

Analisis Distribusi Biaya Proyek Menggunakan Pareto Untuk Mengidentifikasi Cost Drivers pada Proyek Revitalisasi Sekolah Rawan Banjir

Fadillah Taufik, Mardiaman*

Universitas Tama Jagakarsa, Jakarta Selatan 12530, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Analisis Pareto, distribusi biaya, revitalisasi sekolah, cost drivers, manajemen konstruksi.

***Correspondence email:**

mardi240967@gmail.com

Submitted: 10 Mei 2026

Revised: 26 Mei 2026

Accepted: 30 Juli 2026

Published: 01 Agustus 2026

ABSTRAK

Revitalisasi bangunan sekolah di daerah rawan banjir merupakan salah satu tantangan penting dalam pengelolaan infrastruktur pendidikan di Indonesia. Permasalahan umum yang sering terjadi adalah tingginya biaya konstruksi akibat kebutuhan adaptasi bangunan terhadap risiko banjir, sementara pengelolaan anggaran proyek pemerintah dituntut tetap efisien dan tepat guna. Pada proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 Jonggol, kondisi bangunan yang berada lebih rendah dari permukaan jalan menyebabkan genangan banjir rutin yang berdampak pada kerusakan fasilitas sekolah. Permasalahan khusus dalam penelitian ini adalah belum diketahuinya distribusi biaya proyek dan item pekerjaan dominan (cost drivers) yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total biaya revitalisasi sekolah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi biaya proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 menggunakan Analisis Pareto guna mengidentifikasi pekerjaan dominan sebagai dasar pengendalian biaya proyek. Penelitian menggunakan metode kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Data penelitian diperoleh dari dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB), spesifikasi teknis, observasi lapangan, dan data proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02. Analisis dilakukan menggunakan metode Pareto melalui pengurutan item pekerjaan berdasarkan nilai biaya terbesar hingga terkecil dan perhitungan persentase kontribusi kumulatif terhadap total biaya proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lima item pekerjaan dominan, yaitu penutup atap bitumen, urugan tanah, kusen fabrikasi, penutup lantai granit, dan plafon PVC, menyumbang sekitar 57,9% dari total biaya proyek. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar biaya proyek terkonsentrasi pada pekerjaan adaptasi lingkungan dan elemen arsitektural. Penelitian merekomendasikan penggunaan Analisis Pareto sebagai dasar pengendalian biaya dan prioritas evaluasi efisiensi pada proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir.

ABSTRACT

Keywords:

Pareto Analysis, cost distribution, school revitalization, cost drivers, construction management.

The revitalization of school buildings in flood-prone areas has become a significant challenge in managing educational infrastructure in Indonesia. The general problem frequently encountered is the high construction cost caused by the need to adapt buildings to flood risks, while public project budgets are required to remain efficient and accountable. In the revitalization project of SDN Sukamanah 02 Jonggol, the building's location below the surrounding road and drainage elevation resulted in recurring flooding that damaged school facilities and disrupted educational activities. The specific problem addressed in this study is the lack of information regarding project cost distribution and dominant work items (cost drivers) contributing the largest proportion of the total revitalization cost. Therefore, this study aims to analyze the cost distribution of the SDN Sukamanah 02 revitalization project using Pareto Analysis to identify dominant work items as a basis for project cost control. This research employed a descriptive quantitative method with a case study approach. The data were obtained from the Bill of Quantities (BoQ), technical specifications, field observations, and project documentation of the SDN Sukamanah 02 revitalization project. The analysis was conducted using the Pareto method by ranking work items from the highest to the lowest cost and calculating their cumulative percentage contribution to the total project cost. The results indicate that five dominant work items, namely bitumen roof covering, soil embankment, fabricated doors and windows, granite flooring, and PVC ceiling, contributed approximately 57.9% of the total project cost. These findings demonstrate that most project costs were concentrated on environmental adaptation works and architectural components. This study recommends the application of Pareto Analysis as a basis for cost control and efficiency evaluation priorities in school revitalization projects located in flood-prone areas.

PENDAHULUAN

Penyediaan infrastruktur pendidikan yang aman, layak, dan berkelanjutan merupakan bagian penting dari upaya pemerintah dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia dan menjamin hak masyarakat terhadap pendidikan. Bangunan sekolah tidak hanya berfungsi sebagai sarana belajar mengajar, tetapi juga sebagai ruang publik yang harus mampu memberikan keamanan, kenyamanan, dan keberlanjutan operasional bagi seluruh pengguna. Dalam konteks

pembangunan nasional, revitalisasi fasilitas pendidikan menjadi salah satu prioritas pemerintah, khususnya pada wilayah yang memiliki tingkat kerentanan tinggi terhadap bencana alam seperti banjir, tanah longsor, dan gempa bumi. Kondisi tersebut menyebabkan kebutuhan pembangunan sekolah tidak lagi hanya berorientasi pada penyediaan ruang belajar, tetapi juga pada kemampuan bangunan dalam beradaptasi terhadap risiko lingkungan dan perubahan iklim (Nurbaity, 2021).

Banjir merupakan salah satu bencana hidrometeorologi yang paling sering terjadi di Indonesia dan memberikan dampak signifikan terhadap kerusakan infrastruktur publik, termasuk bangunan sekolah. Genangan air yang terjadi secara berulang dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan, penurunan umur layanan material, gangguan aktivitas pendidikan, hingga peningkatan biaya pemeliharaan dan rehabilitasi bangunan (Das, 2025; Rosyidie, 2013; Wibowo et al., 2019).

Oleh karena itu, proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir memerlukan pendekatan konstruksi yang adaptif dan efisien agar bangunan mampu mempertahankan fungsi utamanya dalam jangka panjang. Dalam praktiknya, tantangan utama proyek revitalisasi bukan hanya terletak pada aspek teknis konstruksi, tetapi juga pada pengelolaan biaya proyek agar penggunaan anggaran publik tetap efektif, tepat sasaran, dan memberikan nilai optimal terhadap fungsi bangunan.

Salah satu kasus yang mencerminkan kondisi tersebut adalah proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 yang berlokasi di Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor. Sekolah ini secara rutin mengalami genangan banjir pada musim hujan akibat posisi bangunan yang lebih rendah dibandingkan permukaan jalan dan saluran drainase di sekitarnya. Berdasarkan data Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bogor, banjir yang terjadi pada periode 2022–2024 mencapai ketinggian sekitar 30–60 cm dan menyebabkan kerusakan pada lantai kelas, saluran drainase, sumur resapan, serta fasilitas pembelajaran sekolah. Kondisi tersebut mendorong pemerintah untuk melaksanakan program revitalisasi bangunan sekolah melalui peninggian elevasi bangunan, perbaikan sistem drainase, dan rehabilitasi elemen arsitektural maupun struktural bangunan.

Pelaksanaan revitalisasi SDN Sukamanah 02 memiliki konteks pendanaan yang berkaitan dengan program APBD Kabupaten Bogor dan DAK. Namun, penelitian ini secara khusus membatasi analisis pada struktur biaya proyek revitalisasi yang bersumber dari APBD Kabupaten Bogor, karena data RAB yang dianalisis dalam penelitian ini berasal dari paket pekerjaan APBD. Proyek APBD memiliki nilai sekitar Rp1,078 miliar dan mencakup rehabilitasi ruang kelas 4, 5, 6, serta kantor guru dengan peninggian bangunan sekitar 1,1 meter. Sementara itu, proyek DAK memiliki nilai sekitar Rp442 juta dan difokuskan pada rehabilitasi ruang kelas 1, 2, dan 3 dengan karakteristik pekerjaan yang relatif serupa. Meskipun memiliki tujuan yang sama, kedua proyek menunjukkan perbedaan pada nilai anggaran, metode pelaksanaan, komposisi biaya pekerjaan, serta pendekatan pengadaan konstruksi. Kondisi ini menimbulkan pertanyaan mengenai distribusi biaya proyek dan komponen pekerjaan apa saja yang paling dominan mempengaruhi total biaya revitalisasi bangunan sekolah di daerah rawan banjir. Dengan demikian, fokus penelitian ini diarahkan pada analisis distribusi biaya proyek APBD sebagai studi kasus utama, bukan pada perbandingan kuantitatif antara paket APBD dan DAK. Dengan demikian, penelitian ini membatasi analisis pada struktur biaya proyek revitalisasi yang bersumber dari APBD Kabupaten Bogor. Data proyek DAK hanya digunakan sebagai informasi kontekstual untuk menjelaskan latar belakang pelaksanaan revitalisasi, dan tidak menjadi objek analisis kuantitatif dalam penelitian ini.

Dalam proyek konstruksi, distribusi biaya umumnya tidak tersebar secara merata pada seluruh item pekerjaan. Sebagian kecil pekerjaan sering kali memberikan kontribusi terbesar terhadap total biaya proyek. Fenomena ini dikenal melalui Prinsip Pareto atau aturan 80/20, yang menyatakan bahwa sekitar 80% dampak biasanya berasal dari sekitar 20% penyebab utama. Dalam konteks konstruksi, prinsip ini digunakan untuk mengidentifikasi cost drivers atau item pekerjaan dominan yang menjadi penyumbang utama biaya proyek (Ajayi et al., 2024; KADIRI et al., 2020; Kaming et al., 2010; Susanti & Nurdiana, 2020). Dengan mengetahui distribusi biaya tersebut, proses pengendalian biaya dan optimalisasi proyek dapat difokuskan secara lebih efektif pada item-item yang memiliki pengaruh terbesar terhadap total anggaran. Pendekatan ini juga sejalan dengan hasil penelitian Lestia et al. (2026) yang menunjukkan bahwa identifikasi komponen biaya utama merupakan salah satu langkah penting dalam meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek konstruksi melalui pengendalian biaya yang lebih terarah. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Triyandi et al., 2022) yang menyatakan bahwa identifikasi item dominan menggunakan pendekatan Pareto dapat membantu meningkatkan efektivitas pengendalian biaya dan material pada proyek konstruksi.

Analisis Pareto telah banyak digunakan dalam manajemen konstruksi sebagai alat untuk menentukan prioritas pengendalian biaya dan pengambilan keputusan teknis (Asa et al., 2024; Diao et al., 2011). Penelitian Sumarda et al., (2022) menunjukkan bahwa pendekatan Value Engineering yang diawali dengan identifikasi item biaya dominan mampu meningkatkan efisiensi biaya proyek konstruksi gedung publik.

Pendekatan ini membantu mengidentifikasi pekerjaan dominan yang memiliki potensi terbesar untuk dilakukan efisiensi tanpa harus mengevaluasi seluruh item pekerjaan secara detail. Dalam proyek revitalisasi sekolah, penerapan Analisis Pareto menjadi penting karena proyek tidak hanya berorientasi pada pembangunan fisik, tetapi juga pada pemenuhan fungsi bangunan yang tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem. Dengan demikian, identifikasi distribusi

biaya proyek dapat menjadi dasar penting dalam menentukan strategi efisiensi dan penerapan rekayasa nilai pada tahap berikutnya.

Berdasarkan data Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02, beberapa pekerjaan diketahui memiliki kontribusi biaya yang sangat signifikan terhadap total anggaran proyek. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa pekerjaan urugan tanah, penutup atap bitumen, kusen fabrikasi, granit lantai, dan plafon PVC merupakan lima item pekerjaan dengan biaya tertinggi dan secara kumulatif menyumbang sekitar 57,9% dari total biaya proyek. Dominasi biaya tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar anggaran proyek terkonsentrasi pada pekerjaan peninggian bangunan dan elemen arsitektural tertentu. Kondisi ini memperlihatkan adanya peluang untuk melakukan evaluasi terhadap kesesuaian fungsi dan efisiensi biaya dari masing-masing item pekerjaan tersebut.

Pekerjaan urugan tanah menjadi salah satu komponen biaya terbesar karena proyek revitalisasi memerlukan peninggian elevasi bangunan sekitar satu meter guna mengurangi risiko banjir. Selain itu, penggunaan material finishing premium seperti atap bitumen, plafon PVC, dan kusen fabrikasi turut meningkatkan total biaya proyek secara signifikan. Dalam perspektif manajemen konstruksi, kondisi tersebut menunjukkan bahwa elemen arsitektural dan pekerjaan adaptasi lingkungan dapat menjadi sumber dominan pembiayaan pada proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir. Temuan ini menarik untuk dikaji lebih lanjut karena berbeda dengan beberapa proyek gedung konvensional yang umumnya didominasi oleh pekerjaan struktur utama.

Meskipun Analisis Pareto telah banyak diterapkan pada proyek gedung dan manufaktur, penelitian mengenai distribusi biaya proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir masih relatif terbatas di Indonesia. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih berfokus pada penerapan rekayasa nilai secara umum atau pengendalian biaya proyek gedung bertingkat (Kerzner, 2017). Kajian yang secara khusus membahas distribusi biaya pada proyek sekolah terdampak banjir dengan karakteristik peninggian bangunan dan adaptasi lingkungan masih jarang ditemukan. Selain itu, kajian yang secara khusus menganalisis distribusi biaya proyek revitalisasi sekolah rawan banjir berdasarkan struktur biaya RAB proyek APBD sebagai studi kasus utama masih relatif terbatas. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan penelitian (research gap) yang perlu dikaji lebih lanjut melalui pendekatan ilmiah yang sistematis.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis distribusi biaya proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 menggunakan Analisis Pareto guna mengidentifikasi pekerjaan dominan yang menjadi cost drivers dalam struktur biaya proyek. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan studi manajemen biaya konstruksi, khususnya pada proyek revitalisasi bangunan pendidikan di daerah rawan banjir. Selain itu, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan praktis bagi pemerintah daerah, konsultan, dan pelaksana konstruksi dalam menentukan prioritas pengendalian biaya serta strategi optimalisasi proyek revitalisasi sekolah yang lebih efisien, adaptif, dan berorientasi pada nilai.

METODE

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus pada proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 Kecamatan Jonggol Kabupaten Bogor. Pendekatan kuantitatif digunakan karena penelitian berfokus pada analisis data biaya proyek, distribusi biaya pekerjaan, serta identifikasi kontribusi masing-masing item pekerjaan terhadap total anggaran proyek. Sementara itu, pendekatan deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik struktur biaya proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir berdasarkan kondisi aktual di lapangan.

Penelitian ini termasuk dalam kategori penelitian terapan (applied research) karena bertujuan menghasilkan rekomendasi praktis dalam pengendalian biaya proyek konstruksi publik melalui identifikasi pekerjaan dominan menggunakan Analisis Pareto. Pendekatan studi kasus dipilih karena penelitian dilakukan secara mendalam pada satu objek proyek tertentu yang memiliki karakteristik khusus, yaitu revitalisasi bangunan sekolah pada kawasan rawan banjir dengan kebutuhan peninggian elevasi bangunan dan adaptasi lingkungan.

Analisis Pareto digunakan sebagai metode utama untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang memberikan kontribusi biaya terbesar terhadap total biaya proyek. Prinsip Pareto menyatakan bahwa sebagian kecil item pekerjaan umumnya menyumbang sebagian besar biaya proyek. Oleh karena itu, metode ini dianggap sesuai untuk menentukan pekerjaan dominan (cost drivers) yang menjadi prioritas pengendalian biaya pada proyek revitalisasi sekolah.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada proyek Revitalisasi SDN Sukamanah 02 yang berlokasi di Desa Sukamanah, Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Lokasi penelitian dipilih karena sekolah tersebut merupakan salah satu bangunan pendidikan yang secara rutin terdampak banjir akibat kondisi elevasi bangunan yang lebih rendah dibandingkan permukaan jalan dan saluran drainase di sekitarnya. Kondisi tersebut menyebabkan pemerintah melakukan revitalisasi bangunan sekolah melalui pekerjaan peninggian lantai, perbaikan struktur, serta rehabilitasi elemen arsitektural bangunan.

Pelaksanaan penelitian dilakukan selama periode Juli sampai Desember 2025. Tahapan penelitian meliputi:

1. Pengumpulan data dokumen proyek;
2. Observasi lapangan;
3. Pengolahan data biaya proyek;
4. Analisis distribusi biaya menggunakan Pareto;
5. Interpretasi hasil analisis;
6. Penyusunan laporan penelitian.

Objek Penelitian

Objek penelitian dalam studi ini adalah struktur biaya proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 yang bersumber dari Anggaran Pendapatan dan Belanja Daerah (APBD) Kabupaten Bogor. Data proyek DAK tidak dianalisis secara kuantitatif dan hanya digunakan sebagai informasi kontekstual pada bagian pendahuluan. Fokus penelitian diarahkan pada identifikasi item pekerjaan yang memiliki kontribusi dominan terhadap total biaya proyek APBD melalui Analisis Pareto. Lingkup pekerjaan yang dianalisis meliputi:

- pekerjaan persiapan;
- pekerjaan tanah dan urugan;
- pekerjaan struktur;
- pekerjaan pasangan;
- pekerjaan atap dan plafon;
- pekerjaan kusen pintu dan jendela;
- pekerjaan lantai;
- pekerjaan pengecatan;
- pekerjaan mekanikal dan elektrik dasar.

Penelitian dibatasi pada analisis distribusi biaya proyek dan identifikasi pekerjaan dominan menggunakan analisis Pareto. Penelitian tidak membahas analisis struktur secara detail maupun evaluasi metode pelaksanaan konstruksi secara menyeluruh.

Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari data sekunder. Data sekunder diperoleh dari dokumen administrasi dan teknis proyek, meliputi:

- Rencana Anggaran Biaya (RAB);
- Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP);
- gambar kerja proyek;
- spesifikasi teknis;
- laporan proyek;
- dokumen assessment BPBD Kabupaten Bogor;
- literatur dan penelitian terdahulu terkait analisis Pareto dan pengendalian biaya proyek konstruksi.

Data RAB digunakan sebagai sumber utama dalam menghitung distribusi biaya dan kontribusi masing-masing item pekerjaan terhadap total biaya proyek.

Studi dokumentasi dilakukan dengan mengumpulkan dokumen proyek berupa RAB, gambar kerja, spesifikasi teknis, dan dokumen pendukung lainnya. Data tersebut digunakan untuk mengetahui volume pekerjaan, harga satuan, serta total biaya masing-masing item pekerjaan. Teknik analisis data dilakukan menggunakan analisis Pareto untuk menentukan distribusi biaya proyek dan mengidentifikasi pekerjaan dominan (cost drivers).

Tahapan analisis dilakukan sebagai berikut:

Rekapitulasi Biaya Pekerjaan

Seluruh item pekerjaan dalam RAB direkap berdasarkan:

- nama pekerjaan;
- volume pekerjaan;
- harga satuan;
- total biaya pekerjaan.

Pengurutan Item Biaya

Item pekerjaan diurutkan dari nilai biaya terbesar hingga terkecil untuk mengetahui pekerjaan yang memberikan kontribusi dominan terhadap total biaya proyek.

Perhitungan Persentase Biaya

Persentase kontribusi biaya masing-masing item dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Persentase Biaya}_i = \frac{\text{Biaya}_i}{\text{Total Biaya}} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan: Biaya_i = biaya item pekerjaan ke- i ; Total Biaya Proyek = total keseluruhan biaya proyek.

Perhitungan Persentase Kumulatif

Setelah persentase tiap item diperoleh, dilakukan perhitungan persentase kumulatif menggunakan rumus:

$$\text{Persentase Kumulatif} = \sum_{i=1}^n \text{Biaya Persentase}_i \quad (2)$$

Hasil persentase kumulatif digunakan untuk menentukan kelompok pekerjaan dominan berdasarkan prinsip Pareto.

Penyusunan Diagram Pareto

Diagram Pareto dibuat untuk menggambarkan hubungan antara distribusi biaya dan kontribusi kumulatif masing-masing item pekerjaan terhadap total biaya proyek.

Identifikasi Cost Drivers

Pekerjaan dengan kontribusi biaya terbesar ditetapkan sebagai pekerjaan dominan (cost drivers) yang menjadi prioritas pengendalian biaya proyek.

HASIL

Gambaran Umum Proyek Revitalisasi SDN Sukamanah 02

SDN Sukamanah 02 merupakan salah satu bangunan pendidikan dasar yang berlokasi di Desa Sukamanah, Kecamatan Jonggol, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Berdasarkan hasil observasi lapangan dan data assessment Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bogor, lokasi sekolah berada pada elevasi yang lebih rendah dibandingkan dengan permukaan jalan dan saluran drainase di sekitarnya, sehingga menyebabkan bangunan sekolah secara rutin mengalami genangan banjir pada musim hujan. Tinggi genangan tercatat berkisar antara 30–60 cm selama periode 2022–2024. Kondisi tersebut mengakibatkan kerusakan pada lantai ruang kelas, saluran drainase, sumur resapan, serta berbagai fasilitas pembelajaran sekolah.

Sebagai respons terhadap kondisi tersebut, pemerintah melaksanakan program revitalisasi bangunan sekolah melalui pekerjaan peninggian elevasi bangunan sekitar 1,1 meter, rehabilitasi elemen struktural dan arsitektural, serta penyesuaian sistem drainase dan material bangunan agar lebih tahan terhadap genangan air dan kelembapan lingkungan. Proyek revitalisasi dilaksanakan melalui skema pendanaan APBD Kabupaten Bogor dengan nilai proyek sekitar Rp1,078 miliar dan durasi pelaksanaan selama 120 hari kalender.

Lingkup pekerjaan revitalisasi meliputi:

- pekerjaan persiapan;
- pekerjaan galian dan urugan;
- pekerjaan struktur beton;
- pekerjaan pasangan;
- pekerjaan atap dan plafon;
- pekerjaan kusen pintu dan jendela;
- pekerjaan lantai;
- pekerjaan pengecatan;
- Pekerjaan instalasi listrik dasar.

Karakteristik utama proyek terletak pada tingginya kebutuhan pekerjaan peninggian bangunan akibat kondisi banjir, sehingga komposisi biaya proyek tidak hanya didominasi oleh pekerjaan struktur, tetapi juga oleh pekerjaan tanah dan elemen arsitektural tertentu.

Analisis Distribusi Biaya Proyek Menggunakan Pareto

Analisis distribusi biaya dilakukan menggunakan metode Pareto untuk mengidentifikasi item pekerjaan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total biaya proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02. Prinsip Pareto digunakan karena dalam proyek konstruksi umumnya terdapat sejumlah kecil item pekerjaan yang menyumbang sebagian besar total biaya proyek. Dengan mengetahui pekerjaan dominan tersebut, pengendalian biaya dapat dilakukan secara lebih efektif dan terfokus.

Berdasarkan hasil rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya (RAB), diperoleh lima item pekerjaan dengan nilai biaya terbesar, yaitu:

1. Penutup atap bitumen;
2. Urugan tanah;
3. Kusen dan pintu fabrikasi;
4. Penutup lantai granit;
5. Plafon PVC.

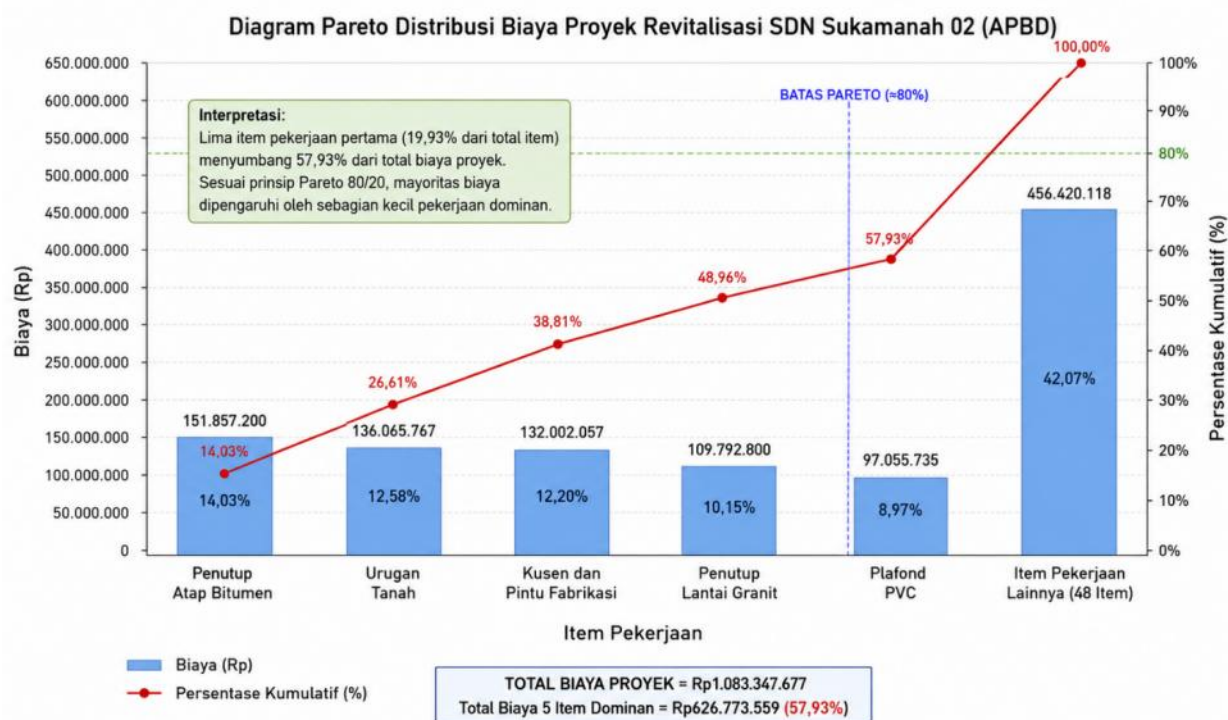
Kelima item tersebut secara kumulatif menyumbang sekitar 57,9% dari total biaya proyek revitalisasi sekolah. Analisis Pareto pada penelitian ini dilakukan terhadap data RAB proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 yang bersumber dari APBD Kabupaten Bogor. Oleh karena itu, seluruh nilai biaya, persentase kontribusi, dan persentase kumulatif pada Tabel 1 merepresentasikan struktur biaya proyek APBD, bukan gabungan APBD dan DAK.

Tabel 1 Distribusi Biaya Dominan Proyek Revitalisasi SDN Sukamanah 02

No	Item Pekerjaan	Total Biaya (Rp)	Persentase (%)	Kumulatif (%)
1	Penutup Atap Bitumen	151.857.200	14,03	14,03
2	Urugan Tanah	136.065.767	12,58	26,61
3	Kusen dan Pintu Fabrikasi	132.002.057	12,20	38,81
4	Penutup Lantai Granit	109.792.800	10,15	48,96
5	Plafon PVC	97.055.735	8,97	57,93
Total		626.773.559		

Sumber olahan data (2026)

Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan penutup atap bitumen merupakan item dengan kontribusi biaya terbesar, yaitu sebesar 14,03% dari total biaya proyek. Selanjutnya diikuti oleh pekerjaan urugan tanah sebesar 12,58%, kusen fabrikasi sebesar 12,20%, penutup lantai granit sebesar 10,15%, dan plafon PVC sebesar 8,97%.



Gambar 1 Diagram Pareto Distribusi biaya proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02

Pembahasan Distribusi Biaya Dominan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi biaya proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 tidak tersebar secara merata pada seluruh item pekerjaan. Sebagian besar biaya proyek terkonsentrasi pada beberapa pekerjaan tertentu yang berhubungan langsung dengan peninggian bangunan dan penggunaan material arsitektural premium. Temuan ini sejalan dengan prinsip Pareto yang menyatakan bahwa sebagian kecil item pekerjaan umumnya memberikan kontribusi terbesar terhadap total biaya proyek konstruksi.

Dominasi biaya pada pekerjaan penutup atap bitumen menunjukkan bahwa pemilihan material arsitektural memiliki pengaruh besar terhadap total anggaran proyek. Kondisi ini sejalan dengan penelitian oleh Love et al., (2013) yang menyatakan bahwa pemilihan material finishing dan arsitektural berkontribusi signifikan terhadap cost escalation pada proyek bangunan publik, khususnya ketika material memiliki spesifikasi khusus dan kebutuhan instalasi kompleks (Love et al., 2013).

Material atap bitumen yang digunakan memiliki harga satuan relatif tinggi karena memerlukan spesifikasi material khusus dan sistem pemasangan tertentu. Selain itu, penggunaan atap bitumen memerlukan jarak reng yang lebih rapat dibandingkan dengan material atap konvensional sehingga turut meningkatkan biaya struktur pendukung atap. Kondisi tersebut menyebabkan pekerjaan atap menjadi salah satu cost driver utama dalam proyek revitalisasi sekolah.

Pekerjaan urugan tanah juga memberikan kontribusi biaya yang sangat besar karena proyek revitalisasi dilakukan pada kawasan rawan banjir dengan kebutuhan peninggian elevasi bangunan sekitar satu meter. Temuan ini mendukung penelitian (Nguyen, 2020) yang menjelaskan bahwa proyek konstruksi pada kawasan rawan banjir cenderung mengalami peningkatan biaya signifikan pada pekerjaan tanah, elevasi bangunan, dan sistem drainase sebagai bentuk adaptasi terhadap risiko hidrologi.

Volume urugan tanah yang tinggi menyebabkan kebutuhan material urug, alat pemadatan, dan tenaga kerja meningkat secara signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir memiliki karakteristik biaya yang berbeda dibandingkan dengan proyek gedung konvensional. Pada proyek normal, biaya terbesar umumnya berasal dari pekerjaan struktur utama, sedangkan pada proyek revitalisasi sekolah terdampak banjir, biaya terbesar justru berasal dari pekerjaan adaptasi lingkungan dan peninggian bangunan.

Selain pekerjaan tanah, penggunaan kusen dan pintu fabrikasi juga menjadi salah satu penyumbang biaya terbesar dalam proyek. Tingginya biaya pekerjaan ini disebabkan oleh penggunaan sistem fabrikasi dengan spesifikasi material tertentu yang memiliki harga relatif lebih mahal dibandingkan dengan sistem rakitan lokal. Meskipun material fabrikasi menawarkan kualitas finishing yang lebih baik, penggunaan sistem proprietary menyebabkan biaya pengadaan dan pemeliharaan menjadi lebih tinggi.

Pekerjaan plafon PVC dan lantai granit juga menunjukkan kontribusi biaya yang cukup signifikan. Hal ini mengindikasikan bahwa elemen finishing memiliki pengaruh besar terhadap total biaya proyek revitalisasi sekolah. Dalam perspektif manajemen konstruksi, kondisi tersebut menunjukkan bahwa pengendalian biaya proyek tidak hanya harus difokuskan pada pekerjaan struktur, tetapi juga pada pemilihan material finishing yang sesuai dengan kebutuhan fungsi bangunan dan kondisi lingkungan proyek.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Wibowo (2020) yang menyatakan bahwa sebagian besar biaya proyek konstruksi umumnya terkonsentrasi pada sejumlah kecil item pekerjaan dominan. Selain itu, Analisis Pareto efektif digunakan untuk menentukan prioritas pengendalian biaya dalam proyek konstruksi publik. Namun demikian, penelitian ini menunjukkan karakteristik berbeda karena item pekerjaan dominan lebih banyak berasal dari pekerjaan adaptasi lingkungan dan elemen arsitektural akibat kondisi bangunan yang berada di daerah rawan banjir.

Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa distribusi biaya proyek sangat dipengaruhi oleh kondisi tapak dan kebutuhan fungsional bangunan. Pada proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02, kebutuhan peninggian elevasi bangunan menyebabkan pekerjaan urugan tanah menjadi salah satu komponen biaya terbesar. Dengan demikian, kondisi geografis dan lingkungan proyek memiliki pengaruh langsung terhadap struktur biaya konstruksi.

Secara keseluruhan, hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa lima item pekerjaan utama menyumbang sekitar 57,9% dari total biaya proyek revitalisasi sekolah. Kondisi ini memperlihatkan bahwa pengendalian biaya proyek dapat dilakukan secara lebih efektif dengan memfokuskan evaluasi pada pekerjaan dominan tersebut. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dapat menjadi dasar penting dalam pengembangan strategi efisiensi biaya dan penerapan rekayasa nilai pada proyek revitalisasi bangunan pendidikan di daerah rawan bencana.

Pembahasan Karakteristik Cost Drivers pada Proyek Revitalisasi Sekolah Rawan Banjir

Hasil analisis Pareto menunjukkan bahwa karakteristik distribusi biaya pada proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 memiliki pola yang berbeda dibandingkan dengan proyek gedung konvensional pada umumnya. Pada proyek gedung biasa, pekerjaan struktur utama seperti beton bertulang, kolom, balok, dan fondasi sering menjadi penyumbang biaya terbesar. Namun, pada penelitian ini, pekerjaan dominan justru berasal dari pekerjaan adaptasi lingkungan dan elemen arsitektural, yaitu pekerjaan atap, urugan tanah, kusen fabrikasi, plafon, dan lantai. Temuan ini menunjukkan bahwa

kondisi geografis dan risiko lingkungan memiliki pengaruh besar terhadap struktur biaya proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir.

Dominasi biaya pekerjaan urugan tanah menunjukkan bahwa upaya mitigasi banjir menjadi faktor utama yang mempengaruhi nilai proyek. Peninggian elevasi bangunan sekitar 1,1 meter menyebabkan kebutuhan volume tanah urug meningkat secara signifikan. Selain biaya material tanah urug, pekerjaan ini juga membutuhkan biaya tambahan berupa alat pemadatan, transportasi material, dan pengendalian kualitas pemadatan tanah. Dalam konteks manajemen konstruksi, kondisi tersebut menunjukkan bahwa proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir memiliki beban biaya adaptasi lingkungan yang cukup tinggi.

Selain itu, pekerjaan atap bitumen menjadi item dengan kontribusi biaya terbesar dalam proyek. Tingginya biaya pekerjaan ini tidak hanya dipengaruhi oleh harga material bitumen yang relatif mahal, tetapi juga oleh sistem pemasangan yang memerlukan spesifikasi teknis tertentu. Penggunaan reng yang lebih rapat serta kebutuhan aksesoris pemasangan menyebabkan biaya pekerjaan meningkat secara signifikan. Temuan ini menunjukkan bahwa keputusan pemilihan material arsitektural memiliki pengaruh langsung terhadap efisiensi biaya proyek.

Penggunaan material premium seperti atap bitumen, plafon PVC, lantai granit, dan kusen fabrikasi menunjukkan bahwa perencanaan proyek revitalisasi tidak hanya mempertimbangkan fungsi dasar bangunan, tetapi juga mempertimbangkan aspek estetika, durabilitas, dan kemudahan pemeliharaan. Namun, beberapa penelitian menunjukkan bahwa penggunaan material premium tidak selalu menghasilkan efisiensi biaya jangka panjang apabila tidak disertai analisis siklus hidup bangunan secara menyeluruh (Abouhamad & Abu-hamd, 2019; Hadidi & El-dash, 2022). Dengan demikian, penggunaan material dengan spesifikasi tinggi sering kali menyebabkan biaya proyek meningkat secara signifikan apabila tidak diimbangi dengan analisis kebutuhan fungsi secara mendalam. Dalam perspektif value management, kondisi tersebut menunjukkan adanya potensi evaluasi terhadap kesesuaian antara biaya dan fungsi bangunan.

Pekerjaan kusen fabrikasi menjadi salah satu item dominan karena menggunakan sistem produk pabrikan dengan spesifikasi tertentu. Penggunaan material fabrikasi memang memberikan kualitas finishing yang baik dan tampilan yang lebih modern, namun biaya pengadaan dan perawatan relatif lebih tinggi dibandingkan sistem rakitan lokal. Selain itu, penggunaan sistem proprietary menyebabkan ketergantungan terhadap produsen tertentu untuk kebutuhan penggantian komponen maupun perawatan jangka panjang. Namun, penelitian oleh (Fang & Arakawa, 2024) menunjukkan bahwa penggunaan sistem fabrikasi proprietary dapat meningkatkan efisiensi pemasangan dan menurunkan biaya pemeliharaan apabila diterapkan pada bangunan dengan kebutuhan durabilitas tinggi. Dalam konteks bangunan sekolah publik, kondisi ini perlu dipertimbangkan karena aspek kemudahan pemeliharaan menjadi faktor penting dalam keberlanjutan bangunan.

Pekerjaan plafon PVC juga memberikan kontribusi biaya yang cukup besar terhadap total anggaran proyek. Material PVC dipilih karena memiliki ketahanan yang baik terhadap kelembapan dan relatif mudah dibersihkan. Namun demikian, harga material PVC lebih tinggi dibandingkan alternatif material plafon konvensional seperti gypsum atau GRC board. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemilihan material dengan pertimbangan durabilitas dan estetika dapat meningkatkan kualitas bangunan, tetapi di sisi lain juga meningkatkan total biaya proyek secara signifikan.

Temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa distribusi biaya proyek revitalisasi sekolah sangat dipengaruhi oleh kebutuhan adaptasi bangunan terhadap risiko banjir. Peninggian elevasi bangunan, pemilihan material tahan lembab, serta penggunaan material arsitektural tertentu menyebabkan biaya proyek lebih terkonsentrasi pada pekerjaan non-struktural dan pekerjaan lingkungan. Kondisi ini berbeda dengan karakteristik proyek gedung pendidikan konvensional yang umumnya lebih didominasi oleh pekerjaan struktur utama.

Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa analisis Pareto mampu memberikan gambaran yang jelas mengenai prioritas pengendalian biaya proyek. Dengan mengetahui item pekerjaan dominan, pengambilan keputusan teknis dan evaluasi efisiensi dapat difokuskan pada pekerjaan yang memberikan dampak terbesar terhadap total anggaran proyek. Pendekatan ini memungkinkan proses pengendalian biaya dilakukan secara lebih sistematis dan efektif dibandingkan dengan evaluasi seluruh item pekerjaan secara menyeluruh.

Secara teoritis, hasil penelitian ini memperkuat konsep bahwa pengendalian biaya proyek konstruksi tidak hanya bergantung pada pengurangan volume pekerjaan atau penurunan spesifikasi material, tetapi juga pada kemampuan mengidentifikasi cost drivers utama dalam struktur biaya proyek. Analisis distribusi biaya menjadi langkah awal yang penting sebelum dilakukan penerapan rekayasa nilai atau evaluasi alternatif teknis pada tahap berikutnya.

Dari perspektif praktis, hasil penelitian memberikan implikasi penting bagi pemerintah daerah dan perencana proyek revitalisasi sekolah. Pengendalian biaya proyek sebaiknya difokuskan pada item pekerjaan dominan yang memiliki kontribusi terbesar terhadap total biaya. Selain itu, pemilihan material bangunan perlu mempertimbangkan keseimbangan antara fungsi, durabilitas, biaya awal, dan biaya pemeliharaan jangka panjang agar penggunaan anggaran publik menjadi lebih optimal dan berkelanjutan.

Dengan demikian, Analisis Pareto tidak hanya berfungsi sebagai alat statistik untuk mengurutkan distribusi biaya proyek, tetapi juga menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan manajemen konstruksi, khususnya pada proyek revitalisasi bangunan pendidikan di daerah rawan bencana.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil Analisis Pareto terhadap data Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek revitalisasi SDN Sukamanah 02 Jonggol yang bersumber dari APBD Kabupaten Bogor, diketahui bahwa distribusi biaya proyek tidak tersebar secara merata pada seluruh item pekerjaan, tetapi terkonsentrasi pada beberapa pekerjaan utama. Hasil penelitian ini dibatasi pada struktur biaya proyek APBD, sedangkan data proyek DAK hanya digunakan sebagai informasi kontekstual dan tidak menjadi objek analisis kuantitatif. Lima item pekerjaan dominan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap total biaya proyek adalah penutup atap bitumen, urugan tanah, kusen dan pintu fabrikasi, penutup lantai granit, serta plafon PVC. Kelima item tersebut secara kumulatif menyumbang sekitar 57,9% dari total biaya proyek APBD. Temuan ini menunjukkan bahwa sebagian besar biaya proyek dipengaruhi oleh sejumlah kecil item pekerjaan bernilai tinggi, sehingga sesuai dengan prinsip Pareto dalam manajemen biaya konstruksi.

Dominasi biaya pada pekerjaan urugan tanah menunjukkan bahwa proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir sangat dipengaruhi oleh kebutuhan adaptasi lingkungan, khususnya peninggian elevasi bangunan untuk mengurangi risiko genangan air. Sementara itu, tingginya kontribusi biaya pekerjaan penutup atap bitumen, kusen dan pintu fabrikasi, penutup lantai granit, serta plafon PVC menunjukkan bahwa elemen arsitektural dan pemilihan material memiliki pengaruh besar terhadap total anggaran proyek. Dengan demikian, struktur biaya proyek tidak hanya dipengaruhi oleh pekerjaan struktur, tetapi juga oleh kebutuhan adaptasi terhadap kondisi lingkungan, durabilitas material, dan fungsi operasional bangunan.

Analisis Pareto dapat digunakan sebagai alat awal untuk mengidentifikasi prioritas pengendalian biaya pada proyek konstruksi. Dengan mengetahui item pekerjaan yang menjadi *cost drivers*, proses evaluasi efisiensi, pengambilan keputusan teknis, dan pengendalian anggaran dapat difokuskan pada pekerjaan yang memberikan pengaruh terbesar terhadap total biaya proyek. Oleh karena itu, Analisis Pareto dapat menjadi dasar penting dalam penerapan rekayasa nilai (*Value Engineering*) dan strategi optimasi biaya pada proyek revitalisasi bangunan pendidikan di daerah rawan bencana.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, pemerintah daerah dan instansi terkait disarankan melakukan evaluasi distribusi biaya sejak tahap perencanaan proyek, khususnya pada proyek revitalisasi bangunan pendidikan di daerah rawan bencana. Pemilihan material bangunan perlu mempertimbangkan keseimbangan antara fungsi, durabilitas, biaya awal, dan biaya pemeliharaan jangka panjang agar penggunaan anggaran publik menjadi lebih optimal dan berkelanjutan. Pada proyek revitalisasi sekolah di daerah rawan banjir, pekerjaan peninggian elevasi bangunan dan sistem drainase perlu menjadi perhatian utama karena berpengaruh terhadap struktur biaya proyek. Selain itu, penggunaan material arsitektural dengan biaya tinggi, seperti atap bitumen, plafon PVC, kusen fabrikasi, dan lantai granit, perlu dievaluasi berdasarkan kesesuaian fungsi, kebutuhan operasional, ketahanan terhadap lingkungan lembap, dan efisiensi biaya.

Bagi peneliti selanjutnya, penelitian dapat dikembangkan dengan mengintegrasikan Analisis Pareto dan Rekayasa Nilai secara lebih komprehensif, termasuk analisis biaya siklus hidup (*Life Cycle Cost Analysis*) serta evaluasi kinerja material terhadap kondisi lingkungan ekstrem. Penelitian berikutnya juga disarankan dilakukan pada proyek revitalisasi sekolah dengan lokasi, karakteristik bangunan, dan skema pendanaan yang berbeda agar diperoleh gambaran distribusi biaya yang lebih luas dan representatif dalam mendukung pengelolaan proyek konstruksi publik yang efisien dan berorientasi pada nilai.

DAFTAR PUSTAKA

- Abouhamad, M., & Abu-hamd, M. (2019). Framework for construction system selection based on life cycle cost and sustainability assessment. *Journal of Cleaner Production*, 241(1), 118397. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118397>
- Ajayi, T. O., Daramola, O. T., & Adhuze, O. O. (2024). Cost Management Evolution in Building Projects: A Review of Innovations and Challenges. *International Journal Of Research And Innovation In Applied Science (IJRIAS)*, IX(2454), 80–95. <https://doi.org/10.51584/IJRIAS>
- Asa, M. F., Iskandar, S., Bari, S., Abd, B., & Ali, M. (2024). Cost-Saving Strategy Employing Value Engineering Analysis on Basement Construction Work. *International Journal of Technology*, 1(September), 1–17. <https://doi.org/10.14716/ijtech.v0i0.0000>
- Das, D. K. (2025). Resilient and Sustainable Urban Infrastructure in the Global South : Strategies to Address Climate Change - Linked Vulnerabilities. *Urban Planning*, 10(10037), 1–29.
- Diao, X., Li, H., Zeng, S., & Tam, V. W. Y. (2011). Technological and Economic Development of Economy A Pareto Multi-Objective Optimization Approach for Solving Time-Cost-Quality Tradeoff Problems. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(October 2014), 37–41. <https://doi.org/10.3846/13928619.2011.553988>

- Fang, L., & Arakawa, M. (2024). Construction Cost Optimization of Prefabricated Buildings Based on BIM Technology. *Information Resources Management Journal*, 37(1), 1–14. <https://doi.org/10.4018/IRMJ.348335>
- Hadidi, O. El, & El-dash, K. (2022). Evaluation Of Building Life Cycle Cost (Lcc) Criteria In Egypt Using The Analytic Hierarchy Process (AHP). *IJHP*, 14(2), 1–26.
- Kadiri, D. S., Alao, A. ., & Onabanjo, B. . (2020). Using The Pareto Principle To Control Building Cost In Nigeria. *Ethiopian Journal of Environmental Studies & Management* 1, 13(3), 318–325. <https://doi.org/doi:https://ejesm.org/doi/v13i3.5>
- Kaming, P. F., Olomolaiye, P. O., Holt, G. D., & Harris, F. C. (2010). Factors influencing construction time and cost overruns on high-rise projects in Indonesia. *Construction Management and Economics*, 15(1), 83–94. <https://doi.org/10.1080/014461997373132>
- Kerzner, H. (2017). *Project Management A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*.
- Lestia, I. S., Leuhery, L., Titaley, H. D., & Suryawan, M. A. (2026). Kinerja Proyek terhadap Efisiensi Waktu dan Biaya dalam Proyek Percepatan Konstruksi Pembangunan Gedung Kantor Kejaksaan Negeri Tual. *Jurnal Talenta Sipil* Vol, 9(1), 859–871. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v9i1.1189>
- Love, P. E. D., Sing, C. P., Wang, X., Edwards, D. J., & Odeyinka, H. (2013). Probability distribution fitting of schedule overruns in construction projects. *Journal of the Operational Research Society*, 64(8), 1231–1247. <https://doi.org/10.1057/jors.2013.29>
- Nguyen, L. H. (2020). Empirical analysis of a management function's failures in construction project delay. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 6(2), 26. <https://doi.org/10.3390/joitmc6020026>
- Nurbaity, D. P. (2021). Pengembangan Infrastruktur Berbasis Resilient City Di Kota Kendari, Sulawesi Tenggara , Studi Kasus : Kawasan. *Pawon: Jurnal Arsitektur*, 2(5), 293–310.
- Rosyidie, A. (2013). Banjir : Fakta dan Dampaknya, Serta Pengaruh dari Perubahan Guna Lahan. *Jurnal Perencanaan Wilayah Dan Kota*, 24(3), 241–249.
- Sumarda, A., Dwiretnani, A., & Dony, W. (2022). Penerapan Rekayasa Nilai (Value Engineering) pada Proyek Pembangunan Gedung Kantor Pusat Layanan Haji dan Umroh Terpadu Kementerian Agama Kab. Batanghari. *Jurnal Talenta Sipil*, 5, 335–345. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i2.136>
- Susanti, R., & Nurdiana, A. (2020). Cost Overrun in Construction Projects in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science PAPER*, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/506/1/012039>
- Triyandi, J., Dwiretnani, A., & Setiawan, A. (2022). Evaluasi Sisa Material Pada Pembangunan Gedung Kantor Kejaksaan Tinggi Jambi. *Jurnal Talenta Sipil*, 5(2), 367–376. <https://doi.org/10.33087/talentasipil.v5i2.140>
- Wibowo, Y. A., Ronggowulan, L., Arif, D. A., & Afrizal, R. (2019). Perencanaan Mitigasi Bencana Banjir Non-Struktural Di Daerah Aliran Sungai Comal Hilir , Jawa Tengah. *JPIG (Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Geografi)*, 4(2), 87–100. <http://ejournal.unikama.ac.id/index.php/JPIG/>