

ANALISIS PREDIKSI *SCHEDULE PERFORMANCE INDEX* DENGAN PENDEKATAN SISTEM DINAMIK PADA PROYEK GEDUNG

Adam Fahrizal Aulia¹, Lila Ayu Ratna Winanda², dan Munasih³

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Sigura-gura No.2, Malang, Indonesia
2021055@scholar.itn.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Sigura-gura No.2, Malang, Indonesia
lilawinda@lecturer.itn.ac.id

³Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional Malang, Jl. Sigura-gura No.2, Malang, Indonesia
Asih69prima@gmail.com

Masuk: dd-mm-yyyy, revisi: dd-mm-yyyy, diterima untuk diterbitkan: dd-mm-yyyy

ABSTRACT

The construction industry often faces challenges related to delays and inefficiencies in project scheduling. This study focuses on optimizing the Schedule Performance Index (SPI) for the Eco Green Church Bethany Yestoya Malang project using a dynamic system approach facilitated by the Ventana Simulation application. By leveraging system dynamics modeling, this research aims to identify key factors affecting project timelines and develop strategies to enhance schedule performance. The Ventana Simulation application is utilized to simulate various scenarios, allowing for the analysis of different interventions and their impacts on SPI. The findings of this study provide valuable insights into the effective management of construction schedules, highlighting the potential of dynamic system approaches in addressing complex scheduling issues and improving overall project performance.

Keywords: Scheduled Performance Index (SPI), Dynamic System, Construction Project Management.

ABSTRAK

Industri konstruksi sering menghadapi tantangan terkait keterlambatan dan ketidakefisienan dalam penjadwalan proyek. Studi ini berfokus pada optimalisasi Schedule Performance Index (SPI) untuk proyek Eco Green Church Bethany Yestoya Malang menggunakan pendekatan sistem dinamik yang difasilitasi oleh aplikasi Ventana Simulation. Dengan memanfaatkan pemodelan sistem dinamik, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang mempengaruhi jadwal proyek dan mengembangkan strategi untuk meningkatkan kinerja jadwal. Aplikasi *Ventana Simulation* digunakan untuk mensimulasikan berbagai skenario, memungkinkan analisis intervensi yang berbeda dan dampaknya terhadap SPI. Temuan dari studi ini memberikan wawasan berharga tentang manajemen jadwal konstruksi yang efektif, menyoroti potensi pendekatan sistem dinamik dalam menangani masalah penjadwalan yang kompleks dan meningkatkan kinerja proyek secara keseluruhan.

Kata kunci: Indeks Kinerja Jadwal (SPI), Pendekatan Sistem Dinamik, Manajemen Proyek.

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi belakangan ini berkembang dengan pesat dan rumit, baik dari segi fisik maupun segi biaya. Pada prakteknya didalam pengelolaan suatu proyek konstruksi mempunyai keterbatasan akan sumber daya manusia, material, alat maupun biaya. Hal ini membutuhkan suatu pengendalian proyek yang baik dan serius mulai dari tahap awal sampai dengan tahap akhir penyelesaian proyek. Pengendalian jadwal proyek merupakan bagian dari manajemen konstruksi secara keseluruhan agar proyek dapat berjalan dengan baik dan pengendalian proyek yang perlu dilakukan secara efektif dan efisien.

Penelitian yang dilakukan oleh (Andreas et al., 2023; Desharyanto, 2013; Thoengsal, 2021). Semua proyek konstruksi memerlukan pengendalian biaya dan waktu. Pengendalian waktu adalah hal yang paling penting dalam pelaksanaan konstruksi dimana pengendalian waktu ini bertujuan agar proyek memiliki arah yang terarah serta proyek memiliki target dalam penyelesaian setiap sub pekerjaannya. Menurut (Mahyuddin, 2023; Sugiyanto, 2020) Pelaksanaan proyek bisa terlambat, lebih cepat, atau tepat waktu sesuai dengan yang diharapkan pada perencanaan penjadwalan waktu. Salah satu pengendalian waktu yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode *earned value* untuk mengetahui kinerja proyek dari segi waktu.

Konsep dari *Earned Value Analysis* (Zakariyya et al., 2020) dapat digabungkan antara kinerja biaya dan waktu. *Earned Schedule* (ES) adalah bentuk terobosan teknis analitis yang berasal dari lima komponen yaitu ukuran, jadwal, kinerja, dalam satuan waktu, anggaran atau biaya. Pada analisis pengendalian waktu dan biaya buku karangan (Thoengsal, 2021) *Schedule Performance Index* (SPI), jika hasil dari perhitungan <1 diketahui pengeluaran lebih besar daripada rencana dan kinerja tidak sesuai dengan target waktu. Jika hasil dari perhitungan >1 diketahui pengeluaran proyek lebih kecil daripada rencana dan kinerja pekerjaan lebih cepat dari waktu rencana. Jika hasil dari perhitungan $=1$ diketahui kinerja waktu dan biaya pekerjaan sesuai dengan rencana.

Proyek pembangunan *Eco Green Church* Bethany Yestoya Malang dituntut mendapatkan performa pekerjaan yang baik agar proyek selesai tepat waktu. Namun pada kenyataannya dilapangan proyek pembangunan *Eco Green Church* Bethany Yestoya Malang ini mengalami keterlambatan yang cukup jauh dari yang sudah direncanakan, yaitu dari rencana yang sebesar 36,920% namun di realisasi mendapatkan sebesar 34,430% pada minggu ke-20 dari 37 minggu rencana kerja hal ini lah yang harus dilakukan penanganan yang baik dan bagaimana untuk mencapai hal tersebut dibutuhkan pengendalian dimana harus diketahui terlebih dahulu performa atau kinerja proyek yang sedang berlangsung.

Salah satu pengendalian waktu dapat menggunakan konsep Sistem Dinamik dalam pengoptimalisasi Analisa *Schedule Performance Index* (Ratna Winanda et al., 2024) merupakan metode yang akan digunakan yang akan diterapkan pada penelitian ini untuk mengetahui kinerja proyek dari segi waktu. Berdasarkan latar belakang tersebut, dirumuskan penelitian ini bertujuan menganalisis kinerja waktu proyek dengan metode *earned value* pada saat peninjauan. Penelitian ini menghasilkan nilai *Scheduled Performance Index* (SPI) serta memprediksi penyelesaian waktu akhir proyek *Estimated to Complete* (ETC) dan *Estimated at Complete* (EAC).

Dalam mengimplemenstasikan sistem dinamik ini menurut (Prof. Erma Suryani, 2021) menggunakan program bantu aplikasi berupa *Ventana Simulation PLE*, merupakan program bantu pendekatan dengan menggunakan sistem dinamik dan merupakan suatu solusi terbaik untuk mengidentifikasi suatu sebab dan masalah dengan menggunakan program bantu ini (Hirijanto, 2020) dengan memasukan variabel yang berkaitan dengan penjadwalan waktu pada proyek *Eco Green Church* Bethany Yestoya Malang maka di dapat nilai hasil analisis berupa *Schedule Performance Index* dan *Budget Cost of Work Performed* yang dapat membantu mengidentifikasi.

Penelitian ini pada akhirnya memiliki output berupa nilai *Schedule Performance Index* yang merupakan acuan untuk pengendalian waktu dan rencana bagaimana progres bisa terkejar saat terjadi keterlambatan progres pada proyek pembangunan *Eco Green Church* Bethany Yestoya Malang ini.

2. METODE PENELITIAN

Metode dalam pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian penjadwalan waktu pada proyek pembangunan *Eco Green Church* Bethany Yestoya Malang ini berupa data sekunder dan data primer. Data sekunder sendiri bisa didapat melalui studi literatur yang membahas sesuai topik yang diangkat dan bisa juga melakukan kuisisioner, observasi, maupun wawancara yang dilakukan di proyek. Sedangkan data primer sendiri didapat melalui proyek seperti data Rencana Anggaran Biaya (RAB), *Time Schedule* Rencana, *Time Schedule* Realisasi, serta Laporan Mingguan yang didapat dari kontraktor maupun konsultan.

Adapun tahapan sebelum melakukan formulasi dan analisis pada penelitian sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data data proyek seperti RAB, *Time Schedule*, dan Laporan Mingguan.
2. Membuat analisa dari *Microsoft Excel* sebagai perbandingan antara perhitungan di *Microsoft Excel* dan hasil analisa melalui *Vensim*.
3. Melakukan pemodelan pada *Vensim* dengan output nilai *SPI*.
4. Melakukan verifikasi model yang bertujuan agar analisa pada aplikasi tidak eror.
5. Melakukan validasi model yang merupakan pengujian akhir untuk mengetahui apakah model konseptual simulasi yang sudah dibuat telah benar dan sudah sesuai dengan representasi.
6. Melakukan perbandingan antara hasil dari perhitungan *Microsoft Excel* dengan Analisis *Ventana Simulation*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini mengangkat studi kasus dari proyek pembangunan *Eco Green Church* Bethany Yestoya Malang dengan data data yang didapat sebagai berikut:

- Nama Proyek : Gereja Bethany Yestoya Malang
- Lokasi : Jl. Telaga Bodas No.A1, Kec. Sukun, Kota Malang
- Fungsi Bangunan : Tempat Ibadah
- Jumlah Lantai : 10 Lantai (7 Lantai Basement, 1 Lantai *Lower Ground*, 2 Lantai Hall)

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Nilai BCWS *Microsoft Excel*

Minggu	Bobot Rencana (%)	BCWS (Rp)	Minggu	Bobot Rencana (%)	BCWS (Rp)
1	0.255	27.410.500,00	11	22.095	2.375.040.000,00
2	0.51	54.820.900,00	12	24.119	2.592.600.000,00
3	2.486	267.225.000,00	13	26.143	2.810.160.000,00
4	4.462	479.629.000,00	14	28.167	3.027.730.000,00
5	6.438	692.034.000,00	15	31.391	3.374.280.000,00
6	8.414	904.438.000,00	16	32.845	3.530.580.000,00
7	11.369	1.222.080.000,00	17	34.882	3.749.540.000,00
8	12.603	1.354.720.000,00	18	36.92	3.968.600.000,00
9	15.196	1.633.450.000,00	19	36.92	3.968.600.000,00
10	17.761	1.909.170.000,00	20	36.92	3.968.600.000,00

Pada hasil dari perhitungan manual dengan menggunakan *Microsoft Excel* seperti pada Tabel 1 kemudian dapat dilanjutkan dengan melakukan perhitungan BCWP sebagai berikut. Untuk data dalam perhitungan BCWP dapat digunakan laporan mingguan 1 seperti pada Tabel 1. Pada perhitungan BCWP ini hanya sampai pada minggu ke-20.

$$BCWP = BAC \times \text{Bobot Aktual Mingguan}$$

$$BCWP = Rp. 10.749.201.095,647 \times 0.337\%$$

$$BCWP = Rp. 36.224.807,69$$

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Nilai BCWP *Microsoft Excel*

Minggu	Bobot Realisasi (%)	BCWP (Rp)	Minggu	Bobot Rencana (%)	BCWP (Rp)
1	0.337	36.224.800,00	11	14.11	1.516.820.000,00
2	0.462	49.661.300,00	12	17.096	1.837.680.000,00
3	0.664	71.374.700,00	13	20.252	2.176.930.000,00
4	1.265	135.977.000,00	14	22.642	2.433.830.000,00
5	2.339	251.424.000,00	15	25.388	2.729.010.000,00
6	3.365	361.711.000,00	16	28.655	3.080.180.000,00
7	4.602	494.678.000,00	17	32.119	3.452.540.000,00
8	5.77	620.229.000,00	18	34.43	3.700.950.000,00
9	8.229	884.552.000,00	19	34.43	3.700.950.000,00
10	11.612	1.248.200.000,00	20	34.43	3.700.950.000,00

Setelah didapat nilai rekapitulasi seperti pada tabel 3 perhitungan BCWP secara manual dengan menggunakan *Microsoft Excel* maka dapat dihitung nilai SPI dengan menggunakan nilai niali BCWS dan BCWP yang sudah didapat, contoh perhitungan dapat di lihat pada dibawah ini.

$$SPI = \frac{BCWP}{BCWS}$$

$$SPI = \frac{Rp\ 36.224.807,69}{Rp.\ 27.410.462,79}$$

$$SPI = 1.322$$

Didapat nilai SPI dengan menghitung secara manual dan hasil rekapan ada pada Tabel 3 dibawah ini.

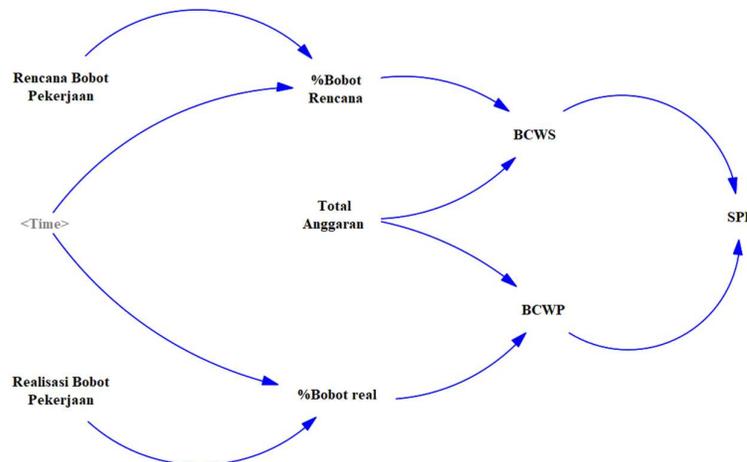
Tabel 3. Hasil Rekapitulasi Nilai SPI *Microsoft Excel*

Minggu	BCWS (Rp)	BCWP (Rp)	SPI	Minggu	BCWS (Rp)	BCWP (Rp)	SPI
1	27.410.500,00	36.224.800,00	1.322	11	2.375.040.000,00	1.516.820.000,00	0.639
2	54.820.900,00	49.661.300,00	0.906	12	2.592.600.000,00	1.837.680.000,00	0.709
3	267.225.000,00	71.374.700,00	0.267	13	2.810.160.000,00	2.176.930.000,00	0.775
4	479.629.000,00	135.977.000,00	0.284	14	3.027.730.000,00	2.433.830.000,00	0.804
5	692.034.000,00	251.424.000,00	0.363	15	3.374.280.000,00	2.729.010.000,00	0.809
6	904.438.000,00	361.711.000,00	0.400	16	3.530.580.000,00	3.080.180.000,00	0.872
7	1.222.080.000,00	494.678.000,00	0.405	17	3.749.540.000,00	3.452.540.000,00	0.921
8	1.354.720.000,00	620.229.000,00	0.458	18	3.968.600.000,00	3.700.950.000,00	0.933
9	1.633.450.000,00	884.552.000,00	0.542	19	3.968.600.000,00	3.700.950.000,00	0.933
10	1.909.170.000,00	1.248.200.000,00	0.654	20	3.968.600.000,00	3.700.950.000,00	0.933

Setelah perhitungan SPI sudah ditentukan dan nilai BCWS, BCWP sudah ditentukan juga dapat dilanjutkan dengan pemodelan pada aplikasi *Ventana Simulation*.

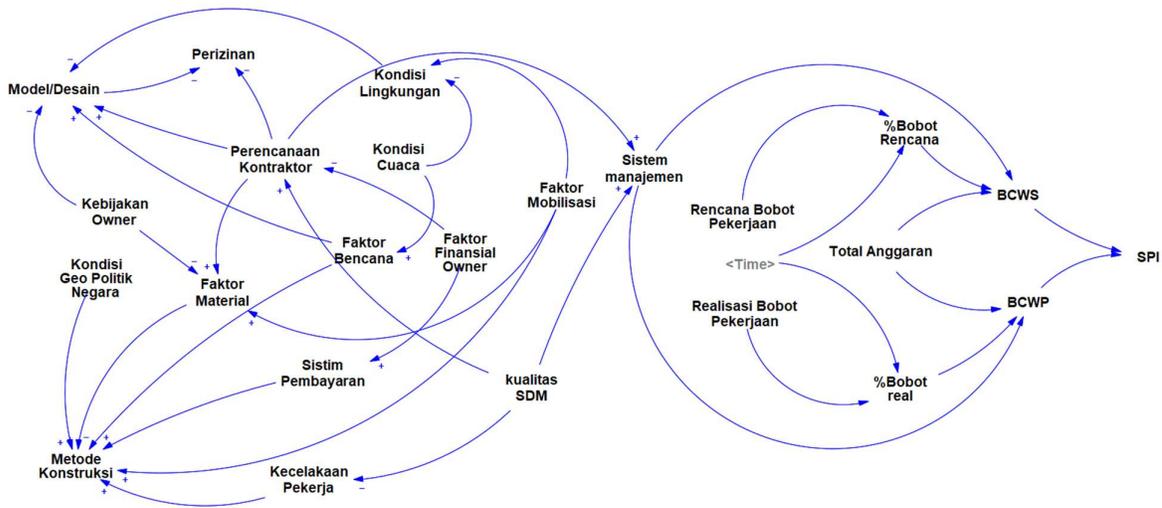
Analisis Nilai SPI Pada *Ventana Simulation*

Setelah melakukan perhitungan manual dengan menggunakan *Microsoft Excel* dapat di lanjutkan dengan melakukan analisis menggunakan program bantu *Ventana Simulation* dengan melakukan pemodelan seperti gambar 3 dibawah ini. Dengan mengatur set intial time = 1 dan final time = 37, sesuai dengan *timeline* waktu penjadwalan proyek.



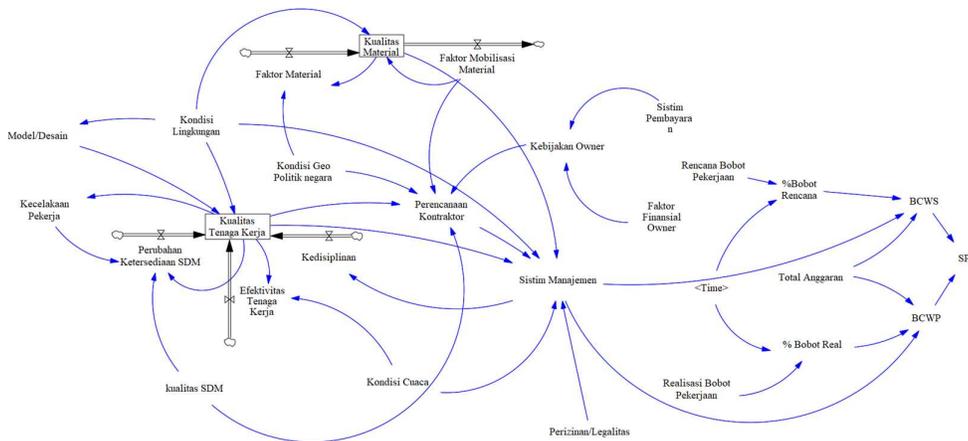
Gambar 3. Pemodelan Schedule Performance Index *Ventana Simulation*

Setelah melakukan formulasi model *Stock Flow Diagram* untuk menghasilkan nilai SPI, dapat dibuat modeling *Causal Loop Diagram* untuk mengetahui variabel sebab akibat pengaruh antara variabel yang sudah di klasifikasikan terhadap *Schedule Performance Index*.



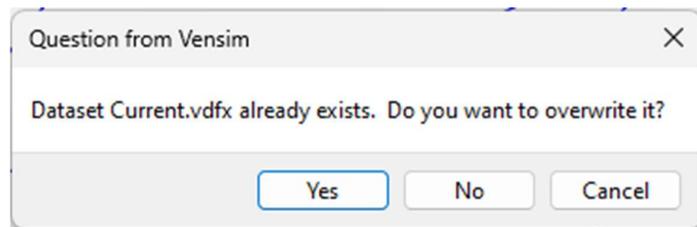
Gambar 4. Model Causal Loop Diagram

Setelah dilakukan pemodelan Causal Loop Diagram dapat dilakukan pemodelan Stock Flow Diagram guna mengetahui hasil dan efek pada perubahan yang terjadi dari variabel yang sudah di susun.



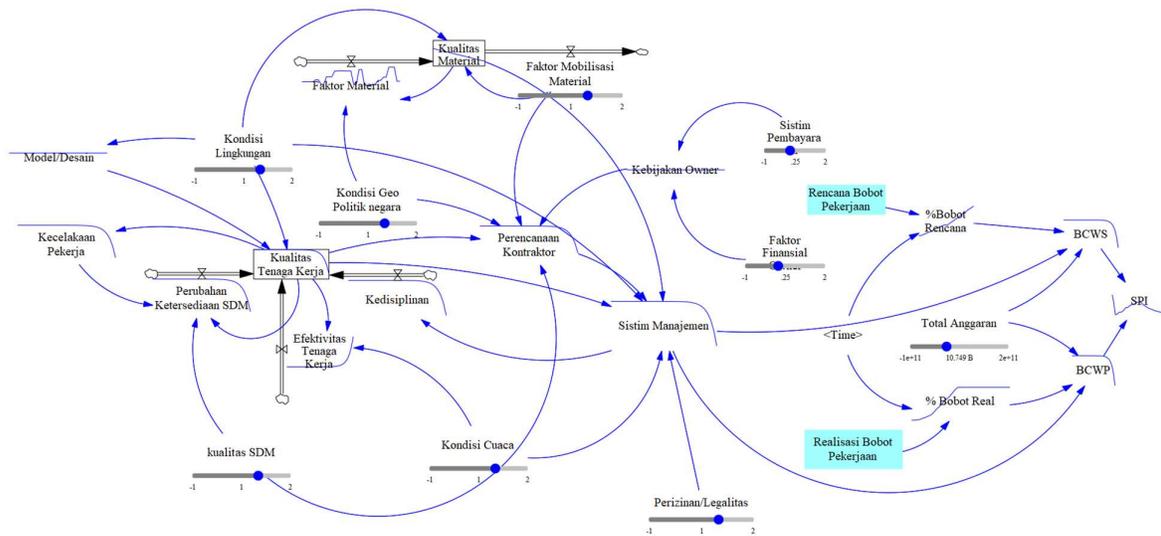
Gambar 5. Model Stock Flow Diagram

Setelah tersusun menjadi model stock flow dan sudah terisi formulasi sesuai nilai presentase variabel yang sudah ditentukan dapat dilakukan uji running untuk mengetahui hasil variabel hubungan sebab akibat ini dan mengetahui hasil nilai output pada setiap masing masing variabel beserta nilai SPI jika terhubung dengan variabel. Sebelum mengetahui nilai output terdapat notifikasi verifikasi seperti pada Gambar 6 dibawah ini.



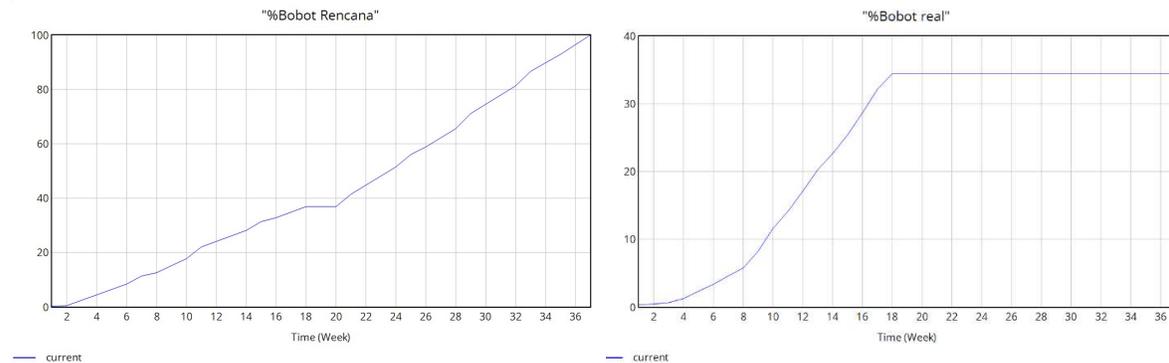
Gambar 6. Notifikasi Verifikasi Ventana Simulation

Setelah muncul hasil notifikasi pada aplikasi Ventana Simulation dapat dilanjutkan untuk mengetahui hasil running pada hasil Stock Flow Diagram dengan nilai nilai yang muncul pada setiap variabel nya seperti pada gambar 7 dibawah ini.



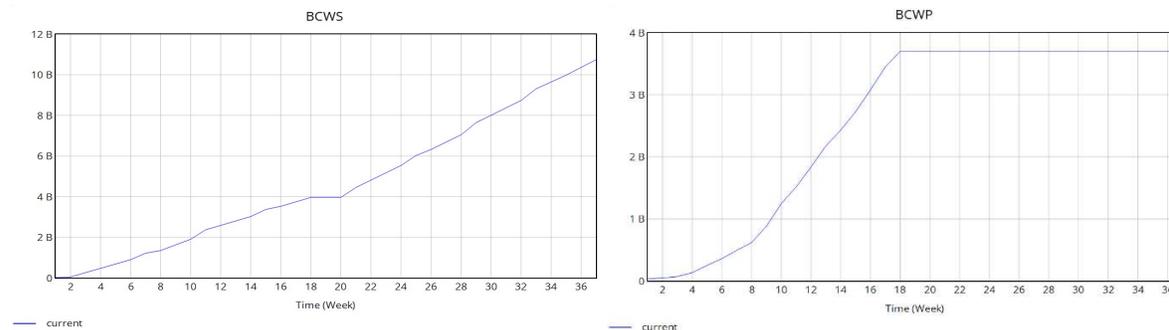
Gambar 7 Hasil Stock Flow Diagram SPI

Untuk pengisian pada setiap variable rencana bobot pekerjaan dan realisasi bobot pekerjaan bisa diinput dengan data data yang sudah tersedia dengan menggunakan *equation tool* dan *command Lookup* hal ini dikarenakan hasil output dari rencana bobot pekerjaan dan realisasi bobot pekerjaan berupa grafik kurva.



Gambar 8. Output grafik dari rencana bobot pekerjaan dan realisasi bobot pekerjaan

Setelah memasukan rencana bobot pekerjaan dan realisasi bobot pekerjaan. Dilanjutkan dengan pembuatan variable %bobot rencana dan %bobot real dengan menggunakan *command auxiliary* beserta total anggaran dengan menggunakan *command constant*. Pada %bobot rencana dan %bobot real harus disambungkan dengan *time* sebagai penghubung dikarenakan pada rencana bobot pekerjaan dan realisasi bobot pekerjaan tidak akan bisa di gabungkan dengan variable lain karena variable tersebut berupa *Lookup*.



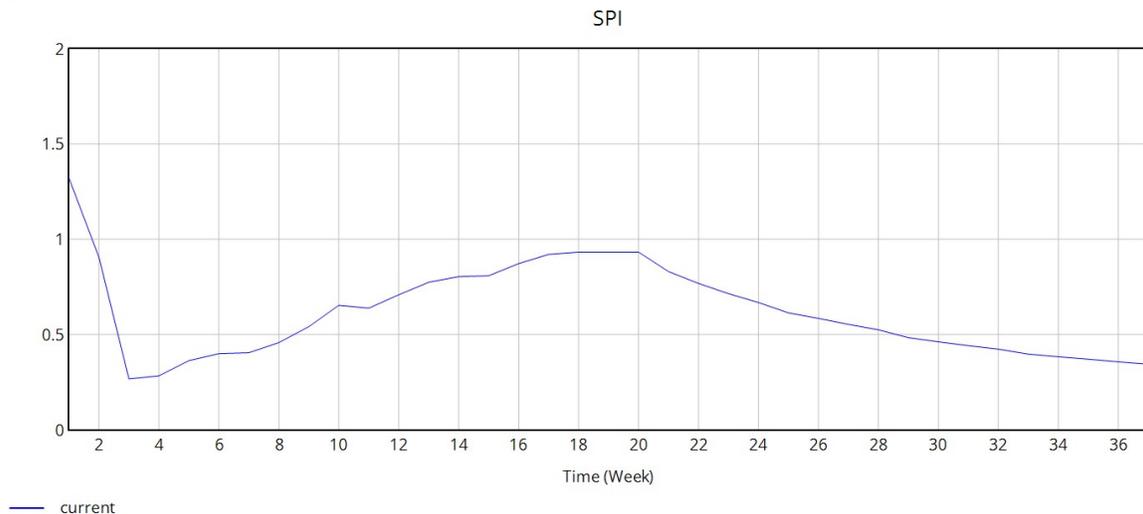
Gambar 9. Grafik Nilai BCWS dan BCWP

Untuk total anggaran dapat diisi dengan total anggaran setiap proyek, pada pengerjaan proyek pembangunan *Eco Green Chruch Bethany Yestoya Malang* ini sebesar Rp. 10.749.201.095,647. Untuk kemudian membuat rumus BCWP dan BCWS dengan menghubungkan %bobot real dan %bobot rencana menuju BCWS dan BCWP dengan hasil pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Nilai BCWS dan BCWP pada analisis *Ventana Simulation*

Minggu	BCWS (Rp)	BCWP (Rp)	Minggu	BCWS (Rp)	BCWP (Rp)
1	27.410.500,00	36.224.800,00	11	2.375.040.000,00	1.516.820.000,00
2	54.820.900,00	49.661.300,00	12	2.592.600.000,00	1.837.680.000,00
3	267.225.000,00	71.374.700,00	13	2.810.160.000,00	2.176.930.000,00
4	479.629.000,00	135.977.000,00	14	3.027.730.000,00	2.433.830.000,00
5	692.034.000,00	251.424.000,00	15	3.374.280.000,00	2.729.010.000,00
6	904.438.000,00	361.711.000,00	16	3.530.580.000,00	3.080.180.000,00
7	1.222.080.000,00	494.678.000,00	17	3.749.540.000,00	3.452.540.000,00
8	1.354.720.000,00	620.229.000,00	18	3.968.600.000,00	3.700.950.000,00
9	1.633.450.000,00	884.552.000,00	19	3.968.600.000,00	3.700.950.000,00
10	1.909.170.000,00	1.248.200.000,00	20	3.968.600.000,00	3.700.950.000,00

Setelah mengetahui hasil nilai BCWS dan BCWP dari analisis menggunakan *Ventana Simulation*, kemudian dapat diketahui hasil nilai SPI dan dapat membuat prediksi hasil nilai SPI Prediksi pada minggu ke 21-37 seperti dibawah ini.



Gambar 10. Grafik Nilai SPI Minggu 1-37

Dapat dilihat pada hasil grafik nilai SPI, penurunan nilai secara signifikan berada pada setelah minggu ke-20 hingga minggu ke-37, penyebab penurunan ini diakibatkan tidak ada nilai bobot realisasi pekerjaan pada data analisis *Vensim* yang dimasukkan, dengan nilai grafik SPI dapat dilihat pada tabel 5 dibawah ini.

4. KESIMPULAN

Hasil dari model pendekatan dengan menggunakan sistem dinamik dapat digunakan oleh pihak-pihak yang berkepentingan untuk mengetahui penjadwalan waktu proyek dengan masa yang akan datang. Pada hasil perhitungan dan analisis dengan menggunakan *Microsfot Excel* dan *Ventana Simulation* menunjukkan kesesuaian hasil dan dapat

digunakan dalam melakukan analisis dalam proyek pembangunan yang akan mengetahui nilai prediksi di masa mendatang.

Setelah melakukan kajian pada penelitian ini penulis dapat menyarankan dengan diteruskannya penelitian untuk mengetahui hasil nilai SPI pada minggu 21-37 beserta skenario parameter untuk mengetahui nilai Optimum dan nilai Kritis untuk SPI pada proyek pembangunan *Eco Green Chruch* Bethany Yestoya Malang ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, A., Tinumbia, N., & Anggraini, E. (2023). CONSTRUCTION PROJECT CONTROL ANALYSIS USING EARNED VALUE MANAGEMENT , EARNED SCHEDULE MANAGEMENT , EARNED DURATION MANAGEMENT (Case Study : Highrise Building Project in Jakarta). *Jurnal Infrastruktur*, 9(2), 87–98.
- Deshariyanto, D. (2013). Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Di Dinas Pu. Bina Marga Kabupaten Sumenep. *Jurnal Ilmiah MITSU*, 1(2), 1–11. <https://doi.org/10.24929/ft.v1i2.59>
- Hirijanto, I. W. M. (2020). System Dynamics for Simulation Model of. *Journal of Sustainable Technology and Applied Science (JSTAS)*, 1(2), 25–32.
- Mahyuddin, R. F. R. E. M. A. P. P. Y. U. R. S. A. R. (2023). Manajemen Proyek Konstruksi. *Manajemen Proyek Konstruksi*, 1–145.
- Prof. Erma Suryani, S. T. , M. T. , Ph. D. R. A. H. S. Kom. , M. Eng. U. E. R. S. Kom. , M. Kom. (2021). *IMPLEMENTASI MODEL SIMULASI SISTEM DINAMIK DALAM INDUSTRI JAGUNG*.
- Ratna Winanda, L. A., Dewi, W. L., Wibawanto, H. S., & Manaha, Y. P. (2024). Optimization of Cost Performance Index in Construction Project Based on Influencing Factors. *E3S Web of Conferences*, 476. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447601019>
- Sugiyanto, I. (2020). *Manajemen Pengendalian Proyek*.
- Thoengsal, J. (2021). *Pengendalian waktu dan biaya dengan menggunakan metode Earned Value Management (EVM)*. <https://www.researchgate.net/publication/361598539>
- Zakariyya, B., Ridwan, A., & Suwarno, S. (2020). Analisis Biaya Dan Jadwal Proyek Pembangunan Gedung Dinas Kesehatan Kabupaten Trenggalek Dengan Metode Earned Value. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(2), 362. <https://doi.org/10.30737/jurmateks.v3i2.1197>