



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 5 No. 1 (2026) pp: 13887-13895

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Pengendalian Proyek Konstruksi *Real-Time* Menggunakan *Google Apps Script* dan *Earned Value Method*

Umi Nur Himmatul Hanifah, Agung Budiwirawan

Program Studi S-1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang

uminur@students.unnes.ac.id

Abstrak

Keterlambatan proyek konstruksi sering tidak terdeteksi dengan cepat karena sistem pemantauan masih bergantung pada laporan mingguan manual, sehingga respons terhadap penyimpangan menjadi terlambat dan berpotensi menimbulkan kerugian biaya maupun waktu. Penelitian ini mengembangkan sistem pemantauan kemajuan proyek konstruksi secara real-time berbasis Google Sheets dan Google Apps Script, yang dilengkapi dengan pemberitahuan email otomatis menggunakan API Gmail sebagai peringatan dini terhadap keterlambatan. Metode penelitian yang digunakan adalah Research and Development (R&D) dengan model Waterfall untuk pengembangan sistem dan deskriptif kuantitatif untuk analisis kinerja proyek. Sistem ini terdiri dari empat bagian yang saling terintegrasi: Sheet Data (penjadwalan otomatis), Sheet Monitoring (pemantauan status real-time), Sheet Tracking (perhitungan Earned Value Method), dan Sheet Alert (pemberitahuan email otomatis). Pengujian black-box menunjukkan bahwa kesepuluh skenario fungsional bekerja sebagaimana mestinya tanpa ditemukan kegagalan fungsional. Sistem ini mereplikasi tujuh dari sembilan fitur utama Microsoft Project, ditambah dengan manfaat tambahan berupa pemberitahuan email otomatis dan kolaborasi real-time tanpa biaya lisensi, menjadikannya alternatif yang efektif dan hemat biaya bagi kontraktor berskala kecil dan menengah. Validasi pada proyek konstruksi Oprit Jembatan Kemudi di Kabupaten Gresik (nilai kontrak Rp5.106.165.087,03, durasi 24 minggu) menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi keterlambatan sejak minggu ke-13 (SPI minimum 0,81), mengirimkan pemberitahuan dini kepada pemangku kepentingan, dan menghasilkan penghematan biaya sebesar Rp127.406.308,58 atau 2,49% dari nilai kontrak.

Kata kunci: Google Apps Script, Google Sheets, Pemberitahuan Email Otomatis, Pemantauan Secara Real-Time, Earned Value Method

1. Latar Belakang

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, pada tahun 2025 pertumbuhan ekonomi Indonesia mencapai 5,04% pada triwulan III, dengan sektor konstruksi mengalami pertumbuhan sebesar 5,28% [1]. Namun, banyak proyek mengalami keterlambatan dalam penyelesaiannya. Jika keterlambatan tidak terdeteksi sejak dini, hal ini dapat berkembang menjadi masalah yang lebih besar, seperti denda keterlambatan, biaya yang lebih tinggi, dan hilangnya kepercayaan terhadap kontraktor. Situasi ini diperparah oleh fakta bahwa sistem pemantauan masih menggunakan laporan manual mingguan, yang berarti manajer proyek dan pengawas lapangan sering kali tidak mendapatkan informasi terbaru ketika ada masalah pada item pekerjaan tertentu [2][3]. Amnifu dkk. (2025) mendokumentasikan kasus nyata di mana ketiadaan sistem pemantauan berbasis data menyebabkan penyimpangan jadwal sebesar -54,87% pada proyek pembangunan gedung pemerintah daerah, yang baru terdeteksi ketika kondisi sudah sangat kritis [10].

Microsoft Project telah menjadi alat standar industri konstruksi untuk memantau dan mengendalikan proyek. Perangkat lunak ini memiliki alat penjadwalan seperti *Work Breakdown Structure* (WBS), *Gantt Chart*, dan analisis *Critical Path Method* (CPM). Namun, biaya lisensi yang tinggi menjadi kendala bagi kontraktor kecil dan menengah. Microsoft Project juga tidak memiliki fitur notifikasi email otomatis yang dapat memberitahu pemangku kepentingan secara

langsung ketika terjadi keterlambatan. Fitur ini sangat penting untuk mempercepat waktu respons terhadap penyimpangan yang terjadi di lapangan [3].

Beberapa penelitian telah berupaya mengembangkan alternatif sistem pemantauan proyek konstruksi. Auliansyah dkk. (2022) mengembangkan sistem pemantauan berbasis website menggunakan Kurva-S yang dapat menampilkan kemajuan proyek secara visual [8]. Wiradinata dkk. (2023) menunjukkan bahwa Google Spreadsheet dapat berfungsi sebagai platform kolaborasi *real-time* yang efektif untuk mengelola proyek manufaktur berskala besar [9]. Namun, sistem-sistem tersebut belum mengintegrasikan notifikasi email otomatis sebagai peringatan dini, yang merupakan kebutuhan mendasar dalam pemantauan proyek konstruksi yang dinamis.

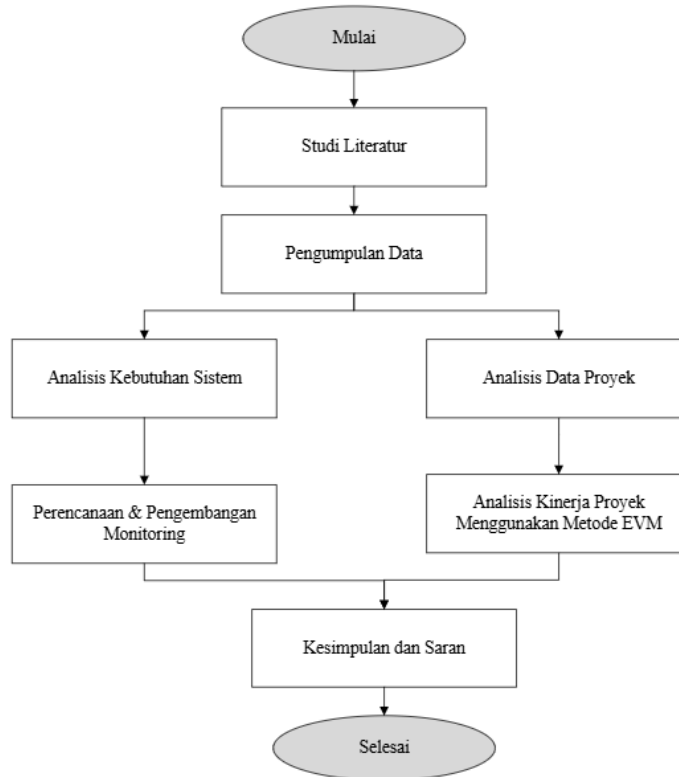
Google Apps Script adalah solusi yang menjanjikan. Platform pemrograman berbasis JavaScript ini terintegrasi langsung dengan semua layanan Google Workspace, seperti Google Sheets, Gmail, dan Google Calendar. Hal ini memungkinkan pembuatan sistem otomatisasi yang kompleks tanpa perlu membayar lisensi tambahan. Petrović dkk. (2020) menunjukkan bahwa Google Apps Script dapat mempercepat pengembangan aplikasi berbasis data hingga delapan hingga dua belas kali lipat dibandingkan kerangka kerja konvensional [6]. Bagus Setiawan dkk. (2025) juga menunjukkan bahwa integrasi Google Apps Script dengan API Gmail dapat mengotomatisasi pengiriman notifikasi dan pengingat tugas secara *real-time* kepada orang-orang yang membutuhkannya [7]. Rindho & Dirgahayu (2024) menegaskan bahwa Google Apps Script efektif sebagai backend sistem informasi responsif dengan antarmuka yang ramah pengguna, bahkan bagi pengguna non-teknis [4].

Untuk mengontrol kinerja proyek menggunakan biaya dan waktu, *Earned Value Method* (EVM) ditambahkan ke sistem sebagai kalkulator otomatis. EVM memungkinkan melihat kinerja biaya dan jadwal secara bersamaan menggunakan tiga parameter: BCWS, BCWP, dan ACWP [5]. Rakhmawan dkk. (2025) menegaskan bahwa indikator CPI dan SPI efektif dalam mendeteksi penyimpangan proyek sejak dini, dan integrasi EVM dengan dasbor pemantauan digital meningkatkan akurasi perkiraan serta kecepatan pengambilan keputusan manajerial [11]. Integrasi EVM ke dalam sistem berbasis Google Sheets memungkinkan pembaruan otomatis perhitungan yang sebelumnya dilakukan secara manual dan memakan waktu lama setiap kali data kemajuan dimasukkan.

Berdasarkan masalah tersebut penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem berbasis Google Workspace yang menggabungkan fitur manajemen proyek setara dengan perangkat lunak profesional berbayar dan sistem pemantauan biaya berbasis *Earned Value Method* pada platform kolaboratif yang terjangkau serta dapat mengirimkan notifikasi email kepada pekerja proyek apabila proyek mengalami keterlambatan.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan gabungan antara Penelitian dan Pengembangan (R&D) dengan model Waterfall (Pressman, 2014) untuk pengembangan sistem, serta metode deskriptif kuantitatif untuk analisis kinerja proyek menggunakan indikator EVM. Untuk alir penelitian bisa dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Oprit Jembatan Kemudi di Desa Kemudi, Kecamatan Duduksampeyan, Kabupaten Gresik, untuk lokasi bisa dilihat di gambar. PT. Jaya Mulya Groups bertanggung jawab atas proyek ini, yang memiliki nilai kontrak sebesar Rp5.106.165.087,03 dan akan memakan waktu 163 hari kalender (24 minggu) untuk diselesaikan setelah adendum kontrak Nomor 763/10074/BM/437.51/2025.



Gambar 2 Lokasi Pekerjaan

Pada penelitian ini penulis hanya menggunakan data sekunder. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh melalui PT. Jaya Mulya Groups selaku kontraktor Proyek Pembangunan Oprit Jembatan Kemudi yang berupa : Rencana Anggaran Biaya (RAB), Time schedule, Laporan Mingguan proyek, dan Laporan Keuangan proyek.

Setelah semua data dikumpulkan, analisis sistematis dilakukan untuk mengevaluasi kinerja proyek. Pada tahap awal, indikator dasar Metode Penghasilan Nilai (EVM), yaitu BCWS, BCWP, dan ACWP, dikumpulkan berdasarkan data jadwal dan anggaran proyek. Kemudian, untuk mengetahui kesesuaian pelaksanaan proyek terhadap rencana dari sisi biaya dan waktu, dilakukan analisis varians dan indeks kinerja, termasuk CV, SV, CPI, dan SPI. Hasil perhitungan ini digunakan untuk mengevaluasi tingkat kinerja proyek secara keseluruhan.

Selain itu, analisis kebutuhan dan perancangan sistem juga dilakukan, termasuk arsitektur, alur data, dan pembagian komponen menjadi input, pemrosesan, output, dan trigger berbasis Google Apps Script. Struktur Google Sheets juga dirancang menjadi beberapa lembar utama, yaitu Sheet Data, Sheet Monitoring, Sheet Tracking, dan Sheet Alert, masing-masing dengan tugas khusus yang berkaitan dengan pengelolaan proyek. Secara bertahap, pengembangan sistem dilakukan melalui penciptaan kode yang memungkinkan penjadwalan dan integrasi notifikasi email.

Selanjutnya, sistem diuji dengan data uji untuk memastikan semua fitur berjalan dengan baik. Hasil uji kemudian dievaluasi dan diperbaiki secara berulang hingga sistem menjadi optimal. Proses diakhiri dengan validasi dengan data proyek Oprit Bridge Bridge, yang memastikan bahwa sistem dapat menunjukkan kondisi kinerja proyek secara akurat dan dapat digunakan sebagai alat pengambilan keputusan.

2.2 Analisis EVM

Analisis kinerja proyek dilakukan melalui perhitungan enam indikator utama EVM sebagaimana disajikan pada Tabel 1.

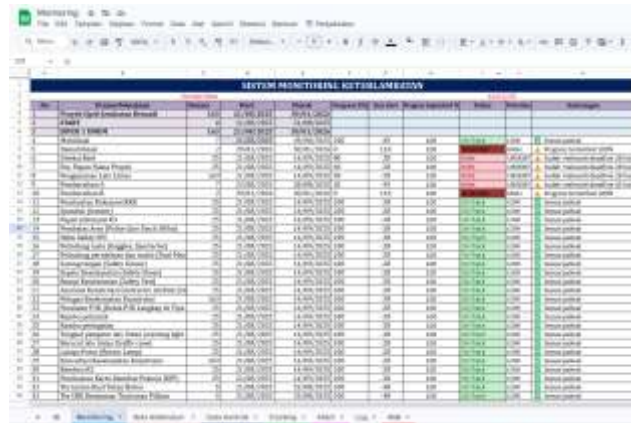
Tabel 1. Indikator EVM

Indikator	Formula	Keterangan
CV (<i>Cost Variance</i>)	$BCWP - ACWP$	Positif = <i>under budget</i> ; Negatif = <i>over budget</i>
SV (<i>Schedule Variance</i>)	$BCWP - BCWS$	Positif = <i>ahead of schedule</i> ; Negatif = <i>behind schedule</i>
CPI (<i>Cost Performance Index</i>)	$BCWP / ACWP$	>1,00 = efisien; <1,00 = boros
SPI (<i>Schedule Performance Index</i>)	$BCWP / BCWS$	>1,00 = sesuai jadwal; <1,00 = terlambat
EAC (<i>Estimate at Completion</i>)	$ACWP + ETC$	Proyeksi total biaya akhir
EAS (<i>Estimate at Schedule</i>)	Waktu pelaporan + ETS	Proyeksi total durasi akhir

3. Hasil Dan Diskusi

3.1 Arsitektur Sistem

Sistem ini dibuat dalam satu lembar kerja Google Spreadsheet yang terdiri dari empat bagian yang saling terintegrasi melalui Google Apps Script sebagai mesin otomatisasi. Arsitektur sistem ini menganut prinsip berbasis peristiwa, sehingga memungkinkan respons secara real-time terhadap perubahan data [6][7], sebagaimana digambarkan pada Gambar 3.



The screenshot displays a project management application window titled 'SEKSI MONITORING KOTODIAMBANDA'. It features a Gantt chart at the top and a detailed task list below. The task list includes columns for task ID, name, start date, end date, duration, and status. The tasks are organized hierarchically, with some tasks expanded to show sub-tasks. The interface uses color-coding to indicate task status, with green for 'On Schedule', yellow for 'Delayed', and red for 'Critical'.

Gambar 3 Arsitektur Sistem

Sheet Data berfungsi sebagai komponen masukan untuk penjadwalan. Modul ProjectScheduler bawaan menggunakan mesin ketergantungan dengan empat jenis hubungan pendahulu (Finish-to-Start, Start-to-Start, Finish-to-Finish, Start-to-Finish), sistem kalender 7 hari murni, pemicu otomatis `onEdit()` yang langsung memperbarui tanggal Selesai setiap tugas, dan fungsi `recalculateAllDates()` dengan algoritma multi-pass lima tahap untuk menangani rantai ketergantungan multi-level. Fitur indentasi/outdentasi WBS dan hierarki tugas ringkasan roll-up menjadikan alat penjadwalan ini setara dengan Microsoft Project.

```
function onEdit(e) {
  try {
    const sheet = e.range.getSheet();
    if (!isDataSheet(sheet.getName())) return;

    const row = e.range.getRow();
    const col = e.range.getColumn();
    if (row < 2) return;
    if (col !== COL.DURATION && col !== COL.START && col !== COL.PRED) return;

    const lastRow = sheet.getLastRow();
    if (lastRow < 2) return;

    const vals = sheet.getRange(2, 1, lastRow - 1, COL.PRED).getValues();
    const allData = vals.map(r => ({
      start: r[COL.START - 1] ? new Date(r[COL.START - 1]) : null,
      finish: r[COL.FINISH - 1] ? new Date(r[COL.FINISH - 1]) : null,
    }));
  }
}
```

Gambar 4 Code OnEdit Pengembangan Google Apps Script

Sheet Monitoring menampilkan status semua item pekerjaan yang terlambat secara real-time dengan membandingkan tanggal saat ini dengan jadwal yang direncanakan. Setiap item pekerjaan secara otomatis dikelompokkan ke dalam kategori status (On Schedule, Terlambat, atau Kritis) dan indikator prioritas (NORMAL, HIGH, URGENT) tanpa perlu pengguna menghitung secara manual.

Sheet Tracking menggunakan semua rumus EVM secara bersamaan di seluruh lembar kerja. Sebelas indikator—BCWS, BCWP, ACWP, CV, SV, CPI, SPI, ETS, ETC, EAC, dan EAS—dihitung secara otomatis dan diperbarui secara real-time setiap kali pengguna memasukkan nilai progres aktual pada kolom yang tersedia. Manajer proyek dapat membaca kondisi proyek secara langsung tanpa harus menafsirkan angka secara manual berkat rumus interpretasi otomatis di kolom status biaya dan jadwal.

Sheet Alert adalah fitur utama yang membedakan sistem ini dari yang lain. Layanan MailApp dari Google Apps Script menghubungkan lembar kerja ini ke API Gmail sehingga dapat mengirim pemberitahuan email otomatis. Fungsi `kirimEmailOtomatis()` membaca daftar penerima dan isi pesan dari lembar kerja, memeriksa status pengiriman

sebelumnya untuk menghindari duplikat, lalu secara otomatis mengirim email pemberitahuan hanya kepada penerima yang belum menerima pemberitahuan. Setelah email dikirim, kolom status secara otomatis diperbarui menjadi “sent.” Tombol “KIRIM EMAIL” yang terhubung ke fungsi ini memungkinkan mengirim email hanya dengan satu klik tanpa perlu membuka editor Apps Script. Hal ini berarti manajer proyek yang tidak menguasai pemrograman pun dapat menggunakan sistem ini.

```
function kirimEmailOtomatis() {  
  const sheet = SpreadsheetApp.getActiveSpreadsheet();  
  const data = sheet.getDataRange().getValues();  
  for (let i = 1; i < data.length; i++){  
    const nama = data[i][1];  
    const email = data[i][2];  
    const pesan = data[i][3];  
    const status = data[i][4];  
    if(status !== 'sent'){  
      MailApp.sendEmail(email, "Notifikasi Otomatis", '  
      sheet.getRange(i+1, 5).setValue('sent');
```

Gambar 5 Code Pengembangan Notifikasi Email

3.2 Hasil Pengembangan Sistem

Hasil pengujian black-box menunjukkan bahwa kesepuluh skenario pengujian menghasilkan output yang sesuai spesifikasi tanpa adanya kegagalan fungsional. Sistem ini berhasil mereplikasi tujuh dari sembilan fitur inti Microsoft Project. Keunggulan kompetitif sistem ini terletak pada integrasi pemberitahuan email otomatis melalui layanan MailApp Google Apps Script dan kemampuan kolaborasi real-time lintas perangkat tanpa biaya lisensi, sebagaimana digambarkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Black-Box Testing

No	Fungsi yang Diuji	Status
1	Perhitungan otomatis tanggal Finish saat durasi diubah	Berhasil
2	Propagasi dependensi predecessor antar item pekerjaan	Berhasil
3	Roll-up summary task saat tanggal child berubah	Berhasil
4	Indent/outdent WBS dan penomoran ulang otomatis	Berhasil
5	Kalkulasi BCWS otomatis dari bobot rencana	Berhasil
6	Kalkulasi BCWP, ACWP, CV, SV, CPI, SPI saat progres diinput	Berhasil
7	Klasifikasi status monitoring (On Schedule/Terlambat/Kritis)	Berhasil
8	Pengiriman notifikasi email otomatis via Gmail API	Berhasil
9	Pencegahan pengiriman email ganda (cek status "sent")	Berhasil
10	Kalkulasi proyeksi ETC, EAC, ETS, EAS secara otomatis	Berhasil

3.3 Pengujian Fitur Notifikasi Email Otomatis

Pengujian fitur pemberitahuan email otomatis dengan memasukkan data uji ke dalam Sheet Alert dan menjalankan fungsi `kirimEmailOtomatis()`, secara manual dengan mengklik tombol “Kirim Email”. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tiga hal berjalan sesuai harapan. Email pemberitahuan dikirim ke semua penerima terdaftar dengan format pesan yang benar, termasuk nama penerima dan isi pesan yang dikonfigurasi secara dinamis. Mekanisme untuk mencegah pengiriman gmail berfungsi dengan baik, sistem tidak mengirim ulang email ke penerima

yang statusnya “terkirim”, dan kolom status diperbarui secara otomatis menjadi “terkirim” segera setelah email berhasil dikirim, sehingga menjaga integritas data pengiriman.



No	Nama	Email	Pesan	Status
1	Umi Nur Himmatul Hanifah	uminurhimmatalhanifah@gmail.com	Pekerjaan Pembersihan A Terlambat Butuh Penanganan	sent
2	Wiyono	ptjayamulyagroups@gmail.com	Pekerjaan Pembersihan A Terlambat Butuh Penanganan	sent

Gambar 6 Tampilan Sheet Alert

Fitur ini secara langsung mengatasi masalah utama yang diidentifikasi pada awal studi: keterlambatan dalam menyampaikan informasi kepada pemangku kepentingan. Dengan pemberitahuan otomatis berbasis API Gmail, manajer proyek dan supervisor lapangan tidak lagi harus bergantung pada laporan rutin yang sering terlambat. Sebaliknya, mereka langsung menerima peringatan ketika sistem mendeteksi item pekerjaan yang telah melampaui ambang batas keterlambatan EVM. Pendekatan ini sejalan dengan prinsip otomatisasi pemberitahuan waktu nyata yang ditunjukkan oleh Bagus Setiawan dkk. (2025) dalam konteks manajemen tugas organisasi [7].



Gambar 7 Tampilan Pengiriman Email

3.4 Analisis Kinerja Proyek

Sistem ini diuji menggunakan data dari Proyek Pembangunan Oprit Jembatan Kemudi selama 24 minggu. Dari segi kinerja biaya, nilai CPI selalu di atas 1,00 selama pelaksanaan (rata-rata 1,02–1,03), yang secara otomatis ditampilkan di Lembar Pelacakan setiap minggu. Nilai EAC akhir adalah Rp4.978.746.036,54, yang lebih rendah dari nilai BAC sebesar Rp5.106.165.087,03. Hal ini menunjukkan bahwa penghematan biaya sebesar Rp127.419.050,49 (2,49%).

Dari segi kinerja jadwal, sistem berhasil mendeteksi keterlambatan secara real-time mulai minggu ke-13 ketika nilai SPI pertama kali turun di bawah 1,00. Selama minggu ke-15 dan ke-16, SPI mencapai titik terendahnya di 0,81, dan EAS memproyeksikan waktu penyelesaian 26,16 minggu, yang lebih lama dari periode kontrak 24 minggu. Dalam kasus ini, Sheet Alert secara otomatis mengirimkan pemberitahuan email kepada pihak-pihak terkait, sehingga upaya percepatan dapat segera dikoordinasikan. Berbeda dengan kasus Amnifu dkk. (2025), di mana keterlambatan baru terdeteksi dalam situasi kritis [10], sistem ini memungkinkan deteksi dan respons dini, yang telah terbukti efektif mengembalikan jadwal proyek ke jalur semula dengan EAS = 24,00 minggu pada minggu ke-24 pelaporan.

Rekapitulasi hasil analisis EVM pada minggu-minggu terpilih disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rekapitulasi Perhitungan Earned Value Method

Minggu	CV (Rp)	SV (Rp)	CPI	SPI	EAS
1	0	86.192.066	1,00	10,81	3,13
5	26.004.687	1.549.057.302	1,02	16,30	6,17
12	65.429.554	184.179.374	1,02	1,07	23,26
13	69.292.229	-232.483.696	1,02	0,93	24,85
15	84.176.340	-772.205.346	1,03	0,81	26,16
20	106.700.507	-730.845.408	1,03	0,85	24,68
24	127.406.308	-1.174.417	1,03	1,00	24,00

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengembangan sistem, pengujian fungsionalitas, dan analisis data pada Proyek Pembangunan Oprit Jembatan Kemudi di Kabupaten Gresik, dapat disimpulkan bahwa sistem manajemen proyek berbasis Google Sheets dan Google Apps Script yang dikembangkan telah mampu memenuhi kebutuhan pengendalian proyek yang efektif. Sistem ini dirancang menggunakan model Waterfall, yang memiliki empat bagian utama yang saling bekerja sama: Sheet Data Addendum, Sheet Tracking, Sheet Monitoring, dan Sheet Alert. Penerapan modul ProjectScheduler dengan berbagai fungsi inti seperti mengelola ketergantungan pekerjaan, perhitungan jadwal otomatis, dan pemberitahuan email membuat sistem ini mampu menggantikan sebagian besar fungsi utama perangkat lunak manajemen proyek konvensional. *Earned Value Method* (EVM) bekerja dengan baik dalam sistem ini, karena dapat secara otomatis menghitung dan memperbarui semua indikator utama, seperti BCWS, BCWP, ACWP, CPI, SPI, dan bahkan indikator proyeksi, seperti EAC dan EAS. Hal ini memudahkan manajer proyek untuk memantau biaya dan jadwal tanpa harus melakukan analisis manual yang rumit. Analisis menunjukkan bahwa proyek ini efisien secara biaya karena nilai CPI selalu di atas 1,00 dan biaya akhir lebih rendah dari anggaran. Sementara itu, meskipun terjadi keterlambatan di tengah proyek yang terlihat dari penurunan nilai SPI, upaya untuk mempercepat proyek pada tahap selanjutnya terbukti berhasil memulihkan kinerja proyek sehingga selesai tepat waktu sesuai durasi kontrak. Berdasarkan hasil pengujian black-box, semua fungsi sistem bekerja sebagaimana mestinya, dan tidak ditemukan kegagalan. Hal ini menunjukkan bahwa sistem ini sangat baik. Dibandingkan dengan Microsoft Project, sistem ini dapat mereplikasi sebagian besar fitur penting yang dibutuhkan untuk proyek konstruksi berskala menengah. Sistem ini juga memiliki keuntungan tambahan berupa pemberitahuan email otomatis dan kolaborasi real-time tanpa memerlukan lisensi. Oleh karena itu, sistem ini dapat menjadi solusi alternatif yang efektif, hemat biaya, dan mudah diimplementasikan, terutama bagi kontraktor dan konsultan yang memiliki sumber daya terbatas. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan agar sistem dilengkapi dengan modul manajemen sumber daya manusia, visualisasi Diagram Gantt yang lebih interaktif, serta pengujian pada proyek-proyek yang lebih besar dan kompleks. Selain itu, Uji Penerimaan Pengguna (UAT) harus digunakan untuk melakukan evaluasi berbasis pengguna guna mengukur kegunaan secara kuantitatif. Penting juga untuk meningkatkan keamanan data, terutama terkait penetapan hak akses, enkripsi data, dan pencadangan data. Dengan pengembangan ini, sistem diharapkan dapat menjadi lebih komprehensif dan lebih mampu memenuhi kebutuhan manajemen proyek konstruksi.

Referensi

- [1] BPS, "Pertumbuhan Ekonomi Indonesia Triwulan III 2025," Badan Pusat Statistik, 2025.
- [2] M. I. Maromi dan R. Indryani, "Metode Earned Value untuk Analisa Kinerja Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Condotel De Vasa Surabaya," *Jurnal Teknik ITS*, vol. 4, no. 1, 2015. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v4i1.8054>
- [3] D. Ramadhani et al., "Pelaksanaan Pengendalian Proyek Menggunakan Metode Earned Value Method (EVM)," *Jurnal Maritim*, vol. 6, no. 1, hlm. 39–45, 2024. <https://doi.org/10.54679/jurnalmaritim.v6i1>
- [4] D. C. Y. Rindho dan T. Dirgahayu, "Pengembangan Sistem Informasi Toko Kelontong Berbasis Google Apps Script pada Toko Asih," *Technologia: Jurnal Ilmiah*, vol. 15, no. 4, 2024. <https://doi.org/10.31602/tji.v15i4.14773>
- [5] I. Soeharto, *Manajemen Proyek: Dari Konseptual sampai Operasional*, Edisi ke-2. Jakarta: Erlangga, 1999.
- [6] N. Petrović, V. Roblek, M. Radenković, dan V. Nejković, "Approach to Rapid Development of Data-Driven Applications for Smart Cities using AppSheet and Apps Script," dalam *10th International Conference on Applied Information and Internet Technologies (AIIT 2020)*, Zrenjanin, Serbia, 2020, hlm. 77–81.
- [7] A. Bagus Setiawan dan M. Hermansyah, "Otomatisasi Penjadwalan dan Pengingat Tugas Berbasis Google Form, Apps Script, dan Google Calendar untuk Efisiensi Manajemen Proyek," *Jurnal Sistem Informasi dan Sains Teknologi*, vol. 7, no. 2, hlm. 162–178, 2025. <https://doi.org/10.62282/jsisstek.v7i2.pp162-178>

- [8] C. R. Auliansyah, J. D. Irawan, dan F. X. Ariwibisono, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Manajemen Proyek Konstruksi Menggunakan Kurva-S," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, hlm. 1106–1114, 2022. <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5385>
- [9] I. Wiradinata, Annisa, dan Y. S. Gaos, "Analisis Penggunaan Sistem Informasi Manajemen Proyek Berbasis Free Open-Source Software (FOSS) pada Perusahaan Berskala Besar di Kabupaten Bekasi," *Jurnal Kajian Teknik Elektro*, vol. 8, no. 1, hlm. 17–21, 2023. <https://doi.org/10.52447/jkte.v8i1.6891>
- [10] L. S. Amnifu et al., "Analisis Kinerja Proyek Konstruksi Menggunakan Earned Value Management dan Microsoft Project," *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 10, no. 11, hlm. 10066–10081, 2025. <https://doi.org/10.36418/syntax-literate.v10i11.17885>
- [11] B. D. Rakhmawan, S. Filanzi, dan I. Albana, "Evaluasi Kinerja Proyek TI Menggunakan Metode Earned Value Management (EVM): Pendekatan Narrative Review," *JMSI*, vol. 6, no. 2, hlm. 281–288, 2025. <https://doi.org/10.33480/jmsi.v6i2.4567>
- [12] Sugiyono, *Metode Penelitian dan Pengembangan (Research and Development)*. Bandung: Alfabeta, 2019.
- [13] R. S. Pressman, *Software Engineering: A Practitioner's Approach*, 8th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014.
- [14] I. G. N. Sunatha, A. A. Ratu Ritaka Wangsa, T. Istri Praganingrum, dan P. Mia Loviani, *Kinerja Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Earned Value Method*, *Teknik Gradien*, vol. 15, no. 1, 2023. <https://doi.org/10.29303/tg.v15i1.xxx>
- [15] Allassafi, M. O., AlGhamdi, R., Alshdadi, A., Al Abdulwahid, A., & Bakhsh, S. T. (2019). Determining Factors Pertaining to Cloud Security Adoption Framework in Government Organizations: An Exploratory Study. *IEEE Access*, 7, 136822–136835. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2942424>