

Analisis Biaya Signifikan *Consumable Material* Pada Struktur Bangunan Gedung Menggunakan Metode Pareto

*Muhammad Nanda Arya Putra & Apria Brita Pandohop Gawei
Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya
[*\)naendae.98zz@gmail.com](mailto:naendae.98zz@gmail.com)

Received: 06 April 2026, Revised: 11 Mei 2026, Accepted: 11 Mei 2026

Abstract

The construction sector faces challenges in material cost management in reinforced concrete structural work due to large budget absorption and the risk of waste in conventional calculations as well as the high risk of material waste. This study aims to identify the types of consumable materials included in the category of materials with significant costs in building structures in the Kalibata Elementary School Development Project, Palangka Raya City, for eight months from August 2025. Using the Pareto Method with a quantitative approach through a case study method. This study integrates secondary data including DED drawings, AHSP 2025, and Basic Price Palangka Raya Semester II 2025 into BIM objects through the Shared Parameters feature for precise data extraction and Pareto Analysis. The results show that the total cost of structural material consumables reached Rp 1,747,929,555,300. Through the Pareto diagram, five main materials were identified that absorbed 79.393% of the total budget, namely Ø 16 mm threaded rebar (18.402%), Ø 10 mm plain rebar (17.356%), Portland cement (16.008%), gravel (14.398%), and dolken wood Ø 8-10 cm (13.120%). These five materials are at the cumulative threshold of 80% of the total cost of consumable materials, so their use is the main key to minimizing material waste and optimizing the profitability of construction projects.

Keywords: Significant Costs, Consumable Materials, Pareto Analysis, Building Structures

Abstrak

Sektor konstruksi menghadapi tantangan dalam manajemen biaya material pada pekerjaan struktur beton bertulang akibat penyerapan anggaran yang besar dan risiko pemborosan pada perhitungan konvensional serta risiko sisa material (waste) yang tinggi. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi jenis consumable material yang termasuk dalam kategori material dengan biaya signifikan pada struktur gedung di Proyek Pembangunan SDN Kalibata, Kota Palangka Raya, selama delapan bulan sejak Agustus 2025. Menggunakan Metode Pareto dengan pendekatan kuantitatif melalui metode studi kasus. Penelitian ini mengintegrasikan data sekunder meliputi gambar DED, AHSP 2025, dan Basic Price Palangka Raya Semester II Tahun 2025 ke dalam objek BIM melalui fitur Shared Parameters untuk ekstraksi data yang presisi serta Analisis Pareto. Hasil penelitian menunjukkan total biaya consumable material struktur mencapai Rp 1.747.929.555,300. Melalui diagram Pareto, teridentifikasi lima material utama yang menyerap 79,283 % dari total anggaran, yaitu besi beton ulir Ø 16 mm (18,402 %), besi beton polos Ø 10 mm (17,356 %), semen portland (16,008 %), kerikil (14,398 %), dan kayu dolken Ø 8-10 cm (13,120 %). Kelima material ini berada pada ambang batas kumulatif 80% dari keseluruhan total biaya consumable material, sehingga penggunaannya menjadi kunci utama untuk meminimalisir waste material serta mengoptimalkan profitabilitas proyek konstruksi.

Kata kunci: Biaya Signifikan, Consumable Material, Analisis Pareto, Struktur Bangunan Gedung

Pendahuluan

Sektor konstruksi merupakan pilar utama pembangunan ekonomi nasional, di mana pembangunan infrastruktur pendidikan seperti

gedung sekolah bertingkat menjadi prioritas strategis pemerintah dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia. Dalam implementasinya, proyek gedung bertingkat menuntut manajemen yang presisi karena melibatkan kompleksitas

struktur yang tinggi. Keberhasilan proyek-proyek ini sangat bergantung pada efisiensi pengelolaan sumber daya, di mana pekerjaan struktur beton bertulang menjadi fase paling kritis yang menentukan integritas bangunan sekaligus stabilitas finansial proyek (Zaman *et al.*, 2024).

Besarnya pengaruh fase struktur terhadap stabilitas finansial proyek tersebut berpangkal pada dominasi biaya material yang secara konsisten menyerap sekitar 50% hingga 60% dari total anggaran biaya proyek (Agyekum *et al.*, 2022). Pekerjaan struktur menjadi pusat pengeluaran terbesar dengan kontribusi berkisar antara 30% hingga 45% dari total nilai kontrak (Widiasanti & Lenggogeni, 2013). Hal ini disebabkan oleh tingginya volume penggunaan *consumable material*, yaitu bahan konstruksi yang dikonsumsi selama proses pelaksanaan dan secara permanen menjadi bagian dari struktur fisik bangunan (Hartono *et al.*, 2016). Dalam industri konstruksi, *consumable material* didefinisikan sebagai bahan baku dasar yang dikonsumsi secara fisik dan mengalami perubahan bentuk atau sifat aslinya setelah menyatu dalam struktur bangunan (Sampaio, 2021). Material utama struktur seperti besi tulangan dan beton termasuk dalam klasifikasi biaya tertinggi yang menyerap hingga 80% dari total nilai material proyek (Asiyanto, 2005). Oleh karena itu, ketelitian dalam mengidentifikasi jenis material serta pemahaman terhadap koefisien kebutuhan menjadi syarat mutlak perencanaan anggaran.

Namun, tantangan besar muncul dalam bentuk tingginya tingkat *waste material* pada *consumable material* struktur tersebut. Material yang berpotensi menjadi *waste material* pada *consumable material* adalah semen, pasir, kerikil/agregat kasar, besi beton/tulangan, kayu (papan), keramik, pipa, dan paku (Singarimbun *et al.*, 2021). Urgensi pengendalian material ini diperkuat oleh fakta bahwa pada aktivitas pekerjaan struktur atas, terdapat dua material utama dengan potensi *waste material* tertinggi, yakni besi beton ulir dan adukan beton *ready mix* yang secara akumulatif, kedua material tersebut mendominasi hingga 72,25% dari total kebutuhan material struktur (Al-Rasyid dan Puspasari, 2024). Sifat *consumable material* yang tidak dapat digunakan kembali membuat setiap inefisiensi berdampak langsung pada kerugian finansial yang tidak dapat dipulihkan. Fenomena *waste material* ini bukan sekadar masalah teknis lapangan, melainkan indikasi kegagalan dalam proses estimasi dan pengendalian material sejak tahap perencanaan.

Tingginya angka *waste* ini secara fundamental dipicu oleh faktor perhitungan kuantitas konvensional yang manual dan terfragmentasi

menggunakan gambar 2D dan *spreadsheet* yang terpisah dari model desain, yang sering memicu risiko *human error*, inkonsistensi perhitungan, lambatnya pembaruan data jika terjadi perubahan desain, serta diskoneksi data (Olanrewaju *et al.*, 2022). Kondisi ini menciptakan ketidakpastian dalam menentukan jumlah riil kebutuhan material dasar yang diperlukan di lapangan secara akurat.

Pemanfaatan teknologi *Building Information Modeling* (BIM), khususnya melalui Autodesk Revit, hadir sebagai solusi untuk mengintegrasikan data desain dengan parameter biaya secara digital guna meningkatkan efisiensi manajemen informasi (Eastman *et al.*, 2023). Namun, dalam implementasinya, terdapat hambatan teknis di mana data koefisien dalam Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) belum terhubung secara otomatis ke dalam parameter digital model BIM khususnya pada Autodesk Revit yang mayoritas hanya mampu mengekstraksi volume elemen struktur secara global (m³). Sejalan dengan tantangan yang diangkat dalam penelitian ini, integrasi koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) ke dalam objek BIM melalui fitur *Shared Parameters* memungkinkan sistem untuk menghitung kebutuhan riil *consumable material* (seperti berat besi atau jumlah zak semen) tanpa integrasi parameter tambahan yang sebelumnya sulit dilakukan secara akurat melalui metode manual 2D (Zhao *et al.*, 2021)

Selain akurasi kuantitas, manajemen proyek memerlukan instrumen analitis untuk menentukan skala prioritas dalam pengendalian biaya material. Data kuantitas berskala besar yang dihasilkan oleh sistem digital perlu diolah lebih lanjut untuk mengetahui kategori material dengan biaya signifikan dari *consumable material*. Penentuan biaya signifikan ini memungkinkan transformasi data kuantitas otomatis dari Autodesk Revit menjadi informasi strategis yang mendukung pengambilan keputusan berbasis data di lapangan (Olanrewaju *et al.*, 2020). Penggunaan metode Analisis Pareto (prinsip 80/20) menjadi krusial untuk mengidentifikasi jenis material kunci yang memberikan kontribusi biaya sebesar 80% dari total nilai anggaran atau termasuk dalam kategori material dengan biaya signifikan (Hasan *et al.*, 2022).

Meskipun integrasi BIM dalam akurasi kuantitas dan penggunaan metode Pareto untuk analisis biaya telah banyak dilakukan secara terpisah, masih terdapat celah teknis dalam implementasi manajemen material di lapangan. Kebaruan penelitian ini terletak pada pengintegrasian koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) langsung ke dalam objek BIM melalui fitur *Shared*

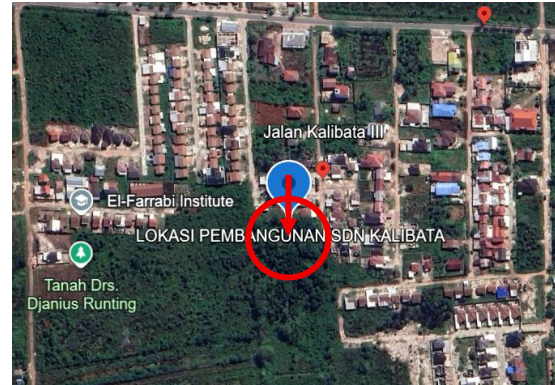
Parameters. Pendekatan ini memungkinkan transformasi otomatis dari model 3D menjadi rincian kebutuhan riil *consumable material* yang presisi dan sistematis. Dengan menggabungkan ekstraksi data otomatis tersebut dengan Analisis Pareto (prinsip 80/20), penelitian ini menawarkan kerangka kerja digital untuk mengidentifikasi jenis material yang termasuk dalam kategori material dengan biaya signifikan. Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Unit Sekolah Baru (USB) SD Negeri Kalibata Kota Palangka Raya untuk menganalisis jenis-jenis *consumable material* yang termasuk dalam kategori material dengan biaya signifikan pada pekerjaan struktur bangunan gedung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi praktis bagi manajer proyek dalam menekan risiko pembengkakan anggaran dan mengendalikannya *waste material* secara efektif serta mengoptimalkan profitabilitas proyek konstruksi bangunan gedung.

Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan studi kasus (*case study*). Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah Metode Pareto. Hukum Pareto yaitu banyaknya dampak sebesar 80% dari hasil akibat hanya dikarenakan oleh 20% faktor yang menyebabkannya (Al-Rasyid dan Puspasari, 2024). Dalam penelitian ini, penerapan metode Analisis Pareto difokuskan pada identifikasi kelompok *consumable material* yang memberikan kontribusi biaya kumulatif sebesar 80% atau yang termasuk dalam kategori material dengan biaya signifikan.

Lokasi dan Waktu Penelitian/Durasi

Lokasi penelitian berada pada Proyek Pembangunan Unit Sekolah Baru (USB) SD Negeri Kalibata yang berlokasi di Jalan Kalibata 3, Kelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya yang dapat dilihat pada Gambar 1. Objek pada penelitian ini yaitu pekerjaan strukturalnya. Struktur bangunan yang ditinjau adalah gedung bertulang 2 lantai dengan luas bangunan 1716 m². Penelitian ini dilaksanakan selama 8 bulan, pada bulan Agustus tahun 2025 hingga bulan Maret tahun 2026 yang diawali dengan melakukan tahap studi literatur.



Gambar 1. Lokasi Proyek

Data Penelitian

Data penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yang didapatkan secara langsung dari Kontraktor Pelaksana dan melalui publikasi resmi instansi terkait yang diakses secara daring. Data yang diperoleh yaitu data sekunder meliputi Gambar *Detail Engineering Design* (DED), Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2025, dan *Basic Price* Palangka Raya Semester II Tahun 2025. Perangkat keras yang digunakan adalah laptop dengan spesifikasi prosesor Intel i5-11400H dan RAM yang memadai, sedangkan perangkat lunak utama adalah Autodesk Revit 2025 serta Microsoft Excel untuk pengolahan data statistik.

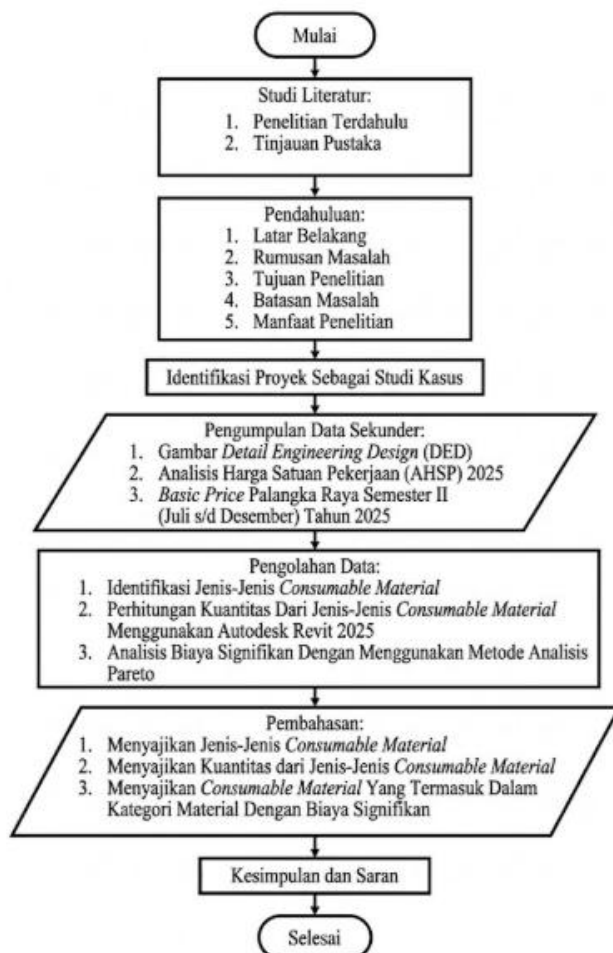
Teknik Analisis Data

Analisis data pada penelitian dibagi menjadi empat tahap utama yaitu:

1. Identifikasi Jenis-Jenis *Consumable Material*: Dimulai dengan mengidentifikasi item pekerjaan struktur sesuai gambar DED dan kemudian mengidentifikasi material-material penyusun struktur beton bertulang beserta koefisiennya sesuai dengan AHSP 2025 untuk memetakan material yang masuk kategori *consumable material*.
2. Perhitungan kuantitas dari jenis-jenis *consumable material* menggunakan Autodesk Revit 2025: Diawali dengan pemodelan elemen struktur dari gambar DED seperti pondasi, kolom, balok, pelat, tangga sesuai dimensi secara 3D. Kemudian mengolah data volume elemen struktur yang diperoleh dari Autodesk Revit 2025 menjadi kebutuhan *consumable material* lapangan dengan integrasi koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) ke dalam objek BIM melalui fitur *Shared Parameters* yang kemudian diekspor ke dalam format *spreadsheet* Microsoft Excel.
3. Analisis biaya signifikan dengan menggunakan metode Analisis Pareto: Data kuantitas yang dihasilkan dari model BIM kemudian dikalikan

dengan harga tiap material pada *Basic Price* Palangka Raya Semester II (Juli s/d Desember) Tahun 2025 guna memperoleh total estimasi biaya pada setiap *consumable material* pekerjaan struktur. Selanjutnya, data biaya tersebut dianalisis menggunakan metode Analisis Pareto (Prinsip 80/20) melalui pengurutan nilai biaya dari yang terbesar hingga terkecil serta perhitungan persentase kumulatif untuk mengidentifikasi kelompok *consumable material* yang memberikan kontribusi biaya kumulatif sebesar 80% atau yang termasuk dalam kategori material dengan biaya signifikan. Fokus utama diberikan pada material yang menyerap $\pm 80\%$ dari total anggaran material struktur untuk mengidentifikasi jenis *consumable material* dengan dampak finansial signifikan.

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai urutan kerja dalam penelitian ini, Bagan alir penelitian yang mencakup studi literatur, pengumpulan data, pengolahan, hingga pembahasan ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Hasil dan Pembahasan

Identifikasi Jenis-Jenis *Consumable Material*

Berdasarkan identifikasi jenis-jenis *consumable material* yang dilakukan dengan mengacu poin B. Bahan pada Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) 2025 yang disesuaikan dengan item pekerjaan struktur pada Gambar *Detailed Engineering Design* (DED), teridentifikasi 11 jenis *consumable material* yang menyusun elemen struktur beton bertulang pada proyek SDN Kalibata. Material-material ini dikategorikan sebagai *bulk* atau curah yang menyatu secara permanen dengan struktur bangunan sehingga tidak dapat digunakan kembali. Jenis *consumable material* tersebut meliputi kayu dolken \varnothing 8-10 cm (untuk cerucuk), semen portland, pasir beton, kerikil, air, kawat tali beton, serta baja tulangan dengan variasi diameter polos (\varnothing 6 mm, \varnothing 8 mm, \varnothing 10 mm, \varnothing 12 mm) dan sirip (D16 mm).

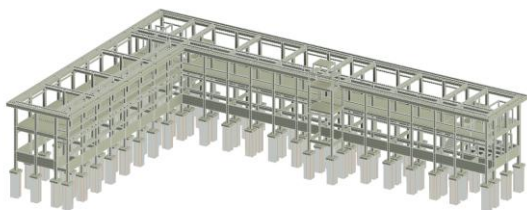
Perhitungan Kuantitas Dari Jenis-Jenis *Consumable Material* Menggunakan Autodesk Revit 2025

Setelah seluruh jenis-jenis dan koefisien *consumable material* teridentifikasi, proses dilanjutkan dengan perhitungan kuantitas dari jenis-jenis *consumable material* menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit 2025 yang diawali pemodelan elemen struktur untuk pengolahan data secara 3D berdasarkan Gambar DED. Pemodelan ini dilakukan dengan tingkat presisi tinggi guna memastikan model digital merepresentasikan kondisi fisik bangunan yang direncanakan secara akurat, sehingga kuantitas material yang diekstraksi memiliki deviasi minimal terhadap rencana lapangan.

Tahap awal dilakukan dengan menetapkan *Construction Template* yang dibarengi dengan sinkronisasi dokumen *Detail Engineering Design* (DED) dan pengaturan satuan proyek (*Project Unit*) meliputi centimeter (cm) untuk panjang, meter persegi (m^2) untuk luas, dan meter kubik (m^3) untuk volume. Kerangka model dibangun melalui pemetaan *Grid* dan *Leveling* pada *toolbar structure*. Setelah itu dilakukan pembuatan *Floor Plans* melalui menu *plan views* pada *toolbar view* yang merujuk sepenuhnya pada elevasi riil bangunan dalam Gambar DED. Kemudian dilakukan penyesuaian dimensi pada fitur *Type Parameters* di tab *Properties* sesuai dengan spesifikasi teknis proyek. Setelah parameter ditetapkan, elemen struktur ditempatkan pada titik yang telah ditentukan pada *floor plans* sesuai gambar DED. Elemen struktur yang dimodelkan meliputi:

1. Struktur Pondasi: Menggunakan jenis pondasi *footplate* yang dikombinasikan dengan cerucuk kayu galam. Pemodelan dilakukan melalui fitur *isolated* pada *toolbar structure* dengan memuat *family* tipe *M_Footing-Rectangular* yang dimensinya disesuaikan dengan Gambar DED.
2. Struktur Kolom: Menggunakan *family library structural columns* tipe *M_Concrete-Square-Column*. Penempatan elemen dilakukan pada titik-titik *grid* yang telah ditentukan sesuai koordinat pada gambar rencana.
3. Struktur *Sloof*, Balok, dan *Ring Balk*: Pemodelan menggunakan fitur *beam* pada *family library structural framing* dengan tipe *M_Concrete-Rectangular Beam*.
4. Tangga dan Pelat Lantai: Pemodelan tangga menggunakan tipe *Cast-In-Place Stair*, sedangkan pelat lantai menggunakan tipe *System Family: Floor* dengan mendefinisikan batas-batas lantai menggunakan *boundary line*.

Hasil visualisasi dari seluruh tahapan pemodelan elemen struktur bangunan yang dilakukan dengan tingkat presisi tinggi berdasarkan rujukan Gambar DED, yang mencakup elemen pondasi, kolom, *sloof*, balok, pelat lantai, tangga, hingga *ring balk*, disajikan dalam bentuk model digital 3D bangunan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Model 3D Elemen Struktur Bangunan

Dilanjutkan tahap pembesian struktur (*reinforcement*) menggunakan fitur *rebar*. Proses pembesian ini dibantu dengan pembuatan *section* melalui menu *create* pada *toolbar view* berupa potongan horizontal dan vertikal untuk mempermudah visualisasi penempatan tulangan yang dilakukan melalui menu *sections (building section)* pada jendela *project browser*. Dilakukan pengaturan dimensi dan spesifikasi teknis pada bagian *type parameters* di tab *properties* untuk menyesuaikan diameter, panjang, jumlah, serta jarak antar tulangan berdasarkan Gambar DED.

Penulangan dilakukan secara menyeluruh pada pondasi, kolom, balok, tangga, hingga pelat lantai. Untuk efisiensi pengerjaan, dilakukan penggandaan (*copy-paste*) pada elemen struktur dengan *type* yang sama, sementara untuk *type* yang berbeda, prosedur

diulangi seperti langkah sebelumnya. Sebelum dilakukan tahap selanjutnya dilakukan terlebih dahulu validasi model 3D dan pembesian yang telah dibuat dengan memeriksa kesesuaian geometri, dimensi, serta posisi elemen struktur terhadap setiap lembar pada Gambar *Detail Engineering Design* (DED). Dengan terselesaikannya pemodelan 3D dan penulangan ini, model digital secara otomatis terintegrasi menjadi representasi BIM 5D yang komprehensif, yang siap digunakan untuk ekstraksi data kuantitas melalui fitur *Schedule/Quantities*. Penggunaan pendekatan pemodelan parametrik ini memastikan bahwa setiap perubahan dimensi pada elemen bangunan akan secara otomatis memperbarui data volume material penyusunnya, sehingga meminimalisir risiko kesalahan perhitungan manual (*human error*).

Setelah pemodelan elemen struktur bangunan selesai dilakukan secara digital menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit 2025, tahapan berikutnya adalah melakukan perhitungan kuantitas untuk mendapatkan kuantitas material atau kebutuhan *consumable material* dilapangan dengan mengintegrasikan data teknis yang telah disiapkan berupa koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) ke dalam objek BIM melalui fitur *Shared Parameters* dari daftar identifikasi *consumable material*. Proses ini bertujuan untuk menghasilkan data kuantitas yang memiliki *detail* dan presisi lebih tinggi dibandingkan dengan perhitungan manual.

Perhitungan dimulai dengan pembuatan *project parameter* baru menggunakan fitur *Shared Parameters* untuk memasukkan koefisien material ke dalam setiap elemen struktur. Proses ini dilakukan dengan mengakses *toolbar manage* dan memilih opsi *shared parameters* di bagian *settings*. Tahapan selanjutnya adalah pembuatan file baru *shared parameters* melalui perintah *create*, kemudian diakses kembali dengan memilih opsi *browse* dan memilih file baru untuk digunakan. Pada menu *groups*, dipilih opsi *new* untuk membuat grup baru dengan penamaan yang disesuaikan berdasarkan keperluan analisis. Kemudian, pada menu *parameters*, dilakukan pembuatan parameter baru dengan mengisi informasi berupa *name*, *discipline*, dan *data type* sesuai spesifikasi material yang diteliti.

Setelah daftar pada menu *Shared Parameters* berhasil dibuat, tahapan selanjutnya adalah menghubungkan parameter tersebut ke dalam proyek melalui fitur *project parameters* agar terintegrasi pada kategori *structural foundations*, *structural columns*, *structural framing*, *stairs*, *floors*, dan *structural rebar*. Melalui jendela *properties*, nilai koefisien diinputkan secara spesifik pada setiap elemen, kemudian ekstraksi

data dilakukan menggunakan fitur *schedule / quantities*.

Tahap krusial dalam perhitungan ini adalah penggunaan fitur *calculated value* untuk membuat rumus otomatis. Rumus yang digunakan meliputi perhitungan jumlah riil *consumable material* (kuantitas riil = volume/berat desain × koefisien AHSP). Hasil perhitungan otomatis ini kemudian diekspor ke dalam format Microsoft Excel untuk diselaraskan dengan satuan perdagangan di lapangan. Penyesuaian satuan dilakukan secara

manual untuk mengonversi satuan dari *output* Autodesk Revit 2025 yang sebelumnya mengacu pada satuan AHSP menjadi satuan *Basic Price* seperti satuan kg menjadi zak (semen), kg menjadi (pasir dan kerikil), serta kg menjadi batang (besi tulangan) agar relevan untuk proses pengadaan.

Berdasarkan penghitungan kuantitas dari 11 jenis *consumable material* menggunakan Autodesk Revit 2025, rincian kuantitasnya disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Daftar Kuantitas dari Jenis-Jenis Consumable Material

No	Jenis Consumable Material	Satuan	Kuantitas
1	Kayu dolken Ø 8-10 cm	batang	4.410,000
2	Semen portland (conch)	zak	5.181,622
3	Pasir beton	m ³	309,771
4	Kerikil	m ³	405,921
5	Air	liter	113.770,397
6	Besi beton polos Ø 6 mm, P.12 m	batang	300,443
7	Besi beton polos Ø 8 mm, P.12 m	batang	1.037,049
8	Besi beton polos Ø 10 mm, P.12 m	batang	4.044,965
9	Besi beton polos Ø 12 mm, P.12 m	batang	1.056,304
10	Besi beton ulir Ø 16 mm, P.12 m	batang	1.649,481
11	Kawat tali beton/bendrat	kg	520,379

Analisis Biaya Signifikan Dengan Metode Analisis Pareto

Setelah diperoleh data kuantitas dari jenis-jenis *consumable material* melalui ekstraksi model BIM 5D, langkah selanjutnya adalah melakukan analisis biaya signifikan menggunakan metode Analisis Pareto. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis-jenis *consumable material* yang menjadi faktor penyebab utama tingginya biaya konstruksi atau termasuk dalam kategori

material dengan biaya signifikan pada pekerjaan struktur bangunan gedung.

Sebelum dilakukan analisis menggunakan metode Analisis Pareto, dilakukan perhitungan biaya *consumable material* (jumlah *consumable material* × harga satuan material pada *Basic Price* Palangka Raya Semester II (Juli s/d Desember) Tahun 2025). Hasil perhitungan kuantitas dan biaya *consumable material* tersebut disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Perhitungan Biaya dari Jenis-Jenis Consumable Material

No	Jenis Consumable Material	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rp)	Biaya (Rp)
1	Kayu dolken Ø 8-10 cm	batang	4.410,000	52.000,000	229.320.000,000
2	Semen portland (conch)	zak	5.181,622	54.000,000	279.807.590,700
3	Pasir beton	m ³	309,771	320.000,000	99.126.683,200
4	Kerikil	m ³	405,921	620.000,000	251.670.740,114
5	Air	liter	113.770,397	350,000	39.819.638,950
6	Besi beton polos Ø 6 mm, P.12 m	batang	300,443	35.000,000	10.515.503,003
7	Besi beton polos Ø 8 mm, P.12 m	batang	1.037,049	55.000,000	57.037.703,586
8	Besi beton polos Ø 10 mm, P.12 m	batang	4.044,965	75.000,000	303.372.356,159
9	Besi beton polos Ø 12 mm, P.12 m	batang	1.056,304	135.000,000	142.601.097,973
10	Besi beton ulir Ø 16 mm, P.12 m	batang	1.649,481	195.000,000	321.648.766,614

11	Kawat tali beton/bendrat	kg	520,379	25.000,000	13.009.475,000
Total					1.747.929.555,300

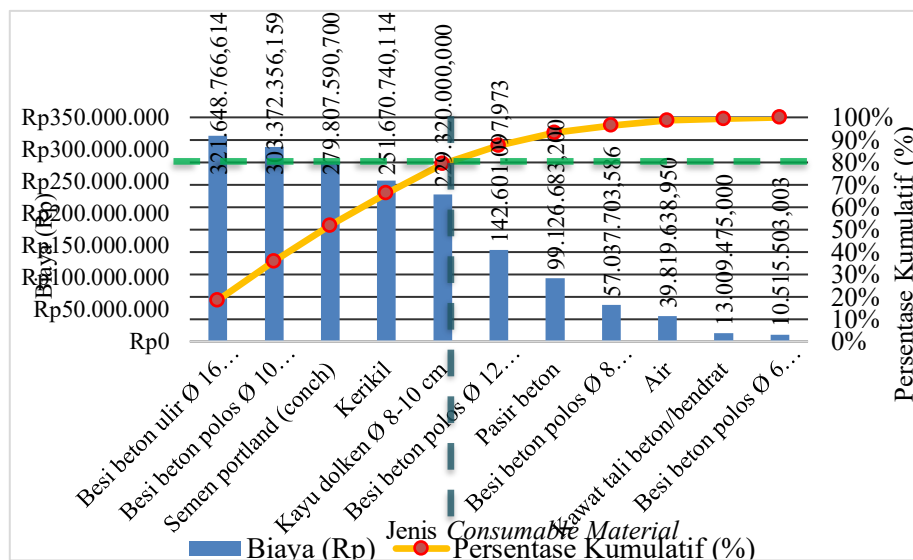
Tahap awal analisis dilakukan dengan menyiapkan data dari perangkat lunak Microsoft Excel yang berisi daftar lengkap kuantitas dan biaya dari jenis-jenis *consumable material*. Selanjutnya, dilakukan pengolahan data biaya guna menghitung bobot biaya dari jenis-jenis *consumable material* dan bobot persentase kumulatif guna mengetahui yang termasuk dalam kategori material dengan biaya signifikan. Perhitungan bobot biaya dilakukan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Persentase Bobot} = \frac{\text{Biaya Consumable Material}}{\text{Total Biaya Consumable Material}} \times 100 \quad (1)$$

Data bobot biaya kemudian diurutkan dari nilai terbesar hingga terkecil untuk menentukan peringkat dan menghitung persentase kumulatifnya. Hasil perhitungan bobot persentase dan kumulatif untuk ke-11 jenis *consumable material* disajikan dalam Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Bobot Consumable Material

No	Jenis Consumable Material	Satuan	Biaya (Rp)	Persentase (%)	Persentase Kumulatif (%)
1	Besi beton ulir Ø 16 mm, P.12 m	batang	321.648.766,614	18,402	18,402
2	Besi beton polos Ø 10 mm, P.12 m	batang	303.372.356,159	17,356	35,758
3	Semen portland (conch)	zak	279.807.590,700	16,008	51,766
4	Kerikil	m ³	251.670.740,114	14,398	66,164
5	Kayu dolken Ø 8-10 cm	batang	229.320.000,000	13,120	79,283
6	Besi beton polos Ø 12 mm, P.12 m	batang	142.601.097,973	8,158	87,442
7	Pasir beton	m ³	99.126.683,200	5,671	93,113
8	Besi beton polos Ø 8 mm, P.12 m	batang	57.037.703,586	3,263	96,376
9	Air	liter	39.819.638,950	2,278	98,654
10	Kawat tali beton/bendrat	kg	13.009.475,000	0,744	99,398
11	Besi beton polos Ø 6 mm, P.12 m	batang	10.515.503,003	0,602	100,000
Total			1.747.929.555,300	100,000	



Gambar 4. Diagram Analisis Pareto

Setelah nilai biaya dan persentase kumulatif dari keseluruhan *consumable material* diketahui, langkah selanjutnya adalah membuat diagram analisis Pareto, untuk diagram batang pada diagram analisis Pareto menggunakan data besaran biaya dari masing-masing jenis *consumable material* yang sudah diurutkan terlebih dahulu, kemudian untuk diagram garis menggunakan data persentase kumulatif dari keseluruhan *consumable material*. Adapun untuk hasil analisis diagram Pareto dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan hasil pengolahan data pada Tabel 3 dan visualisasi Diagram Analisis Pareto Gambar 4, terlihat bahwa terdapat lima jenis *consumable material* yang termasuk dalam kategori material dengan biaya signifikan. Kelima *consumable material* tersebut adalah besi beton ulir Ø 16 mm dengan bobot sebesar 18,402 %, besi beton polos Ø 10 mm dengan bobot sebesar 17,356 %, semen portland dengan bobot sebesar 16,008 %, kerikil dengan bobot sebesar 14,398 %, dan kayu dolken Ø 8-10 cm dengan bobot sebesar 13,120 %. Secara kumulatif, kelima material ini menyerap biaya sebesar Rp 1.385.819.453,587 atau sebesar 79,283 % dari keseluruhan anggaran material struktur sebesar Rp 1.747.929.555,300. Nilai ini berada pada ambang batas kumulatif 80% dari keseluruhan total biaya *consumable material* pada pekerjaan struktur gedung. Kelima material diatas mewakili bobot biaya paling signifikan, sehingga pengendalian intensif terhadap pengadaan dan penggunaannya menjadi kunci utama dalam efisiensi biaya proyek USB SDN Kalibata.

Dominasi biaya pada material dengan biaya signifikan secara umum dipengaruhi oleh dimensi elemen struktur pada gambar DED yang memerlukan volume pengecoran dan penulangan yang besar, serta penggunaan koefisien indeks bahan dalam AHSP 2025 yang menempatkan material tersebut sebagai komponen biaya utama. Selain itu, hal ini didorong oleh karakteristik pekerjaan beton bertulang yang secara sistematis mengandalkan besi, semen dan agregat sebagai pembentuk utama struktur (*major materials*), sehingga dalam analisis Pareto, material-material tersebut secara logis menjadi penggerak biaya (*cost driver*) paling signifikan dalam anggaran proyek.

Penggunaan teknologi BIM 5D sangat berperan dalam analisis ini karena mampu menyediakan data volume riil yang telah terintegrasi dengan koefisien AHSP, sehingga meminimalisir kesalahan estimasi yang dapat menyebabkan pembengkakan anggaran akibat *material waste*. Integrasi antara akurasi kuantitas dari Autodesk Revit dan biaya signifikan dari metode Pareto menjadi instrumen pengambilan keputusan yang strategis dalam meminimalisir

risiko kerugian finansial pada tahap pelaksanaan konstruksi bagi manager proyek.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan pada proyek pembangunan SDN Kalibata Kota Palangka Raya menggunakan Metode Pareto didapatkan lima *consumable material* yang memberikan dampak biaya signifikan pada pekerjaan struktur bangunan gedung. Kelima *consumable material* tersebut meliputi besi beton ulir Ø 16 mm dengan bobot sebesar 18,402 %, besi beton polos Ø 10 mm dengan bobot sebesar 17,356 %, semen portland dengan bobot sebesar 16,008 %, kerikil dengan bobot sebesar 14,398 %, dan kayu dolken Ø 8-10 cm dengan bobot sebesar 13,120 %.

Secara kumulatif, kelima material ini menyerap biaya sebesar Rp 1.385.819.453,587 atau sebesar 79,283 % dari keseluruhan anggaran material struktur sebesar Rp 1.747.929.555,300. Nilai ini berada pada ambang batas kumulatif 80% dari keseluruhan total biaya *consumable material* pada pekerjaan struktur gedung, sehingga prioritas pengendalian pengadaan dan efisiensi di lapangan harus difokuskan pada kelima *consumable material* tersebut guna meminimalkan *waste material* dan mengoptimalkan profitabilitas proyek.

Sebagai pengembangan lebih lanjut, disarankan agar implementasi BIM 5D ini diperluas pada pekerjaan non-struktural (arsitektur dan MEP), disarankan untuk memilih objek studi kasus pada proyek konstruksi gedung yang sedang dalam masa pelaksanaan (*on-going project*) untuk memvalidasi tingkat presisi model BIM terhadap kebutuhan riil, serta menggunakan integrasi data yang lebih dinamis melalui *visual programming* seperti Dynamo untuk meminimalisir kesalahan manual secara *real-time*.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Apria Brita Pandohop Gawei, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing, atas masukan teknis dan bimbingan akademik yang diberikan selama penyusunan penelitian ini. Penulis juga menyampaikan penghargaan kepada keluarga atas dukungan moral dan materil yang memfasilitasi kelancaran studi dan penyelesaian artikel ini. Terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak kontraktor pelaksana Proyek Pembangunan SDN Kalibata serta Jurusan Teknik Sipil Universitas Palangka Raya yang telah memberikan izin dan akses data sekunder yang diperlukan dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Agyekum, K., Ayarkwa, J., & Adinyira, E. (2022). Pareto analysis of material waste causes in the Ghanaian construction industry. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 20(4), 1012-1035. doi:10.1108/JEDT-02-2021-0111
- Al-Rasyid, S., & Puspasari, V. H. (2024). Identifikasi Material Yang Berpotensi Menjadi Waste Material Pada Proyek Gedung Kuliah Terpadu B Universitas Palangka Raya. *Jurnal BASEMENT*, 2(1), 60-67.
- Asiyanto. (2005). *Construction Project Management*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Eastman, C., Sacks, R., Liston, K., & Teicholz, P. (2023). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers* (4th Edition ed.). Hoboken: John Wiley & Sons. doi:978-1119736851
- Hartono, W., Sugiyarto, & Baskoro, S. (2016). Analisis dan Identifikasi Sisa Material Konstruksi Pembangunan gedung Kantor dan Rumah Dinas Kelurahan Gilingan. *MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 4(1), 263-270.
- Hasan, A., Elmualim, A., & Ghaffarianhoseini, A. (2022). Integration of BIM and Pareto Analysis for Effective Construction Cost Control. *International Journal of Construction Management*, 22(12), 2345-2358. doi:10.1080/15623599.2020.1782855
- Olanrewaju, O., Babarinde, S., & Chileshe, N. (2022). Barriers to Building Information Modelling (BIM) Implementation in Developing Countries: A Review. *Journal of Construction in Developing Countries*, 27(1), 185-210. doi:10.21315/jcdc2022.27.1.11
- Sampaio, A. (2021). BIM as a Support of Quantity Take-off in Maintenance and Construction. *Applied Sciences*, 11(23), 11442. doi:10.3390/app112311442
- Singarimbun, P., Waluyo, R., & Gawei, A. (2021). Analisis Penanganan Waste Material Consumable dan Non Consumable Pada Proyek Perumahan Sederhana Di Kota Palangka Raya. *Jurnal TEKNIK SIPIL*, 16(2), 83-92.
- Widiasanti, I., & Lenggogeni. (2013). *Manajemen Konstruksi*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Zaman, U., Hameed, A., & Zaman, K. (2024). Critical Factors Influencing Material Cost Management in High-Rise Building Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 150(2), 04023150. doi:10.1061/JCEMD4.COENG-13452
- Zhao, P., Wang, S., & Chen, G. (2021). Integrating BIM and cost estimation for sustainable construction. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(4), 289-301.