 5.19, Tabel 5.20, dan Tabel 5.21 berikut.

Tabel 5. 17 Matriks Penilaian Berpasangan Responden 3

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1	1/2	4	2	3
B	2	1	5	3	4
C	1/4	1/5	1	1/3	1/2
D	1/2	1/3	3	1	2
E	1/3	1/4	2	1/2	1

Tabel 5. 18 Matriks Hasil Penjumlahan Kolom Responden 3

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1,00	0,50	4,00	2,00	3,00
B	2,00	1,00	5,00	3,00	4,00
C	0,25	0,20	1,00	0,33	0,50
D	0,50	0,33	3,00	1,00	2,00
E	0,33	0,25	2,00	0,50	1,00
Jumlah	4,08	2,28	15,00	6,83	10,50

Tabel 5. 19 Matriks Normalisasi dan Perhitungan Bobot Kriteria Responden 3

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	0,245	0,219	0,267	0,293	0,286	0,262
B	0,490	0,438	0,333	0,439	0,381	0,416
C	0,061	0,088	0,067	0,049	0,048	0,062
D	0,122	0,146	0,200	0,146	0,190	0,161
E	0,082	0,109	0,133	0,073	0,095	0,099
Jumlah	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 5. 20 Matriks Perhitungan Bobot Vektor Responden 3

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	0,262	0,208	0,250	0,322	0,296	1,337
B	0,524	0,416	0,312	0,483	0,394	2,129
C	0,065	0,083	0,062	0,054	0,049	0,314
D	0,131	0,139	0,187	0,161	0,197	0,815
E	0,087	0,104	0,125	0,081	0,099	0,495
Jumlah	1,069	0,950	0,936	1,101	1,035	5,090

Tabel 5. 21 Matriks Vektor Konsistensi Responden 3

Kriteria	Bobot Vektor	Bobot Kriteria	Vektor Konsistensi
Biaya Pelaksanaan (A)	1,337	0,262	5,108
Waktu Pelaksanaan (B)	2,129	0,416	5,115
Kekuatan Dinding (C)	0,314	0,062	5,035
Kemudahan Pelaksanaan (D)	0,815	0,161	5,060
Ketahanan Dinding (E)	0,495	0,099	5,023
Jumlah Vektor Konsistensi			**25,34**

a. Mencari nilai *Maximum Eigen Value*

λmaks $= \frac{Jumlah\ vektor\ konsistensi}{n}$

$= \frac{25,34}{5}$

$= 5,06$

b. Mencari nilai *Consistency Index* (CI)

CI $= \frac{\lambda maks - n}{n-1}$

$= \frac{5,06 - 3}{3-1}$

$= 0,017$

c. Mencari nilai *Consistency Ratio* (CR)

$$CR = \frac{CI}{RI}$$

$$= \frac{0,017}{1,12}$$

$$= 1,53\%$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 1,53%. Nilai tersebut telah memenuhi kriteria konsistensi, yaitu kurang dari 10%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penilaian yang diberikan oleh responden 3 bersifat konsisten dan layak digunakan dalam proses analisis selanjutnya.

4) Responden 4

Perhitungan bobot kriteria pemilihan alternatif pekerjaan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.22, Tabel 5.23, Tabel 5.24, Tabel 5.25, dan Tabel 5.26 berikut.

Tabel 5. 22 Matriks Penilaian Berpasangan Responden 4

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1	1/2	1/4	1/5	1/3
B	2	1	2	1/2	2
C	4	1/2	1	1/2	3
D	5	2	2	1	4
E	3	1/2	1/3	1/4	1

Tabel 5. 23 Matriks Hasil Penjumlahan Kolom Responden 4

Kriteria	A	B	C	D	E
A	1,00	0,50	0,25	0,20	0,33
B	2,00	1,00	2,00	0,50	2,00
C	4,00	0,50	1,00	0,50	3,00
D	5,00	2,00	2,00	1,00	4,00
E	3,00	0,50	0,33	0,25	1,00
Jumlah	15,00	4,50	5,58	2,45	10,33

Tabel 5. 24 Matriks Normalisasi dan Perhitungan Bobot Kriteria Responden 4

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	0,067	0,111	0,045	0,082	0,032	0,067
B	0,133	0,222	0,358	0,204	0,194	0,222
C	0,267	0,111	0,179	0,204	0,290	0,210
D	0,333	0,444	0,358	0,408	0,387	0,386
E	0,200	0,111	0,060	0,102	0,097	0,114
Jumlah	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Tabel 5. 25 Matriks Perhitungsn Bobot Vektor Responden 4

Kriteria	A	B	C	D	E	Bobot
A	0,067	0,111	0,053	0,077	0,038	0,346
B	0,135	0,222	0,421	0,193	0,228	1,198
C	0,269	0,111	0,210	0,193	0,342	1,125
D	0,336	0,445	0,421	0,386	0,456	2,043
E	0,202	0,111	0,070	0,097	0,114	0,594
Jumlah	1,009	1,000	1,174	0,946	1,177	5,307

Tabel 5. 26 Matriks Vektor Konsistensi Responden 4

Kriteria	Bobot Vektor	Bobot Kriteria	Vektor Konsistensi
Biaya Pelaksanaan (A)	0,346	0,067	5,145
Waktu Pelaksanaan (B)	1,198	0,222	5,391
Kekuatan Dinding (C)	1,125	0,210	5,353
Kemudahan Pelaksanaan (D)	2,043	0,386	5,291
Ketahanan Dinding (E)	0,594	0,114	5,210
Jumlah Vektor Konsistensi			**26,39**

a. Mencari nilai *Maximum Eigen Value*

λmaks $= \frac{Jumlah\ vektor\ konsistensi}{n}$

$= \frac{26,39}{5}$

$= 5,27$

b. Mencari nilai *Consistency Index* (CI)

CI $= \frac{\lambda maks - n}{n-1}$

$= \frac{5,27 - 3}{3-1}$

$= 0,069$

c. Mencari nilai *Consistency Ratio* (CR)

CR $= \frac{CI}{RI}$

$= \frac{0,069}{1,12}$

$= 6,21\%$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai *Consistency Ratio* (CR) sebesar 6,21%. Nilai tersebut telah memenuhi kriteria konsistensi, yaitu kurang dari 10%. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penilaian yang diberikan oleh responden 1 bersifat konsisten dan layak digunakan dalam proses analisis selanjutnya.

Untuk menentukan bobot kriteria dalam pemilihan alternatif pekerjaan dinding, nilai bobot yang diperoleh dari hasil perhitungan masing-masing responden selanjutnya dihitung nilai rata-ratanya. Rekapitulasi hasil perhitungan bobot kriteria tersebut disajikan pada Tabel 5.27.

Tabel 5. 27 Rekapitulasi Perhitungan Bobot Kriteria

Kriteria	R1	R2	R3	R4	Rata-rata
Biaya Pelaksanaan (A)	0,082	0,064	0,262	0,067	**0,119**
Waktu Pelaksanaan (B)	0,335	0,162	0,416	0,222	**0,284**
Kekuatan Dinding (C)	0,269	0,424	0,062	0,210	**0,241**
Kemudahan Pelaksanaan (D)	0,179	0,092	0,161	0,386	**0,205**
Ketahanan Dinding (E)	0,135	0,257	0,099	0,114	**0,151**
Jumlah	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

Berdasarkan Tabel 5.28, dapat disimpulkan bahwa urutan tingkat kepentingan kriteria dalam pemilihan alternatif pekerjaan dinding, apabila diurutkan dari yang paling dominan hingga yang paling rendah, adalah sebagai berikut.

1. Waktu Pelaksanaan
2. Kekuatan Dinding
3. Kemudahan Pelaksanaan
4. Ketahanan Dinding
5. Biaya Pelaksanaan

5.3.2 Analisis Pemilihan Alternatif Berdasarkan Kriteria

Pada tahapan ini, dilakukan analisis terhadap kinerja masing-masing alternatif material (Bata Merah, Bata Ringan, dan Batako) terhadap setiap kriteria yang telah ditentukan (Biaya, Waktu, Kekuatan, Kemudahan, dan Ketahanan). Nilai yang dihasilkan pada tahap ini merupakan Bobot Lokal (*Local Priority*), yang

menunjukkan keunggulan suatu material pada kriteria spesifik berdasarkan hasil agregat penilaian dari seluruh responden (R1 hingga R4).

1. Kodefikasi Alternatif

   A1 = Bata Merah (*Existing)*

   A2 = Bata Ringan

   A3 = Batako

   Berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan, masing-masing kriteria selanjutnya ditentukan bobot kepentingannya menggunakan metode perbandingan berpasangan. Hasil penilaian tersebut kemudian diuji tingkat konsistensinya. Dalam metode Analytical Hierarchy Process (AHP), suatu penilaian dinyatakan konsisten apabila nilai Consistency Ratio (CR) kurang dari 10%. Selanjutnya, hasil kuesioner penilaian kriteria yang diperoleh dari responden beserta hasil perhitungan nilai Consistency Ratio (CR) disajikan sebagai berikut.

   1) Responden 1

      Perhitungan bobot alternatif berdasarkan kriteria untuk pemilihan pekerjaan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.28 berikut

      a. Biaya Pelaksanaan

         Berdasarkan hasil penilaian Responden 1, diperoleh matriks alternatif untuk kriteria Kekuatan Dinding dapat dilihat pada Tabel 5.29 berikut

Tabel 5. 28 Matriks Alternatif Pada Kriteria A Responden 1

Alternatif	A1	A2	A3	Bobot (Local)
A1	1	1/2	1/4	0,137
A2	2	1	1/3	0,239
A3	4	3	1	0,623
Jumlah				1,000
λmaks				3,018
CI (*Consistency Index)*				0,009
CR (*Consistency Ratio)*				1,58%

b. Waktu Pelaksanaan

Berdasarkan hasil penilaian Responden 1, diperoleh matriks perbandingan berpasangan untuk kriteria waktu pelaksanaan sebagai berikut:

Tabel 5. 29 Matriks Alternatif Pada Kriteria B Responden 1

Alternatif	**A1**	**A2**	**A3**	**Bobot (Local)**
A1	1	1/7	1/3	0,085
A2	7	1	4	0,701
A3	3	1/4	1	0,213
Jumlah				1,000
λmaks				3,033
CI (*Consistency Index)*				0,016
CR (*Consistency Ratio)*				2,81%

c. Kekuatan Dinding

Berdasarkan hasil penilaian Responden 1, diperoleh matriks alternatif untuk kriteria Kekuatan Dinding dapat dilihat pada Tabel 5.30 berikut:

Tabel 5. 30 Matriks Alternatif Pada Kriteria C Responden 1

Alternatif	**A1**	**A2**	**A3**	**Bobot (Local)**
A1	1	3	5	0,619
A2	1/3	1	4	0,284
A3	1/5	1/4	1	0,096
Jumlah				1,000
λmaks				3,087
CI (*Consistency Index)*				0,043
CR (*Consistency Ratio)*				7,47%

d. Kemudahan Pelaksanaan

Berdasarkan hasil penilaian Responden 1, diperoleh matriks perbandingan berpasangan untuk kriteria kemudahan pelaksanaan sebagai berikut:

Tabel 5. 31 Matriks Alternatif Pada Kriteria D Responden 1

Alternatif	A1	A2	A3	Bobot (Local)
A1	1	1/6	1/3	0,093
A2	6	1	4	0,685
A3	3	1/4	1	0,221
Jumlah				1,000
λmaks				3,054
CI (*Consistency Index)*				0,027
CR (*Consistency Ratio)*				4,67%

e. Ketahanan Dinding

Berdasarkan hasil penilaian Responden 1, diperoleh matriks perbandingan berpasangan untuk kriteria ketahanan dinding sebagai berikut:

Tabel 5. 32 Matriks Alternatif Pada Kriteria E Responden 1

Alternatif	A1	A2	A3	Bobot (Local)
A1	1	4	6	0,685
A2	1/4	1	3	0,221
A3	1/6	1/3	1	0,093
Jumlah				1,000
λmaks				3,054
CI (*Consistency Index)*				0,027
CR (*Consistency Ratio)*				4,67%

Setelah seluruh bobot lokal (*local priority*) untuk setiap kriteria diperoleh melalui matriks perbandingan berpasangan di atas, langkah selanjutnya

adalah melakukan proses Sintesis Akhir. Tahap ini bertujuan untuk menentukan urutan prioritas global bagi Responden 1 dengan cara mengalikan bobot masing-masing kriteria dengan bobot alternatif pada kriteria yang bersesuaian. Hasil perhitungan akumulatif ini akan menunjukkan peringkat material yang paling direkomendasikan menurut pandangan Responden 1 sebagai berikut.

Tabel 5. 33 Sintesa Akhir dan Ranking Alternatif Responden 1

Alternatif	Kriteria					Bobot	Ranking
	A	B	C	D	E		
	0,082	**0,335**	**0,269**	**0,179**	**0,135**		
A1	0,137	0,085	0,619	0,093	0,685	0,316	2
A2	0,239	0,701	0,284	0,685	0,221	0,483	1
A3	0,623	0,213	0,096	0,221	0,093	0,201	3

Setelah dilakukan pemaparan detail mengenai proses perhitungan dan uji konsistensi pada Responden 1 sebagai representasi langkah-langkah analisis alternatif berdasarkan kriteria yang sudah ditetapkan, maka untuk analisis pada Responden 2, Responden 3, dan Responden 4 akan disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi hasil akhir. Hal ini dilakukan demi efisiensi penyajian data dalam laporan, mengingat prosedur perhitungan yang digunakan adalah identik dengan prosedur pada Responden 1. Adapun seluruh matriks perbandingan berpasangan mendetail untuk kriteria dan alternatif bagi Responden 2, 3, dan 4 telah dilampirkan secara lengkap pada Lampiran [Sebutkan Huruf/Nomor Lampiran, misal: Lampiran B].

2) Responden 2

Perhitungan sintesis berdasarkan kriteria untuk pemilihan pekerjaan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.34 berikut.

Tabel 5. 34 Sintesa Akhir dan Ranking Alternatif Responden 2

Alternatif	Kriteria					Bobot	Ranking
	A	B	C	D	E		
	0,068	**0,149**	**0,419**	**0,100**	**0,264**		
A1	0,098	0,085	0,653	0,111	0,591	0,460	1
A2	0,334	0,701	0,251	0,667	0,334	0,387	2
A3	0,568	0,213	0,096	0,222	0,075	0,153	3

3) Responden 3

Perhitungan sintesa akhir dan ranking alternatif Responden 3 berdasarkan kriteria untuk pemilihan pekerjaan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.35 berikut.

Tabel 5. 35 Sintesa Akhir dan Ranking Alternatif Responden 3

Alternatif	Kriteria					Bobot	Ranking
	A	B	C	D	E		
	0,262	**0,416**	**0,062**	**0,161**	**0,099**		
A1	0,137	0,083	0,557	0,107	0,653	0,187	3
A2	0,239	0,724	0,320	0,700	0,251	0,521	1
A3	0,623	0,193	0,123	0,194	0,096	0,292	2

4) Responden 4

Perhitungan sintesis berdasarkan kriteria untuk pemilihan pekerjaan dinding dapat dilihat pada Tabel 5.36 berikut.

Tabel 5. 36 Sintesa Akhir dan Ranking Alternatif Responden 4

Alternatif	Kriteria					Bobot	Ranking
	A	B	C	D	E		
	0,067	**0,222**	**0,210**	**0,386**	**0,114**		
A1	0,122	0,107	0,633	0,104	0,664	0,281	2
A2	0,230	0,700	0,260	0,665	0,267	0,513	1
A3	0,648	0,194	0,106	0,231	0,069	0,206	3

Untuk menentukan bobot kriteria dalam pemilihan alternatif pekerjaan dinding, nilai bobot yang diperoleh dari hasil perhitungan masing-masing responden selanjutnya dihitung nilai rata-ratanya. Rekapitulasi hasil perhitungan bobot kriteria tersebut disajikan pada Tabel 5.37.

Tabel 5. 37 Rekapitulasi Bobot Alternatif Per Kriteria

Kriteria	Alternatif	R1	R2	R3	R4	Rata-rata
Biaya (A)	**A1**	0,137	0,098	0,137	0,122	**0,124**
	A2	0,239	0,334	0,239	0,230	**0,261**
	A3	0,623	0,568	0,623	0,648	**0,616**
Waktu (B)	**A1**	0,085	0,085	0,083	0,107	**0,090**
	A2	0,701	0,701	0,724	0,700	**0,707**
	A3	0,213	0,213	0,193	0,194	**0,203**
Kekuatan (C)	**A1**	0,619	0,653	0,557	0,633	**0,616**
	A2	0,284	0,251	0,320	0,260	**0,279**
	A3	0,096	0,096	0,123	0,106	**0,105**
Kemudahan (D)	**A1**	0,093	0,111	0,107	0,104	**0,104**
	A2	0,685	0,667	0,700	0,665	**0,679**
	A3	0,221	0,222	0,194	0,231	**0,217**
Ketahanan (E)	**A1**	0,685	0,591	0,653	0,664	**0,648**
	A2	0,221	0,334	0,251	0,267	**0,268**
	A3	0,093	0,075	0,096	0,069	**0,083**

Berdasarkan Tabel 5.37 hasil dari rata-rata ini akan menjadi bahan perhitungan untuk analisis pembobotan menyeluruh.

5.3.3 Analisis Pembobotan Menyeluruh

Untuk menetapkan alternatif material dinding yang akan direkomendasikan, dilakukan proses perankingan untuk menentukan urutan prioritas jenis material yang paling optimal. Perankingan ini diperoleh melalui hasil sintesis antara bobot kepentingan kriteria dengan bobot lokal alternatif pada masing-masing kriteria, sehingga didapatkan nilai prioritas alternatif secara menyeluruh. Adapun matriks perhitungan untuk menentukan ranking material dinding tersebut disajikan pada Tabel 5.38 berikut.

Tabel 5. 38 Pembobotan Menyeluruh dan Perangkingan Alternatif Pekerjaan Dinding

Alternatif	Kriteria					Bobot	Ranking
	A	B	C	D	E		
	0,119	**0,284**	**0,241**	**0,205**	**0,151**		
A1	0,015	0,026	0,149	0,021	0,098	0,308	2
A2	**0,031**	**0,201**	**0,067**	**0,139**	**0,041**	**0,478**	**1**
A3	0,073	0,058	0,025	0,044	0,013	0,213	3

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 5.38, diperoleh temuan bahwa alternatif A2 (Bata Ringan) memiliki nilai prioritas tertinggi dengan bobot sebesar 0,478, yang menempatkannya pada peringkat pertama. Capaian tersebut disusul oleh alternatif A1 (Bata Merah) dengan bobot 0,308 pada peringkat kedua, dan alternatif A3 (Batako) dengan bobot 0,213 pada peringkat ketiga. Hasil perankingan ini mengonfirmasi bahwa material Bata Ringan (A2) merupakan solusi paling optimal dan menjadi pilihan yang direkomendasikan untuk pekerjaan dinding dalam penelitian ini. Dominasi nilai pada alternatif A2 dipicu oleh signifikansi kontribusi pada kriteria Waktu (0,284) dan Kemudahan (0,205), yang secara kumulatif merupakan faktor determinan utama bagi responden. Meskipun alternatif lain menunjukkan keunggulan pada aspek teknis (kekuatan) maupun ekonomis (biaya), namun secara integratif, karakteristik Bata Ringan dinilai paling responsif terhadap parameter prioritas yang telah ditetapkan dalam model pengambilan keputusan ini.

5.4 Tahap Pengembangan

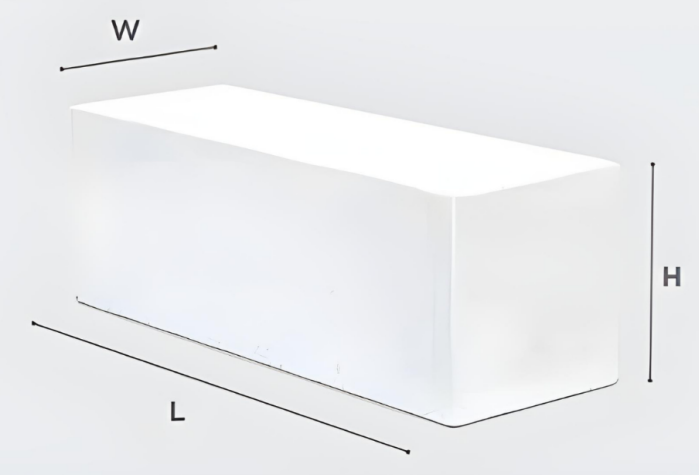
Setelah melalui tahap evaluasi dengan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP), alternatif Bata Ringan (A2) telah ditetapkan sebagai solusi optimal untuk pekerjaan dinding dengan skor tertinggi sebesar 0,478. Berdasarkan prosedur *Value Engineering*, tahap pengembangan dilakukan guna mematangkan alternatif terpilih melalui pendalaman aspek teknis, perhitungan biaya rincian, serta analisis kelayakan implementasi.

5.4.1 Pengembangan Teknis Alternatif Terpilih

Pengembangan teknis difokuskan pada penggunaan bata ringan jenis *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dengan ketebalan standar 10 cm. Spesifikasi teknis dikembangkan untuk memastikan material memenuhi standar kekuatan dan efisiensi durasi sebagaimana yang menjadi prioritas dalam tahap evaluasi. Material utama dikembangkan menggunakan bata ringan tipe *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

1. Spesifikasi dan Dimensi Material

   Material utama dikembangkan menggunakan bata ringan tipe *Autoclaved Aerated Concrete* (AAC) dengan tebal 10 cm yang dapat dilihat pada Gambar 5.7 berikut.



Gambar 5. 7 Bata Ringan *AAC*

Spesifikasi teknis Bata Ringan (AAC) 10 cm dapat dilihat pada Tabel 5.39 berikut.

Tabel 5. 39 Spesifikasi Bata Ringan AAC 10 cm

Parameter	Spesifikasi	Satuan
Panjang (L)	600	mm
Tinggi (H)	200	mm
Lebar (W)	75	mm
Toleransi	± 2	mm
Berat jenis kering	± 550	kg/m^3
Kuat Tekan	$\geq$4,00	N/mm^2

(Sumber : SNI 8640:2018)

2. Standarisasi Bahan Perekat

   Berbeda dengan desain eksisting yang menggunakan semen dan pasir konvensional, tahap pengembangan ini menetapkan penggunaan Semen Instan (*Thin-bed Mortar*) sebagai bahan pengikat tunggal.

3. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Dinding Bata Ringan

   Metode pelaksanaan dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas tenaga kerja melalui langkah-langkah berikut:

   a. *Leveling* Dasar

      Pemasangan baris pertama tetap menggunakan mortar semen-pasir konvensional untuk mengoreksi ketidakrataan permukaan lantai beton dasar.

   b. Pemasangan Sistem *Interlocking*

      Baris kedua dan seterusnya menggunakan sistem *thin-bed*. Karena 1 blok bata ringan setara dengan luasan ±12 buah bata merah, jumlah sambungan antar-material menjadi jauh lebih sedikit.

   c. Penyelesaian (*Finishing*)

      Karena permukaan bata ringan yang sudah rata dan presisi, tahap pengembangan ini merekomendasikan penggunaan plesteran tipis (*skim coat*) yang langsung dapat diikuti dengan acian, tanpa memerlukan plesteran tebal seperti pada bata merah.

5.4.2 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Pada tahap ini, dilakukan analisis perbandingan biaya antara pekerjaan dinding dan plesteran eksisting dengan desain alternatif yang direkomendasikan. Tujuannya adalah untuk mengidentifikasi efisiensi biaya yang dapat dihasilkan melalui pemilihan material yang lebih ekonomis. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) disusun berdasarkan data *Detail Engineering Design* (DED) untuk menentukan volume pekerjaan (luasan dinding dan plesteran) serta spesifikasi teknis untuk menetapkan standar mutu material, seperti jenis bata dan komposisi mortar. Karena gambar kerja merupakan representasi dari hasil analisis teknis,

maka volume yang dihasilkan menjadi dasar yang akurat dalam menentukan kebutuhan biaya riil. Berikut adalah rincian perhitungan RAB pada kedua model pekerjaan tersebut.

1. Perhitungan Biaya Pekerjaan Dinding dan Plesteran *Existing*

   Berikut merupakan tahapan dalam penyusunan Rencana Anggaran Biaya pekerjaan dinding dan plesteran *existing*.

   a. Perhitungan Volume Pekerjaan

      Pada penelitian ini jumlah volume pekerjaan yang akan digunakan mengacu pada *Bill of Quantity* (BoQ) yang didapatkan dari PT. Rezeki Agung Sedaya selaku konsultan perencana pada proyek perumahan Royal Sindang Heula. Volume pekerjaan pada pekerjaan dinding *existing.*

Tabel 5. 40 Volume Pekerjaan Dinding Existing

No.	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
	Pekerjaan Dinding		
1.	Pasangan Batu Bata	209,54	m^2
2.	Plester Dinding	329,20	m^2
3.	Acian Dinding	329,20	m^2

(Sumber : Dokumen Perencanaan PT. Rezeki Agung Sedaya)

   b. Perhitungan harga satuan

      1) Harga satuan upah dan material

         Daftar harga satuan upah dan material dapat dilihat pada Tabel 5.41 dan Tabel 5.42 berikut.

Tabel 5. 41 Harga Satuan Upah

No.	Uraian	Satuan	Harga
1.	Pekerja	OH	98.200,00-
2.	Tukang Batu	OH	118.100,00-
3.	Kepala Tukang	OH	157.800,00-
4.	Mandor	OH	157.800,00-

(Sumber : AHS *Existing*)

Tabel 5. 42 Harga Satuan Material

No.	Uraian	Satuan	Harga (Rp.)
1.	Bata Merah 5x11x22 cm	bh	1.600,00-
2.	Semen Portland	kg	77.500,00-
3.	Pasir Pasang	m^2	309.900,00-

(Sumber : AHSP kota Serang Tahun 2022)

2) Analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) *existing*

Perhitungan AHSP mengacu pada Peraturan Gubernur (Pergub) Banten Nomor 39 Tahun 2021. Analisa harga satuan pekerjaan dinding dan plesteran dapat dilihat pada Tabel 5.43 berikut.

Tabel 5. 43 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Dinding Existing

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Index	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Bata Merah Tebal ½ Bata 1PC : 8PS					
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,300	98.200,00	29.460,00
2	Tukang Batu	OH	0,100	118.100,00	11.810,00
3	Kepala Tukang	OH	0,010	157.800,00	1.578,00
4	Mandor	OH	0,015	157.800,00	2.367,00
				Jumlah Upah Tenaga	45.215,00
B	BAHAN				
1	Bata Merah 5 x 11 x 22 cm	bh	70,000	1.600,00	112.000,00
2	Semen Portland	kg	6,500	1.550,00	10.075,00
3	Pasir Pasang	m^3	0,050	309.900,00	15.495,00
				Jumlah Harga Material	137.570,00
C	PERALATAN				
				Jumlah Harga Alat	
D	Jumlah (A+B+C)				182.785,00
E	*Overhead (5%)*				9.139,25
F	*Profit (10%)*				18.278,50
G	Harga Satuan Pekerjaan (D+E+F)				210.202,00

Tabel 5. 44 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Plesteran Existing

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Index	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Plesteran 1 PC; 8 PS Tebal 15 mm					
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,300	98.200,00	29.460,00
2	Tukang Batu	OH	0,150	118.100,00	17.715,00
3	Kepala Tukang	OH	0,015	157.800,00	2.376,00
4	Mandor	OH	0,015	157.800,00	2.367,00
				Jumlah Upah Tenaga	51.909,00
B	BAHAN				
1	Semen Portland	kg	3,456	1.550,00	5.356,00
2	Pasir Pasang	m^3	0,029	309.900,00	8.987,00
				Jumlah Harga Material	14.343,90
C	PERALATAN				
				Jumlah Harga Alat	
D	Jumlah (A+B+C)				66.252,90
E	*Overhead (5%)*				3.312,65
F	*Profit (10%)*				6.625,29
G	Harga Satuan Pekerjaan (D+E+F)				76.190,84

Tabel 5. 45 Analisis Harga Satuan Acian Existing

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Index	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Bata Merah Tebal ½ Bata 1PC : 8PS					
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,200	98.200,00	19.640,00
2	Tukang Batu	OH	0,100	118.100,00	11.810,00
3	Kepala Tukang	OH	0,010	157.800,00	1.578,00
4	Mandor	OH	0,010	157.800,00	1.578,00
				Jumlah Upah Tenaga	34.606,00
B	BAHAN				
1	Semen Portland	kg	3,250	1.550,00	5.037,50
				Jumlah Harga Material	5.037,50
C	PERALATAN				
				Jumlah Harga Alat	
D	Jumlah (A+B+C)				39.643,50
E	*Overhead (5%)*				1.982,18
F	*Profit (10%)*				3.964,35
G	Harga Satuan Pekerjaan (D+E+F)				45.590,03

c. Rencana Anggaran Biaya

Berikut merupakan perhitungan RAB untuk pekerjaan dinding dan plesteran dapat dilihat pada Tabel 5.46 berikut.

Tabel 5. 46 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Dinding Existing

No.	Uraian Pekerjaan	Vol	Sat	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1.	Pekerjaan Dinding				
	Pasangan batu bata	209,54	m^2	210.202,00	44.045.884,24
	Plester dinding	329,20	m^2	76.190,84	25.082.022,88
	Acian dinding	329,20	m^2	45.590,03	15.008.236,23
Jumlah (Rp)					**84.136.143,35**

2. Perhitungan Biaya Pekerjaan Dinding Alternatif

Berikut merupakan penyusunan RAB desain pekerjaan dinding alternatif

a. Perhitungan volume pekerjaan

Pada perhitungan volume pekerjaan ini mengikuti volume pekerjaan *existing* yang sudah dijelaskan pada Tabel 5.41

b. Perhitungan harga satuan pekerjaan

Untuk perhitungan harga satuan pekerjaan alternatif pekerjaan dinding alternatif mengacu pada AHSP Provinsi Banten 2021

1) Harga satuan upah dan material

Pada harga satuan upah sudah dijelaskan pada Tabel 5.40, untuk harga satuan material alternatif dapat dilihat pada Tabel 5.47 berikut.

Tabel 5. 47 Harga Satuan Material Alternatif

No.	Uraian	Satuan	Harga (Rp.)
1.	Bata Ringan Tebal 10 cm	m^3	645.700,00-
2.	Semen Portland	sak	77.500,00-
3.	Pasir Pasang	m^3	309.900,00-
4.	Semen Instan Bata Ringan	zak	67.200,00
4.	Prime Mortar MU-200	zak	118.800,00-

(Sumber : Peraturan Gubernur Banten No.39 Tahun 2021)

2) Analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) alternatif

Untuk perhitungan harga satuan pekerjaan alternatif dinding dan plesteran dapat dilihat pada Tabel 5.48, Tabel.5.49, dan Tabel 5.50 berikut.

Tabel 5. 48 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Dinding Alternatif

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Index	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Bata Merah Tebal ½ Bata 1PC : 8PS					
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,300	98.200,00	19.640,00
2	Tukang Batu	OH	0,100	118.100,00	11.810,00
3	Kepala Tukang	OH	0,010	157.800,00	1.578,00
4	Mandor	OH	0,015	157.800,00	789,00
Jumlah Upah Tenaga					33.817,00
B	BAHAN				
1	Bata ringan tebal 10 cm	m^3	0,100	645.700,00	64.570,00
2	Perekat bata ringan 40 kg	Zak	0,105	67.200,00	7.056,00
Jumlah Harga Material					76.626,00
C	PERALATAN				
1	Alat bantu	Ls	1,000	5.000,00	5.000,00
Jumlah Harga Alat					5.000,00
D	Jumlah (A+B+C)				110.443,00
E	*Overhead (5%)*				5.522,15
F	*Profit (10%)*				11.044,30
G	Harga Satuan Pekerjaan (D+E+F)				127.009,45

Tabel 5. 49 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Plesteran Alternatif

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Index	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Plesteran 1 PC; 8 PS Tebal 15 mm					
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,300	98.200,00	29.460,00
2	Tukang Batu	OH	0,150	118.100,00	11.810,00
3	Kepala Tukang	OH	0,015	157.800,00	2.367,00
4	Mandor	OH	0,015	157.800,00	2.367,00
Jumlah Upah Tenaga					46.004,00
B	BAHAN				
1	Semen Portland	kg	6,420	1.550,00	9.672,00
2	Pasir Pasang	m^3	0,024	309.900,00	7.437,60
Jumlah Harga Material					17.109,60

Lanjutan Tabel 5.49 Analisis Harga Satuan Pekerjaan Plesteran Alternatif

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Index	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
C	PERALATAN				
				Jumlah Harga Alat	
D	Jumlah (A+B+C)				63.113,60
E	*Overhead (5%)*				3.155,68
F	*Profit (10%)*				6.311,36
G	Harga Satuan Pekerjaan (D+E+F)				28.943,64

Tabel 5. 50 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Acian Alternatif

No.	Uraian Pekerjaan	Satuan	Index	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
Bata Merah Tebal ½ Bata 1PC : 8PS					
A	TENAGA				
1	Pekerja	OH	0,200	98.200,00	19.640,00
2	Tukang Batu	OH	0,100	118.100,00	11.810,00
3	Kepala Tukang	OH	0,010	157.800,00	1.578,00
4	Mandor	OH	0,010	157.800,00	1.578,00
				Jumlah Upah Tenaga	34.606,00
B	BAHAN				
1	*Prime* Mortar MU-200	kg	2,000	2.970,00	5.940,00
				Jumlah Harga Material	5.940,00
C	PERALATAN				
				Jumlah Harga Alat	
D	Jumlah (A+B+C)				40.546,00
E	*Overhead (5%)*				2.027,30
F	*Profit (10%)*				4.054,60
G	Harga Satuan Pekerjaan (D+E+F)				46.627,90

c. Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Alternatif

Berikut merupakan perhitungan RAB untuk pekerjaan dinding dan plesteran alternatif dapat dilihat pada Tabel 5.51 berikut.

Tabel 5. 51 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Dinding Alternatif

No.	Uraian Pekerjaan	Vol	Sat	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
1.	Pekerjaan Dinding				
	Pasangan Bata Ringan	209,54	m^2	127.009,45	26.613.560,15
	Plester dinding	329,20	m^2	28.943,64	9.528.246,29
	Acian dinding	329,20	m^2	46.627,90	15.349.904,68
Jumlah (Rp)					**51.491.711,12**

5.4.3 Analisis Persentase Penghematan Biaya

Setelah rencana anggaran biaya (RAB) *existing* dan alternatif dihitung, ditentukan besarnya penghematan absolut maupun persentase. Penghematan menjadi salah satu indikator utama untuk menilai kelayakan alternatif dalam *value engineering,* berikut merupakan perhitungan daripada analisis penghematan, Perhitungan RAB *existing* dan alternatif sudah didapatkan pada Tabel 5.47 dan Tabel 5.52 yang dimana hasil dari perhitungan ini akan di analisis persentase penghematannya yang akan dimasukkan ke dalam rekapitulasi RAB proyek perumahan Royal Sindang Heula.

1. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya *Existing*

Pada tahap ini perhitungan rencana anggaran biaya pada pekerjaan dinding *existing* akan dimasukkan pada rekapitulasi RAB perumahan Royal Sindang Heula yang dapat dilihat pada Tabel 5.52 berikut.

Tabel 5. 52 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Existing Perumahan Royal Sindang Heula

No.	Rencana Anggaran Biaya	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	7.001.143,56
2	Pekerjaan Pondasi	17.120.279,14
3	Pekerjaan Struktur	24.578.321,32
4	Pekerjaan Dinding	84.136.143,35

Lanjutan Tabel 5.53 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya *Existing* Perumahan Royal Sindang Heula

No.	Rencana Anggaran Biaya	Jumlah (Rp)
5	Pekerjaan Kusen dan Kunci	19.618.000,00
6	Pekerjaan Lantai	9.980.947,65
7	Pekerjaan Ceiling	4.123.030,14
8	Pekerjaan Pengecatan	19.656.653,18
9	Pekerjaan Sanitair	8.495.000,00
10	Pekerjaan Instalasi Listrik	2.085.000,00
11	Pekerjaan Atap	20.371.549,92
12	Pekerjaan Lain-lain	3.400.000,00
Sub Total (Rp)		**220.566.113,26**

Pada Tabel 5.52 didapatkan total rencana anggaran biaya *existing* proyek perumahan Royal Sindang Heula sebelum dilakukan *value engineering* yaitu sebesar Rp. 220.566.113,26.

2. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif

Pada tahap ini perhitungan rencana anggaran biaya pada pekerjaan dinding alternatif akan dimasukkan pada rekapitulasi RAB perumahan Royal Sindang Heula yang dapat dilihat pada Tabel 5.53 berikut

Tabel 5. 53 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif Perumahan Royal Sindang Heula

No.	Rencana Anggaran Biaya	Jumlah (Rp)
1	Pekerjaan Persiapan	7.001.143,56
2	Pekerjaan Pondasi	17.120.279,14
3	Pekerjaan Struktur	24.578.321,32
4	Pekerjaan Dinding dan Plesteran	51.491.711,12
5	Pekerjaan Kusen dan Kunci	19.618.000,00
6	Pekerjaan Lantai	9.980.947,65
7	Pekerjaan Ceiling	4.123.030,14

Lanjutan Tabel 5.53 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya Alternatif Perumahan Royal Sindang Heula

No.	Rencana Anggaran Biaya	Jumlah (Rp)
8	Pekerjaan Pengecatan	19.656.653,18
9	Pekerjaan Sanitair	8.495.000,00
10	Pekerjaan Instalasi Listrik	2.085.000,00
11	Pekerjaan Atap	20.371.549,92
12	Pekerjaan Lain-lain	3.400.000,00
Sub Total (Rp)		**187.921.681,03**

Pada Tabel 5.53 total biaya proyek perumahan Royal Sindang Heula sesudah dilakukan *value engineering* dengan mengganti material dinding *existing* dari bata merah ke bata ringan didapatkan sebesar Rp. 187.921.681,03.

3. Selisih Biaya dan Persentase Penghematan

   Pada tahap ini akan dilakukan persentase penghematan yang dimana akan dihitung selisih biaya antara RAB *existing* dan alternatif sehingga dapat diketahui selisih biaya dan persentase penghematan.

   a. Selisih Biaya

      Telah didapatkan total biaya pekerjaan dinding *existing* dan alternatif pada Tabel 5.47 dan Tabel 5.53 yang telah dilakukan pada tahap analisis rencana anggaran biaya *existing* dan alternatif. Untuk mengetahui dampak penerapan alternatif terpilih, dilakukan perhitungan selisih biaya antara kondisi eksisting dan alternatif menggunakan persamaan 3.8 berikut:

      Δ_B = Biaya *Existing* - Biaya Alternatif (3.8)

      Δ_B = Rp. 84.136.143,35 - Rp. 51.491.711,12

      Δ_B = Rp. 32.644.432,23

Didapatkan selisih biaya terhadap pekerjaan dinding *existing* dan alternatif sebesar Rp. 32.644.432,23.

b. Persentase Penghematan :

Adapun perhitungan persentase penghematan pada rekapitulasi rencana anggaran biaya proyek perumahan Royal Sindang Heula yang ada pada Tabel 5.52 dan Tabel 5.53, untuk mendapatkan persentase penghematan menggunakan persamaan 3.9 sebagai berikut.

$$\text{Persentase Penghematan (\%)} = \frac{\text{Biaya Awal - Biaya Alternatif}}{\text{Biaya Awal}} \text{ x } 100\% \qquad (3.9)$$

$$\text{Persentase Penghematan (\%)} = \frac{\text{Rp. 220.566.113,26 - Rp.187.921.681,03}}{\text{Rp. 220.566.113,26}} \text{ x } 100\%$$

$$\text{Persentase Penghematan (\%)} = 14{,}80\%$$

Dari perhitungan persentase penghematan didapatkan bahwa mengganti bahan material existing bata merah dengan alternatif, bata ringan, diperoleh penghematan sebesar 14,80% dari total rencana anggaran biaya *existing*, maka sesuai dengan kriteria *value engineering* yaitu mengurangi biaya tanpa mengurangi fungsi.

Persentase penghematan ini menunjukkan bahwa pemilihan bata ringan tidak hanya memenuhi fungsi struktural dan arsitektural, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap efisiensi biaya tanpa mengurangi kinerja bangunan. maka sesuai dengan kriteria *value engineering.*

5.5 Tahap Rekomendasi

Tahap rekomendasi merupakan tahapan akhir dalam proses *Value Engineering*, di mana alternatif terbaik ditetapkan berdasarkan hasil evaluasi pada tahap pengembangan. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini difokuskan pada aspek biaya, durasi pelaksanaan, dan besaran penghematan tanpa mencakup analisis teknis mendalam, sehingga selaras dengan ruang lingkup penelitian, Pertimbangan

kriteria kekuatan, biaya dan waktu memiliki bobot sesuai dengan skala prioritas pertimbangan pada masing-masing item pekerjaan.

Berdasarkan hasil analisis perbandingan biaya existing dan alternatif, diketahui bahwa penggunaan material bata ringan memberikan penghematan biaya yang signifikan dibandingkan dengan material existing berupa bata merah, Data rekomendasi tersebut disajikan pada Tabel 5.54 berikut.

Tabel 5. 54 Rekomendasi Pekerjaan Dinding dan Plesteran Perumahan Royal Sindang Heula Rumah Tipe 36

No.	Uraian Pekerjaan	Vol	Sat	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Rp)
Pekerjaan Dinding *Existing*					
A	Pasangan batu bata	209,54	m^2	210.202,00	44.045.884,24
B	Plester dinding	329,20	m^2	76.190,84	25.082.022,88
C	Acian dinding	329,20	m^2	45.590,03	15.008.236,23
D	Total Biaya Pekerjaan Dinding *Existing* (Rp)				84.136.143,35
Rekomendasi Pekerjaan Dinding					
No.	**Uraian Pekerjaan**	**Vol**	**Sat**	**Harga Satuan (Rp)**	**Jumlah (Rp)**
E	Pasangan Bata Ringan	209,54	m^2	127.009,45	26.613.560,15
F	Plester dinding	329,20	m^2	28.943,64	9.528.246,29
G	Acian dinding	329,20	m^2	46.627,90	15.349.904,68
H	Total Biaya Pekerjaan Dinding Alternatif (Rp)				51.491.711,12
Selisih Biaya Pekerjaan Dinding *Existing* dan Alternatif ($D - H$)					32.644.432,23
Persentase Penghematan Total RAB *Existing* dan Alternatif ($\frac{D - H}{D}$ x 100%)					38,80%

Dengan menggunakan desain yang direkomendasikan, maka diperlukan biaya pekerjaan dinding sebesar Rp. 51.491.711,12,- dengan besar persentase penghematan total untuk RAB perumahan Royal Sindang Heula sebesar 14,80% dari perbandingan biaya sebelum dan sesudah dilakukan *Value Engineering*. Merujuk pada rangkaian analisis di atas, bata ringan direkomendasikan sebagai material substitusi bata merah yang kompetitif untuk proyek perumahan.

Pengadopsian alternatif ini bertujuan untuk meningkatkan performa efektivitas proyek serta mencapai nilai ekonomis yang lebih tinggi tanpa mengabaikan aspek mutu dan integritas struktur bangunan.

BAB VI
KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilakukan dalam penelitian *"Analisis Value Engineering pada Proyek Perumahan Royal Sindang Heula"*, maka kesimpulan penelitian yang disusun sesuai dengan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Pekerjaan yang memiliki potensi efisiensi melalui penerapan metode analisis pareto.

   Berdasarkan hasil analisis Pareto terhadap Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek Perumahan Royal Sindang Heula, diketahui bahwa pekerjaan pasangan dinding dan plesteran merupakan pekerjaan dengan proporsi biaya terbesar dibandingkan pekerjaan lainnya. Oleh karena itu, pekerjaan pasangan dinding dan plesteran memiliki potensi efisiensi paling besar untuk dilakukan analisis *Value Engineering* karena kontribusinya yang dominan terhadap total biaya konstruksi perumahan Royal Sindang Heula.

2. Alternatif pengganti pekerjaan yang berpotensi efisien berdasarkan *Value Engineering.*

   Berdasarkan hasil analisis fungsi dan tahap kreatif, fungsi dasar pekerjaan dinding adalah sebagai pembentuk dan pembatas ruang, sedangkan fungsi sekundernya meliputi kekuatan, kemudahan pelaksanaan, dan efisiensi waktu pengerjaan. Selanjutnya, melalui evaluasi alternatif menggunakan metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dengan kriteria biaya, waktu, dan kekuatan, diperoleh bahwa material bata ringan merupakan alternatif terbaik sebagai pengganti material existing bata merah. Alternatif bata ringan dinilai mampu memenuhi fungsi dasar dan sekunder secara optimal dengan tingkat efisiensi yang lebih baik.

3. Hasil perbandingan biaya proyek sebelum dan sesudah penerapan *Value Engineering.*

   Hasil perbandingan biaya menunjukkan bahwa total rencana anggaran biaya proyek perumahan Royal Sindang Heula dengan Rumah Tipe 36 pada kondisi *existing* sebesar Rp. 220.566.113,26. Setelah diterapkan alternatif bata ringan sebagai hasil analisis *Value Engineering*, total biaya proyek Perumahan Royal Sindang Heula Rumah Tipe 36 menjadi Rp. 187.921.681,03 Dengan demikian, penerapan *Value Engineering* menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp. 187.921.681,03 serta didapatkan persentase penghematan sebesar 14,80% dari total rencana anggaran biaya (RAB) perumahan ini, tanpa mengurangi fungsi dan kualitas bangunan

Secara keseluruhan, penerapan metode *Value Engineering* pada pekerjaan pasangan dinding dan plesteran di proyek Perumahan Royal Sindang Heula Rumah Tipe 36 terbukti mampu memberikan efisiensi biaya yang signifikan, sekaligus meningkatkan nilai proyek tanpa mengurangi fungsi dan mutu konstruksi.

6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Penerapan Metode *Value Engineering* sebaiknya dilakukan pada tahap perencanaan awal proyek, terutama pada item pekerjaan dengan kontribusi biaya terbesar agar menghasilkan efisiensi yang lebih maksimal.
2. Kontraktor dan perencana perlu mempertimbangkan penggunaan bata ringan sebagai alternatif material pasangan dinding pada proyek perumahan, mengingat material ini memiliki keunggulan dari segi biaya, kecepatan pelaksanaan, dan kualitas hasil akhir.
3. Perlu dilakukan analisis teknis lanjutan, seperti pengujian kuat tekan, kinerja akustik, dan kinerja termal bata ringan untuk memastikan kesesuaian dengan standar teknis bangunan khusus jika proyek memiliki persyaratan performa tertentu.

4. Pemilihan alternatif material tidak hanya berfokus pada biaya, tetapi harus mempertimbangkan aspek mutu dan keberlanjutan. Material seperti bata ringan memberikan keunggulan dari sisi efisiensi energi dan bobot yang lebih ringan sehingga mengurangi beban struktur.
5. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan analisis siklus hidup (*Life Cycle Costing*) agar evaluasi VE tidak hanya berbasis biaya awal (*initial cost*), tetapi juga biaya pemeliharaan dan performa jangka panjang.
6. Dokumentasi pelaksanaan VE perlu distandardisasi agar dapat menjadi acuan bagi proyek-proyek serupa, sehingga proses pengambilan keputusan dapat dilakukan secara lebih sistematis dan terukur.

DAFTAR PUSTAKA

Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya Dan Perumahan, Pub. L. No. 68/SE/Dk (2024).

Bina Marga. (2022). PEDOMAN PELAKSANAAN TEKNIS REKAYASA NILAI. In *Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat* (11/SE/Db/2022; Issue 021).

Chandra, R., Sutandi, A., & Anondho, D. B. (2023). *ANALISIS VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PERUMAHAN X DI TANGERANG SELATAN* (Vol. 6, Issue 2).

Corradi, M., Muhammed, F. Z., Yamaguchi, K., Handayani, K. N., & Hagishima, A. (2025). *Academic Editors: Ahmed Senouci Affordable Housing in Developing Regions: A Systematic Review of Materials, Methods and Critical Success Factors with Case Insights*. https://doi.org/10.3390/buildings

Dell'Isola, A. (1997). *Value Engineering: Practical Applications for Design, Cinstruction. Maintenance & Operations*. R.S. Means Company.

Ivan Fadhila, Ary Setyawan, & Koosdaryani Soeryodarundio. (2025). Analisis Perbandingan Produktivitas dan Value Engineering pada Pelaksanaan Pekerjaan Pemasangan Bata Merah dan Bata Ringan. *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang Dan Teknik Sipil*, *3*(2), 59–75. https://doi.org/10.61132/konstruksi.v3i2.776

Kencana, J. A., & Waty, D. M. (2021). *PENERAPAN METODE VALUE ENGINEERING DALAM PEMILIHAN JENIS BETON PADA PROYEK KONSTRUKSI PERUMAHAN* (Vol. 4, Issue 1).

Mardianto, Moch. S. (2018). *Rekayasa Nilai Diagram FAST (Function Analysis System Technique)*.

Miles, L. D. (1996). *Techinques Of Value Analysis And Engineering* (3rd ed.). Eleanor Miles Walker.

Nandito, A., & Huda, M. (2020). *PENERAPAN VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PEMBANGUNAN PUSKESMAS REGO MANGGARAI BARAT NTT*. *8*(3), 171–186.

Natalie, J. Y., Kaming, P. F., & Koesmargono, dan A. (2020). *PENERAPAN REKAYASA NILAI (VALUE ENGINEERING) PADA BANGUNAN RUMAH SUSUN SEDERHANA (STUDI KASUS : RUSUNAWA JONGKE SLEMAN)*. *15*(4), 263–268.

Nations, U. (2022). *World Cities Report 2022 the Future of Cities Envisaging*.

Noviyanti, E., Wibowo, K., Faiqun, M., & Am, N. ’. (2022). *ANALISIS VALUE ENGINEERING PADA PROYEK PERUMAHAN PESONA GRIYA ASRI DI KABUPATEN KUDUS*. *17*(1), 1–8.

Pasaribu, M. F., & Puspita, R. (2016). Tahap Informasi, Kreatif, dan Analisa Pada Rekayasa Nilai Untuk Meningkatkan Kualitas Pelayanan Hotel. *Industrial Engineering Journal*, *5*(2), 46–51.

Permata, E. G., & Wahyuni, S. (2016). Aplikasi Value Engineering pada Proyek Konstruksi Perumahan Arima Cluster Rumah Tipe 75/160 PT. Arima Karya Properti. *Jurnal Teknik Industri*, *2*(2).

Saaty, T. L. (1993). *Pengambilan keputusan bagi para pemimpin : proses hirarki analitik untuk pengambilan keputusan dalam situasi yang kompleks*. Pustaka Binaman Pressindo.

Santoso, V. C., Yoedono, S. B., & Sunik, S. (2023). Penerapan Value Engineering pada Pekerjaan Perumahan Tipe Kos Azzahra Residence. *Jurnal Teknik Sipil*, *1*(2).

SNI 6897 (2008).

SNI 8640:2018 (2018). www.bsn.go.id

Soeharto Iman. (1999). *MANAJEMEN PROYEK (Dari Konseptual Sampai Operasional)* (Vol. 2). PENERBIT ERLANGGA.

Sugiyono. (2013). *METODE PENELITIAN KUANTITATIF, KUALITATIF DAN R &. D*. Alfabeta.

Undang-Undang (UU) Nomor 4 Tahun 1992 Tentang Perumahan Dan Permukiman, Pub. L. No. 4, 1 (1992).

Zhang, L., Yuan, J., Xia, N., Ning, Y., Ma, J., & Skibniewski, M. J. (2020). MEASURING VALUE-ADDED-ORIENTED BIM CLIMATE IN CONSTRUCTION PROJECTS: DIMENSIONS AND INDICATORS. *Journal of Civil Engineering and Management*, *26*(8), 800–818. https://doi.org/https://doi.org/10.3846/jcem.2020.13893

Zimmerman, L. W. ., & Hart, G. D. . (1982). *Value engineering : a practical approach for owners, designers, and contractors*. Van Nostrand Reinhold.

LAMPIRAN

Lampiran 1 *Site* Plan Perumahan Royal Sindang Heula

PETA ORIENTASI

SISA KAVLING :

1	Rumah Type	27 / 90	=	6	Unit	=	540,00	m²
2	Rumah Type	36 / 72	=	48	Unit	=	3.456,00	m²
3	Rumah Type	38 / 84	=	85	Unit	=	7.140,00	m²
4	Rumah Type	48 / 78	=	73	Unit	=	5.694,00	m²
5	Rumah Type	50 / 84	=	0	Unit	=	-	m²
6	Rumah Type	55 / 77	=	0	Unit	=	-	m²
7	Rumah Type	60 / 72	=	111	Unit	=	7.992,00	m²
8	Rumah Type	70 / 90	=	93	Unit	=	8.370,00	m²
9	Rumah Type	80 / 128	=	15	Unit	=	1.920,00	m²
10	Rumah Type	100 / 120	=	48	Unit	=	5.760,00	m²
11	Rumah Type	140 / 162	=	10	Unit	=	1.620,00	m²
12	Ruko	100 / 60	=	67	Unit	=	4.020,00	m²
13	Ruko	100 / 100	=	12		=	1.200,00	m²
	Jml Ls Tanah Kav + Kel Tanah			**568**	**Unit**		**47.712,00**	**m²**

JUDUL GAMBAR
SITE PLAN

PROYEK
PEMBANGUNAN PERUMAHAN " PESONA SINDANG HEULA"

MILIK
PT. REJEKI AGUNG SEDAYA GROUP

LOKASI
DESA SINDANGHEULA KECAMATAN PABUARAN KABUPATEN SERANG

PENGGUNAAN LAHAN

I	**KAVLING**	116.989,96	M²	**58,50%**
II	**PRASARANA**	62.315,75	M²	**31,16%**
III	**SARANA**	20.682,29	M²	**10,34%**
	JUMLAH	**199.988,00**	**M2**	

I	**KAVLING**				
1	TYPE 36/72	548 UNIT	44.331,00	M²	
2	TYPE 38/84	90 UNIT	7.762,00	M²	
3	TYPE 48/98	46 UNIT	5.366,00	M²	
4	TYPE 27/90	16 UNIT	1.440,00	M²	
5	TYPE 80/128	37 UNIT	5.182,00	M²	
7	TYPE 60/112	30 UNIT	3.836,00	M²	
8	TYPE 100/144	65 UNIT	10.719,00	M²	
9	RUKO TYPE 100/100	53 UNIT	5.651,00	M²	
10	RUKO TYPE 100/60	56 UNIT	6.294,00	M²	
11	AREA KOMERSIL	13 UNIT	22.362,96	M²	
12	KAVLING PENGEMBANGAN		4.046,00	M²	
	JUMLAH	**954 UNIT**	**116.989,96**	**M²**	**58,50%**

II	**PRASARANA**			
1	JALAN DAN PARKIR	49.240,00	M²	
2	SALURAN	12.822,75	M²	
3	TPS	253,00	M²	
	JUMLAH	**62.315,75**	**M²**	**31,16%**

III	**SARANA**			
1	FASUM / FASOS	5.640,00	M²	
2	MASJID RAYA	2.465,00	M²	
3	MAKAM	3.521,00	M²	
4	RUANG TERBUKA HIJAU	9.056,29	M²	
	JUMLAH	**20.682,29**	**M²**	**10,34%**

DISYAHKAN
DINAS PENANAMAN MODAL DAN
PELAYANAN TERPADU SATU PINTU
KABUPATEN SERANG
Kepala,

SYAMSUDDIN, SH., M.Si.
NIP. 19690424 199901 1 001

DIPERIKSA	DISETUJUI
KEPALA SEKSI PENERBITAN DAN PELAPORAN	KEPALA BIDANG PERIJINAN TERTENTU DAN NON PERIJINAN
NANANG SUHERMAN, S.Sos., M.Si. NIP. 19781204 200801 1 005	**H. NONI ARSAD, S.Sos., M.Si.** NIP. 19651012 199601 1 002
DI RENCANA	DI GAMBAR
.....	.....

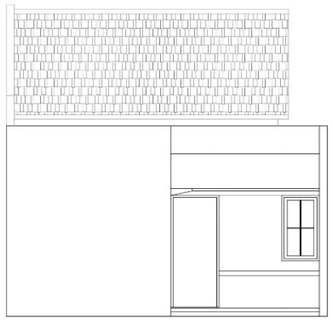
PENGESAHAN SITE PLAN
NOMOR : 660 / 74 / DPMPTSP / 2020
TANGGAL : 14 OKTOBER 2020

IZIN LOKASI
NOMOR : 593/Kep.661-Huk.BPTPM/2015
TANGGAL : 27 AGUSTUS 2015

PERENCANA	TANGGAL	SKALA	UKURAN KERTAS
		1 : 1000	A-0

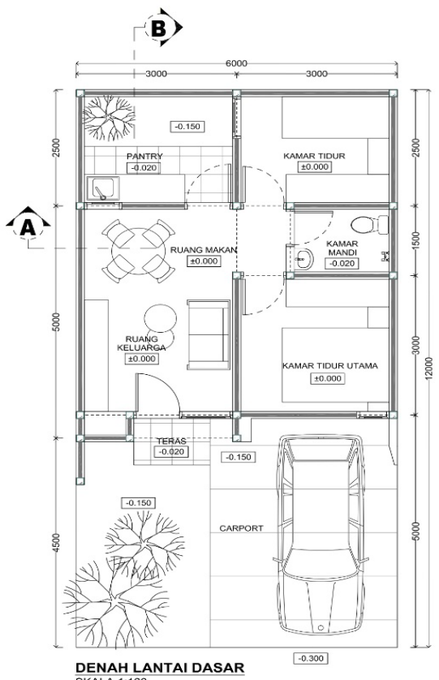
Lampiran 2 Gambar Kerja Rumah Tipe 36/72 Royal Sindang Heula

TAMPAK DEPAN
SKALA 1:100

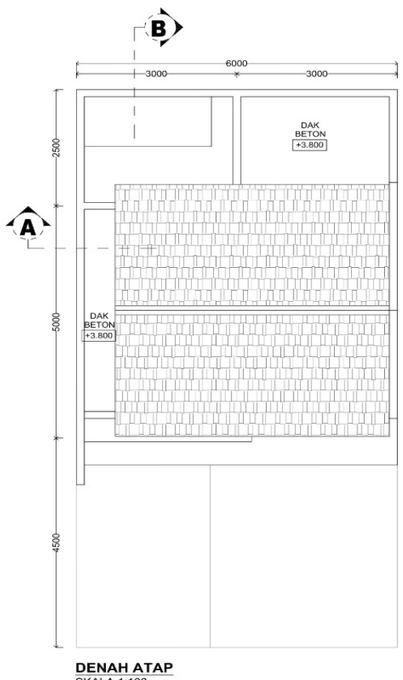


TAMPAK BELAKANG
SKALA 1:100

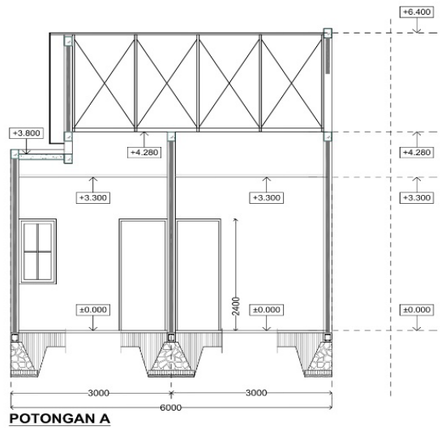
TAMPAK SAMPING
SKALA 1:100



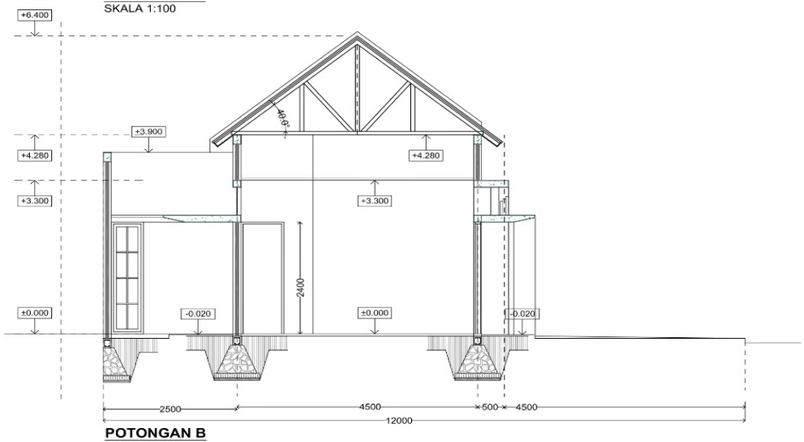
DENAH LANTAI DASAR
SKALA 1:100



DENAH ATAP
SKALA 1:100



POTONGAN A
SKALA 1:100



POTONGAN B
SKALA 1:100

DATULAYA 38/72
SKALA 1:100

SHOP DRAWING

STATUS GAMBAR DAN REVISI

No.	Tanggal	Keterangan	Paraf

PROYEK
BATIK SERANG

PEMBERI TUGAS

MENGETAHUI DAN MENYETUJUI

KONSULTAN PERENCANA

PROJECT DIRECTOR		CHIEF ARCHITECT
PROJECT ARCHITECT	JOB CAPTAIN	DRAFTER/OPERATOR CAD

NAMA BANGUNAN
DATULAYA 38/72

NAMA GAMBAR
RENCANA ARSITEKTUR

PAKET	NO. LEMBAR
AR	A

Lampiran 3 Gambar Unit Rumah

Lampiran 4 Gambar Unit Rumah

Lampiran 5 RAB Awal Proyek Perumahan Royal Sindang Heula

RANCANGAN ANGGARAN BIAYA	Nama Proyek	
	Tanggal	
	Jenis Pekerjaan	
	Lokasi	

No.	Deskripsi	Volume	Sat.	Harga Satuan (Rp)	Total
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*
A.	**PEKERJAAN PEMBANGUNAN RUMAH**				
	DATULAYA 38/72				
I	**PEKERJAAN PERSIAPAN**				
	- Pembersihan & perataan lahan	72,00	m²	23.670,63	1.704.285,00
	- Pemasangan bowplank	36,00	m	147.134,96	5.296.858,56
				SUBTOTAL I. PEKERJAAN PERSIAPAN	**7.001.143,56**
II	**PEKERJAAN PONDASI**				
	- Galian tanah pondasi	30,48	m³	108.286,50	3.300.031,09
	- Urugan pasir pondasi	1,53	m³	227.610,60	347.106,17
	- Anstamping	3,05	m³	445.303,32	1.358.175,13
	- Pasangan pondasi batu kali	11,15	m³	1.024.226,84	11.415.008,13
	- Urug tanah kembali	19,33	m³	36.211,00	699.958,63
				SUBTOTAL II. PEKERJAAN PONDASI	**17.120.279,14**
III	**PEKERJAAN STRUKTUR**				
	- Sloop 15/20	1,34	m³	6.117.403,74	8.166.733,99
	- Kolom beton 12/15	1,39	m³	9.671.814,74	13.405.135,23
	- Ring balok 10/15	1,09	m³	2.763.283,18	3.006.452,10
	- Dak beton	1,73	m³		-
				SUBTOTAL III. PEKERJAAN STRUKTUR	**24.578.321,32**
IV	**PEKERJAAN DINDING**				
	- Pasangan batu bata	209,54	m²	210.202,75	44.045.884,24
	- Plester dinding	329,20	m²	76.190,84	25.082.022,88
	- Acian dinding	329,20	m²	45.590,03	15.008.236,23
				SUBTOTAL IV. PEKERJAAN DINDING	**84.136.143,35**
V	**PEKERJAAN KUSEN DAN KUNCI**				
	- Pasang kusen pintu & jendela	10,00	bh	1.150.000,00	11.500.000,00
	- Pasang daun pintu	4,00	bh	600.000,00	2.400.000,00
	- Daun pintu PVC	1,00	bh	500.000,00	500.000,00
	- Daun jendela kaca polos 5 mm	6,00	bh	350.000,00	2.100.000,00
	- Jendela kaca void	1,00	bh	2.000.000,00	2.000.000,00
	- Pasang kunci pintu	4,00	bh	125.000,00	500.000,00
	- Pasang engsel pintu	6,00	bh	30.000,00	180.000,00
	- Pasang engsel jendela	6,00	bh	25.000,00	150.000,00
	- Pasang grendel	6,00	bh	25.000,00	150.000,00
	- Pasang hak angin	6,00	bh	23.000,00	138.000,00
				SUBTOTAL V PEKERJAAN KUSEN DAN KUNCI	**19.618.000,00**

Lanjutan Lampiran 5 RAB Awal Proyek Perumahan Royal Sindang Heula

VI	**PEKERJAAN LANTAI**				
	- Timbunan tanah	3,57	m^3	36.211,00	129.273,27
	- Urugan pasir lantai	1,78	m^3	227.610,60	405.146,87
	- Pasang HT 60x60	33,07	m^2	190.593,62	6.301.978,05
	- Pasang keramik Lt. KM 30/30	2,98	m^2	185.191,37	551.870,28
	- Pasang keramik dinding KM 30/30	14,00	m^2	185.191,37	2.592.679,18
				SUBTOTAL VI PEKERJAAN LANTAI	**9.980.947,65**
VII	**PEKERJAAN CELLING**				
	- Pasang celling gypsum rangka hollow	30,90	m^2	133.431,40	4.123.030,14
				SUBTOTAL VII PEKERJAAN CELLING	**4.123.030,14**
VIII	**PEKERJAAN PENGECATAN**				
	- Pengecatan dinding	329,20	m^2	42.694,88	14.055.153,18
	- Pengecatan plafond	30,90	m^2	35.000,00	1.081.500,00
	- Pengecatan kusen, pintu dan jendela	38,00	m	40.000,00	1.520.000,00
	- Pengecatan daun pintu	4,00	bh	300.000,00	1.200.000,00
	- Pengecatan daun jendela	6,00	bh	300.000,00	1.800.000,00
				SUBTOTAL VIII PEKERJAAN PENGECATAN	**19.656.653,18**
VIX	**PEKERJAAN SANITAIR**				
	- Kloset duduk ex american standard	1,00	bh	2.500.000,00	2.500.000,00
	- Floor drain	1,00	bh	400.000,00	400.000,00
	- Kran k. mandi	2,00	bh	210.000,00	420.000,00
	- Saluran air kotor PVC 4"	30,00	m	70.000,00	2.100.000,00
	- Saluran air bersih PVC 1/2"	35,00	m	45.000,00	1.575.000,00
	- Pekerjaan septictank & rembesan	1,00	unit	1.500.000,00	1.500.000,00
				SUBTOTAL VIX PEKERJAAN SANITAIR	**8.495.000,00**
X	**PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK**				
	- Lampu standart	7,00	titik	150.000,00	1.050.000,00
	- Stop kontak	4,00	titik	135.000,00	540.000,00
	- Box sikring/MCB	1,00	titik	250.000,00	250.000,00
	- Grounding	1,00	titik	245.000,00	245.000,00
				SUBTOTAL X PEKERJAAN INSTALASI LISTRIK	**2.085.000,00**
XI	**PEKERJAAN ATAP**				
	- Pemasangan rangka atap baja ringan	43,20	m^2	221.221,36	9.556.762,92
	- Pemasangan atap genteng flat beton	43,20	m^2	192.010,00	8.294.832,00
	- Pemasangan bubungan/nok Atap Genteng	6,00	m	180.000,00	1.080.000,00
	- Pemasangan listplank	19,20	m	75.000,00	1.440.000,00
				SUBTOTAL XI PEKERJAAN ATAP	**20.371.594,92**
XII	**PEKERJAAN LAIN-LAIN**				
	- Pek. Rabat beton jalan masuk rumah	1,00	Ls	1.900.000,00	1.900.000,00
	- Pek. Plat duecker masuk rumah	1,00	Ls	1.500.000,00	1.500.000,00
				SUBTOTAL XII PEKERJAAN LAIN-LAIN	**3.400.000,00**
SUBTOTAL					Rp 220.566.113,26

Lampiran 6 Data Responden

KUESIONER TUGAS AKHIR

ANALISIS *VALUE ENGINEERING* PADA PROYEK PERUMAHAN ROYAL SINDANG HEULA *(VALUE ENGINEERING ANALYSIS OF THE ROYAL SINDANG HEULA HOUSING PROJECT)*

Aryo Damar Hatuwe
20511175

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
PROGRAM SARJANA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2025

DATA RESPONDEN

Nama :

Pekerjaan :

Instansi :

Pengalaman Kerja :

Pendidikan :

Responden,

(.....)

A. ANALISIS PERBANDINGAN BERPASANGAN (KRITERIA)

Petunjuk Pengisian Form

1. Melalui kuesioner ini, Bapak/Ibu/Saudar/i diharapkan dapat memberikan penilaian profesional pada matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Evaluasi tersebut bertujuan untuk mengukur tingkat kepentingan relatif antar kriteria guna mencapai sasaran utama optimasi nilai (*Value Engineering*).
2. Dalam memberikan penilaian intensitas kepentingan mengacu pada tabel berikut.

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen memiliki kepentingan yang sama	Kedua elemen memberikan sumbangan yang sama terhadap sifat tersebut
3	Elemen pertama memiliki tingkat kepentingan lebih sedikit dari elemen kedua.	Berdasarkan pengalaman lebih sedikit mendukung atau memihak elemen pertama
5	Elemen pertama jelas sangat penting jika dibandingkan dengan elemen kedua.	Berdasarkan pertimbang serta pengalaman menuntukkan dengan kuat berpihak kepada satu elemen
7	Satu elemen jelas sangat lebih penting jika dibandingkan dengan elemen lain	Dalam praktek sudah terlihat bahwa satu elemen sacara kuat lebih mendominasi dan disukai
9	Elemen pertama mutlak memiliki kepentingan yang lebih jika dibanding elemen kedua	Elemen pertama memiliki penegasan tertinggi bahwa elemen tersebut lebih penting
2, 4, 6, 8	Skala antara dua nilai apabila terjadi keraguan	Apabila kompromi perlu diberikan terhadap dua pertimbangan
Kebalikan 1/(2-9)	Apabila kriteri *i* mendapatkan nilai terhadap kriteri *j*, maka *j* memiliki nilai kebalikan jika dibanding dengan *i.*	

3. Daftar Kriteria

Kode	Kriteria	Keterangan
A	Biaya (*Cost*)	Total pengeluaran finansial mencakup harga material, upah tenaga kerja, dan biaya peralatan penunjang.
B	Waktu (*Time*)	Efisiensi durasi pelaksanaan yang diukur dari kecepatan pemasangan material per hari (produktivitas).
C	Kekuatan (*Strength*)	Kemampuan material dalam menahan beban (kuat tekan) serta menjaga integritas struktur bangunan.
D	Kemudahan (*Constructability*)	Tingkat kepraktisan dalam mobilisasi, bobot material, serta kemudahan metode pengerjaan di lapangan.
E	Ketahanan (*Durability*)	Kinerja material dalam jangka panjang terhadap pengaruh cuaca, rembesan air, dan ketahanan terhadap api.

4. Dalam melakukan perbandingan selalu bandingakan kriteria yang berada pada kolom paling kiri terhadap kriteria pada baris paling atas.
5. Penilaian cukup diberikan pada tabel yang tersedia

Contoh:

Kriteria	A	B	C	D	E
A					
B	1				
C	6	4			
D	1/7	5	3		
E	4	1/5	7	7	

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ANTAR KRITERIA)

Kriteria	**Biaya (*Cost*)**	**Waktu (*Time)***	**Kekuatan (*Strength*)**	**Kemudahan (*Constructability*)**	**Ketahanan (*Durability)***
Biaya (*Cost*)					
Waktu (*Time)*					
Kekuatan (*Strength*)					
Kemudahan (*Constructability*)					
Ketahanan (*Durability)*					

B. ANALISIS PERBANDINGAN BERPASANGAN ALTERNATIF

Petunjuk Pengisian Form

1. Melalui kuesioner ini, Bapak/Ibu/Saudar/i diharapkan dapat memberikan penilaian profesional pada matriks perbandingan berpasangan (*pairwise comparison*). Evaluasi tersebut bertujuan untuk mengukur tingkat kepentingan relatif antar kriteria guna mencapai sasaran utama optimasi nilai (*Value Engineering*).
2. Dalam memberikan penilaian intensitas kepentingan mengacu pada tabel berikut.

Intensitas Kepentingan	Definisi	Penjelasan
1	Kedua elemen memiliki kepentingan yang sama	Kedua elemen memberikan sumbangan yang sama terhadap sifat tersebut
3	Elemen pertama memiliki tingkat kepentingan lebih sedikit dari elemen kedua.	Berdasarkan pengalaman lebih sedikit mendukung atau memihak elemen pertama
5	Elemen pertama jelas sangat penting jika dibandingkan dengan elemen kedua.	Berdasarkan pertimbang serta pengalaman menuntukkan dengan kuat berpihak kepada satu elemen
7	Satu elemen jelas sangat lebih penting jika dibandingkan dengan elemen lain	Dalam praktek sudah terlihat bahwa satu elemen sacara kuat lebih mendominasi dan disukai
9	Elemen pertama mutlak memiliki kepentingan yang lebih jika dibanding elemen kedua	Elemen pertama memiliki penegasan tertinggi bahwa elemen tersebut lebih penting
2, 4, 6, 8	Skala antara dua nilai apabila terjadi keraguan	Apabila kompromi perlu diberikan terhadap dua pertimbangan
Kebalikan 1/(2-9)	Apabila kriteri *i* mendapatkan nilai terhadap kriteri *j*, maka *j* memiliki nilai kebalikan jika dibanding dengan *i.*	

3. Daftar Alternatif

Kode	Alternatif	Spesifikasi
A1	Bata Merah (*Existing*)	Pasangan bata merah tebal 1/2 bata, dengan campuran spesi 1 PC : 8 PS (Semen : Pasir Pasang).
A2	Bata Ringan	Pasangan bata ringan (AAC/CLC) tebal 10 cm, menggunakan semen instan (thin bed mortar).
A3	Batako (*Hollow Block*)	Pasangan HB/CP tebal 10 cm, dengan campuran spesi 1 PC : 3 PP (Semen : Pasir Pasang).

4. Dalam melakukan perbandingan selalu bandingakan kriteria yang berada pada kolom paling kiri terhadap kriteria pada baris paling atas.
5. Penilaian cukup diberikan pada tabel yang tersedia

   Contoh:

   Kriteria : Biaya (*Cost*)

Alternatif	A1	A2	A3
A1			
A2	1		
A3	6	4	

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ALTERNATIF BERDASARKAN KRITERIA)

1. Kriteria: Biaya (*Cost*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan			
Batako (*Hollow Block*)			

2. Kriteria: Waktu (*Time*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan			
Batako (*Hollow Block*)			

3. Kriteria: Kekuatan (*Strength*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan			
Batako (*Hollow Block*)			

4. Kriteria: Kemudahan (*Constructability*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan			
Batako (*Hollow Block*)			

5. Kriteria: Ketahanan (*Durability*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan			
Batako (*Hollow Block*)			

C. KRITIK DAN SARAN

1. Selain kriteria yang telah ada, kriteria apakah yang menurut Bapak/Ibu juga memiliki pengaruh signifikan sebagai indikator dalam pengambilan keputusan pemilihan material pekerjaan dinding?

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

2. Menurut Bapak/Ibu, jenis material atau sistem dinding apa lagi yang sekiranya dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam pekerjaan dinding selain dari alternatif-alternatif yang telah disebutkan di atas?

   .....
   .....
   .....
   .....
   .....

DATA RESPONDEN

Nama	H. kamasno
Pekerjaan	WIRASWASTA
Instansi	PT. REAL NIRANTAMA
Pengalaman Kerja	FELD ENGINER & FURNACE ENGINEER
Pendidikan	UNIVERSITAS

Responden,

H. kamasno

(.....)

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ANTAR KRITERIA)

Kriteria	Biaya (*Cost*)	Waktu (*Time*)	Kekuatan (*Strength*)	Kemudahan (*Constructability*)	Ketahanan (*Durability*)
Biaya (*Cost*)					
Waktu (*Time*)	3				
Kekuatan (*Strength*)	4	1/2			
Kemudahan (*Constructability*)	2	1/2	1/2		
Ketahanan (*Durability*)	2	1/2	1/2	1/2	

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ALTERNATIF BERDASARKAN KRITERIA)

1. Kriteria: Biaya (*Cost*)

Alternatif	Bata Merah (*Existing*)	Bata Ringan	Batako (*Hollow Block*)
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	2		
Batako (*Hollow Block*)	4	3	

2. Kriteria: Waktu (*Time*)

Alternatif	Bata Merah (*Existing*)	Bata Ringan	Batako (*Hollow Block*)
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	7		
Batako (*Hollow Block*)	3	1/4	

3. Kriteria: Kekuatan (*Strength*)

Alternatif	Bata Merah (*Existing*)	Bata Ringan	Batako (*Hollow Block*)
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	1/3		
Batako (*Hollow Block*)	1/5	1/4	

4. Kriteria Kemudahan (*Constructability*)

Alternatif	Bata Merah (*Existing*)	Bata Ringan	Batako (*Hollow Block*)
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	1		
Batako (*Hollow Block*)	6	1/4	

5. Kriteria Ketahanan (*Durability*)

Alternatif	Bata Merah (*Existing*)	Bata Ringan	Batako (*Hollow Block*)
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	1/4		
Batako (*Hollow Block*)	1/6	1/3	

C. KRITIK DAN SARAN

1 Selain kriteria yang telah ada, kriteria apakah yang menurut Bapak/Ibu juga memiliki pengaruh signifikan sebagai indikator dalam pengambilan keputusan pemilihan material pekerjaan dinding?

Menurut pengalaman saya, yang sering terlupakan itu Biaya perawatan jangka-panjang. Dinding jangan hanya bagus ketika baru jadi, tetapi harus tahan lama dan tidak mudah retak & rembes selain itu, factor beban structure makin ringan materialnya lebih hemat beban & Biaya

2 Menurut Bapak/Ibu, jenis material atau sistem dinding apa lagi yang sekiranya dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam pekerjaan dinding selain dari alternatif-alternatif yang telah disebutkan di atas?

Saran saya mulai riset ke arah system dry wall (Rangka baja ringan dan papan semen / Eps Panel (M system)

DATA RESPONDEN

Nama	: Nira Dewi Susanti, S.T
Pekerjaan	: Wiraswasta
Instansi	: PT. Wahyu Mandiri Amara Cipta
Pengalaman Kerja	:18 Tahun
Pendidikan	: Strata 1 – Teknik Sipil

Responden,

(Nira Dewi Susamti,S.T)

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ANTAR KRITERIA)

Kriteria	**Biaya (*Cost*)**	**Waktu (*Time)***	**Kekuatan (*Strength*)**	**Kemudahan (*Constructability*)**	**Ketahanan (*Durability)***
Biaya (*Cost*)					
Waktu (*Time)*	2				
Kekuatan (*Strength*)	6	3			
Kemudahan (*Constructability*)	2	1/3	1/4		
Ketahanan (*Durability)*	4	2	1/2	3	

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ALTERNATIF BERDASARKAN KRITERIA)

1. Kriteria: Biaya (*Cost*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	4		
Batako (*Hollow Block*)	5	2	

2. Kriteria: Waktu (*Time*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	7		
Batako (*Hollow Block*)	3	1/4	

3. Kriteria: Kekuatan (*Strength*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	1/3		
Batako (*Hollow Block*)	1/6	1/3	

4. Kriteria: Kemudahan (*Constructability*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	6		
Batako (*Hollow Block*)	2	1/3	

5. Kriteria: Ketahanan (*Durability*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	1/2		
Batako (*Hollow Block*)	1/7	2	

C. KRITIK DAN SARAN

1. Selain kriteria yang telah ada, kriteria apakah yang menurut Bapak/Ibu juga memiliki pengaruh signifikan sebagai indikator dalam pengambilan keputusan pemilihan material pekerjaan dinding?

   Ketersediaan Material dan Kontinuitas Suplai *(Availability)*

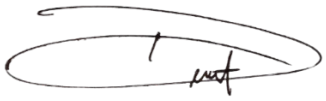
2. Menurut Bapak/Ibu, jenis material atau sistem dinding apa lagi yang sekiranya dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam pekerjaan dinding selain dari alternatif-alternatif yang telah disebutkan di atas?

   Precast Sandwich Panel atau Bata Interlock

DATA RESPONDEN

Nama	: Divan Aulia Harlyandi
Pekerjaan	: Kontraktor
Instansi	: PT. Mudi Berjaya Bersama
Pengalaman Kerja	: 3 Tahun
Pendidikan	: Sarjana Teknik Sipil

Responden,



(Divan Aulia Harlyandi)

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ANTAR KRITERIA)

Kriteria	**Biaya (*Cost*)**	**Waktu (*Time)***	**Kekuatan (*Strength*)**	**Kemudahan (*Constructability*)**	**Ketahanan (*Durability)***
Biaya (*Cost*)					
Waktu (*Time)*	2				
Kekuatan (*Strength*)	1/4	1/5			
Kemudahan (*Constructability*)	1/2	1/3	3		
Ketahanan (*Durability)*	1/3	1/4	2	1/2	

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ALTERNATIF BERDASARKAN KRITERIA)

1. Kriteria: Biaya (*Cost*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	2		
Batako (*Hollow Block*)	4	3	

2. Kriteria: Waktu (*Time*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	7		
Batako (*Hollow Block*)	3	1/5	

3. Kriteria: Kekuatan (*Strength*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	½		
Batako (*Hollow Block*)	1/4	1/3	

4. Kriteria: Kemudahan (*Constructability*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	6		
Batako (*Hollow Block*)	2	¼	

5. Kriteria: Ketahanan (*Durability*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	1/3		
Batako (*Hollow Block*)	1/6	1/3	

D. KRITIK DAN SARAN

3. Selain kriteria yang telah ada, kriteria apakah yang menurut Bapak/Ibu juga memiliki pengaruh signifikan sebagai indikator dalam pengambilan keputusan pemilihan material pekerjaan dinding?

   harga tuh relatif tergantung metode pekerjaan nya pake metode yang gimana untuk setiap material nya. di lapangan intinya pasti akan cari se efisiensi mungkin penggunakan material dan metode nya mengikuti dari kebutuhan dari proyek nya juga (perkuatan, safety, dll)

4. Menurut Bapak/Ibu, jenis material atau sistem dinding apa lagi yang sekiranya dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam pekerjaan dinding selain dari alternatif-alternatif yang telah disebutkan di atas?

   coba pelajari Panel Beton Ringan (ALC Panel) atau Sandwich Panel

DATA RESPONDEN

Nama	: Nurjati Permana
Pekerjaan	: Staff
Instansi	: PT. Polarisland
Pengalaman Kerja	: 1 Tahun
Pendidikan	: S1 Sipil

Responden,

Nurjati Permana

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ANTAR KRITERIA)

Kriteria	**Biaya (*Cost*)**	**Waktu (*Time)***	**Kekuatan (*Strength*)**	**Kemudahan (*Constructability*)**	**Ketahanan (*Durability)***
Biaya (*Cost*)					
Waktu (*Time)*	2				
Kekuatan (*Strength*)	4	1/2			
Kemudahan (*Constructability*)	5	2	2		
Ketahanan (*Durability)*	3	1/2	1/3	1/4	

FORM PENILAIAN PERBANDINGAN BERPASANGAN
(ALTERNATIF BERDASARKAN KRITERIA)

1. Kriteria: Biaya (*Cost*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	2		
Batako (*Hollow Block*)	5	3	

2. Kriteria: Waktu (*Time*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	6		
Batako (*Hollow Block*)	2	¼	

3. Kriteria: Kekuatan (*Strength*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	1/3		
Batako (*Hollow Block*)	1/5	1/3	

4. Kriteria: Kemudahan (*Constructability*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	5		
Batako (*Hollow Block*)	3	¼	

5. Kriteria: Ketahanan (*Durability*)

Alternatif	**Bata Merah (*Existing*)**	**Bata Ringan**	**Batako (*Hollow Block*)**
Bata Merah (*Existing*)			
Bata Ringan	¼		
Batako (*Hollow Block*)	1/7	1/6	

E. KRITIK DAN SARAN

1. Selain kriteria yang telah ada, kriteria apakah yang menurut Bapak/Ibu juga memiliki pengaruh signifikan sebagai indikator dalam pengambilan keputusan pemilihan material pekerjaan dinding?

   Kadang kita susah memindahkan material ke lantai atas kalau barangnya terlalu berat atau rapuh. sama, ketahanan cuaca saat nyimpan takut lembab.

2. Menurut Bapak/Ibu, jenis material atau sistem dinding apa lagi yang sekiranya dapat direkomendasikan untuk digunakan dalam pekerjaan dinding selain dari alternatif-alternatif yang telah disebutkan di atas?

   Mungkin bisa coba Bata Ringan CLC (Cellular Lightweight Concrete). Mirip dengan AAC tapi setahu ku bisa diproduksi di lokasi proyek (site-cast) kalau volumenya besar

Lampiran 7 Harga Satuan Material Banten 2022

STANDAR HARGA SATUAN HARGA BARANG/JASA

No	Kode Kelompok Barang	Uraian Barang	Spesifikasi	Satuan	Harga Satuan Tahun 2022
1	2	3	4	5	6
A	Barang-Barang Persediaan				
1	1.1.7.01.01.01.001	Aspal	Lasbun (AC) Lasbun (AC)	Ton	1.781.600
2	1.1.7.01.01.01.001	Aspal	Aspal Alam	Kg	11.400
3	1.1.7.01.01.01.001	Aspal	Aspal Lapis Pengikat (Primecoat) Aspal Cair	Liter	15.900
4	1.1.7.01.01.01.001	Aspal	Material Hotmix ac-bc Merk AC-BC	Ton	1.033.000
5	1.1.7.01.01.01.001	Aspal	Hotmix III-Lasbun	Ton	1.308.700
6	1.1.7.01.01.01.001	Aspal	Hotmix AC-BC	Ton	1.033.000
7	1.1.7.01.01.01.001	Aspal	Hotmix HRS	Ton	1.239.600
8	1.1.7.01.01.01.001	Aspal	Hotmix Sand Sheet Spesial	Ton	1.425.600
9	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Tiga Roda (Portland Cement) 50 kg	zak	77.500
10	1.1.7.01.01.01.002	Semen	GRC 120 x 240	Lbr	62.000
11	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Instan MU-380 Perekat Bata Ringan, 40 kg	zak	124.000
12	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Warna SNI 50 kg	Kg	10.400
13	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Instan MU-200 Acian Plester dan Beton, 40 kg	zak	217.000
14	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Holcim 50 kg	zak	75.500
15	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Merah Putih 50 kg	zak	62.000
16	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen instan pekerjaan acian pada permukaan dinding plesteran	Zak	116.800
17	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen instan pekerjaan pemasangan bata ringan	Zak	67.200
18	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen instan pekerjaan plesteran pada dinding	Zak	169.200
19	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Pemberat Beton Kecil: Pasir:Semen	bh	175.700
20	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Semen Holcim - 50 kg	sak	75.500
21	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Warna Semen Warna	Kg	18.600
22	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Instan Semen Instan Mortar Utama, MU-200 acian Mebel	sak	239.700
23	1.1.7.01.01.01.002	Semen	Semen Portland (PC) (standar SNI)	Zak	77.500
24	1.1.7.01.01.01.002	Bahan Bangunan Dan Konstruksi Lainnya	Portland Cement (PC 50 kg / sak)	sak	75.500
25	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Kaca Pasupa 12 mm	M2	186.000
26	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Kaca Clear Tempered 10 mm	M2	555.500
27	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Flatline Glass 8 mm	M2	707.700
28	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Karet Kaca 6 mm, karet 078 hitam kaca mati 6 mm	M	2.561.000
29	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Kaca Reyhond Darkgrey 5 mm	M2	99.800
30	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Kaca Polos/Bening t = 5mm	M2	149.300
31	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Kaca Prisma 25 x 20 (ketebalan 3 mm)	lembar	49.600
32	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Kaca Ceramin 30 x 25 (ketebalan 3 mm)	lembar	56.900
33	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Kaca Ceramin (ketebalan 3 mm)	lembar	58.900
34	1.1.7.01.01.01.003	Kaca	Kaca Bening (ketebalan 3 mm)	lembar	46.500
35	1.1.7.01.01.01.003	Panel	Wall Panel Anti Bacterial Alumunising Porselin Kenny Panel 50 mm. Dimensi : 1200 x 3000 x 50 mm	m2	933.300
36	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Paku Kayu/sejenisnya	Kg	24.800
37	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Beton 5 PAKU BETON 5CM Per Kotak 1 Kg	Kg	26.900
38	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Beton 7 PAKU BETON 7CM	Kg	40.300
39	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Beton 10 PAKU BETON 10CM	Kg	47.100
40	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Beton 12 cm PAKU BETON 12CM	Kg	53.800
41	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Jalan Jenis Tempered Paku Jalan Jenis Tempered (uk. d=10cm, Kap. 60 ton)	bh	235.100
42	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Jalan Jenis Tempered Paku Jalan Jenis Tempered (uk. d=10cm, Kap. 35 ton)	bh	188.200
43	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Jalan Bujur Sangkar Paku Jalan Bujur Sangkar (uk. 100mm, t= 20mm)	bh	247.000
44	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Jalan Bujur Sangkar Paku Jalan Bujur Sangkar (uk. 120mm, t= 20mm)	bh	239.800
45	1.1.7.01.01.01.003	Paku	Paku Jalan Persegi Panjang Paku Jalan Persegi Panjang (uk. 100 x 120 mm, t= 20mm)	bh	246.200
46	1.1.7.01.01.01.003	Kran	Kran San Ei/Tembok ; 1/2",Kran tembok SAN EI Y20C 1 2	bh	150.900
47	1.1.7.01.01.01.003	Kran	Kran Air Tembok (sesuai SNI	bh	25.700
48	1.1.7.01.01.01.003	Kran	Kran Washtafel Toto T20SMCB	bh	361.600
49	1.1.7.01.01.01.003	Kran	Kran Air Onda	bh	31.000
50	1.1.7.01.01.01.004	Pasir	Pasir beton Pasir Beton	m3	332.000
51	1.1.7.01.01.01.004	Pasir	Pasir Pasang Pasir Ayak untuk Beton/cor	m3	309.900
52	1.1.7.01.01.01.004	Pasir	Pasir Urug Pasir Biasa	m3	289.500
53	1.1.7.01.01.01.004	Pasir	Pasir Silika Putih	m3	9.306.900
54	1.1.7.01.01.01.004	Pasir	Pasir Pasang	m3	309.900
55	1.1.7.01.01.01.004	Pasir	Pasir Pasang Lokal	M3	258.200
56	1.1.7.01.01.01.004	Pasir	Pasir Beton gigisan batu-batuan yang keras dan tajam, pasir jenis ini butirannya antara 0,063 mm-5 mm	M3	310.600
57	1.1.7.01.01.01.004	Pasir	Pasir Urug Lokal	M3	334.300
58	1.1.7.01.01.01.004	Bahan Bangunan Dan Konstruksi Lainnya	Pasir beton	m3	457.700
59	1.1.7.01.01.01.005	Batu	Batu Pecah Mesin (Split) ukuran 5/7 cm	M3	360.800
60	1.1.7.01.01.01.005	Batu	Batu Aegin/Aerasi/Aerator 2 sCM Aerator 2 sCM	biji	2.300
61	1.1.7.01.01.01.005	Batu	Batu Belah 15 / 20	m3	312.800

Lampiran 8 SNI 2837:2008

6 Penetapan indeks harga satuan pekerjaan plesteran

6.1 Membuat 1 m^2 plesteran 1 PC : 1 PP, tebal 15 mm

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	15,504
	PP	M^3	0,016
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,300
	Tukang batu	OH	0,150
	Kepala tukang	OH	0,015
	Mandor	OH	0,015

6.2 Membuat 1 m^2 plesteran 1 PC : 2 PP, tebal 15 mm

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	10,224
	PP	M^3	0,020
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,300
	Tukang batu	OH	0,150
	Kepala tukang	OH	0,015
	Mandor	OH	0,015

6.3 Membuat 1 m^2 plesteran 1 PC : 3 PP, tebal 15 mm

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	7,776
	PP	M^3	0,023
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,300
	Tukang batu	OH	0,150
	Kepala tukang	OH	0,015
	Mandor	OH	0,015

6.4 Membuat 1 m^2 plesteran 1 PC : 4 PP, tebal 15 mm

Kebutuhan		Satuan	Indeks
Bahan	PC	Kg	6,240
	PP	M^3	0,024
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,300
	Tukang batu	OH	0,150
	Kepala tukang	OH	0,015
	Mandor	OH	0,015

Hak Cipta pada Badan Standardisasi Nasional
Copy SNI ini hanya digunakan untuk sosialisasi SNI di lingkungan Departemen PU

Lampiran 9 Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya Dan Perumahan, 2024

A.4.4.1.26. Pemasangan 1m² Dinding Bata Ringan Tebal 10cm dengan Mortar Siap Pakai

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA KERJA					
	Pekerja	L.01	OH	0,671		
	Tukang batu	L.02	OH	0,13		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,013		
	Mandor	L.04	OH	0,003		
				JUMLAH HARGA TENAGA KERJA		
B	BAHAN					
	Bata ringan tebal 10cm		buah	8,4		
	Mortar Siap Pakai (Semen Instan)		Kg	0,063		
				JUMLAH HARGA BAHAN		
C	PERALATAN					
	Peralatan		% (bahan)	10		
				JUMLAH HARGA ALAT		
D	Jumlah (A+B+C)					
E	Biaya Umum dan Keuntungan (Maksimum 15%)			....% x D		
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					