

SURAT TUGAS

Nomor: 17-R/UNTAR/PENELITIAN/X/2023

Rektor Universitas Tarumanagara, dengan ini menugaskan kepada saudara:

BASUKI ANONDHO, Dr.,Ir., M.T.

Untuk melaksanakan kegiatan penelitian/publikasi ilmiah dengan data sebagai berikut:

Judul : MODEL PERHITUNGAN RENTANG DURASI PROBABILISTIK
MENGUNAKAN METODE EARNED SCHEDULE PADA PROYEK DI
JAKARTA DAN SEKITARNYA
Nama Media : JMTS (Jurnal Mitra Teknik Sipil)
Penerbit : Universitas Tarumanagara
Volume/Tahun : Volume 1, Nomor 2, November 2018
URL Repository :

Demikian Surat Tugas ini dibuat, untuk dilaksanakan dengan sebaik-baiknya dan melaporkan hasil penugasan tersebut kepada Rektor Universitas Tarumanagara

11 Oktober 2023

Rektor



Prof. Dr. Ir. AGUSTINUS PURNA IRAWAN

Print Security : 4bc9147aeca7edfea8857bee20fa968e

Disclaimer: Surat ini dicetak dari Sistem Layanan Informasi Terpadu Universitas Tarumanagara dan dinyatakan sah secara hukum.

Jl. Letjen S. Parman No. 1, Jakarta Barat 11440
P: 021 - 5695 8744 (Humas)
E: humas@untar.ac.id

 Untar Jakarta

 untar.ac.id

Lembaga

- Pembelajaran
- Kemahasiswaan dan Alumni
- Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat
- Penjaminan Mutu dan Sumber Daya
- Sistem Informasi dan Database

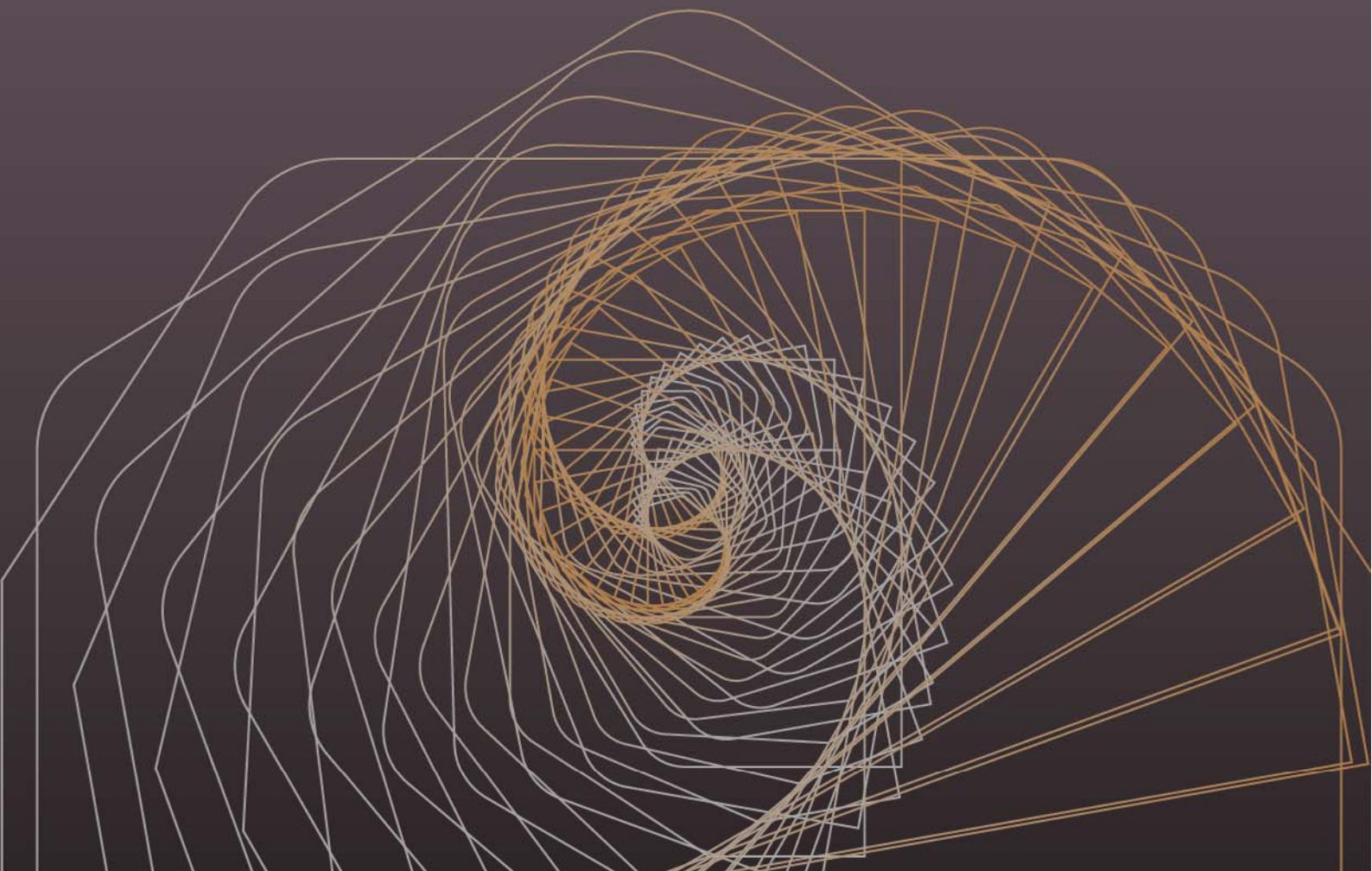
Fakultas

- Ekonomi dan Bisnis
- Hukum
- Teknik
- Kedokteran
- Psikologi
- Teknologi Informasi
- Seni Rupa dan Desain
- Ilmu Komunikasi
- Program Pascasarjana

JMPTS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

Volume 1 No. 2 November 2018



e-ISSN : 2622-545X

Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

SERTIFIKAT

Kementerian Riset dan Teknologi/
Badan Riset dan Inovasi Nasional



Petikan dari Keputusan Menteri Riset dan Teknologi/
Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional
Nomor 200/M/KPT/2020

Peringkat Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode III Tahun 2020
Nama Jurnal Ilmiah
JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

E-ISSN: 2622545X

Penerbit: Universitas Tarumanagara

Ditetapkan sebagai Jurnal Ilmiah

TERAKREDITASI PERINGKAT 4

Akreditasi Berlaku selama 5 (lima) Tahun, yaitu
Volume 1 Nomor 1 Tahun 2018 sampai Volume 5 Nomor 2 Tahun 2022

Jakarta, 23 Desember 2020

Menteri Riset dan Teknologi/
Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional
Republik Indonesia,



[Signature]
Barabang P. S. Brodjonegoro





JMTS: JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

 UNIVERSITAS TARUMANAGARA

 P-ISSN : 2622545X <> E-ISSN : 2622545X



0.857143

Impact Factor



683

Google Citations



Sinta 4

Current Accreditation

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Volume 1, Nomor 2, November 2018

Daftar Isi

ANALISIS PENENTUAN PENGARUH HAMBATAN SAMPING AKIBAT AKTIVITAS TATA GUNA LAHAN DI JALAN MEDAN MERDEKA TIMUR DAN MAJAPAHIT <i>Prilma Christy Sibarani dan Najid</i>	1-7
PENGENDALIAN PENGGUNAAN KENDARAAN PRIBADI DENGAN STRATEGI PARKIR DAN ERP DI SUDIRMAN – THAMRIN (DKI JAKARTA) <i>Petrick Dwi Saputra dan Najid</i>	9-18
ANALISIS PENENTUAN PENGARUH HAMBATAN SAMPING AKIBAT AKTIVITAS TATA GUNA LAHAN DI JALAN TANJUNG DUREN DAN TAMAN DAAN MOGOT <i>Muhamad Reza Alviana dan Najid</i>	19-26
ANALISIS SIKAP MASYARAKAT TERHADAP PENGHAPUSAN LAYANAN TRANSPORTASI UMUM DI JAKARTA <i>Muhammad Luthi Wibowo dan Leksmono Suryo Putranto</i>	27-32
ANALISIS TINGKAT KETAATAN PENGEMUDI DAN PENUMPANG KENDARAAN PRIBADI DAN UMUM TERHADAP PENGGUNAAN SABUK KESELAMATAN <i>Nevin Nathanael dan Leksmono Suryo Putranto</i>	33-41
PENGARUH PENAMBAHAN FLY ASH TERHADAP NILAI KUAT GESER TANAH EKSPANSIF <i>Ishak Setiawan dan Andryan Suhendra</i>	43-50
MODEL PERHITUNGAN RENTANG DURASI PROBABILISTIK MENGGUNAKAN METODE EARNED SCHEDULE PADA PROYEK DI JAKARTA DAN SEKITARNYA <i>Shindy dan Basuki Anondho</i>	51-60
PENGARUH PRODUKTIVITAS TERHADAP BIAYA PEKERJAAN FABRIKASI BESI PROYEK INDONESIA 1 DENGAN METODE CREW BALANCE CHART <i>Yulius Kelvin dan Hendrik Sulistio</i>	61-70
PENGGUNAAN VARIABEL DUMMY UNTUK MENINGKATKAN NILAI DETERMINASI FAKTOR EKSTERNAL TERUKUR TERHADAP DURASI <i>Astrid Dwi Lestari dan Basuki Anondho</i>	71-80
PENGENDALIAN PENGGUNAAN MOBIL PRIBADI DENGAN STRATEGI PARKIR DAN ERP DI JALAN RASUNA SAID DKI JAKARTA <i>Bathia Dharma Putera dan Najid</i>	81-89
EVALUASI KINERJA STRUKTUR GEDUNG DUAL SYSTEM BERBASIS	

KINERJA <i>Dave Fernando Indotjoa, Daniel Christianto, dan Hadi Pranata</i>	91-100
ANALISIS PERMINTAAN DAN KEPUASAN PENUMPANG TERHADAP PELAYANAN BUS TRANSJAKARTA KORIDOR 10 <i>Edric Yappo dan Najid</i>	101-109
ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMENGARUHI KONTRAKTOR UTAMA DALAM PEMILIHAN SUBKONTRAKTOR PADA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI <i>Erwin Tanuwijaya dan Jane Sekarsari Tamtana</i>	111-121
PERBANDINGAN ANTARA <i>PLS SEM</i> DAN ANALISIS FAKTOR UNTUK IDENTIFIKASI FAKTOR PENGARUH EKSTERNAL PROYEK <i>Glenn Jonathan dan Basuki Anondho</i>	123-132
STUDI BANDING JENIS-JENIS FONDASI <i>RAFT PILE</i> DENGAN ASUMSI <i>FRICITION PILE</i> UNTUK GEDUNG KAMPUS II UNIVERSITAS TARUMANAGARA <i>Hanif, dan Gregorius Sandjaja Sentosa</i>	133-142
ANALISIS BESARAN KOEFISIEN KETIDAKPASTIAN <i>ENVIRONMENTAL UNCERTAINTY (EU)</i> YANG BERPENGARUH PADA PERHITUNGAN <i>BUFFER PADA CRITICAL CHAIN PROJECT MANAGEMENT (CCPM)</i> DI JAKARTA <i>Ignatius Edward Lianto dan Basuki Anondho</i>	143-150
PERBANDINGAN PENURUNAN KONSOLIDASI PADA TANAH YANG BELUM DIPERBAIKI SERTA YANG DIPERBAIKI DENGAN <i>PRELOADING</i> DAN PEMANCANGAN KELILING <i>Wilson dan Alfred Jonathan Susilo</i>	151-160
PENGARUH VOID PADA PENAMPANG TIANG FONDASI TERHADAP P-Y CURVE <i>Dave Laurent dan Alfred Jonathan Susilo</i>	161-170
ANALISIS DAYA DUKUNG TIANG PANCANG DENGAN METODE STATIK, DINAMIK, DAN PERSAMAAN GELOMBANG SOFTWARE GRLWEAP <i>Chris Tengdyantono, Gregorius Sandjaja Sentosa, dan Aksan Kawanda</i>	171-180
ANALISIS PLAXIS UNTUK <i>DEWATERING BASEMENT</i> DI TANAH KELEMPUNGAN DAN KEPASIRAN <i>Angela Kurokawa dan Chaidir A Makarim</i>	181-187
PENERAPAN RESOURCE LEVELING DENGAN METODE ALGORITMA GENETIKA PADA PROYEK KONSTRUKSI DI JAKARTA <i>Hendy dan Henny Wiyanto</i>	189-196
ANALISIS PENGARUH FAKTOR EKSTERNAL TERUKUR TERHADAP DURASI PROYEK KONSTRUKSI DENGAN METODE PLS-SEM <i>Kelvin Ngunadi dan Basuki Anondho</i>	197-204
EFEK DARI <i>DYNAMIC COMPACTION (DC)</i> TERHADAP PENINGKATAN	

KUAT GESER TANAH <i>Michelle Fauziek dan Andryan Suhendra</i>	205-214
BEBAN KERJA TENAGA KERJA TUKANG BESI DI JAKARTA <i>Ryan Hartono dan Basuki Anondho</i>	215-220

MODEL PERHITUNGAN RENTANG DURASI PROBABILISTIK MENGGUNAKAN METODE *EARNED SCHEDULE* PADA PROYEK DI JAKARTA DAN SEKITARNYA

Shindy¹ dan Basuki Anondho²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl.Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: shindyhuang11@gmail.com

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl.Letjen S. Parman No.1 Jakarta
Email: basukia@ft.untar.ac.id

ABSTRAK

Dalam pengelolaan proyek konstruksi, durasi merupakan salah satu komponen yang penting dan mempengaruhi kesuksesan suatu proyek. Akan tetapi akibat unsur ketidakpastian yang terdapat dalam pekerjaan proyek konstruksi mengakibatkan manajer proyek sulit untuk melakukan prediksi durasi akhir proyek konstruksi secara lebih akurat. Pada sisi lain terdapat metode Earned Schedule yang perhitungannya menggunakan indikator berbasis waktu, yakni Schedule Performance Index (SPI), sehingga mendukung dalam perhitungan prediksi durasi akhir proyek konstruksi. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dirancang sebuah model perhitungan rentang durasi probabilistik akhir proyek konstruksi dengan menggunakan metode Earned Schedule. Penelitian ini menggunakan data berupa kurva S dari 45 proyek yang sedang berjalan di Jakarta dan sekitarnya. Penelitian ini dilakukan dengan menghitung angka rata-rata prediksi durasi akhir proyek (EAC) pada masing-masing data proyek, kemudian dilakukan perhitungan interval batas atas dan batas bawah sebagai rentang durasi probabilistik akhir proyek. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa model perhitungan rentang durasi probabilistik akhir proyek dapat digunakan untuk memprediksi durasi akhir proyek yang bersifat probabilistik.

Kata Kunci: Earned Schedule, Durasi Probabilistik, Prediksi Durasi.

ABSTRACT

In management of construction project, duration is one of the important components and affects the success of a project. However, due to the element of uncertainty in the construction project work, it is difficult for project managers to predict the final duration of the construction project more accurately. On the other hand, there is Earned Schedule method which calculations are using time-based indicators, namely Schedule Performance Index (SPI), so it is supporting the calculation of the prediction of the final duration of the construction project. Therefore, in this research will be designed a model calculation of probabilistic duration range of the construction project by using Earned Schedule method. This study uses S curve data of 45 projects on going in Jakarta and surrounding areas. This study was conducted by calculating the average prediction of Estimate at Completion (EAC) on each project data, then calculating the upper and lower limit interval as the probabilistic project duration range. The results of this study indicate that the probabilistic duration of the project duration calculation model can be used to predict the probabilistic duration of the project.

Keywords: Earned Schedule, Probabilistik Duration, Duration Estimation.

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Durasi proyek konstruksi merupakan salah satu faktor kunci yang harus dipertimbangkan saat akan memulai jalannya suatu proyek baru, karena dapat menentukan keberhasilan atau kegagalan suatu proyek konstruksi (Lee, et al., 2009).

Lee, et al. (2009) menyatakan bahwa perencanaan konstruksi saat ini bergantung pada metode penjadwalan deterministik tradisional yang tidak dapat memastikan dengan jelas tingkat ketidakpastian dalam suatu proyek. Hal tersebut menunjukkan bahwa prediksi durasi akhir proyek bersifat probabilistik atau tidak pasti. Kendala yang sering kita temukan yaitu durasi dalam suatu proyek konstruksi sering kali tidak sesuai dengan perhitungan prediksi, sehingga jadwal konstruksi dapat menyimpang dari rencana awal.

Salah satu metode yang banyak digunakan untuk memprediksi durasi akhir proyek adalah *Earned Value Method* (EVM). Metode tersebut merupakan metode yang sudah cukup lama berkontribusi dan membantu para manajer proyek dalam mengelola proyek, terutama dalam hal prediksi biaya dan durasi akhir proyek. Akan tetapi dalam perkembangannya, penggunaan *Earned Value Method* (EVM) dalam memprediksi durasi mendapat kritikan oleh karena perhitungannya yang berbasis biaya (Lipke, et al., 2009). Perhitungan metode tersebut yang menggunakan indikator berbasis biaya dan bukan waktu, dalam memprediksi durasi membuat hasil prediksi durasi dari metode tersebut menjadi diragukan dalam dunia konstruksi. Oleh karena itu dibutuhkan metode baru yang dapat menggantikan *Earned Value Method* (EVM) dan mengatasi kelemahannya dalam memprediksi durasi akhir proyek.

Salah satu pengembangan dari *Earned Value Method* (EVM) adalah metode *Earned Schedule* (ES), merupakan metode yang menggunakan indikator waktu sebagai ganti dari indikator biaya mampu mengatasi kekurangan dari *Earned Value Method* (EVM) pada penelitian sebelumnya (Vanhoucke, et al., 2015). Perhitungan metode *Earned Schedule* (ES) yang menggunakan indikator berbasis biaya meningkatkan keandalannya dalam memprediksi durasi akhir proyek, sehingga dalam prediksi durasi metode *Earned Schedule* (ES) lebih dapat diandalkan dibandingkan dengan metode lainnya.

Pada penelitian ini akan dilakukan perhitungan prediksi durasi probabilistik akhir proyek konstruksi dalam upaya mengatasi unsur ketidakpastian agar prediksi yang dilakukan lebih akurat.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang, tujuan dari penelitian ini adalah untuk memperoleh model perhitungan rentang prediksi durasi akhir proyek.

Durasi Probabilistik

Perhitungan prediksi yang dilakukan dalam suatu proyek konstruksi, baik dalam prediksi biaya akhir proyek maupun prediksi durasi akhir proyek, dapat dilakukan dengan menggunakan dua pendekatan yang berbeda, yakni pendekatan deterministik dan pendekatan probabilistik. Pendekatan deterministik melakukan prediksi biaya akhir proyek dan durasi akhir proyek dengan melihat nilai biaya dan durasi yang paling mungkin, sedangkan pendekatan probabilistik melakukan prediksi biaya akhir proyek dan durasi akhir proyek yang direncanakan berdasarkan variabilitas biaya dan durasi yang melekat pada masing-masing kegiatan proyek (Barraza, et al., 2004).

Dalam pelaksanaan suatu kegiatan, digunakan angka-angka prediksi yang berperan untuk memberikan rentang waktu akibat ketidakpastian dalam suatu pelaksanaan kegiatan. Di bawah ini merupakan angka-angka prediksi kegiatan yang pada umumnya digunakan (Anondho, 2017), dan akan dijelaskan seperti berikut ini:

a. Optimistic duration time (a)

Apabila sebuah kegiatan dilaksanakan dalam suatu kondisi yang mendukung dan segala sesuatunya berjalan dengan baik, maka kegiatan tersebut akan selesai dalam waktu yang lebih cepat. Waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan dapat disebut dengan waktu optimistic (*optimistic duration time*).

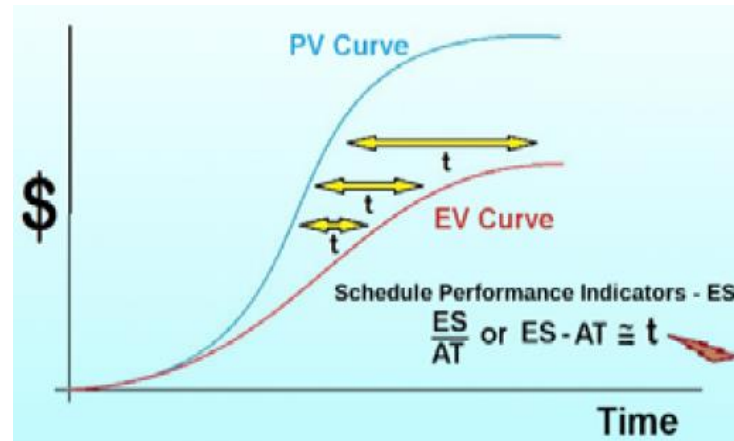
b. Pessimistic duration time (b)

Apabila sebuah kegiatan dilaksanakan dalam situasi dan kondisi yang kurang baik, terdapat kendala atau tidak mendukung, maka kegiatan tersebut akan selesai dalam waktu yang lebih lama. Waktu yang lebih lama ini dapat disebut dengan waktu pesimistik (*pessimistic duration time*).

Earned Schedule

Earned Value Method (EVM), sebuah metode yang sudah cukup lama berkontribusi dalam dunia konstruksi, memiliki kelemahan yakni pemakaian indikator biaya bukan indikator waktu dalam perhitungan prediksi durasi akhir proyek, sehingga pemakaian metode tersebut dalam prediksi durasi akhir proyek menjadi diragukan (Vanhoucke, et al., 2015).

Salah satu pengembangan dari *Earned Value Method* (EVM) adalah metode *Earned Schedule* (ES) yang merupakan metode yang menggunakan indikator waktu sebagai ganti dari indikator biaya mampu menghilangkan kekurangan dari metode *Earned Value* (EVM), sehingga metode *Earned Schedule* (ES) dapat lebih dipercaya dalam keandalannya memprediksi durasi akhir suatu proyek (Lipke, et al., 2009). Untuk lebih jelas dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.

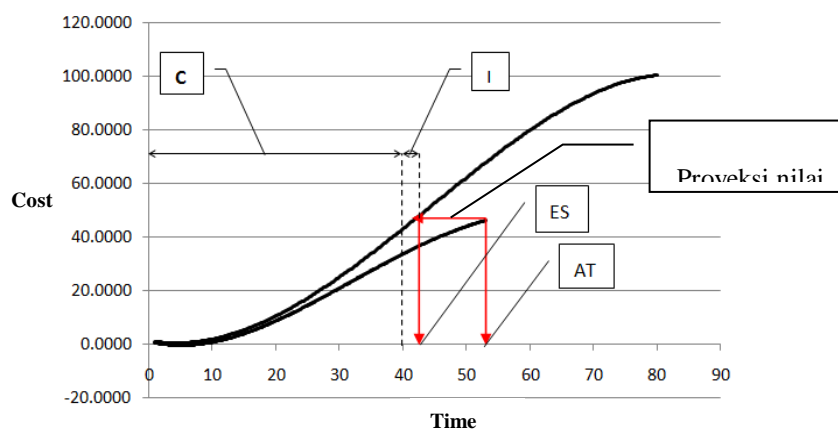


Gambar 1 Prinsip Dasar Pengukuran Kinerja Jadwal dengan ES (Vanhoucke, et al., 2015)

Dalam perhitungan prediksi durasi akhir proyek konstruksi, tentunya membutuhkan beberapa data yang tercantum dalam data kurva S masing-masing proyek. Berikut ini merupakan data-data yang terdapat dalam kurva S yang kiranya diperlukan untuk perhitungan prediksi durasi akhir proyek berikut dengan penjelasannya.

1. ACWP (*Actual Cost of Work Performed*), yaitu jumlah sesungguhnya dari biaya yang dikeluarkan untuk pekerjaan yang telah dilaksanakan sampai saat pengamatan.
2. BCWP (*Budgeted Cost of Work Performed*), yaitu jumlah anggaran biaya pelaksanaan pekerjaan yang direncanakan pada saat pengamatan yang sesuai dengan kegiatan yang telah dilaksanakan.
3. BCWS (*Budgeted Cost of Work Scheduled*), yaitu jumlah anggaran biaya pelaksanaan pekerjaan yang direncanakan untuk kegiatan yang direncanakan

Dalam perhitungan prediksi durasi akhir proyek konstruksi, tentu diperlukan beberapa parameter yang digunakan untuk mendapatkan nilai *Earned Schedule* (ES). Gambaran dari parameter-parameter perhitungan nilai *Earned Schedule* (ES) tersebut dapat dilihat dan akan dijelaskan seperti pada gambar 2 seperti berikut ini.



Gambar 2.2 Parameter Perhitungan Nilai *Earned Schedule* (ES) (Anondho, 2017)

Nilai *Earned Schedule* (ES) dapat ditentukan secara grafis dengan mencari suatu titik di mana proyeksi horizontal dari grafik BCWP pada suatu waktu tertentu ke grafik BCWS. Kemudian proyeksi vertikal dari titik proyeksi horizontal sebelumnya terhadap sumbu waktu (*time*) atau koordinat horizontal merupakan nilai dari *Earned Schedule* (ES) (Vanhoucke, et al., 2015). Pada gambar 2 di atas terdapat dua indikator utama yang dibutuhkan untuk mendapatkan nilai *Earned Schedule* (ES), kedua parameter tersebut yakni C dan I (Lipke, et al., 2009). Berikut ini akan dijelaskan masing-masing parameter yang dibutuhkan dalam perhitungan nilai *Earned Schedule* (ES) tersebut:

1. C = Nilai atau besaran periode yang dapat ditentukan dengan menghitung jumlah penambahan waktu dari pengukuran kinerja dasar atau *Performance Measurement Baseline* (PMB) yang memenuhi kondisi, $BCWP > BCWS$.

2. I = Nilai hasil interpolasi linear untuk menentukan nilai PMB pada titik yang ditinjau. Untuk mendapatkan nilai I dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$I = (BCWP - BCWS_C) / (BCWS_{C+1} - BCWS_C) \quad (1)$$

Selanjutnya dapat diperhitungkan nilai *Earned Schedule* (ES) dengan rumus yang dijabarkan sebagai berikut:

$$ES = C + I \quad (2)$$

Selanjutnya data yang digunakan pada perhitungan metode *Earned Schedule* (ES) menggunakan perhitungan dengan indikator yang berbasis waktu dan bukan indikator berbasis biaya, indikator-indikator tersebut yaitu *Schedule Variance (time)* atau $SV(t)$ dan *Schedule Performance Index (time)* atau $SPI(t)$ (Lipke, 2014). Di bawah ini akan dijelaskan lebih lanjut mengenai kedua indikator tersebut.

a. *Schedule Variance (time)* atau $SV(t)$

Schedule Variance (time) atau $SV(t)$ yaitu sebuah indikator yang merupakan nilai selisih antara kinerja yang telah direncanakan pada proyek dengan kinerja realisasi proyek konstruksi. Ketika nilai $SV(t)$ bernilai positif maka berarti kinerja realisasi proyek konstruksi lebih cepat daripada kinerja yang telah dijadwalkan pada proyek, begitu juga sebaliknya apabila nilai $SV(t)$ bernilai negatif berarti kinerja realisasi proyek konstruksi mengalami keterlambatan. Rumus dari *Schedule Variance (time)* atau $SV(t)$ dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$SV(t) = ES - AT \quad (3)$$

b. *Schedule Performance Index (time)* atau $SPI(t)$

Schedule Performance Index (time) atau $SPI(t)$ yaitu sebuah indikator yang mendeskripsikan besaran efisiensi dalam mencapai *Project Duration* (PD) untuk waktu yang diinvestasikan. Ketika nilai dari indikator $SPI(t)$ lebih besar atau sama dengan 1, maka kinerja jadwal dapat dinilai baik. Namun sebaliknya, apabila nilai dari indikator $SPI(t)$ lebih kecil daripada 1, berarti dapat disimpulkan bahwa terdapat masalah yang terjadi pada kinerja jadwal sehingga perlu dilakukan investigasi dan diberi koreksi. Rumus dari *Schedule Performance Index (time)* atau $SPI(t)$ dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$SPI(t) = ES / AT \quad (4)$$

Keterangan:

AT = *Actual Time*, yaitu waktu aktual dari awal dimulainya suatu proyek hingga waktu di mana EV diukur.

ES = *Earned Schedule*

Besaran nilai prediksi durasi akhir proyek konstruksi dapat diperhitungkan dengan menggunakan rumus yang dijabarkan sebagai berikut:

$$EAC(t) = AT + \frac{PD - ES}{SPI(t)} \quad (5)$$

Keterangan:

PD = *Project Duration* (total durasi proyek)

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data

Pada tahap pengumpulan data dilakukan studi lapangan dengan mengumpulkan data berupa kurva S proyek yang sedang berjalan (*on going*) dari berbagai proyek di Jakarta dan sekitarnya. Data berupa kurva S yang berisikan grafik rencana dan realisasi proyek tersebut dilakukan elaborasi data, yaitu dengan mengeliminasi bobot struktur proyek secara keseluruhan dengan bobot struktur bawah (*substructure*) untuk mendapatkan bobot realisasi dan rencana baru sebagai data yang akan dipergunakan pada penelitian ini.

Pada tahap ini dilakukan juga studi literatur dari buku dan jurnal mengenai durasi probabilistik dan metode *Earned Schedule* untuk membantu dalam menganalisis data-data yang telah dikumpulkan pada saat studi lapangan.

Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan untuk menganalisa data menggunakan bantuan microsoft excel untuk membantu perhitungan mulai dari mengelaborasi data-data kurva S proyek, perhitungan *Earned Schedule*, prediksi durasi akhir proyek, perhitungan rata-rata EAC, hingga perhitungan durasi probabilistik.

3. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

Hasil Perhitungan *Earned Schedule* dan Prediksi Durasi Akhir (EAC)

Berdasarkan data-data kurva S yang telah dilakukan elaborasi, terdapat nilai BCWS dan BCWP untuk perhitungan parameter C dan I. Parameter tersebut digunakan untuk mendapatkan nilai ES. Diperhitungkan juga nilai SPI untuk digunakan dalam perhitungan EAC. Hasil perhitungan *Earned Schedule* berikut dengan perhitungan prediksi durasi akhir proyek dapat dilihat pada tabel 1 di bawah.

Tabel 1. Hasil Perhitungan *Earned Schedule* dan EAC

Minggu ke	BCWS	BCWP	BCWSc	BCWSc+1	C	I	ES	SPI	EAC
1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
2.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3.0000	0.1163	0.0000	0.0000	0.0000	0	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4.0000	0.3030	0.1854	0.1163	0.3030	3	0.3699	3.3699	0.8425	138.8780
5.0000	0.4897	0.3708	0.3030	0.4897	4	0.3630	4.3630	0.8726	134.0816
6.0000	0.6763	0.5562	0.4897	0.6763	5	0.3562	5.3562	0.8927	131.0639
7.0000	0.8630	0.7383	0.6763	0.8630	6	0.3319	6.3319	0.9046	129.3452
8.0000	1.3207	1.2509	0.8630	1.3207	7	0.8475	7.8475	0.9809	119.2732
9.0000	1.7784	1.7185	1.3207	1.7784	8	0.8690	8.8690	0.9854	118.7277
10.0000	2.2362	2.1930	1.7784	2.2362	9	0.9056	9.9056	0.9906	118.1151
11.0000	2.6683	2.6208	2.2362	2.6683	10	0.8901	10.8901	0.9900	118.1806
12.0000	3.1260	3.1228	2.6683	3.1260	11	0.9930	11.9930	0.9994	117.0681
13.0000	3.5837	3.6325	3.5837	4.0415	13	0.1066	13.1066	1.0082	116.0484
14.0000	4.0415	3.9567	3.5837	4.0415	13	0.8148	13.8148	0.9868	118.5682
15.0000	4.2281	4.1223	4.0415	4.2281	14	0.4333	14.4333	0.9622	121.5938
16.0000	4.4148	4.3970	4.2281	4.4148	15	0.9048	15.9048	0.9940	117.7003
17.0000	4.6015	4.5663	4.4148	4.6015	16	0.8115	16.8115	0.9889	118.3116
18.0000	4.7958	4.6954	4.6015	4.7958	17	0.4836	17.4836	0.9713	120.4559
19.0000	5.0668	4.9654	4.7958	5.0668	18	0.6256	18.6256	0.9803	119.3521
20.0000	5.2612	5.1794	5.0668	5.2612	19	0.5791	19.5791	0.9790	119.5149
21.0000	5.4555	5.3585	5.2612	5.4555	20	0.5008	20.5008	0.9762	119.8487
22.0000	5.5501	5.4570	5.4555	5.5501	21	0.0153	21.0153	0.9552	122.4822
23.0000	5.6575	5.5511	5.5501	5.6575	22	0.0088	22.0088	0.9569	122.2694
24.0000	5.7521	5.6433	5.5501	5.6575	22	0.8676	22.8676	0.9528	122.7936
25.0000	5.8468	5.7090	5.6575	5.7521	23	0.5440	23.5440	0.9418	124.2354
26.0000	5.9414	5.8049	5.7521	5.8468	24	0.5579	24.5579	0.9445	123.8705

Minggu ke	BCWS	BCWP	BCWSc	BCWSc+1	C	I	ES	SPI	EAC
27.0000	6.2610	6.0619	5.9414	6.2610	26	0.3772	26.3772	0.9769	119.7623
28.0000	6.5806	6.3249	6.2610	6.5806	27	0.2000	27.2000	0.9714	120.4413
29.0000	7.1713	6.7296	6.5806	7.1713	28	0.2522	28.2522	0.9742	120.0966
30.0000	7.9052	7.2148	7.1713	7.9052	29	0.0593	29.0593	0.9686	120.7876
31.0000	8.3169	7.6795	7.1713	8.3169	29	0.4436	29.4436	0.9498	123.1848
32.0000	8.7273	8.1061	7.9052	8.3169	30	0.4879	30.4879	0.9527	122.8029
33.0000	9.1377	8.5119	8.3169	8.7273	31	0.4751	31.4751	0.9538	122.6685
34.0000	9.1377								
35.0000	9.1377								
36.0000	9.7328								
37.0000	10.3280								
38.0000	11.0982								
39.0000	11.7682								

Hasil Perhitungan Rata-Rata EAC

Hasil perhitungan EAC pada langkah sebelumnya akan dilakukan rata-rata setiap proyek sehingga dapat dirangkum pada tabel 2, berikut dengan hasil penyelarasan data satuan.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Rata-Rata EAC

NAMA PROYEK	DURASI	SATUAN WAKTU	EAC/m2		EAC/m2/minggu	
			Rata-Rata	Standar Deviasi	Rata-Rata	Standar Deviasi
P1	33	Minggu	0.003034714	0.000983651	0.003034714	0.000983651
P2	13	Minggu	0.001287054	0.000156948	0.001287054	0.000156948
P3	27	Minggu	0.002592117	0.002180676	0.002592117	0.002180676
P4	16	Bulan	0.000187104	2.26835E-05	0.000810722	9.82878E-05
P5	93	Minggu	0.000898874	0.000318427	0.000898874	0.000318427
P6	37	Minggu	0.00056694	0.000303013	0.00056694	0.000303013
P7	37	Minggu	0.002981545	0.001051286	0.002981545	0.001051286
P8	54	Minggu	0.002332671	0.000546712	0.002332671	0.000546712
P9	7	Bulan	0.000182438	8.12524E-05	0.000790504	0.000352067
P10	35	Minggu	0.004394142	0.00011936	0.004394142	0.00011936
P11	26	Minggu	0.000538101	4.73936E-05	0.000538101	4.73936E-05
P12	13	Bulan	0.00038417	0.000196592	0.001664608	0.000851831
P13	17	Minggu	0.000416718	0.000163138	0.000416718	0.000163138
P14	4	Bulan	0.000779012	5.55383E-05	0.003375457	0.000240647
P15	48	Minggu	0.00183217	0.000706327	0.00183217	0.000706327

NAMA PROYEK	DURASI	SATUAN WAKTU	EAC/m ²		EAC/m ² /minggu	
			Rata-Rata	Standar Deviasi	Rata-Rata	Standar Deviasi
P16	33	Minggu	0.001100123	0.00037035	0.001100123	0.00037035
P17	31	Minggu	0.003344954	0.000846986	0.003344954	0.000846986
P18	50	Minggu	0.002441991	0.000190264	0.002441991	0.000190264
P19	19	Bulan	0.000796933	6.27942E-06	0.003453112	2.72087E-05
P20	55	Minggu	0.002510527	0.00016015	0.002510527	0.00016015
P21	23	Minggu	0.000844647	5.6235E-05	0.000844647	5.6235E-05
P22	56	Minggu	0.001370301	7.87572E-05	0.001370301	7.87572E-05
P23	76	Minggu	0.002286297	0.000503874	0.002286297	0.000503874
P24	6	Minggu	0.000846183	8.03844E-05	0.000846183	8.03844E-05
P25	15	Minggu	0.000664391	6.07404E-05	0.000664391	6.07404E-05
P26	9	Minggu	0.003733655	0.000711263	0.003733655	0.000711263
P27	31	Minggu	0.001275513	0.00030263	0.001275513	0.00030263
P28	30	Minggu	0.001205928	0.000278245	0.001205928	0.000278245
P29	92	Minggu	0.00529817	0.001727161	0.00529817	0.001727161
P30	19	Bulan	0.000148526	0.000295246	0.000643564	0.001279302
P31	7	Bulan	0.001341501	0.001027921	0.005812723	0.004453983
P32	56	Minggu	0.002300265	0.000746506	0.002300265	0.000746506
P33	103	Minggu	0.001032259	0.000200848	0.001032259	0.000200848
P34	42	Minggu	0.002821965	0.000544237	0.002821965	0.000544237
P35	14	Minggu	0.002948145	0.000995947	0.002948145	0.000995947
P36	40	Minggu	0.000792098	0.000279828	0.000792098	0.000279828
P37	30	Minggu	0.002545756	0.004127994	0.002545756	0.004127994
P38	50	Minggu	0.005635993	0.003572669	0.005635993	0.003572669
P39	53	Minggu	0.001570748	0.000995701	0.001570748	0.000995701
P40	17	Bulan	0.000222463	6.85581E-05	0.000963933	0.000297062
P41	30	2 Minggu	0.000769436	0.000391616	0.001538872	0.000783232
P42	130	Minggu	0.003765125	0.000867376	0.003765125	0.000867376
P43	32	Bulan	0.000909158	0.000166131	0.003939383	0.000719846
P44	11	Minggu	0.029409209	0.008219943	0.029409209	0.008219943
P45	26	Minggu	0.008239238	0.002200416	0.008239238	0.002200416

Hasil Perhitungan Durasi Probabilistik

Setelah didapatkan nilai rata-rata EAC setiap proyek, kemudian dapat diperhitungkan batas atas dan batas bawah tiap proyek. Hasil perhitungan durasi probabiistik dapat dilihat pada tabel 3 berikut. Rata-rata dari keseluruhan batas atas tdan batas bawah setiap proyek merupakan hasil prediksi durasi probabilistik.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Durasi Probabilistik

NAMA PROYEK	DURASI	SATUAN WAKTU	EAC/m2		EAC/m2/minggu		Interval	
			Rata-Rata	Standar Deviasi	Rata-Rata	Standar Deviasi	Batas Bawah	Batas Atas
P1	33	Minggu	0.0030	0.0010	0.0030	0.0010	0.0027	0.0034
P2	13	Minggu	0.0013	0.0002	0.0013	0.0002	0.0012	0.0014
P3	27	Minggu	0.0026	0.0022	0.0026	0.0022	0.0018	0.0034
P4	16	Bulan	0.0002	0.0000	0.0008	0.0001	0.0008	0.0009
P5	93	Minggu	0.0009	0.0003	0.0009	0.0003	0.0008	0.0010
P6	37	Minggu	0.0006	0.0003	0.0006	0.0003	0.0005	0.0007
P7	37	Minggu	0.0030	0.0011	0.0030	0.0011	0.0026	0.0033
P8	54	Minggu	0.0023	0.0005	0.0023	0.0005	0.0022	0.0025
P9	7	Bulan	0.0002	0.0001	0.0008	0.0004	0.0005	0.0011
P10	35	Minggu	0.0044	0.0001	0.0044	0.0001	0.0044	0.0044
P11	26	Minggu	0.0005	0.0000	0.0005	0.0000	0.0005	0.0006
P12	13	Bulan	0.0004	0.0002	0.0017	0.0009	0.0012	0.0021
P13	17	Minggu	0.0004	0.0002	0.0004	0.0002	0.0003	0.0005
P14	4	Bulan	0.0008	0.0001	0.0034	0.0002	0.0031	0.0036
P15	48	Minggu	0.0018	0.0007	0.0018	0.0007	0.0016	0.0020
P16	33	Minggu	0.0011	0.0004	0.0011	0.0004	0.0010	0.0012
P17	31	Minggu	0.0033	0.0008	0.0033	0.0008	0.0030	0.0036
P18	50	Minggu	0.0024	0.0002	0.0024	0.0002	0.0024	0.0025
P19	19	Bulan	0.0008	0.0000	0.0035	0.0000	0.0034	0.0035
P20	55	Minggu	0.0025	0.0002	0.0025	0.0002	0.0025	0.0026
P21	23	Minggu	0.0008	0.0001	0.0008	0.0001	0.0008	0.0009
P22	56	Minggu	0.0014	0.0001	0.0014	0.0001	0.0013	0.0014
P23	76	Minggu	0.0023	0.0005	0.0023	0.0005	0.0022	0.0024
P24	6	Minggu	0.0008	0.0001	0.0008	0.0001	0.0008	0.0009
P25	15	Minggu	0.0007	0.0001	0.0007	0.0001	0.0006	0.0007
P26	9	Minggu	0.0037	0.0007	0.0037	0.0007	0.0033	0.0042
P27	31	Minggu	0.0013	0.0003	0.0013	0.0003	0.0012	0.0014
P28	30	Minggu	0.0012	0.0003	0.0012	0.0003	0.0011	0.0013
P29	92	Minggu	0.0053	0.0017	0.0053	0.0017	0.0049	0.0057
P30	19	Bulan	0.0001	0.0003	0.0006	0.0013	0.0001	0.0012
P31	7	Bulan	0.0013	0.0010	0.0058	0.0045	0.0025	0.0091
P32	56	Minggu	0.0023	0.0007	0.0023	0.0007	0.0021	0.0025

NAMA PROYEK	DURASI	SATUAN WAKTU	EAC/m2		EAC/m2/minggu		Interval	
			Rata-Rata	Standar Deviasi	Rata-Rata	Standar Deviasi	Batas Bawah	Batas Atas
P33	103	Minggu	0.0010	0.0002	0.0010	0.0002	0.0010	0.0011
P34	42	Minggu	0.0028	0.0005	0.0028	0.0005	0.0027	0.0030
P35	14	Minggu	0.0029	0.0010	0.0029	0.0010	0.0024	0.0035
P36	40	Minggu	0.0008	0.0003	0.0008	0.0003	0.0007	0.0009
P37	30	Minggu	0.0025	0.0041	0.0025	0.0041	0.0011	0.0040
P38	50	Minggu	0.0056	0.0036	0.0056	0.0036	0.0046	0.0066
P39	53	Minggu	0.0016	0.0010	0.0016	0.0010	0.0013	0.0018
P40	17	Bulan	0.0002	0.0001	0.0010	0.0003	0.0008	0.0011
P41	30	2 Minggu	0.0008	0.0004	0.0015	0.0008	0.0013	0.0018
P42	130	Minggu	0.0038	0.0009	0.0038	0.0009	0.0036	0.0039
P43	32	Bulan	0.0009	0.0002	0.0039	0.0007	0.0037	0.0042
P44	11	Minggu	0.0294	0.0082	0.0294	0.0082	0.0246	0.0343
P45	26	Minggu	0.0082	0.0022	0.0082	0.0022	0.0074	0.0091

Untuk mendapatkan nilai rentang prediksi durasi probabilistic dilakukan perhitungan rata-rata keseluruhan batas atas dan batas bawah. Kedua nilai tersebut akan menjadi rentang durasi probabilistic akhir proyek. Pada penelitian ini didapatkan rentang durasi probabilistic yaitu dengan nilai batas bawah 0.0029 minggu dan batas atas 0.0033 minggu.

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan dari hasil analisis dalam penelitian ini yaitu:

1. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari perhitungan pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa model perhitungan rentang prediksi durasi probabilistik akhir proyek konstruksi dapat dipergunakan untuk menghitung tingkat keberhasilan prediksi durasi probabilistik akhir proyek di Jakarta dan sekitarnya.
2. Besaran standar deviasi pada setiap proyek dapat mempengaruhi hasil perhitungan rentang durasi probabilistik. Semakin besar standar deviasi maka semakin baik hasil perhitungan rentang durasi probabilistik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anondho, Basuki. (2017). Pengembangan Model Prediksi Durasi Probabilistik Proyek Pengembangan Gedung Bertingkat Tinggi Bertingkat Tinggi Berbasis Faktor Pengaruh Eksternal Terukur. *Disertasi*. Universitas Indonesia.
- Barraza, G. A., Back, W. E., and Mata, F. (2004). *Probabilistic Forecasting of Project Performance using Stochastic S Curves*, *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Barraza, G. A. (2011). *Probabilistic Estimation and Allocation of Project Time Contingency*, *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Batselier, Jordy dan Vanhoucke, Mario. (2015). *Empirical Evaluation of Earned Value Management Forecasting Accuracy for Time and Cost*, *Journal of Constuction Engineering and Management*.
- Harinaldi. (2005) *Prinsip-Prinsip Statistik untuk Teknik dan Sains*. Jakarta: Erlangga.
- Hyun-soo Lee; Jae-won Shin; Moonseo Park; and Han-Guk Ryu. (2009). *Probabilistic Duration Estimation Model for High-Rise Structural Work*, *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Khamooshi, H. dan Cioffi, F. D. (2013). *Uncertainty in Task Duration and Cost Estimates: Fusion of Probabilistic Forecasts and Deterministic Scheduling*. *Journal of Construction Engineering and Management*.

- Khamooshi, H dan Abdi, A. (2016). *Project Duration Forecasting Using Earned Duration Management with Exponential Smoothing Techniques*, *Journal of Management in Engineering*. Vol. 33, No. 1 (Januari 2017): 1-10.
- Kim, B., and Reinschmidt, K. (2010). *Probabilistic Forecasting Of Project Duration Using Kalman Filter And The Earned Value Method*. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Lipke, W., Zwikael, O., Henderson, K., dan Anbari, F. (2009). *Prediction Of Project Outcome: The Application Of Statistical Method To Earned Value Management And Earned Schedule Performance Indexes*. *International Journal of Project Management*, 27(2009), 400-407.
- Lipke, Walt. (2012). *Earned Schedule Contribution to Project Management*. Vol. I, Issue II. *PM World Journal*.
- Lipke, Walt. (2014). *Testing Earned Schedule Forecasting Reliability*. Vol. III, Issue III. *PM World Journal*.
- Lipke, Walt. (2014). *Introduction to Earned Schedule Second Edition*. Vol. III, Issue XI. *PM World Journal*.
- Lipke, Walt. (2017). *Assesing Earned Value Management and Earned Schedule Forecasting*. Vol. VI, Issue VIII. *PM World Journal*.
- Lipke, Walt. (2017). *Forecasting Schedule Variance Using Earned Schedule*. Vol. VI, Issue II. *PM World Journal*.
- Modul Perhitungan Durasi Probabilistik Dengan Metode Earned Schedule Pada Proyek Konstruksi; Hak Kekayaan Intelektual 000107593; Basuki Anondho, Yusuf Latief, Krishna Mochtar; Direktorat Jendral Kekayaan Intelektual, Kementrian Hukum dan Hak Asasi Manusia; 2018.
- Poshdar, M., González, V. A., Raftery, G. M., Orozco, F., Romeo, J. S., dan Forcael, E. (2014). *A Probabilistic-Based Method to Determine Optimum Size of Project Buffer in Construction Schedules*, *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Vanhoucke, M., Andrade, P., Salvaterra, F., dan Batselier, J. (2015). *Introduction to Earned Duration*. *The Quarterly Magazine of the College of Performance Management*.