

SURAT TUGAS

Nomor: 8-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 : Prediksi Durasi Berbasis Earned Schedule Menggunakan Faktor Pengaruh Internal Dan Eksternal Serta Variabel Dummy
Nama Media : JMTS (Jurnal Mitra Teknik Sipil)
Penerbit : Universitas Tarumanagara
Volume/Tahun : Volume 3, Nomor 2, Mei 2020
URL Repository :

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

12 Oktober 2023

Rektor



Prof. Dr. Ir. AGUSTINUS PURNA IRAWAN

Print Security : c98591f4b54b6644e8b2718ee945c2ea

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

Lembaga

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

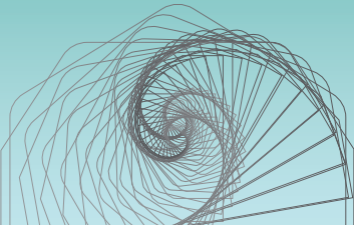
Fakultas

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

JMETS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

Volume 3 No. 2 Mei 2020



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,



Bambang P. S. Brodjonegoro



Home (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/index>)

/ Archives (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/issue/archive>)

/ Volume 3, Nomor 2, Mei 2020 (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/issue/view/338>)

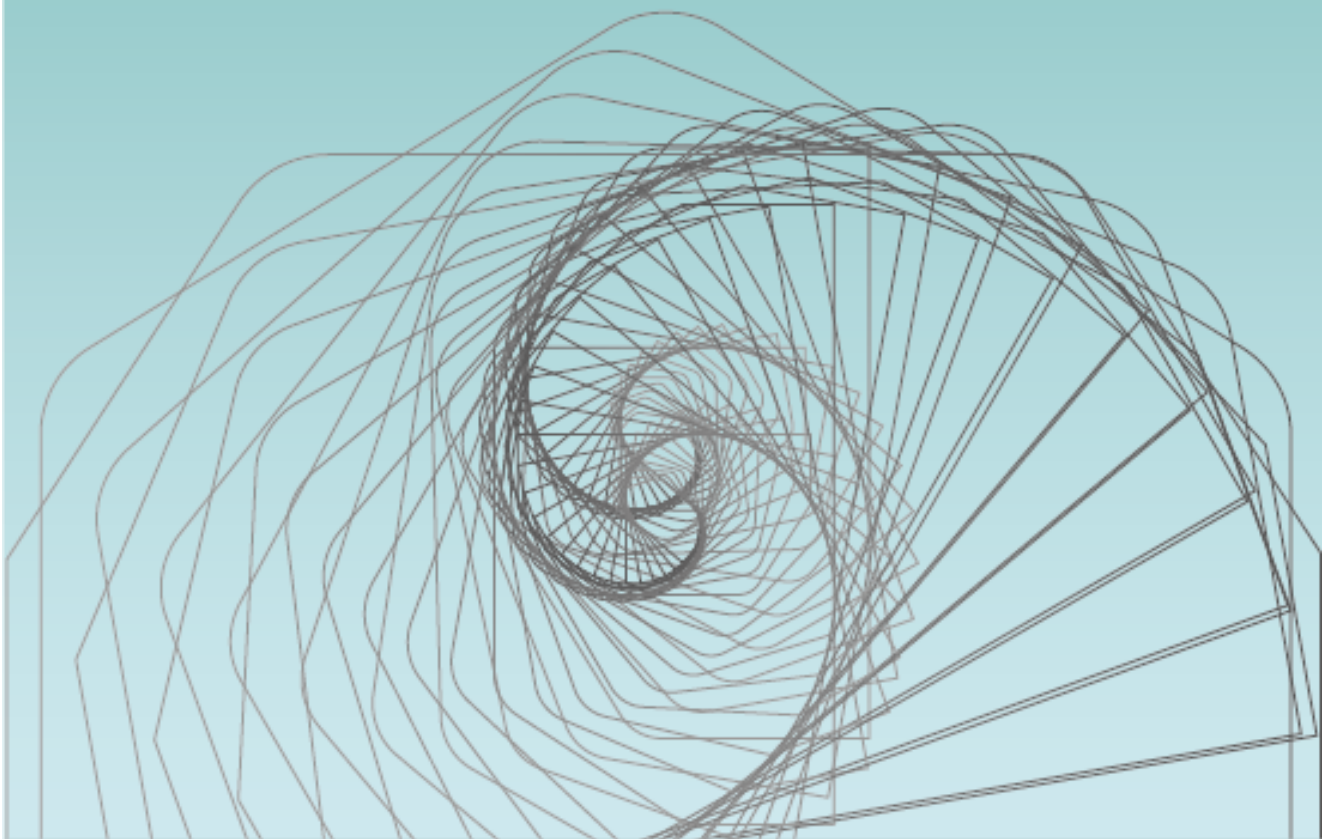
/ Articles

PREDIKSI DURASI BERBASIS EARNED SCHEDULE MENGGUNAKAN FAKTOR PENGARUH INTERNAL DAN EKSTERNAL SERTA VARIABEL DUMMY

JMITS

JURNAL MITRA TEKNIK SIPIL

Volume 3 No. 2 Mei 2020



e-ISSN : 2622-545X

Program Studi Sarjana Teknik Sipil UNTAR

(<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmits/issue/view/338>)

PDF (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmits/article/view/6990/5279>)

Published: May 17, 2020

DOI: <https://doi.org/10.24912/jmts.v3i2.6990> (<https://doi.org/10.24912/jmts.v3i2.6990>)

Keywords:

prediksi durasi earned schedule faktor eksternal terukur regresi linier berganda variabel dummy

Graciella Graciella

Universitas Tarumanagara

Basuki Anondho

Universitas Tarumanagara

Abstract

ABSTRACT

The success of a construction project could be seen based on whether the project has met the predetermined quality requirements, within a set budget and within the scheduled time duration. Time becomes one of the important aspects in planning a construction project because delay in the project can trigger various problems. Therefore, development of duration prediction technique could be a reliable option to increase prediction accuracy. The purpose of this study is to determine the relationship between the results of the duration estimation using earned schedule method with internal influence factors such as the number and gross floor area, external influence factors such as index of education, technology absorption, labor experience, technology availability, and innovation, and building type as dummy variable in predicting the total duration. The feasibility analysis showed that the equation of duration prediction using earned schedule method with internal and external influence factors as well as the dummy variable gave R2 value of 0.784 which means that the independent variables used could well explain the prediction of duration. There is an increase in the results of the coefficient of determination by 2.75% in the regression analysis using building type as dummy variable.

ABSTRAK

Keberhasilan suatu proyek konstruksi dapat dilihat berdasarkan ketepatan waktu yang telah dijadwalkan, ketepatan biaya yang telah dianggarkan, serta ketepatan mutu yang telah ditentukan sebelumnya. Waktu menjadi salah satu aspek penting dalam perencanaan suatu proyek konstruksi dikarenakan keterlambatan dalam proyek dapat memicu berbagai masalah baik dalam segi ekonomi maupun hukum, sehingga pengembangan suatu metode prediksi durasi dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan akurasi prediksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara hasil prediksi durasi menggunakan metode Earned Schedule dengan faktor pengaruh internal berupa jumlah dan luas lantai, faktor pengaruh eksternal berupa indeks pendidikan, penyerapan teknologi, pengalaman tenaga kerja, ketersediaan teknologi, dan inovasi, serta variabel dummy berupa tipe bangunan dalam prediksi durasi total proyek pembangunan gedung bertingkat tinggi di Jakarta. Analisa dilakukan dengan menghitung estimasi durasi berdasarkan metode earned schedule yang menggunakan schedule performance index (SPI) dengan indikator waktu. Hasil analisa uji kelayakan regresi linier berganda menunjukkan bahwa persamaan prediksi durasi dengan faktor pengaruh internal dan eksternal serta variabel dummy memberikan nilai R2 sebesar 0.784 yang artinya variabel bebas yang digunakan dapat menjelaskan prediksi durasi dengan baik. Terdapat peningkatan hasil koefisien determinasi pada analisis regresi dengan menggunakan variabel dummy berupa tipe bangunan yaitu sebesar 2.75% dari nilai tanpa penggunaan variabel dummy.

ISSUE

Volume 3, Nomor 2, Mei 2020 (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/issue/view/338>)

SECTION

Articles

This work is licensed under Jurnal Mitra Teknik Sipil (JMITS) Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License. (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

References

- Anondho, B. Pengembangan Model Prediksi Durasi Probabilistik Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi Berbasis Faktor Pengaruh Eksternal Terukur. Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, Disertasi Tidak Diterbitkan. 2018.
- Bromilow, F.J. "Contract Time Performance Expectations and the Reality." *Building Forum*, 1(3), 1969, 70-80.
- Chan, A.P.C. "Modelling building durations in Hong Kong". *Journal of Construction Management and Economics*, Routledge, 17:2, 1999, 189-196, DOI: 10.1080/014461999371682.
- Khamooshi, H. and Abdi, A. "Project duration forecasting using earned duration management with exponential smoothing technique". *Journal of Management in Engineering*, ASCE, 33(1), 2016, 1-10.
- Lee, H., Shin, J., Park, M. & Ryu, Han. "Probabilistic Duration Estimation Model for High-Rise Structural Work". *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 135, 2009, 1289-1298.
- Lipke, W. "Earned schedule contribution to project management". *PM World Journal*, 1(2), 2012.
- Lipke, W. "Introduction to earned schedule second edition". *PM World Journal*, 3(11), 2014.
- Lipke, W., Zwikael, O., Henderson, K., and Anbari, F. "Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes". *International Journal of Project Management*, 27 (4), 2009, 400-407.
- Love, P. E. D., Tse, R.Y.C. and Edwards, D.J. "Time-Cost Relationships in Australian Building Construction Projects". *Journal of Construction Engineering and Management*, ASCE, 131(2), 2005, 187-94.
- Ogunsemi, D. R. & Jagboro, G. O. "Time?cost model for building projects in Nigeria". *Journal of Construction Management and Economics*, Routledge, 24(3), 2006, 253-258.
- Project Management Institute. *A Guide to The Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) sixth edition*. Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA, 2017.
- Sousa, V., Almeida, N. M. and Dias, L. A. "Role of Statistics and Engineering Judgment in Developing Optimized Time-Cost Relationship Models". *Journal of Construction Engineering and Management*, 140, 2014, 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000874.

Template



(https://docs.google.com/document/d/16nJETn1M6uW1QXWPQkUyiAlaf7L_mvdd/edit?usp=share_link&oid=103492805044203521041&rtpof=true&sd=true)

Tools

Plagiarism Tool



Reference Management Tool, download here



Use APA Style, download here



Akreditasi



(/public/site/images/nissatajudin/Sertifikat_Akreditasi_JMTS_(2018-2022)_watermarked1.jpg)

Author Notice



(https://drive.google.com/open?id=1XdAhhg7KcuUSO7NKQ56GB0HpOMk7Ok7U)

Ethical Statement



(https://drive.google.com/open?id=1tqcDtm6KTNF7wgOWQ6mPfwrekXH2IIR)

Authorship Agreement



(<https://drive.google.com/open?id=1NJcKZ9W-msvxIY1JGMr8QNMWZn9HZnqR>)

Copyright Transfer

Our Journal is Indexed by:



(<https://scholar.google.co.id/citations?hl=en&user=bTcRkJ0AAAAJ>)



(<http://garuda.ristekdikti.go.id/journal/view/16934#!>)



(<https://search.crossref.org/?q=2622-545x>)



([https://app.dimensions.ai/discover/publication?](https://app.dimensions.ai/discover/publication?search_text=10.24912%2Fjmts&search_type=kws&search_field=doi)

[search_text=10.24912%2Fjmts&search_type=kws&search_field=doi](https://app.dimensions.ai/discover/publication?search_text=10.24912%2Fjmts&search_type=kws&search_field=doi))

=====



JMTS by <https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts> (<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts>) This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).

=====

(<http://issn.pdi.lipi.go.id/issn.cgi?daftar&1534217043&1&&>)

(<http://ft.untar.ac.id/fakultas/content/113>)

Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Universitas Tarumanagara Kampus 1 Gedung L Lantai 5

Jl. Letjen S. Parman No.1, Jakarta Barat, 11440

Phone: 021-5672548 ext.331

=====

View My Stats (<https://statcounter.com/p12159614/?guest=1>)

Platform & workflow by OJS / PKP

(<https://journal.untar.ac.id/index.php/jmts/about/aboutThisPublishingSystem>)

JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil

Volume 3, Nomor 2, Mei 2020

Daftar Isi

ANALISIS PERBANDINGAN METODE <i>MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING</i> (MRP) DENGAN METODE PENGENDALIAN MATERIAL PROYEK A <i>Devi Aprilliana Lienardo dan Oei Fuk Jin</i>	223-236
VALIDASI PREDIKSI DURASI DENGAN METODE <i>EARNED SCHEDULE</i> UNTUK GEDUNG BERTINGKAT DI JAKARTA <i>Melati Nurevita dan Basuki Anondho</i>	237-244
ANALISIS BIAYA PELAKSANAAN PROYEK KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT DENGAN KONSEP KONSTRUKSI HIJAU <i>Clara Alverina dan Jane Sekarsari Tamtana</i>	245-254
MINIMALISASI BIAYA PENYEDIAAN <i>FRAME SCAFFOLDING</i> DENGAN METODE <i>LINEAR PROGRAMMING</i> PADA PROYEK X <i>Verian Fernando Christanto dan Iwan B. Santoso</i>	255-266
PENERAPAN <i>VALUE ENGINEERING</i> DALAM PEMILIHAN JENIS BEKISTING KOLOM BETON PADA KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT <i>Steven dan Jane Sekarsari Tamtana</i>	267-278
PENERAPAN METODE <i>LINEAR PROGRAMMING</i> DALAM PENENTUAN KOMBINASI POTONGAN PADA PEKERJAAN BEKISTING DI PROYEK X <i>Teosaner Yutanesy dan Iwan B. Santoso</i>	279-288
PREDIKSI DURASI BERBASIS <i>EARNED SCHEDULE</i> MENGGUNAKAN FAKTOR PENGARUH INTERNAL DAN EKSTERNAL SERTA VARIABEL <i>DUMMY</i> <i>Graciella dan Basuki Anondho</i>	289-298
FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS PEKERJA PADA PELAKSANAAN KONSTRUKSI GEDUNG BERTINGKAT <i>Yodie Hernandi dan Jane Sekarsari Tamtana</i>	299-312
OPTIMASI JUMLAH PRODUKSI BAJA RINGAN MENGGUNAKAN METODE <i>LINEAR PROGRAMMING</i> <i>Willis Thedra dan Iwan B. Santoso</i>	312-322
ANALISIS TIMBUNAN DI ATAS LAPISAN TANAH GAMBUT DENGAN METODE <i>PRELOADING</i> DI KALIMANTAN TENGAH <i>Cristian Matthew dan Chaidir Anwar Makarim</i>	323-336
ANALISIS SENDI PLASTIS LOKAL PADA PUSHOVER KELOMPOK TIANG PANCANG <i>Bagas Putraloka, Gregorius Sandjaja, dan Amelia Yuwono</i>	337-348

ANALISIS <i>DISPLACEMENT</i> PADA TIANG TUNGGAL DENGAN MENGGUNAKAN METODE <i>PUSHOVER ANALYSIS</i> <i>Pieter Kristianto Syafrin, Chaidir Anwar Makarim, dan Amelia Yuwono</i>	349-360
ANALISIS FONDASI TIANG RAKIT YANG MENYATU DI SUATU BANGUNAN YANG MEMILIKI TRIBUN DAN TOWER <i>Teja Laksmiana dan Aniek Prihatiningsih</i>	361-374
ANALISIS JEMBATAN BETON PRATEGANG <i>BOX GIRDER</i> DENGAN METODE <i>BALANCED CANTILEVER</i> <i>Willy Kosim dan F.X. Supartono</i>	375-387
ANALISIS PENGGUNAAN <i>CARBON FIBER REINFORCED PLATE</i> PADA KAPASITAS LENTUR BETON BERTULANG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA <i>Alvin Purmawinata dan Edison Leo</i>	389-397
PENGARUH <i>ELECTRONIC ROAD PRICING</i> TERHADAP VOLUME LALU LINTAS PADA RUAS JALAN GATOT SUBROTO <i>Stevanus dan Najid</i>	399-408
PEMAHAMAN MASYARAKAT DAN PARA PEMANGKU KEPENTINGAN TERHADAP KONSEP <i>TRANSIT ORIENTED DEVELOPMENT</i> <i>Leonard Henry dan Leksmono Suryo Putranto</i>	409-418
ANALISIS JEMBATAN PRATEGANG <i>BOX GIRDER</i> DENGAN <i>INCREMENTAL LAUNCHING METHOD</i> <i>Michelle dan F.X. Supartono</i>	419-431
KARAKTERISTIK SESEORANG DALAM Mencari JALAN DI JABODETABEK <i>Pratama Kurnia Jaya Kusuma dan Leksmono SuryoPutranto</i>	433-442
ANALISIS KAPASITAS JARINGAN DRAINASE DI PASAR KEMIS CIKUPA KABUPATEN TANGERANG <i>Daniel David Camberra Simanungkalit, Arianti Sutandi, dan Vittorio Kurniawan</i>	443-454
ANALISIS MOMEN NOMINAL ULTIMIT TIANG BOR UNTUK DIGUNAKAN PADA PERHITUNGAN METODE BROMS <i>Reynard Julio Widjaja dan Gregorius Sandjaja Sentosa</i>	455-466
PENGARUH KEMIRINGAN FONDASI TIANG PANCANG <i>BATTERED PILE</i> PADA TANAH LEMPUNG DAN TANAH PASIR <i>Swendrinata Suwardi dan Andryan Suhendra</i>	467-478
ANALISIS DINDING DIAFRAGMA PADA KONSTRUKSI <i>BASEMENT</i> DI JAKARTA DENGAN MENGGUNAKAN PROGRAM ELEMEN HINGGA 3 DIMENSI <i>Calvin Wijaya, Ali Iskandar, dan Aniek Prihatiningsih</i>	479-486
EFEK GAYA VERTIKAL PADA TANAH DENGAN INDEKS PLASTISITAS TINGGI TERHADAP WILAYAH SEKITAR PROYEK DI JAKARTA UTARA <i>Staventram Inri dan Alfred Jonathan Susilo</i>	487-496

PREDIKSI DURASI BERBASIS *EARNED SCHEDULE* MENGGUNAKAN FAKTOR PENGARUH INTERNAL DAN EKSTERNAL SERTA VARIABEL *DUMMY*

Graciella¹ dan Basuki Anondho²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
graciella.325160131@stu.untar.ac.id

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

Masuk: 16-01-2020, revisi: 10-02-2020, diterima untuk diterbitkan: 26-02-2020

ABSTRACT

The success of a construction project could be seen based on whether the project has met the predetermined quality requirements, within a set budget and within the scheduled time duration. Time becomes one of the important aspects in planning a construction project because delay in the project can trigger various problems. Therefore, development of duration prediction technique could be a reliable option to increase prediction accuracy. The purpose of this study is to determine the relationship between the results of the duration estimation using earned schedule method with internal influence factors such as the number and gross floor area, external influence factors such as index of education, technology absorption, labor experience, technology availability, and innovation, and building type as dummy variable in predicting the total duration. The feasibility analysis showed that the equation of duration prediction using earned schedule method with internal and external influence factors as well as the dummy variable gave R^2 value of 0.784 which means that the independent variables used could well explain the prediction of duration. There is an increase in the results of the coefficient of determination by 2.75% in the regression analysis using building type as dummy variable.

Keywords: duration prediction; earned schedule; measurable external factors; multiple linear regression; dummy variables

ABSTRAK

Keberhasilan suatu proyek konstruksi dapat dilihat berdasarkan ketepatan waktu yang telah dijadwalkan, ketepatan biaya yang telah dianggarkan, serta ketepatan mutu yang telah ditentukan sebelumnya. Waktu menjadi salah satu aspek penting dalam perencanaan suatu proyek konstruksi dikarenakan keterlambatan dalam proyek dapat memicu berbagai masalah baik dalam segi ekonomi maupun hukum, sehingga pengembangan suatu metode prediksi durasi dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan akurasi prediksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara hasil prediksi durasi menggunakan metode *Earned Schedule* dengan faktor pengaruh internal berupa jumlah dan luas lantai, faktor pengaruh eksternal berupa indeks pendidikan, penyerapan teknologi, pengalaman tenaga kerja, ketersediaan teknologi, dan inovasi, serta variabel *dummy* berupa tipe bangunan dalam prediksi durasi total proyek pembangunan gedung bertingkat tinggi di Jakarta. Analisa dilakukan dengan menghitung estimasi durasi berdasarkan metode *earned schedule* yang menggunakan *schedule performance index* (SPI) dengan indikator waktu. Hasil analisa uji kelayakan regresi linier berganda menunjukkan bahwa persamaan prediksi durasi dengan faktor pengaruh internal dan eksternal serta variabel *dummy* memberikan nilai R^2 sebesar 0.784 yang artinya variabel bebas yang digunakan dapat menjelaskan prediksi durasi dengan baik. Terdapat peningkatan hasil koefisien determinasi pada analisis regresi dengan menggunakan variabel *dummy* berupa tipe bangunan yaitu sebesar 2.75% dari nilai tanpa penggunaan variabel *dummy*.

Kata kunci: prediksi durasi; *earned schedule*; faktor eksternal terukur; regresi linier berganda; variabel *dummy*

1. PENDAHULUAN

Menurut *A Guide to The Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) sixth edition* (2017), "Durasi proyek adalah total waktu yang diperlukan dari awal proyek dimulai hingga proyek selesai dan diterima kembali oleh *owner*". Peran penting dari prediksi durasi proyek telah disadari oleh banyak peneliti, salah satunya Lee et al (2009) di Korea yang melakukan penelitian model prediksi berdasarkan konsep bahwa durasi merupakan

faktor kunci sebelum memulai suatu proyek baru yang akan menentukan sukses atau gagalnya suatu proyek konstruksi. Untuk meningkatkan keakuratan prediksi durasi yang sifatnya dinamis, penelitian dilakukan lebih spesifik dengan menganalisis faktor yang mempengaruhi waktu dan biaya dari sebuah proyek konstruksi.

Prediksi durasi proyek pada umumnya menggunakan konsep *Earned Value Management* (EVM) yang memperkirakan durasi total proyek berdasarkan biaya. Akan tetapi seiring berjalannya waktu, konsep ini dinilai kurang relevan karena waktu dan biaya memiliki satuan yang berbeda. Berdasarkan itulah muncul konsep *Earned Schedule* (ES) yang memperkirakan durasi proyek berdasarkan *schedule performance index* dalam satuan waktu (Lipke et al, 2009). Sehingga data proyek yang tersedia dalam kurva S perlu diinterpretasikan dalam bentuk waktu terlebih dahulu baru kemudian digunakan dalam perhitungan estimasi durasi.

Salah satu pemodelan durasi proyek yang umum digunakan adalah pemodelan durasi deterministik Bromilow (1969). Beberapa negara yang telah diteliti dengan menggunakan model prediksi *Time-Cost* Bromilow antara lain, Hongkong (Chan, 1999), Nigeria (Ogunsemi and Jagboro, 2006), Australia (Love et al, 2005) dan lain-lain. Pemodelan ini menggunakan estimasi biaya total proyek untuk memprediksi durasi total proyek. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk memvalidasi pemodelan ini dan terbukti cukup akurat untuk dijadikan tolak ukur. Akan tetapi, penelitian ini dilakukan dengan asumsi faktor-faktor eksternal yang mempengaruhi ialah tetap. Sedangkan perbedaan sampel mewakili populasi yang berbeda pula. Hal ini menjadi tidak realistis untuk mengharapkan satu model hubungan yang dapat mewakili kondisi yang berbeda. Sehingga pengembangan pada model dilakukan lebih spesifik dengan menambahkan faktor eksternal terukur dan faktor internal spesifik terkait lingkup proyek. Hasil identifikasi studi literatur oleh Anondho (2018) dari 25 jurnal secara urut waktu dari tahun 1995 sampai dengan tahun 2015 menghasilkan beberapa faktor yang didistribusi menjadi 3 variabel laten utama, yaitu variabel ekonomi, variabel sumber daya manusia dan variabel teknologi. Faktor-faktor ini kemudian dikaji ulang menggunakan metode analisis faktor dimana hasil akhir menunjukkan 5 faktor pengaruh eksternal terukur yang dominan, yakni pendidikan, penyerapan teknologi, pengalaman tenaga kerja, ketersediaan teknologi, dan indeks inovasi. Sedangkan faktor internal yang akan digunakan datang dari penelitian Love et al (2005) dalam "*Time-Cost Relationships in Australian Building Construction Projects*" yang mengindikasikan bahwa jumlah dan luas lantai merupakan salah satu variabel internal utama yang menentukan durasi proyek. Berdasarkan hasil penelitian mereka ditemukan bahwa kecepatan konstruksi cenderung menurun ketika GFA menurun dan/ atau jumlah level lantai meningkat sehingga hal ini perlu menjadi perhatian khusus.

Selain variabel independen yang sifatnya kuantitatif, durasi suatu proyek konstruksi juga dipengaruhi oleh variabel yang sifatnya kualitatif (Sousa et al, 2014). Variabel seperti jenis bangunan, lokasi proyek, cuaca, ketersediaan area konstruksi dan kondisi pasaran merupakan beberapa contoh variabel kualitatif yang juga memiliki signifikansi secara statistik dan dapat dipertimbangkan menjadi variabel *dummy* untuk meningkatkan akurasi dari model prediksi. Hal ini perlu diteliti lebih lanjut karena beberapa variabel kualitatif dapat memberikan dampak yang besar dalam menentukan durasi total.

Berdasarkan pemaparan dan identifikasi masalah yang ditemukan, penelitian ini berusaha mengembangkan suatu model prediksi yang lebih baik dalam mewakili kondisi yang ada di lapangan dengan menemukan bagaimana karakteristik hubungan antara variabel internal, eksternal, serta variabel *dummy* terhadap durasi yang dihitung menggunakan konsep *Earned Schedule*. Selain itu, penelitian ini juga diharapkan dapat menemukan bagaimana pengaruh penambahan variabel *dummy* terhadap persamaan prediksi proyek yang terbentuk.

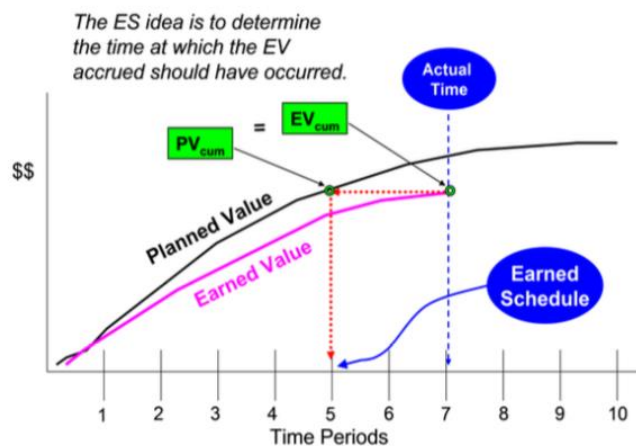
Penelitian ini menggunakan konsep *Earned Schedule* terkait prediksi durasi dengan menyusun pemodelan prediksi menggunakan analisis regresi linier berganda yang disertai dengan penerapan konsep variabel *dummy* yang akan dijelaskan sebagai berikut.

Perhitungan durasi menggunakan metode *earned schedule*

Pencetusan ide *Earned Schedule* ini bermula dari seorang peneliti bernama Walt Lipke. Pada tahun 2003, Walt Lipke memiliki sebuah *project* pengembangan *software*. Dimana pengembangan *software* ini didasarkan pada konsep *Earned Value Management* atau EVM. Untuk memperdalam dan menambah wawasan terkait *software* yang dikembangkan, dia menghadiri sebuah konferensi oleh Quentin Fleming yang membahas secara detail konsep CPI yang dicetuskan oleh Dr. Christensen. Disini lah mulai muncul pertanyaan mengapa indikator SPI tidak disebut dapat menentukan kesuksesan suatu *project*. Setelah riset yang lebih mendalam ternyata ditemukan memang belum banyak penelitian terkait SPI dan disinilah ide mengenai *Earned Schedule* terbentuk. Dimana apabila dibandingkan secara sederhana, *Earned Value* menggunakan biaya untuk menghitung durasi akhir proyek berdasarkan kinerja jadwal sedangkan sebaliknya *Earned Schedule* akan menggunakan waktu (Lipke, 2014).

Konsep dari *Earned Value* dinilai semakin meragukan dikarenakan indikator SPI (berbasis biaya) dan SV (berbasis biaya) dinilai tidak tepat untuk menyajikan status proyek ketika proyek telah selesai. Hal ini dikarenakan untuk proyek yang telah selesai menghasilkan nilai SPI 1 dan SV 0 padahal proyek mengalami keterlambatan.

Maka dari itu ES memberikan koreksi terhadap parameter tersebut yaitu dengan parameter SPI (berbasis waktu) dan SV (berbasis waktu) (Khamooshi & Abdi, 2016).



Gambar 1. Konsep *Earned Schedule* (Sumber: Lipke, 2014)

Gambar diatas menunjukkan bahwa metode ES memproyeksikan nilai BCWP ke BCWS pada titik waktu yang diteliti. Metode *Earned Schedule* menggunakan 2 komponen utama yakni nilai C dan I (Lipke, 2012), yaitu:

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

I = Nilai hasil interpolasi linear untuk menentukan nilai PMB pada titik yang ditinjau dengan persamaan:

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

Dengan demikian nilai ES (*Earned Schedule*) dapat dihitung dengan rumus berikut:

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

Selanjutnya data yang digunakan pada metode ES menggunakan perhitungan berbasis waktu dan bukan biaya, yaitu adalah *Schedule Performance Index (time)* atau $SPI(t)$. Indikator ini dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$SPI(t) = \frac{ES}{AT} \quad (3)$$

Keterangan:

AT = Waktu Aktual (*Actual Time*)

ES = Nilai dari *Earned Schedule* ($ES=C+I$)

Nilai dari indikator tersebut menghasilkan data yang dapat dipergunakan untuk dapat memperkirakan durasi akhir proyek pada fase awal ataupun akhir suatu proyek. Nilai perkiraan durasi proyek dari metode ES yaitu *Estimate at Completion* (EAC) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$EAC(t) = AT + \frac{PD - ES}{SPI(t)} \quad (4)$$

Analisis regresi linier berganda

Analisis regresi berganda merupakan teknik penelitian terhadap lebih dari dua variabel secara bersamaan. Model regresi linier berganda adalah model regresi linier dengan satu variabel respon (y) dan multiple variabel prediktor (X).

Konsep dan prosedur yang mendasari analisis regresi berganda mencakup lebih dari satu prediktor, sehingga regresi ini menggabungkan beberapa variabel independen dalam membuat prediksi variabel dependen. Keuntungan dari pemakaian regresi berganda yaitu mencakup analisis korelasi yang mempertimbangkan bagaimana beberapa variabel berhubungan satu sama lain. Memperluas notasi linier sederhana, variabel independen akan dilambangkan dengan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$. Adapun model yang digunakan dalam regresi linier berganda adalah:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_m X_{mi} + \epsilon_i$$

y_i = variabel dependen yang diteliti
 β_0 = konstanta
 $\beta (1,2,3\dots)$ = koefisien regresi
 $X (1,2,3\dots)$ = variabel independen
 ϵ_i = variabel error

Setelah pemodelan terbentuk, dilakukan pengecekan atau tes kelayakan model. Uji kelayakan ini dilakukan untuk mengetahui apakah model regresi linier yang telah diolah memang layak untuk menjelaskan pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen. Dalam hal penelitian ini, tes kelayakan digunakan memastikan apakah variabel faktor-faktor eksternal yang ditinjau berpengaruh secara signifikan terhadap durasi konstruksi. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini diantaranya adalah analisis koefisien korelasi (R), analisis koefisien determinasi (R²), uji hipotesis (uji F - populasi), uji multikolinieritas, dan uji autokorelasi.

Analisis hubungan dengan menggunakan variabel *dummy*

Analisis hubungan dengan menggunakan variabel *dummy* dilakukan untuk meningkatkan koefisien determinasi (R²) dari sebuah pemodelan. Analisis ini dilakukan dengan menambahkan variabel-variabel kualitatif yang dianggap berpengaruh terhadap durasi proyek konstruksi.

Jumlah dari variabel *dummy* yang dipakai untuk analisis adalah sebanyak $(n - 1)$, karena satu variabel tersebut merupakan *intercept* untuk *base group* variabel *dummy*. Apabila semua variabel dimasukkan kedalam persamaan regresi, akan terjadi multikolinieritas sempurna dan program regresi tidak akan berjalan.

Tabel 1. Contoh Tabel Pengelompokkan Variabel *Dummy*

Tipe Bangunan	Variabel <i>Dummy</i>
Tipe bangunan A	D1 = 1, selain D1 = 0
Tipe bangunan B	D2 = 1, selain D2 = 0
Tipe bangunan C	D3 = 1, selain D3 = 0

Variabel *dummy* dengan *coding* yang telah ditentukan akan dimasukkan ke dalam analisis regresi menjadi variabel independen dan diolah bersama-sama dengan faktor eksternal terukur terhadap variabel dependen durasi. Analisis regresi berganda tersebut dilakukan untuk menguji kelayakan dari model dan melihat peran dari variabel *dummy* terhadap durasi.

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir metode penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 dengan penjelasan tahapan sebagai berikut. Penelitian dimulai dengan mengumpulkan data kurva S dari berbagai proyek gedung bertingkat tinggi di Jakarta. Data kurva S yang berhasil diperoleh untuk penelitian ini adalah sebanyak 43 buah untuk status *on-going projects*. Kemudian langkah berikutnya yang dilakukan adalah perhitungan durasi menggunakan metode *earned schedule* yang dilakukan terhadap 43 proyek berjalan gedung bertingkat tinggi di Jakarta berdasarkan data kurva S yang telah dikumpulkan. *Earned Schedule* (ES) merupakan suatu metode yang dikembangkan dari metode *Earned Value* (EV) yang dapat memberikan hasil yang lebih dapat dipercaya dalam memperkirakan durasi akhir suatu proyek. Konsep dasar pada metode ini adalah untuk menentukan letak waktu progres aktual terhadap progres rencana yang seharusnya terjadi.

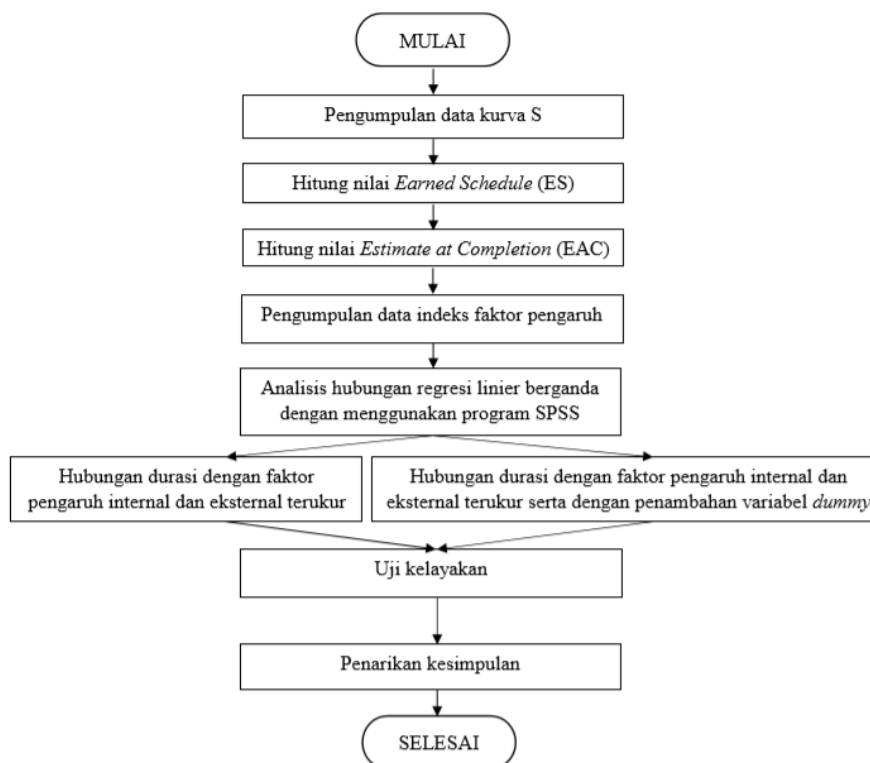
Setelah itu dilakukan pengumpulan data untuk nilai indeks seluruh faktor pengaruh yang digunakan. Data yang diambil dalam penelitian ini yaitu data indikator terukur yang didapatkan dari BPS, WEF, dan *Global Innovation Index*. Selain itu, penelitian ini juga menggunakan variabel *dummy* berupa tipe bangunan. Ada 4 tipe bangunan yang telah diidentifikasi untuk penelitian ini, yaitu apartemen, perkantoran, hotel, dan lainnya.

Langkah berikutnya ialah memasukkan semua data indeks faktor pengaruh, variabel *dummy*, dan perhitungan durasi menggunakan *Earned Schedule* ke dalam program untuk menemukan pemodelan prediksi yang diharapkan.

Untuk memastikan pemodelan yang terbentuk layak digunakan perlu dipastikan bahwa model yang terbentuk telah lolos semua uji kelayakan yang direncanakan, yakni uji koefisien korelasi (R), uji koefisien determinasi (R^2), uji hipotesis (uji F - populasi), uji multikolinieritas, dan uji autokorelasi.

Penarikan kesimpulan dalam penelitian ini dilakukan dengan melihat hasil dari uji kelayakan model prediksi durasi yang terbentuk. Apabila hasil yang diperoleh dari uji kelayakan tersebut memenuhi syarat yang telah ditentukan dan memiliki nilai koefisien korelasi dan determinasi di atas 0.6, maka dapat disimpulkan bahwa variabel bebas yang digunakan memiliki korelasi yang kuat dan berpengaruh terhadap prediksi durasi serta dapat digunakan sebagai alternatif prediksi durasi.

Selain itu, uji kelayakan dilakukan dengan 2 kondisi yakni dengan dan tanpa variabel *dummy*. Hasil dari uji tersebut dapat digunakan untuk menarik kesimpulan pada pengaruh penggunaan variabel *dummy* terhadap prediksi durasi.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil pengolahan data 43 *on-going projects* di Jakarta. Analisis dibedakan menjadi dua bagian yaitu dengan dan tanpa menggunakan variabel *dummy* untuk dapat menilai manfaat penggunaan variabel *dummy* dalam pemodelan durasi.

Analisis hubungan durasi dengan faktor pengaruh internal dan eksternal

Hasil analisis regresi linier berganda antara variabel dependen durasi (y) dengan kelompok variabel prediktor berupa faktor pengaruh eksternal terukur (dalam indeks) yaitu pendidikan (X_1), penyerapan teknologi (X_2), pengalaman tenaga kerja (X_3), ketersediaan teknologi (X_4), dan inovasi (X_5) ditambah dengan kelompok faktor pengaruh internal berupa jumlah lantai (X_6) dan luas lantai (X_7), memperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. *Model Summary*^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.873 ^a	0.763	0.715	0.02277994

a. Predictors: (Constant), X7, X4, X3, X5, X6, X2, X1

b. Dependent Variable: y

Hasil analisis regresi linier berganda antara durasi dengan faktor pengaruh internal dan eksternal memperoleh hasil dengan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0.873 yang artinya korelasi antara durasi dengan faktor pengaruh internal dan eksternal adalah sangat kuat. Selain itu hasil analisis juga menunjukkan nilai koefisien determinasi (R²) yang baik yaitu sebesar 0.763. Artinya kelompok variabel prediktor tersebut dapat menjelaskan prediksi durasi sebesar 76.3%. Sehingga memungkinkan proses analisis lebih lanjut untuk memperoleh koefisien-koefisien persamaan hubungan.

Tabel 3. ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	0.058	7	0.008	16.068	.000 ^b
Residual	0.018	35	0.001		
Total	0.077	42			

a. Dependent Variable: y

b. Predictors: (Constant), X7, X4, X3, X5, X6, X2, X1

Pada Tabel 3 hasil dari F hitung adalah 16.068 dengan signifikansi 0,000. Karena F hitung (16.068) > F Tabel (2.282), dan nilai signifikansi < 0,05, maka H₁ diterima, atau dapat dikatakan bahwa variabel independen secara simultan berpengaruh secara signifikan terhadap prediksi durasi.

Tabel 4. *Coefficients*^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)	0.126	0.447		0.282	0.780		
X1	0.059	0.279	0.034	0.212	0.833	0.272	3.674
X2	-0.509	0.503	-0.147	-1.011	0.319	0.320	3.121
X3	0.100	0.045	0.189	2.242	0.031	0.953	1.050
1 X4	0.306	0.160	0.262	1.909	0.064	0.361	2.766
X5	-0.066	0.060	-0.138	-1.099	0.279	0.432	2.314
X6	0.083	0.012	0.652	6.974	0.000	0.776	1.289
X7	-0.036	0.005	-0.604	-7.021	0.000	0.916	1.091

a. Dependent Variable: y

Pada Tabel 4 untuk *Collinearity Statistics*, nilai VIF digunakan untuk menunjukkan adanya multikolinieritas apabila nilai VIF berada diatas 10. Seluruh variabel pada model memiliki nilai VIF dibawah 10 yang menunjukkan model prediksi tersebut tidak terjadi multikolinieritas.

Rumusan koefisien model prediksi yang terbentuk dapat ditinjau dari Tabel 4 pada *Unstandardized Coefficients*. Prediksi durasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$y = 0.126 + 0.059X1 - 0.509X2 + 0.100X3 + 0.306X4 - 0.066X5 + 0.083X6 - 0.036X7$$

Analisis hubungan durasi dengan faktor pengaruh internal dan eksternal serta penambahan variabel *dummy*

Hasil analisis regresi linier berganda antara variabel dependen durasi (y) dengan kelompok variabel prediktor berupa faktor pengaruh eksternal terukur (dalam indeks) yaitu pendidikan (X1), penyerapan teknologi (X2), pengalaman tenaga kerja (X3), ketersediaan teknologi (X4), dan inovasi (X5) ditambah dengan kelompok faktor pengaruh internal berupa jumlah lantai (X6) dan luas lantai (X7) serta pengguna variabel *dummy* berupa tipe bangunan apartemen (D1), perkantoran (D2), dan hotel (D3), memperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. *Model Summary*^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.885 ^a	0.784	0.716	0.02273231

a. Predictors: (Constant), D3, X7, X2, D2, X3, X4, X6, X5, X1, D1

b. Dependent Variable: y

Hasil analisis regresi linier berganda antara durasi dengan faktor pengaruh internal dan eksternal memperoleh hasil dengan nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0.885 yang artinya korelasi antara durasi dengan faktor pengaruh internal dan eksternal serta variabel *dummy* berupa tipe bangunan adalah sangat kuat. Selain itu hasil analisis juga menunjukkan nilai koefisien determinasi (R²) yang baik yaitu sebesar 0.784. Artinya kelompok variabel prediktor tersebut dapat menjelaskan prediksi durasi sebesar 78.4%. Sehingga memungkinkan proses analisis lebih lanjut untuk memperoleh koefisien-koefisien persamaan hubungan.

Tabel 6. ANOVA^a

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1 Regression	0.060	10	0.006	11.610	.000 ^b
Residual	0.017	32	0.001		
Total	0.077	42			

a. Dependent Variable: y

b. Predictors: (Constant), D3, X7, X2, D2, X3, X4, X6, X5, X1, D1

Pada Tabel 6 hasil dari F hitung adalah 11.610 dengan signifikansi 0,000. Karena F hitung (11.610) > F Tabel (2.136), dan nilai signifikansi < 0,05, maka H₁ diterima, atau dapat dikatakan bahwa variabel independen secara simultan berpengaruh secara signifikan terhadap prediksi durasi.

Tabel 7. *Coefficients*^a

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.	Collinearity Statistics	
	B	Std. Error	Beta			Tolerance	VIF
(Constant)	0.190	0.464		0.409	0.685		
X1	0.011	0.286	0.006	0.039	0.969	0.256	3.902
X2	-0.500	0.519	-0.144	-0.962	0.343	0.300	3.338
X3	0.098	0.047	0.185	2.104	0.043	0.872	1.147
X4	0.287	0.166	0.246	1.725	0.094	0.333	3.007
1 X5	-0.085	0.064	-0.175	-1.329	0.193	0.387	2.581
X6	0.078	0.013	0.613	6.131	0.000	0.675	1.482
X7	-0.037	0.005	-0.623	-7.185	0.000	0.897	1.115
D1	0.013	0.007	0.288	1.740	0.091	0.247	4.042
D2	0.002	0.002	0.121	1.069	0.293	0.530	1.885
D3	0.005	0.004	0.196	1.208	0.236	0.256	3.905

a. Dependent Variable: y

Pada Tabel 7 untuk *Collinearity Statistics*, nilai VIF digunakan untuk menunjukkan adanya multikolinieritas apabila nilai VIF berada diatas 10. Seluruh variabel pada model memiliki nilai VIF dibawah 10 yang menunjukkan model prediksi tersebut tidak terjadi multikolinieritas.

Rumusan koefisien model prediksi yang terbentuk dapat ditinjau dari Tabel 7 pada *Unstandardized Coefficients*. Prediksi durasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$y = 0.190 + 0.011X1 - 0.500X2 + 0.098X3 + 0.287X4 - 0.085X5 + 0.078X6 - 0.037X7 + 0.013D1 + 0.002D2 + 0.005D3$$

Uji autokorelasi untuk variabel laten

Autokorelasi merupakan salah satu uji asumsi klasik pada analisis faktor untuk mengetahui apakah model terdapat korelasi dengan perubahan waktu. Uji autokorelasi hanya berlaku untuk variabel bebas yang bersifat runtut waktu atau *time-series*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hanya terdapat 5 variabel bebas yang bersifat *time-series*, yaitu indeks pendidikan, penyerapan teknologi, pengalaman tenaga kerja, ketersediaan teknologi, dan inovasi. Variabel-variabel ini memiliki indeks terukur yang diklasifikasikan berdasarkan waktu. Uji *Durbin – Watson* merupakan uji autokorelasi yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 8. *Model Summary*^b

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate	Durbin-Watson
1	.445 ^a	0.198	0.089	0.04073902	2.306

a. Predictors: (Constant), X5, X1, X3, X4, X2

b. Dependent Variable: y

Pada Tabel 8 dapat dilihat bahwa model prediksi memiliki nilai *Durbin Watson* (DW) sebesar 2.306. Nilai DW > DU yang artinya tidak terdapat autokorelasi positif. Akan tetapi, nilai DL < (4 – DW) < DU memiliki arti pengujian tidak meyakinkan.

Kemungkinan pengembangan prediksi

Pemodelan prediksi yang terbentuk pada analisis dengan dan tanpa variabel *dummy* dilakukan dengan asumsi bahwa kontribusi pengaruh variabel faktor pengaruh dan variabel *dummy* yang digunakan adalah menyeluruh secara simultan. Hal ini memiliki arti bahwa variabel yang digunakan dianggap berpengaruh secara bersama-sama dan tidak dinilai secara individual. Akan tetapi pemodelan prediksi dapat disesuaikan dengan uji keterandalan individual (uji t) untuk mendapatkan variabel yang memiliki pengaruh signifikan secara individual.

Berdasarkan perbandingan hasil uji keterandalan dengan nilai tabel, didapatkan 3 variabel serupa yang dinilai berpengaruh secara individual terhadap prediksi durasi, yaitu indeks pengalaman tenaga kerja, jumlah lantai dan luas lantai. Ketiga variabel ini dianalisis ulang dengan semua uji kelayakan untuk menyatakan bahwa model yang terbentuk layak digunakan. Prediksi durasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$y = -0.105 + 0.114X3 + 0.090X6 - 0.037X7$$

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Alternatif prediksi durasi tanpa menggunakan variabel *dummy* memiliki nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0.763. Setelah ditambahkan variabel *dummy* berupa tipe bangunan, nilai koefisien determinasinya (R^2) naik menjadi 0.784. Hal ini dapat diartikan bahwa penggunaan variabel *dummy* berupa tipe bangunan dapat meningkatkan kemampuan variabel independen dalam menjelaskan variabel dependennya. Berdasarkan hasil dari uji kelayakan yang telah dilakukan, dinyatakan bahwa penggunaan faktor pengaruh internal dan eksternal terukur serta variabel *dummy* berupa tipe bangunan dapat digunakan sebagai alternatif prediksi durasi baru yang lebih mewakili kondisi yang variabel dependen yang digunakan karena memiliki nilai R^2 yang lebih besar bila dibandingkan dengan pemodelan tanpa penggunaan variabel *dummy*. Selain itu, hasil analisis data dalam penelitian ini membuktikan hipotesa penelitian Love et al (2005) yang menyatakan meningkatnya jumlah lantai akan membuat durasi per m² total proyek semakin lama. Sedangkan meningkatnya luas lantai akan membuat durasi per m² total proyek semakin cepat. Sedangkan pada uji autokorelasi variabel *time-series* dapat ditarik kesimpulan bahwa tidak terdapat autokorelasi positif akan tetapi dalam uji autokorelasi negatif menunjukkan bahwa pengujian memberikan hasil yang tidak meyakinkan. Hal ini memiliki arti bahwa masih dibutuhkan penambahan variabel laten terukur untuk meningkatkan keyakinan model hingga menunjukkan tidak adanya autokorelasi. Penelitian lebih lanjut untuk memvalidasi hasil penggunaan metode *earned schedule* terhadap proyek yang telah selesai juga

disarankan untuk membuktikan bahwa prediksi dengan cara ini merupakan satu populasi dengan proyek yang telah selesai. Kemungkinan pengembangan prediksi juga dapat dilakukan dengan pemodelan yang telah disederhanakan dengan menggunakan 3 variabel yakni indeks pengalaman tenaga kerja, jumlah lantai, dan luas lantai.

DAFTAR PUSTAKA

- Anondho, B. *Pengembangan Model Prediksi Durasi Probabilistik Proyek Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi Berbasis Faktor Pengaruh Eksternal Terukur*. 2018. Universitas Indonesia, Depok, Indonesia, Disertasi Tidak Diterbitkan.
- Bromilow, F.J. "Contract Time Performance Expectations and the Reality." *Building Forum*, 1(3), 1969, 70-80.
- Chan, A.P.C. "Modelling building durations in Hong Kong". *Journal of Construction Management and Economics, Routledge*, 17:2, 1999, 189-196, DOI: 10.1080/014461999371682.
- Khamooshi, H. and Abdi, A. "Project duration forecasting using earned duration management with exponential smoothing technique". *Journal of Management in Engineering, ASCE*, 33(1), 2016, 1-10.
- Lee, H., Shin, J., Park, M. & Ryu, Han. "Probabilistic Duration Estimation Model for High-Rise Structural Work". *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 135, 2009, 1289-1298.
- Lipke, W. "Earned schedule contribution to project management". *PM World Journal*, 1(2), 2012.
- Lipke, W. "Introduction to earned schedule second edition". *PM World Journal*, 3(11), 2014.
- Lipke, W., Zwikael, O., Henderson, K., and Anbari, F. "Prediction of project outcome: The application of statistical methods to earned value management and earned schedule performance indexes". *International Journal of Project Management*, 27 (4), 2009, 400-407.
- Love, P. E. D., Tse, R.Y.C. and Edwards, D.J. "Time-Cost Relationships in Australian Building Construction Projects". *Journal of Construction Engineering and Management, ASCE*, 131(2), 2005, 187-94.
- Ogunsemi, D. R. & Jagboro, G. O. "Time-cost model for building projects in Nigeria". *Journal of Construction Management and Economics, Routledge*, 24(3), 2006, 253-258.
- Project Management Institute. *A Guide to The Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) sixth edition*. Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA, 2017.
- Sousa, V., Almeida, N. M. and Dias, L. A. "Role of Statistics and Engineering Judgment in Developing Optimized Time-Cost Relationship Models". *Journal of Construction Engineering and Management*, 140, 2014, 10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000874.

