



Program berbasis Python untuk estimasi biaya dan perencanaan sumber daya proyek konstruksi

Toriq A. Ghuzdewan¹

¹Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada, Indonesia

toriq@ugm.ac.id

Info Artikel :

Diterima :

26 Juni 2025

Disetujui :

21 Juli 2025

Dipublikasikan :

15 September 2025

ABSTRAK

Estimasi biaya merupakan komponen krusial yang sangat memengaruhi keberhasilan proyek. Pada dasarnya, estimasi biaya adalah perhitungan kebutuhan biaya dari pekerjaan yang tersusun atas sumber daya proyek, yaitu material, tenaga kerja, dan peralatan. Selama ini, estimasi biaya umumnya dilakukan menggunakan Excel. Namun, metode tersebut menuntut ketelitian tinggi, keterampilan teknis operator, serta memerlukan waktu yang cukup lama, terutama ketika harus disertai analisis kebutuhan sumber daya. Penelitian ini bertujuan mengembangkan program berbasis Python untuk melakukan estimasi biaya sekaligus analisis kebutuhan sumber daya agar dapat dilakukan dengan cepat dan teliti. Untuk itu, dirancang algoritma pemrograman yang menjelaskan langkah-langkah logis, sistematis, dan terstruktur dalam menyelesaikan permasalahan atau mencapai tujuan penelitian ini. Estimasi biaya dan perhitungan sumber daya dilakukan berdasarkan konsep Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), sebagaimana praktik umum di industri konstruksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa program yang dikembangkan dapat digunakan dengan mudah untuk estimasi biaya dan perencanaan kebutuhan sumber daya. Program ini sejalan dengan praktik industri konstruksi di Indonesia, di mana aplikasi sejenis masih jarang tersedia di pasar. Dengan demikian, program ini diharapkan dapat menjadi alat bantu efektif bagi manajer proyek dalam melakukan estimasi biaya, perencanaan, serta pengendalian sumber daya. Pada akhirnya, hal ini dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan proyek sekaligus memperbesar peluang keberhasilan pelaksanaan konstruksi.

Kata Kunci: Program, Python, Estimasi biaya, Sumber daya, Proyek, Konstruksi

ABSTRACT

Cost estimation is a crucial component that greatly influences the success of a project. Essentially, it is the calculation of cost requirements for tasks composed of project resources, such as materials, labor, and equipment. Traditionally, cost estimation is carried out using Excel; however, this method demands high accuracy, technical skills from the operator, and considerable time, especially when resource requirement analysis is involved. This study aims to develop a Python-based program to perform cost estimation as well as resource requirement analysis. To achieve this, an algorithm was designed that includes the identification of inputs, processes, and outputs. The calculations are based on the concept of Work Unit Price Analysis (AHSP), as commonly practiced in the construction industry. The results indicate that the developed program can be easily used for cost estimation and resource planning. The program aligns with construction industry practices in Indonesia, where similar applications are still rarely available on the market. Therefore, it is expected to serve as an effective tool for project managers in conducting cost estimation, planning, and resource control, ultimately improving project management efficiency and increasing the likelihood of successful construction implementation.

Keywords: Program, Python, Cost estimation, Resources, Project, Construction



©2025 Toriq A. Ghuzdewan. Diterbitkan oleh Arka Institute. Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Estimasi biaya merupakan komponen fundamental dalam manajemen proyek konstruksi karena secara langsung memengaruhi keberhasilan maupun potensi kerugian proyek (Fazil, 2021; Project Management Institute, 2017). Ketidakakuratan estimasi telah banyak dilaporkan sebagai penyebab terjadinya *cost overrun* baik pada proyek berskala kecil maupun besar (Rianti, 2025), serta di berbagai wilayah (Refun et al., 2017). Kasus nyata terjadi pada megaprojek Kereta Cepat Jakarta–Bandung (KCJB) yang mengalami pembengkakan biaya hingga Rp18 triliun (Bahfein & Alexander, 2023). Fenomena *cost overrun* di negara berkembang dilaporkan mencapai 50–100%. Di negara maju pun, kasus serupa terjadi, misalnya di Jerman pembengkakan biaya proyek konstruksi mencapai 78%, Kanada 82%, Eropa 25,7%, dan Amerika Serikat rata-rata 23,6% (F. A. Suryawinata, 2024). Beberapa

contoh ekstrem antara lain Terowongan Channel di Eropa yang membengkak hingga 80%, Bandara Denver di Amerika Serikat hingga 200%, dan Gedung Opera Sydney mencapai 220% (Bahfein & Alexander, 2023). Fakta tersebut menegaskan bahwa estimasi biaya yang akurat sangat penting untuk menghindari kerugian signifikan dalam pelaksanaan proyek.

Menurut Project Management Institute (2017), estimasi biaya merupakan proses memprediksi pengeluaran yang dibutuhkan dalam proyek konstruksi. Beberapa pendekatan yang digunakan antara lain *expert judgement*, *analogous estimating*, *parametric estimating*, dan *bottom-up estimating*. Pendekatan terakhir, yang dikenal sebagai estimasi detail, merupakan metode paling teliti karena menghitung seluruh komponen pekerjaan proyek secara rinci (Project Management Institute, 2017). Di Indonesia, praktik estimasi detail dilakukan dengan menghitung volume pekerjaan berdasarkan gambar, kemudian mengalikannya dengan harga satuan yang ditetapkan melalui pedoman resmi, mulai dari analisis *Burgelijke Openbare Werken* (BOW), Standar Nasional Indonesia (SNI), hingga regulasi terbaru dari Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) yang telah direvisi beberapa kali, yakni pada tahun 2013, 2016, dan 2023 (Permadi et al., 2018). Wahyuningsih et al. (2024) dalam penelitiannya telah mengaplikasikan standar tersebut dalam praktik estimasi biaya. Berdasarkan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, estimasi biaya dilakukan melalui penyusunan rekapitulasi anggaran biaya, analisis harga satuan, serta daftar kebutuhan sumber daya yang mencakup material, tenaga kerja, dan peralatan (PUPR08, 2023).

Estimasi biaya dapat dihitung secara manual maupun dengan bantuan perangkat lunak. Perhitungan manual menggunakan metode langsung atau kalkulator sederhana, namun membutuhkan waktu lama dan berisiko tinggi terhadap kesalahan. Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, perangkat lunak, seperti Microsoft Excel banyak digunakan, meskipun masih membutuhkan pemahaman perintah teknis dan ketelitian (Bidwaik et al., 2024). Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Lendra et al. (2023) telah mengembangkan aplikasi berbasis *macro Excel* untuk menyederhanakan proses input data, termasuk bahan, tenaga kerja, dan peralatan, serta menyajikan analisis harga satuan dan anggaran biaya secara lebih terstruktur. Inovasi tersebut terbukti meningkatkan efisiensi dan akurasi estimasi biaya sesuai standar di Indonesia. Sementara penelitian Mahendra et al. (2023) telah menciptakan sebuah teknologi yang lebih mutakhir, yaitu *Building Information Modeling* (BIM) yang mengintegrasikan estimasi dengan model tiga dimensi, meskipun penerapannya relatif rumit dan memerlukan perangkat lunak berbiaya tinggi. Upaya serupa sebelumnya pernah dilakukan oleh Prasetyo et al. (2015) dalam penelitiannya, yaitu menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic*.

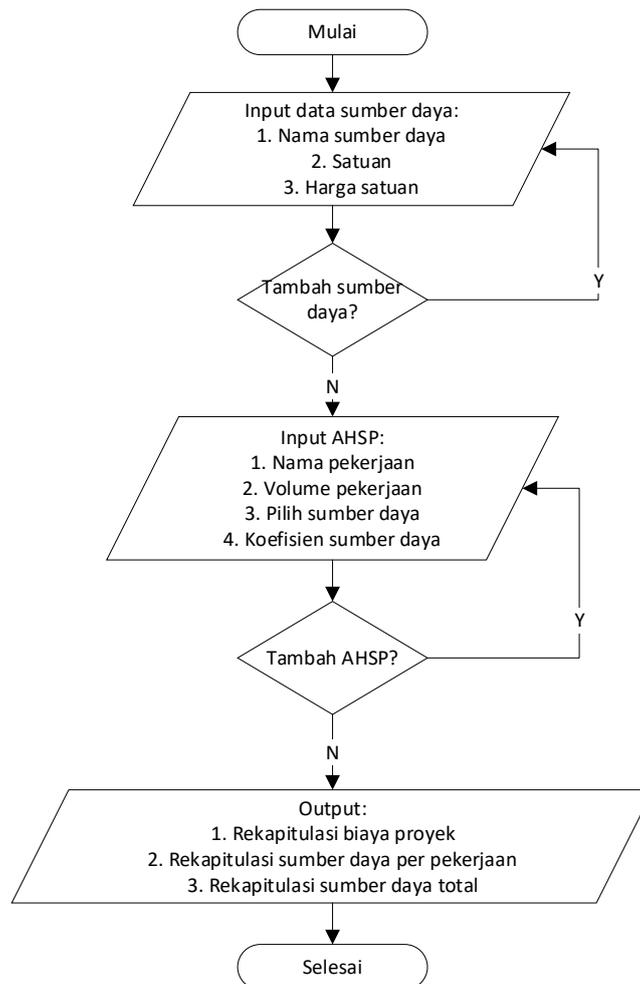
Perangkat lunak estimasi biaya konstruksi saat ini juga tersedia luas secara komersial. Beberapa fokus pada perhitungan volume pekerjaan, sementara lainnya mampu mengotomatisasi perkalian volume dengan harga satuan. Beberapa contoh populer antara lain Procure, Contractor Foreman, AutoCAD Construction, Buildxact, PlanSwift, Stack, dan CoConstruct (Sharma, 2024). Perangkat lunak ini menawarkan kecepatan, akurasi, serta antarmuka profesional, namun format dan metode pelaporannya berbeda dengan praktik umum di Indonesia. Misalnya, Microsoft Project menyusun estimasi biaya melalui alokasi sumber daya pada setiap aktivitas, menyediakan analisis alokasi berlebihan (*over-allocated resources*), serta menyajikan rincian biaya per pekerjaan (Gunaga & George, 2022). Oleh karena itu, Sharma (2024) menekankan pentingnya menyesuaikan pilihan perangkat lunak dengan kebutuhan spesifik proyek, integrasi sistem, kemudahan penggunaan, biaya lisensi, fitur yang ditawarkan, serta kesesuaian dengan praktik industri.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat lunak estimasi biaya yang selaras dengan praktik konstruksi di Indonesia, khususnya merujuk pada format Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023, yaitu perhitungan biaya berdasarkan volume pekerjaan dan analisis harga satuan. Dalam penelitian ini digunakan Python, sebuah bahasa pemrograman yang semakin luas diadopsi dalam manajemen konstruksi (Artha, 2021). Perangkat lunak yang dikembangkan tidak hanya menyusun estimasi biaya, tetapi juga menghasilkan analisis kebutuhan sumber daya secara rinci, baik pada tingkat pekerjaan maupun proyek. Analisis sumber daya memang tersedia dalam perangkat lunak seperti Microsoft Project, namun proses input data di sana cukup kompleks dan tidak berbasis konsep analisa harga satuan pekerjaan yang lazim digunakan di Indonesia (Praganingrum et al., 2024). Kajian mengenai perhitungan sumber daya proyek juga pernah dilakukan, tetapi masih bersifat manual sehingga memakan waktu lama dan rawan kesalahan (Nudja, 2016). Mengingat analisis kebutuhan sumber daya merupakan aspek krusial yang kompleks karena melibatkan material, tenaga kerja, dan peralatan dalam jumlah besar (Rahman et al., 2012), program yang dikembangkan dalam penelitian ini

diharapkan dapat mengatasi keterbatasan tersebut serta mendukung manajemen pengadaan dan pengendalian biaya secara lebih komprehensif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan mengembangkan program berbasis Python untuk estimasi biaya dan perencanaan sumber daya pada proyek konstruksi. Gambar 1 memperlihatkan algoritma pengembangan program, yang terdiri atas langkah-langkah logis, sistematis, dan terstruktur dalam menyelesaikan permasalahan atau mencapai tujuan tertentu dalam proses komputasi. Algoritma berfungsi sebagai pedoman bagi komputer untuk menjalankan instruksi, mulai dari menerima input, memproses data sesuai aturan yang ditetapkan, hingga menghasilkan output (Mambang et al., 2022). Dengan demikian, *flowchart* pada Gambar 1 menggambarkan alur algoritma program estimasi biaya yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Algoritma Program

Langkah pertama adalah melakukan input data sumber daya. Pada tahap ini, pengguna diminta untuk mengisi jenis sumber daya yang dapat berupa material, tenaga kerja, maupun peralatan. Setelah itu, masukkan satuan serta harga satuan dari setiap sumber daya yang digunakan. Setelah proses pengisian dilakukan, sistem akan menampilkan prompt konfirmasi untuk memastikan apakah input data sumber daya telah selesai. Jika pengisian belum selesai, pengguna dapat melanjutkan dengan menambahkan sumber daya lainnya. Jika pengisian sudah selesai, maka proses akan dilanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu input Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP).

Langkah kedua adalah melakukan input AHSP. Pada tahap ini, pengguna wajib mengisi data pekerjaan meliputi nama pekerjaan, volume, pemilihan jenis sumber daya, serta penetapan koefisien kebutuhan masing-masing sumber daya. Selanjutnya, program akan secara otomatis melakukan

perhitungan nilai AHSP dan total biaya pekerjaan, yang diturunkan dari hasil perkalian antara volume pekerjaan dengan nilai AHSP yang telah dihasilkan. Input AHSP akan dilanjutkan jika masih ada pekerjaan yang akan dihitung.

Setelah proses pengisian AHSP selesai, tahap terakhir adalah penyajian hasil akhir yang terdiri atas: (1) daftar rekapitulasi biaya, (2) daftar kebutuhan sumber daya untuk setiap jenis pekerjaan, dan (3) daftar kebutuhan sumber daya total untuk keseluruhan proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Berikut disajikan hasil *running* program yang telah dilakukan sesuai dengan algoritma diatas. Proses dimulai dari pengisian data sumber daya (material, tenaga kerja, dan peralatan), dilanjutkan dengan input Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), hingga menghasilkan keluaran akhir berupa rekapitulasi biaya dan kebutuhan sumber daya.

Input sumber daya

Gambar 2 memperlihatkan antarmuka perangkat lunak untuk proses pemasukan data sumber daya. Pada tahap awal, pengguna diminta menentukan kategori sumber daya yang akan diinput, yaitu material, tenaga kerja, atau peralatan.

Sebagai contoh, ketika data mandor akan dimasukkan, pada baris berikutnya perangkat lunak meminta input satuan tenaga kerja, misalnya OH (orang-hari). Selanjutnya, pengguna memasukkan harga satuan untuk tenaga kerja tersebut, misalnya Rp175.000 per OH.

Pada tahap berikutnya, perangkat lunak menampilkan pertanyaan mengenai penambahan data sumber daya baru. Apabila pengguna menjawab “Y”, maka perangkat lunak akan meminta input nama sumber daya berikutnya. Sebaliknya, apabila dijawab “N”, maka proses input sumber daya dinyatakan selesai, dan sistem secara otomatis melanjutkan ke tahap berikutnya, yaitu penginputan koefisien untuk analisis harga satuan pekerjaan.

```
INPUT SUMBER DAYA
=====
Nama sumberdaya (material, tenaga, alat): Mandor
Satuan (misal: oh, m3, kg, sak): oh
Harga satuan: 175000
Tambah sumberdaya lain? (Y/N): y

INPUT SUMBER DAYA
=====
Nama sumberdaya (material, tenaga, alat): Pasir

Satuan (misal: oh, m3, kg, sak): Harga satuan: m3
Harga satuan harus berupa angka. Ulangi input.
```

Gambar 2. Input Sumber Daya

Proses input sumber daya pada perangkat lunak dilakukan secara bertahap untuk setiap item, disertai keterangan yang jelas sehingga memudahkan pengguna dalam melakukan pengisian data. Desain ini sejalan dengan prinsip perangkat lunak yang baik, yaitu *user friendly* atau mudah digunakan (Sharma, 2024).

Keunggulan pendekatan ini adalah sederhananya proses pengoperasian, sehingga dapat dilakukan oleh operator dengan keterampilan dasar tanpa memerlukan keahlian khusus, berbeda dengan penggunaan Microsoft Excel yang menuntut penguasaan rumus dan ketelitian tinggi (Bidwaik et al., 2024);(Lendra et al., 2023). Dengan demikian, perangkat lunak ini lebih inklusif bagi praktisi lapangan maupun staf administrasi yang terlibat dalam penyusunan anggaran biaya proyek.

Selain itu, proses input yang sistematis membantu meminimalkan risiko kesalahan dalam pengisian data sumber daya, karena setiap tahap telah disusun secara berurutan dan dilengkapi verifikasi

sederhana sebelum data disimpan. Hal ini berimplikasi pada peningkatan akurasi estimasi serta efisiensi waktu dibandingkan metode manual maupun penggunaan spreadsheet konvensional.

Analisa Harga Satuan Pekerjaan

Setelah tahap input sumber daya selesai, langkah berikutnya adalah melakukan analisis harga satuan pekerjaan. Pada tahap ini, perangkat lunak meminta pengguna untuk memasukkan nama pekerjaan serta volume pekerjaan yang akan dianalisis (Gambar 3). Selanjutnya, sistem menampilkan daftar sumber daya yang telah dimasukkan pada tahap sebelumnya.

Proses pemilihan sumber daya dilakukan dengan cara mengetikkan nomor dari daftar yang tersedia. Mekanisme ini tidak hanya memudahkan pengguna dalam melakukan input, tetapi juga berfungsi sebagai kontrol untuk meminimalkan potensi kesalahan pengisian data. Desain interaksi ini sejalan dengan prinsip *user friendly* dalam pengembangan perangkat lunak (Sharma, 2024).

Setelah memilih sumber daya yang relevan, perangkat lunak meminta pengguna untuk mengisi nilai koefisien sumber daya tersebut sesuai kebutuhan pekerjaan. Sistem kemudian menanyakan apakah terdapat sumber daya tambahan yang perlu dimasukkan untuk pekerjaan yang sama. Jika masih ada, proses berlanjut dengan pengisian sumber daya berikutnya. Sebaliknya, jika semua sumber daya telah tercatat dan pengguna mengetikkan perintah "N", maka perangkat lunak secara otomatis menampilkan hasil dalam bentuk tabel Analisis Harga Satuan (AHS), sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 4.

Dengan alur input yang sistematis dan terstruktur ini, perangkat lunak memungkinkan penyusunan analisis harga satuan secara lebih cepat, akurat, dan konsisten dibandingkan metode manual.

```
=== ANALISA HARGA SATUAN PEKERJAAN ===
Nama pekerjaan: Galian tanah
Volume pekerjaan: 69

Pilih sumber daya dari daftar berikut:
1. Pekerja (oh) - Rp100,000
2. Tukang (oh) - Rp120,000
3. Kepala tukang (oh) - Rp150,000
4. Mandor (oh) - Rp175,000
5. pasir (m3) - Rp100,000
6. Batu belah (m3) - Rp120,000
7. Semen (kg) - Rp1,200

Masukkan sumber daya untuk analisa:
Pilih nomor sumber daya (sesuai daftar): 1
-> Anda memilih: Pekerja
Koefisien sumberdaya: 0.4
Tambah sumber daya lain untuk pekerjaan ini? (Y/N): y
```

Gambar 3. Input Analisa Harga Satuan

```

=== AHSP PONDASI ===
+-----+-----+-----+-----+
| Sumber Daya | Koefisien | Harga Satuan | Total Biaya |
+-----+-----+-----+-----+
| Batu belah | 1.20 | Rp 120,000 | Rp 144,000 |
| Semen | 235.00 | Rp 1,200 | Rp 282,000 |
| pasir | 0.52 | Rp 100,000 | Rp 52,000 |
| Pekerja | 1.50 | Rp 100,000 | Rp 150,000 |
| Tukang | 0.60 | Rp 120,000 | Rp 72,000 |
| Kepala tukang | 0.06 | Rp 150,000 | Rp 9,000 |
| Mandor | 0.07 | Rp 175,000 | Rp 13,125 |
+-----+-----+-----+-----+
| TOTAL | | | Rp 722,125 |
+-----+-----+-----+-----+

```

Gambar 4. Analisa Harga Satuan

Gambar diatas menunjukkan tabel hasil analisis harga satuan yang dihasilkan perangkat lunak telah disusun sesuai dengan praktik standar estimasi biaya proyek konstruksi di Indonesia, yaitu menggunakan format Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) sebagaimana diatur dalam Permen PUPR (Prasetyo et al., 2015).

Struktur tabel terdiri atas beberapa kolom utama, yaitu: (1) nama sumber daya yang digunakan untuk menyusun pekerjaan, (2) nilai koefisien masing-masing sumber daya, (3) harga satuan, (4) jumlah biaya setiap sumber daya, serta (5) total biaya pekerjaan. Format ini memudahkan pengguna dalam melakukan penelusuran komponen biaya secara rinci dan transparan, sekaligus memfasilitasi proses rekapitulasi pada tingkat proyek secara keseluruhan.

Dengan mengikuti standar Permen PUPR, tabel yang dihasilkan tidak hanya memenuhi kebutuhan praktis estimasi biaya, tetapi juga menjamin kesesuaian dengan regulasi yang berlaku, sehingga hasil perhitungan dapat langsung digunakan dalam dokumen anggaran biaya proyek konstruksi.

Output program

Output berupa rekapitulasi anggaran biaya dihasilkan secara otomatis setelah seluruh analisis harga satuan pada langkah sebelumnya selesai dimasukkan. Rekapitulasi ini menyajikan perhitungan biaya untuk setiap item pekerjaan sekaligus total biaya proyek secara keseluruhan.

Sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5, tabel rekapitulasi memuat daftar seluruh item pekerjaan yang menyusun proyek beserta nilai biayanya. Format ini memudahkan pengguna dalam memahami komposisi biaya, melakukan verifikasi, serta menyajikan total anggaran yang dapat digunakan langsung dalam dokumen perencanaan proyek.

```

=== REKAPITULASI PEKERJAAN ===
No Pekerjaan Volume Harga Satuan Total Biaya
-----
1 Galian tanah 69.00 47,000 3,243,000
2 Urug kembali 34.00 22,525 765,850
3 Urug pasir 4.00 178,750 715,000
4 Pondasi 34.00 722,125 24,552,250
-----
TOTAL 29,276,100

```

Gambar 5. Rekapitulasi Anggaran Biaya

Tahap berikutnya, program menampilkan tabel kebutuhan sumber daya per pekerjaan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6. Tabel ini memberikan informasi rinci mengenai jumlah material, tenaga kerja, maupun peralatan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap jenis pekerjaan dalam proyek.

Sebagai contoh, untuk pekerjaan pondasi dengan volume 34 m³, perangkat lunak menghitung kebutuhan sumber daya sebagai berikut: material berupa batu belah sebesar 40,80 m³, semen sebanyak 7.990 kg, dan pasir sebanyak 17,68 m³. Dari sisi tenaga kerja, kebutuhan terdiri atas 51 orang-hari pekerja, 20,40 orang-hari tukang, 2,04 orang-hari kepala tukang, serta 2,55 orang-hari mandor.

Penyajian data dalam format tabel semacam ini memberikan gambaran yang lebih jelas mengenai distribusi kebutuhan sumber daya, sehingga memudahkan manajer proyek dalam perencanaan pengadaan, alokasi sumber daya, serta pengendalian biaya dan jadwal proyek.

```
>> PONDASI (Volume: 34.0):
- Batu belah: 40.80 m3
- Semen: 7,990.00 kg
- pasir: 17.68 m3
- Pekerja: 51.00 oh
- Tukang: 20.40 oh
- Kepala tukang: 2.04 oh
- Mandor: 2.55 oh
```

Gambar 6. Kebutuhan Sumber Daya Per Pekerjaan

Gambar 7 menampilkan hasil rekapitulasi kebutuhan sumber daya untuk keseluruhan proyek. Pada contoh ini, pekerjaan yang dianalisis meliputi galian, urug kembali, urug pasir, dan pondasi. Rekapitulasi tersebut menyajikan total kebutuhan sumber daya yang terdiri dari tenaga kerja (pekerja, tukang, mandor, dan kepala tukang) serta material utama (pasir, batu belah, dan semen), lengkap dengan volume dan total biaya masing-masing.

Informasi ini sangat penting dalam konteks manajemen biaya proyek, karena menyediakan gambaran menyeluruh mengenai alokasi sumber daya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Dengan adanya rekapitulasi ini, manajer proyek dapat melakukan perencanaan pengadaan yang lebih tepat, sekaligus memantau pemakaian sumber daya secara rinci. Selain itu, data agregat semacam ini mendukung proses pengendalian biaya dan monitoring proyek secara lebih sistematis dan terukur (Sharma, 2024).

```
=== REKAP TOTAL SUMBER DAYA ===
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| No | Nama Sumber Daya | Volume | Satuan | Harga Satuan | Jumlah |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| 1 | Pekerja | 87.13 | oh | Rp 100,000 | Rp 8,712,800 |
| 2 | Tukang | 20.40 | oh | Rp 120,000 | Rp 2,448,000 |
| 3 | Mandor | 6.16 | oh | Rp 175,000 | Rp 1,077,300 |
| 4 | pasir | 22.48 | m3 | Rp 100,000 | Rp 2,248,000 |
| 5 | Batu belah | 40.80 | m3 | Rp 120,000 | Rp 4,896,000 |
| 6 | Semen | 7,990.00 | kg | Rp 1,200 | Rp 9,588,000 |
| 7 | Kepala tukang | 2.04 | oh | Rp 150,000 | Rp 306,000 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
| | TOTAL | | | | Rp 29,276,100 |
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
```

Gambar 7. Kebutuhan Sumber Daya Total

Pembahasan

Secara umum, program yang dikembangkan terdiri dari tiga komponen utama, yaitu input, proses, dan output.

Fitur Input

Fitur input mencakup data sumber daya utama, yaitu material, tenaga kerja, dan peralatan, yang disusun sesuai dengan pedoman umum di Indonesia (PUPR08, 2023). Mekanisme input dirancang secara sederhana dengan sistem pertanyaan berurutan sehingga memudahkan pengguna dalam memasukkan data. Desain ini sejalan dengan prinsip *user-friendly* sebagai salah satu kriteria penting dalam pengembangan perangkat lunak (Sharma, 2024).

Meskipun saat ini tampilan input masih berbasis teks dan relatif sederhana, program sudah cukup efektif untuk mendukung kebutuhan pengguna. Dibandingkan Microsoft Excel yang menuntut keahlian khusus dalam penyusunan formula dan format tabel, program ini jauh lebih mudah dioperasikan bahkan oleh pengguna tanpa latar belakang teknis yang mendalam (Bidwaik et al., 2024; Lendra et al., 2023). Ke depan, pengembangan antarmuka grafis diharapkan dapat meningkatkan daya tarik visual dan kenyamanan penggunaan.

Proses Perhitungan

Program ini dikembangkan berdasarkan metode analisis harga satuan pekerjaan (AHS) yang umum diterapkan di Indonesia (Lendra et al., 2023). Salah satu keunggulan utama dibandingkan perangkat lunak lain adalah fleksibilitas dalam memasukkan koefisien sumber daya secara satu per satu. Hal ini memungkinkan pengguna menyesuaikan standar yang digunakan, baik mengacu pada Permen PUPR maupun standar internal perusahaan. Fleksibilitas ini membedakan program dari penelitian terdahulu, misalnya Prasetyo et al. (2015), yang hanya mengacu pada koefisien tetap sesuai standar PUPR tanpa opsi penyesuaian.

Estimasi biaya dilakukan dengan mengalikan harga satuan pekerjaan dengan volume pekerjaan yang telah diukur sesuai standar. Proses ini menghasilkan estimasi yang komprehensif, mencakup komponen material, tenaga kerja, dan peralatan, yang kemudian disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi anggaran biaya. Format ini selaras dengan ketentuan Permen PUPR Nomor 8 Tahun 2023 (PUPR08, 2023), yang menegaskan pentingnya analisis harga satuan sebagai dasar estimasi biaya proyek.

Output Program

Output utama program mencakup: tabel analisis harga satuan pekerjaan, tabel rekapitulasi biaya, serta tabel kebutuhan sumber daya, baik pada tingkat pekerjaan maupun keseluruhan proyek. Fitur laporan kebutuhan sumber daya merupakan inovasi utama dibandingkan perangkat lunak populer seperti Microsoft Project, Primavera, maupun perangkat lunak Prasetyo et al. (2015), yang umumnya tidak menyajikan kebutuhan sumber daya secara rinci. Sebagai contoh, untuk pekerjaan pondasi dengan volume 34 m³, program menghasilkan kebutuhan 40,80 m³ batu belah, 7.990 kg semen, dan 17,68 m³ pasir, serta alokasi tenaga kerja sebanyak 51 orang-hari pekerja, 20,40 orang-hari tukang, 2,04 orang-hari kepala tukang, dan 2,55 orang-hari mandor.

Informasi rinci tersebut sangat berguna untuk perencanaan logistik, pengendalian biaya, serta pengaturan tenaga kerja di lapangan. Rekapitulasi kebutuhan sumber daya keseluruhan proyek, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7, juga bermanfaat untuk mendukung perencanaan pengadaan yang lebih terintegrasi, tidak hanya bagi manajemen proyek dan bagian logistik, tetapi juga bagi bagian akuntansi dalam mengendalikan pengeluaran sumber daya secara efektif.

Kontribusi terhadap Manajemen Biaya Proyek

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perangkat lunak yang dikembangkan berkontribusi signifikan dalam meningkatkan proses manajemen biaya proyek konstruksi. Pengendalian biaya merupakan salah satu tantangan terbesar karena kompleksitas pekerjaan dan kesulitan dalam memantau kebutuhan sumber daya secara akurat. Dengan adanya program ini, kebutuhan sumber daya dapat dihitung, dipantau, dan dikendalikan secara lebih detail.

Dibandingkan metode konvensional, seperti *earned value management* (EVM) yang hanya mengukur *cost variance* tanpa mengendalikan pemakaian sumber daya secara langsung (Juliana, 2016),

program ini menawarkan pendekatan yang lebih komprehensif dan operasional. Sistem ini memungkinkan monitoring kebutuhan sumber daya secara *real-time*, sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat.

Dengan antarmuka yang sederhana dan hasil perhitungan yang sesuai standar regulasi, program ini tidak hanya meningkatkan akurasi estimasi biaya, tetapi juga memperkuat koordinasi antar fungsi dalam proyek, serta meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya. Pada akhirnya, kontribusi ini mendukung pencapaian keberhasilan proyek konstruksi secara keseluruhan.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan perangkat lunak berbasis Python untuk estimasi biaya dan perencanaan sumber daya pada proyek konstruksi, dengan format yang sesuai dengan Peraturan Menteri PUPR Nomor 8 Tahun 2023. Perangkat lunak yang dikembangkan terdiri dari tiga komponen utama, yaitu fitur input, proses, dan output. Fitur input dirancang sederhana dan *user-friendly* sehingga dapat digunakan oleh operator tanpa memerlukan keahlian teknis khusus. Proses perhitungan berbasis analisis harga satuan memberikan fleksibilitas dalam penyesuaian koefisien sumber daya, baik mengacu pada standar PUPR maupun standar internal perusahaan. Output yang dihasilkan meliputi tabel analisis harga satuan, tabel rekapitulasi biaya, serta tabel kebutuhan sumber daya per pekerjaan dan keseluruhan proyek.

Kontribusi utama perangkat lunak ini adalah kemampuannya untuk menampilkan kebutuhan sumber daya secara rinci, yang selama ini belum tersedia pada perangkat lunak estimasi biaya komersial populer. Informasi tersebut sangat bermanfaat bagi manajer proyek, bagian logistik, dan akuntansi dalam perencanaan pengadaan, alokasi sumber daya, serta pengendalian biaya proyek. Dengan demikian, perangkat lunak ini dapat meningkatkan akurasi estimasi, efisiensi penggunaan sumber daya, serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih tepat dalam manajemen proyek konstruksi.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan pada antarmuka yang masih berbasis teks sehingga kurang menarik secara visual. Oleh karena itu, pengembangan lebih lanjut diperlukan dengan menambahkan antarmuka grafis (GUI) dan fitur integrasi dengan sistem manajemen proyek lain agar perangkat lunak lebih interaktif dan adaptif terhadap kebutuhan industri konstruksi modern.

DAFTAR PUSTAKA

- Artha, B. (2021). Program Perhitungan RAB Pekerjaan Struktur Baja (WF BEAM) Menggunakan Bahasa Python. *TIERS Information Technology Journal*, 2(1). <https://doi.org/10.38043/tiers.v2i1.2837>
- Bahfein, S., & Alexander, H. (2023). *Kenapa Biaya Proyek-proyek Jumbo Membengkak? Ini Jawabannya*. <https://www.kompas.com/properti>
- Bidwaik, C. S., Niwane, R., & Rathod, D. (2024). The Role Of Microsoft Excel In Estimating And Costing In Construction Projects. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, 6(3).
- Fazil, W. (2021). Cost Estimation Performance In The Construction Projects: A Systematic Review And Future Directions. *International Journal of Industrial Management (IJIM)*, 11(1), 217–234. <https://doi.org/10.15282/ijim.11.1.2021.6131>
- Gunaga, P. G., & George, G. (2022). Planning, Scheduling and Cost Estimation Of Villa Project Using Microsoft Project. *International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology*, 10(9), 1779–1792. <https://doi.org/10.22214/ijraset.2022.46885>
- Juliana. (2016). Analisis Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Proyek Konstruksi Dengan Metode Earned Value Management (EVM). *Faktor Exacta*, 9(3), 257–265. https://www.journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/view/810/0
- Lendra, L., Robby, R., Adji, F., & Faqqih, M. (2023). Aplikasi Estimasi Biaya Bangunan Gedung Berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Berbasis Macro Excel. *Jurnal Aplikasi Teknik Sipil*, 21(4). <https://iptek.its.ac.id/index.php/jats/article/view/15078>

- Mahendra, M. Y., Kartika, N., & Tahadjuddin. (2023). Calculation of Cost Estimation Based on Building Information Modeling in Construction Projects. *International Journal of Natural Science and Engineering*, 7(1), 71–83. <https://doi.org/10.23887/ijnse.v7i1.57640>
- Mambang, Marleny, F., & Zulfadhilah, M. (2022). *Algoritma Pemrograman Menggunakan Python* (1st ed.). Pena Persada.
- Nudja, I. K. (2016). Perencanaan Kebutuhan Dan Penjadwalan Sumber Daya Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi. *Paduraksa*, 5(2), 13–23. <https://ejournal.warmadewa.ac.id/index.php/paduraksa/article/view/375>
- Permadi, A., Waluyo, R., & Kristiana, W. (2018). Analisis Estimasi Biaya Konstruksi Menggunakan Analisis Harga Satuan Pekerjaan 2013 Dan 2016. *Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Keteknikan*, 2(1). <https://e-journal.upr.ac.id/index.php/JT/article/view/1265>
- Praganingrum, T. I., Pradnyadari, N. L. M. A. M., Wangsa, A. A. R. R., & Renita, N. M. I. W. (2024). Analisis Penyediaan Sumber Daya Manusia Yang Optimal Terhadap Waktu Penyelesaian Proyek Pada Proyek Konstruksi. *Jurnal Teknik Gradien*, 16(01), 1–8. https://doi.org/10.47329/teknik_gradien.v16i01.1136
- Prasetyo, D., Indrayadi, M., & Arfan, B. (2015). Pembuatan Program Rab dan Harga Satuan dengan Menggunakan Microsoft Excel Macros dan Visual Basic. *Jurnal Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Tanjungpura*, 2(2). <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/JMHMS/article/view/12641>
- Project Management Institute (Ed.). (2017). *A guide to the project management body of knowledge / Project Management Institute* (Sixth edition). Project Management Institute.
- PUPR08. (2023). Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Rahman, I. A., Memon, A., & Abd. Karim, A. T. (2012). Relationship between Factors of Construction Resources Affecting Project Cost. *Modern Applied Science*, 7(1), p67. <https://doi.org/10.5539/mas.v7n1p67>
- Refun, Z., Intan, S., & Sapulette, W. (2017). Analisa Cost Overruns pada Beberapa Proyek Konstruksi di Kota Ambon. *Manumata: Jurnal Ilmu Teknik*, 3(1), 26–33.
- Rianti, C. (2025). Faktor Penyebab Cost Overrun Pada Proyek Konstruksi di Kota Surabaya. *Jurnal Vokasi Teknik Sipil (ViTekS)*, 3(1). <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/vitekS/article/view/65435>
- Sharma, P. (2024). *Top 10 Construction Estimating Software in 2025*. <https://www.novatr.com/blog/best-construction-estimating-software>
- Suryawinata, F. A. (2024). Analisis Faktor-Faktor Penyebab Cost Overruns Proyek Konstruksi Gedung: Kajian Literatur Sistematis: Indonesian. *Journal of Sustainable Construction*, 4(1), 77–88. <https://doi.org/10.26593/josc.v4i1.8157>
- Wahyuningsih, S., Wiryasuta, I. K. H., Safitri, F. A., Ulfiyati, Y., & Sandi, E. A. (2024). Perbandingan Estimasi Biaya Konstruksi Menggunakan Permen PUPR Nomor 28 Tahun 2016 dan Nomor 8 Tahun 2023 (Studi Kasus pada Proyek XYZ). *Portal: Jurnal Teknik Sipil*, 16(2), 1. <https://doi.org/10.30811/portal.v16i2.5249>