

**Penjadwalan Ulang Proyek Peningkatan Jalan Bulu – Jatirogo (Lanjutan)
Kabupaten Tuban dengan Menggunakan Metode LSM
(Linear Scheduling Method)**

Evi Kumalasari*, Sugeng Dwi Hartantiyo, Yosef Cahyo

Program Studi Teknik Sipil, Universitas Islam Lamongan

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Linear Scheduling Method;
Penjadwalan Proyek; Efisiensi
Durasi.

***Correspondence email:**

evikumalasari75@gmail.co.id,
sugeng.dwih@unisla.ac.id,
yosef.cs@unisla.ac.id

Submitted: 12 Agustus 2025

Revised: 06 September 2025

Accepted: 06 Januari 2026

Published: 01 Februari 2026

ABSTRAK

Salah satu indikator utama keberhasilan proyek adalah tercapainya penyelesaian sesuai jadwal. Ketidaktepatan dalam penjadwalan dapat berakibat pada keterlambatan penyelesaian atau pembengkakan biaya. Oleh karena itu, penjadwalan menjadi elemen krusial dalam rangkaian pelaksanaan proyek. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghitung durasi proyek menggunakan metode LSM dan mengetahui mana yang lebih efektif antara penjadwalan dengan metode LSM (*Linear Scheduling Method*) dengan metode *existing*. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif yang berfokus pada pengumpulan dan analisis variabel yang dapat diukur dan dihitung untuk memperoleh hasil yang objektif dan digunakan suatu pendekatan matematis. Peneliti memanfaatkan perangkat lunak Microsoft Excel sebagai alat bantu untuk menghitung ulang durasi pelaksanaan proyek dan menyusun grafik linier berdasarkan kelompok pekerjaan yang memiliki karakteristik linear. Hasil analisis menunjukkan bahwa Proyek Peningkatan Jalan Bulu–Jatirogo (lanjutan) di Kabupaten Tuban dengan metode *Linear Scheduling*, durasi proyek dapat dipersingkat menjadi 50 hari, jauh lebih efisien dibandingkan metode sebelumnya yang membutuhkan 110 hari. Selisih waktu 60 hari ini menunjukkan bahwa metode *Linear Scheduling* lebih unggul dalam efektivitas perencanaan jadwal.

ABSTRACT

Keywords:

*Linear Scheduling Method; Project
Scheduling; Duration Efficiency.*

One of the main indicators of project success is the completion of work according to schedule. Inaccuracy in scheduling can result in delays or cost overruns. Therefore, scheduling is a crucial element in the sequence of project implementation. This study aims to calculate the project duration using the LSM method and to determine which is more effective between scheduling with the LSM (Linear Scheduling Method) and the existing method. The research employs a quantitative approach focusing on the collection and analysis of measurable and countable variables to obtain objective results, and applies a mathematical approach. Microsoft Excel software was utilized as a tool to recalculate the project execution duration and to develop linear charts based on groups of activities with linear characteristics. The analysis results show that for the Bulu–Jatirogo Road Improvement Project (continuation) in Tuban Regency, the use of the Linear Scheduling method can shorten the project duration to 50 days, which is significantly more efficient compared to the previous method that required 110 days. This 60-day difference indicates that the Linear Scheduling method is superior in the effectiveness of schedule planning.

PENDAHULUAN

Dalam industri konstruksi, keberhasilan suatu proyek ditentukan oleh tiga elemen utama: waktu, biaya, dan kualitas. Untuk memastikan kelancaran pelaksanaan proyek, diperlukan penerapan manajemen proyek yang efektif sejak tahap perencanaan hingga penyelesaian. Menghadapi dinamika kondisi yang terus berubah, setiap pemimpin proyek dituntut untuk bersikap responsif dan mampu merumuskan strategi tindakan secara cepat dan tepat agar proyek tetap berjalan sesuai tujuan. (Verolio & Pamadi, 2023)

Salah satu indikator utama keberhasilan proyek adalah tercapainya penyelesaian sesuai jadwal. Ketidaktepatan dalam penjadwalan dapat berakibat pada keterlambatan penyelesaian atau pembengkakan biaya. Oleh karena itu, penjadwalan menjadi elemen krusial dalam rangkaian pelaksanaan proyek. Tiga tahapan penting yang harus diperhatikan dalam proyek meliputi perencanaan, penjadwalan, dan koordinasi. Penjadwalan dirancang dengan tujuan agar seluruh kegiatan proyek dapat berlangsung secara terstruktur dan selesai tepat waktu.

Penjadwalan proyek adalah alat yang penting untuk mengelola risiko, meningkatkan efisiensi, dan mencapai tujuan proyek dengan sukses. Tanpa penjadwalan yang baik, proyek cenderung menjadi tidak teratur, sulit dikelola, dan memiliki risiko yang tinggi terkait dengan penundaan dan biaya tambahan. (Ralahallo, Jaya, & Tukimun, 2024).

Untuk menetapkan durasi pelaksanaan suatu proyek, diperlukan alternatif solusi terhadap tantangan dalam penjadwalan, dengan tujuan mengoptimalkan waktu penyelesaian proyek. Salah satu alternatif yang dapat diterapkan adalah metode *Linear Scheduling Method* (LSM). Kelebihan dari metode ini terletak pada kemudahannya dalam mengelola alokasi tenaga kerja, memantau progres kegiatan, serta mengendalikan pelaksanaan proyek secara lebih efektif.

Dalam penelitian ini, penulis menjadikan Proyek Peningkatan Jalan Bulu–Jatirogo (Lanjutan) di Kabupaten Tuban sebagai objek evaluasi. Pemilihan proyek ini didasari oleh karakteristik pelaksanaannya yang bersifat repetitif dan berkesinambungan, serta keseragaman tipe konstruksi pada setiap ruas jalan yang dibangun. Oleh karena itu, metode *Linear Scheduling Method* (LSM) dipilih karena dianggap sesuai dengan fokus penelitian. Diharapkan bahwa penerapan metode ini dapat meningkatkan efisiensi pelaksanaan proyek dengan pola kerja yang berulang dan durasi yang relatif panjang, sehingga memungkinkan dilakukannya evaluasi secara menyeluruh terhadap seluruh aktivitas dalam proyek Peningkatan Jalan Bulu–Jatirogo (Lanjutan) Kabupaten Tuban.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui durasi penyelesaian proyek dengan menggunakan metode LSM (*Linear Scheduling Method*) pada proyek Peningkatan Jalan Bulu – Jatirogo (Lanjutan) Kabupaten Tuban dan mana yang lebih efektif antara penjadwalan dengan metode LSM (*Linear Scheduling Method*) dengan metode *existing*. Manfaat dari penelitian ini adalah dapat menerapkan metode LSM (*Linear Scheduling Method*) dalam perancangan dan pelaksanaan pembangunan dengan harapan tidak terdapat proyek pembangunan konstruksi yang mengalami keterlambatan sehingga menghemat biaya proyek

Tinjauan Pustaka

Definisi Proyek

Proyek adalah suatu usaha yang dilaksanakan untuk mencapai tujuan spesifik dalam batasan waktu, biaya, dan kualitas yang telah ditentukan. Proyek bersifat unik, sementara, dan memiliki permulaan serta akhir yang jelas. Menurut Project Management Institute (PMI), proyek diartikan sebagai “upaya sementara untuk menciptakan produk, layanan, atau hasil yang unik”. (PMI, 2021). Sedangkan Menurut (Soeharto, 1995) proyek adalah rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dengan batasan waktu serta sumber daya tertentu untuk mencapai tujuan atau hasil akhir yang telah ditentukan. Pelaksanaan proyek mencakup berbagai komponen utama yang menjadi sasaran prioritas serta berperan sebagai indikator keberhasilan proyek. (Fatimah, Hepiyanto, & Dhana, 2025)

Manajemen proyek adalah pendekatan terstruktur untuk merencanakan, melaksanakan, mengawasi, dan menyelesaikan sebuah proyek dengan efisien dan efektif. Manajemen proyek bertujuan untuk memperoleh hasil yang maksimal dengan mempertimbangkan aspek waktu, biaya, dan mutu (Belferik, et al., 2023). Perencanaan tahap konseptual proyek merupakan langkah awal dalam siklus hidup proyek dan sangat penting untuk memastikan bahwa proyek memiliki dasar yang kuat sebelum melanjutkan ke tahap selanjutnya. Tahap konseptual adalah waktu ketika ide proyek pertama kali dikonsepsikan dan ide tersebut dievaluasi secara cermat sebelum diteruskan ke tahap perencanaan dan pelaksanaan. (Ralahallo, Jaya, & Tukimun, 2024)

Menurut (Santosa, 2009) keberhasilan manajemen proyek ditandai dengan tercapainya tujuan yang telah direncanakan, diselesaikan tepat waktu, sesuai dengan anggaran yang tersedia, memenuhi standar kinerja atau spesifikasi yang telah ditetapkan, memperoleh persetujuan dari pelanggan, mengalami perubahan lingkup kerja seminimal mungkin sesuai kesepakatan, tidak mengganggu aktivitas utama organisasi, serta mampu mempertahankan budaya positif perusahaan. Secara sederhana, keberhasilan suatu proyek dinilai dari keterpaduan antara aspek kepraktisan, ketepatan biaya, dan kualitas, yang saling berkaitan serta memengaruhi satu sama lain (Jazuli & Dhana, 2024)

Penjadwalan proyek adalah alat yang penting untuk mengelola risiko, meningkatkan efisiensi, dan mencapai tujuan proyek dengan sukses. Tanpa penjadwalan yang baik, proyek cenderung menjadi tidak teratur, sulit dikelola, dan memiliki risiko yang tinggi terkait dengan penundaan dan biaya tambahan (Ralahallo, Jaya, & Tukimun, 2024). Kurva S juga dikenal sebagai alat untuk memantau dan mengevaluasi kemajuan suatu proyek dari waktu ke waktu. Biasanya, sumbu horizontal kurva S mewakili waktu, dan sumbu vertikal mewakili nilai tertentu, seperti biaya, jumlah pekerjaan yang diselesaikan, atau jumlah material yang digunakan. Sehingga, Kurva S merupakan sebuah grafik hubungan antara durasi atau waktu yang dibutuhkan dalam melaksanakan pekerjaan dengan akumulasi kemajuan pekerjaan dimana kemajuan pekerjaan merupakan representasi dari harga pekerjaan. (Rahayu & Mawardi, 2024).

Chrzanowski dan Johnston dalam penelitiannya pada tahun 1986 mendefinisikan *Linear Scheduling Method* (LSM) sebagai metode penjadwalan yang khusus digunakan dalam proyek konstruksi yang memiliki sifat pekerjaan berulang di sepanjang lintasan tertentu. Proyek seperti pembangunan jalan, jalur pipa, dan rel kereta api sering

menggunakan metode ini karena aktivitas atau tugas yang dilakukan berulang kali dalam segmen-segmen berbeda namun mengikuti pola yang serupa. (Chrzanowski & Johnston, 1986)

Menurut Chrzanowski dan Johnston, metode LSM memiliki keunggulan dalam memperlihatkan urutan aktivitas secara linear dengan waktu pada sumbu horizontal dan lokasi proyek pada sumbu vertikal, memungkinkan setiap aktivitas digambarkan sebagai garis linear yang menunjukkan kecepatan pelaksanaan (*rate of progress*) pekerjaan tersebut di sepanjang lokasi proyek. Hal ini memudahkan untuk mengidentifikasi titik tumpang tindih aktivitas yang dapat dilakukan bersamaan dan titik kritis yang perlu diperhatikan agar proyek selesai tepat waktu. (Chrzanowski & Johnston, 1986)

Elemen – Elemen LSM (*Linear Scheduling Method*)

Dalam penerapan *Linear Scheduling Method*, terdapat tiga jenis simbol utama yang berfungsi untuk menggambarkan dan menyesuaikan bentuk aktivitas berdasarkan karakteristik pekerjaan yang dilakukan. (Voster., Beliveau, Y J, & Bafna, T, 1992)

1. Lines

Salah satu simbol tersebut adalah garis (*lines*), yang digunakan untuk menunjukkan aktivitas dengan pola pergerakan yang relatif konsisten dari satu titik lokasi ke titik lainnya. Menurut Harmelink & Rowings, simbol garis ini diklasifikasikan menjadi empat bentuk:

- 1) *Continuous Full-span Linear* (CFL) Menggambarkan aktivitas yang berlangsung secara berurutan dan konsisten dari awal hingga akhir proyek. Ditampilkan sebagai garis utuh tanpa putus.
- 2) *Intermittent Full-span Linear* (IFL) Mewakili aktivitas yang mencakup seluruh rentang proyek namun dilakukan secara tidak teratur. Digambarkan dengan garis putus-putus.
- 3) *Continuous Partial-span Linear* (CPL) Menunjukkan aktivitas yang dimulai dari titik tertentu (bukan dari awal proyek) dan berlangsung secara konsisten hingga akhir. Digambarkan dengan garis tebal dan utuh.
- 4) *Intermittent Partial-span Linear* (IPL) Menggambarkan aktivitas yang dimulai dari titik tertentu dan dilakukan secara tidak teratur hingga akhir proyek. Ditampilkan sebagai garis tebal yang terputus-putus. (Harmelink & Rowings, 1998)

2. Block

Menurut Harmelink & Rowings simbol *block* diklasifikasikan menjadi dua jenis:

- 1) *Full-span Block* (FB) Menggambarkan aktivitas *block* yang berlangsung secara menyeluruh dari titik awal hingga titik akhir proyek.
- 2) *Partial Block* (PB) Mewakili aktivitas *block* yang hanya dilakukan di lokasi-lokasi tertentu dalam proyek, dengan jarak antar lokasi yang tidak seragam. (Harmelink & Rowings, 1998)

3. Bar

Simbol *bar* dalam *Linear Scheduling Method* digunakan untuk merepresentasikan aktivitas yang berlangsung pada lokasi tertentu dalam rentang waktu yang telah ditentukan. Sekilas, simbol ini tampak mirip dengan simbol *block*, namun terdapat perbedaan mendasar: simbol *bar* digambarkan memanjang secara horizontal mengikuti sumbu waktu (*x-axis*), sedangkan simbol *block* memanjang secara vertikal mengikuti sumbu lokasi (*y-axis*).

Penjadwalan LSM

Tahapan perencanaan waktu dalam penerapan *Linear Scheduling Method* (LSM) meliputi beberapa langkah sistematis sebagai berikut:

1. Penetapan urutan kegiatan serta logika ketergantungan antar aktivitas, guna memastikan alur kerja yang efisien dan terkoordinasi.
2. Identifikasi volume atau kuantitas pekerjaan dari setiap aktivitas, sebagai dasar dalam perhitungan durasi dan kebutuhan sumber daya.
3. Penentuan tingkat produktivitas berdasarkan metode pelaksanaan, yang dihitung terhadap satuan waktu untuk memperoleh estimasi durasi kegiatan secara akurat.
4. Penyeimbangan lintasan produksi, dengan menetapkan waktu mulai paling awal bagi setiap kegiatan pada lokasi tertentu, sehingga tercipta kesinambungan antar aktivitas dan meminimalkan potensi konflik jadwal.

Dalam rangka mempermudah proses kalkulasi pada tahap penjadwalan maupun perencanaan waktu proyek, digunakan suatu pendekatan matematis yang diperkenalkan oleh Shlomo Selinger pada tahun 1980. (Selinger, 1980)

Dalam penerapan *Linear Scheduling Method*, diagram penjadwalan terdiri dari dua sumbu utama: sumbu vertikal yang merepresentasikan lokasi pelaksanaan pekerjaan dan dinotasikan dengan simbol (*j*), serta sumbu horizontal yang menunjukkan dimensi waktu dan dinotasikan dengan (*t*). Setiap aktivitas atau jenis pekerjaan dalam proyek diidentifikasi dengan simbol (*i*). Secara matematis, notasi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

$i = 1, 2, 3, \dots, n \dots\dots\dots (1) \rightarrow$ menunjukkan urutan atau jenis kegiatan

$j = 1, 2, 3, \dots, m \dots\dots\dots (2) \rightarrow$ menunjukkan urutan lokasi pelaksanaan kegiatan

Jumlah jam kerja atau hari kerja yang diperlukan oleh setiap sumber daya untuk menyelesaikan suatu kegiatan di lokasi tertentu, dinotasikan sebagai $W(ij)$, dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$W(ij) = (V(ij))/(P(ij)) \dots\dots\dots(3)$$

dimana;

$W(ij)$ = Waktu kerja (jam atau hari) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan i di lokasi j

$V(ij)$ = Volume pekerjaan untuk kegiatan i di lokasi j

$P(ij)$ = Tingkat produktivitas sumber daya untuk kegiatan tersebut

Sumber daya yang digunakan dapat berupa tenaga manusia maupun peralatan berat, dengan jumlah yang berbeda-beda tergantung pada kebutuhan masing-masing kegiatan. Jika r_i merupakan jumlah sumber daya yang dialokasikan untuk suatu kegiatan, maka waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan kegiatan i di lokasi j (d_{ij}) dapat dihitung menggunakan rumus:

$$d(ij) = k(W(ij))/r_i \dots\dots\dots(4)$$

dimana:

$d(i,j)$ = Durasi penyelesaian kegiatan i di lokasi j

k = Koefisien konversi dari jam kerja menjadi hari kerja

i = jenis kegiatan yang dilakukan

j = lokasi kegiatan berlangsung

r_i = Jumlah sumber daya yang digunakan untuk kegiatan tersebut

$$F(ij) = S(ij) + d(ij) \dots\dots\dots(5)$$

Penjelasan:

$F(ij)$ = waktu akhir dari pelaksanaan kegiatan i di lokasi j

$S(ij)$ = Waktu awal dimulainya kegiatan i di lokasi j

$d(ij)$ = Lama waktu pelaksanaan kegiatan i di lokasi j , yang dihitung berdasarkan volume pekerjaan, produktivitas, jumlah sumber daya, dan konversi dari jam ke hari kerja

$$F(ij) = S(ij-1) \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan :

$F(jj)$ = waktu berakhirnya kegiatan i pada lokasi j

$S(ij-1)$ = waktu dimulainya kegiatan i pada lokasi sebelum j

$$S(ij) > f(i-1j) \dots\dots\dots(7)$$

Penjelasan:

$S(ij)$ = Waktu mulai kegiatan i pada lokasi j

$F(i-1j)$ = Waktu selesai dari kegiatan sebelumnya ($i-1$) pada lokasi yang sama (j)

Jika waktu dimulainya suatu proyek diasumsikan sama dengan waktu mulai pelaksanaan kegiatan i di lokasi pertama, maka perhitungan waktu mulai kegiatan tersebut dengan melibatkan sumber daya a dapat dinyatakan sebagai:

$$S(1)(a) = S(i,1)(a), S(i,2)(a), S(i,3)(a), \dots\dots S(i,m)(a), \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

$S(1)(a)$ = waktu mulai kegiatan i dengan sumber daya a

$S(i,1)(a)$ = waktu mulai kegiatan i di lokasi 1 dengan sumber daya a

$S(i,2)(a)$ = waktu mulai kegiatan i di lokasi 2 dengan sumber daya a

$S(i,3)(a)$ = waktu mulai kegiatan i di lokasi 3 dengan sumber daya a

$S(i,m)(a)$ = waktu mulai kegiatan i di lokasi m dengan sumber daya a

Dari berbagai alternatif vektor $S_i(a)$ yang menggunakan sumber daya yang sama ($r_i = r_i(a)$), dipilihlah elemen-elemen $S_i(a)^*$ sebagai waktu mulai paling cepat dari kegiatan-kegiatan tersebut, yang dapat dirumuskan sebagai:

$$S(1)(a)^* = S(i,1)(a)^*, S(i,2)(a)^*, S(i,3)(a)^*, \dots\dots S(i,m)(a)^* \dots\dots\dots(9)$$

$$S(1)(a)^* = S_i(a) - Li(a) \dots\dots\dots(10)$$

Keterangan :

$S(1)(a)^*$ = waktu memulai paling cepat kegiatan i dengan sumber daya a

$S(i,1)(a)^*$ = waktu mulai paling cepat kegiatan i di lokasi 1 dengan sumber daya a

$S(i,2)(a)^*$ = waktu mulai paling cepat kegiatan i di lokasi 2 dengan sumber daya a

$S(i,3)(a)^*$ = waktu mulai paling cepat kegiatan i di lokasi 3 dengan sumber daya a

$S(i,m)(a)^*$ = waktu mulai paling cepat kegiatan i di lokasi terakhir (m) dengan sumber daya a

$Li(a)$ = waktu tunda atau kelonggaran yang mempengaruhi efisiensi mulai kegiatan lintasan i

Untuk pelaksanaan kegiatan $S_i(a)$ pada waktu paling awal, yaitu $S_i(a)^*$, maka jadwal waktu mulai tersebut dapat digeser sejauh mungkin ke arah lebih awal (kiri), sesuai dengan besar pergeseran:

$$Li(a/b^*) = \max[Li(a/b^*)] \dots\dots\dots(11)$$

Keterangan :

b^* = indeks sumber daya, yaitu 1,2,3,...,r

$$\begin{aligned}
 Li(a) &= \text{Selisih waktu mulai kegiatan } i \text{ dengan sumber daya } a \text{ terhadap waktu acuan} \\
 Li(a/b^*) &= \text{Selisih waktu mulai kegiatan } i \text{ menggunakan sumber daya } a, \text{ dibandingkan dengan waktu mulai} \\
 &\quad \text{paling awal dari kegiatan sebelumnya } (i-1) \text{ menggunakan sumber daya } b \\
 Li(a/b^*) &= \min[S(i,j)(a) - S(i-1, j-1)] \dots\dots\dots(12)
 \end{aligned}$$

Penjelasan :

- j = Indeks lokasi 1,2,3,...,m
- $S(i,j)(a)$ = waktu mulai kegiatan i di lokasi j dengan sumber daya a
- $S(i-1, j-1)$ = waktu mulai kegiatan sebelum $(i-1)$ di lokasi setelahnya $(j+1)$ dengan sumber daya yang sama
- $B(a)(i-1) = b^*$ (13)

Keterangan:

$B(a)(i-1)$ = Sumber daya dari kegiatan sebelumnya $(i-1)$ yang menentukan waktu mulai paling awal kegiatan i dengan sumber daya a

b^* = Sumber daya yang memiliki pengaruh langsung terhadap penjadwalan kegiatan i

Waktu total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh proyek ditentukan berdasarkan nilai minimum dari fungsi penyelesaian kegiatan akhir, yaitu kegiatan ke- n pada lokasi ke- m . Hal ini dirumuskan sebagai:

$$T = f(n,m) \dots\dots\dots(14)$$

Penjelasan:

T = Total waktu penyelesaian proyek

$f(n,m)$ = Waktu selesai kegiatan terakhir (n) pada lokasi terakhir (m) yang menjadi patokan durasi proyek secara keseluruhan

Secara umum, pelaksanaan suatu proyek melibatkan sejumlah kegiatan yang harus disusun secara berurutan dan berkelanjutan sebagai bagian dari proses penyelesaian. Namun, tidak semua aktivitas dapat dilaksanakan secara terus-menerus tanpa mengalami jeda. Dalam praktiknya, sering kali diperlukan jarak atau waktu tunggu antara satu kegiatan dan kegiatan berikutnya. Jeda waktu maupun lokasi tersebut dikenal sebagai *buffer* (Callahan, 1992) yang berfungsi untuk menghindari konflik atau benturan antar aktivitas yang timbul akibat perbedaan laju produktivitas.

Pemantauan Kemajuan Proyek dan Pengendalian

Metode penjadwalan linier (*Linear Scheduling Method*) bisa digunakan untuk memantau kemajuan proyek, mirip dengan penggunaan diagram balok (Shi, 2002)

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif yang berfokus pada pengumpulan dan analisis variabel yang dapat diukur dan dihitung untuk memperoleh hasil yang objektif. Dimana, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk menghitung durasi proyek menggunakan metode LSM dan mengetahui mana yang lebih efektif antara penjadwalan dengan metode LSM (*Linear Scheduling Method*) dengan metode existing.

Data Proyek

Objek penelitian ini Adalah Proyek Peningkatan Jalan Bulu – Jatirogo (Lanjutan) Kabupaten Tuban yaitu berlokasi di Kecamatan Bancar/ Jatirogo, Kabupaten Tuban, Provinsi Jawa Timur, Indonesia yang terdiri dari 5 ruas dengan panjang total 2.802 meter.

Data Umum Proyek

Nama Proyek : Peningkatan Jalan Bulu – Jatirogo (Lanjutan) Kabupaten Tuban

Lokasi Proyek : Kecamatan Bancar, Kabupaten Tuban

Pemilik : Pemerintah Daerah Kabupaten Tuban

Pelaksana : PT. Kenpura Alam Nanggroe

Panjang : 2.802 Meter

Nilai Proyek : Rp 15.250.200.000,00

Dalam tahapan pengumpulan data ini penulis meminta informasi terkait proyek kepada Dinas PUPR, PRKP Kabupaten Tuban. Adapun data sekunder yang digunakan meliputi Dokumen Kurva S dan BoQ proyek.

Analisis Data

Setelah data dan informasi didapatkan, langkah selanjutnya dengan mengolah data tersebut menggunakan rumus-rumus yang digunakan dalam metode LSM (dengan Ms.Exel) dengan langkah – langkah sebagai berikut: Menyusun rangkaian kegiatan (menentukan urutan kegiatan dan logika ketergantungan antar masing-masing kegiatan.); Pembagian lokasi pekerjaan; Menentukan volume dari masing-masing kegiatan; Menentukan sumber daya yang digunakan beserta produktivitasnya; Menghitung durasi tiap kegiatan; Perhitungan waktu mulai paling cepat; Visualisasi kegiatan khusus (*discrete activity*); dan Penggambaran diagram penjadwalan.

Alur Penelitian

Proses yang ditempuh dalam penelitian ini meliputi studi pendahuluan, identifikasi permasalahan, telaah pustaka, penetapan inti masalah, serta pengumpulan dan pengolahan data, yang dilanjutkan dengan analisis dan penarikan kesimpulan. Dalam tahap analisis data penulis memanfaatkan perangkat lunak Microsoft Excel sebagai alat bantu untuk menghitung ulang durasi pelaksanaan proyek dan menyusun grafik linier berdasarkan kelompok pekerjaan yang memiliki karakteristik *linear*.

HASIL

1. Urutan Kegiatan Proyek/ Logika Ketergantungan

Tabel 1. Urutan Kegiatan Proyek

No.	Uraian Kegiatan	Volume	Satuan
1	Mobilisasi	4	hari
2	Galian Biasa	470.93	m ³
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	420.15	m ³
4	Lapis Pondasi bawah Beton Korus	1688.00	m ³
5	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa perancah	131.00	m ³
6	Anyaman Tulangan Tunggal (fc 30 Mpa) lebar 6 m	229739.95	Kg
7	Perkerasan Beton Semen	4201.50	m ³
8	Lapis Pondasi Kelas C Pedel	1806.30	m ³

Sumber: Hasil Analisa, 2025

2. Pembagian Lokasi Pekerjaan

Lokasi proyek berawal pada station R1+000 dan berakhir pada station R5+1086. Dengan pembagian menjadi 8 dan 16 segmen lokasi, maka jarak antar masing-masing titik lokasi ditetapkan sebesar ±350 meter dan ±175 meter secara berturut-turut

3. Produktivitas Sumber Daya

Tabel 2. Produktivitas Alat Berat dan Pekerja yang Menentukan

No.	Kegiatan	Alat/pekerja	Produktivitas	Satuan	Alternatif produktivitas	
					1	2
1	Galian Biasa	Excavator	203.11	m ³ /hr	203.11	406.22
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	whelloader	418.32	m ³ /hr	418.32	836.64
3	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa perancah (ready mix)	truck mixer	14.20	m ³ /hr	28.39	56.79
4	Lapis Pondasi bawah Beton Korus (Ready Mix)	truck mixer	14.20	m ³ /hr	99.38	198.76
5	Anyaman Tulangan Tunggal	Pekerja	500.00	kg/hr	5000.00	10000.00
6	Perkerasan Beton Semen (fc 30 Mpa) lebar 6 m (Ready mix)	truck mixer	14.20	m ³ /hr	56.79	113.58
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas C pedel	whelloader	418.32	m ³ /hr	418.32	836.64

Sumber: Hasil Analisa

Tabel 3. Jumlah Kebutuhan dan Kombinasi Alat

No.	Kegiatan	Alat/pekerja	Produktivitas	Satuan	Jumlah Kombinasi Alat	
					Alt.1	Alt. 2
1	Galian Biasa	Excavator	203.11	m ³ /hr	1.00	2.00
		Dump truck	119.64	m ³ /hr	2.00	4.00
2	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	Whelloader	418.32	m ³ /hr	1.00	2.00
		Dump truck	231.14	m ³ /hr	2.00	4.00
		Vibratory roller	549.05	m ³ /hr	1.00	2.00
3	Beton strukur, fc'20 MPa tanpa perancah	Truck mixer	14.20	m ³ /hr	2.00	4.00
4	Lapis Pondasi bawah Beton Korus (Ready Mix)	Truck mixer	14.20	m ³ /hr	7.00	14.00
5	Anyaman Tulangan Tunggal (hasil lapangan)	Pekerja	500.00	kg/hr	10.00	20.00
6	Perkerasan Beton Semen (fc 30 Mpa) lebar 6 m (Ready mix)	Truck mixer	14.20	m ³ /hr	4.00	8.00
		Concret vibrator	14.20	m ³ /hr	4.00	8.00
		Water tank truck	122.32	m ³ /hr	1.00	1.00
7	Lapis Pondasi Agregat Kelas C pedel	whelloader	418.32	m ³ /hr	1.00	2.00
		Dump truck	231.14	m ³ /hr	2.00	4.00
		Water tank truck	464.80	m ³ /hr	1.00	1.00

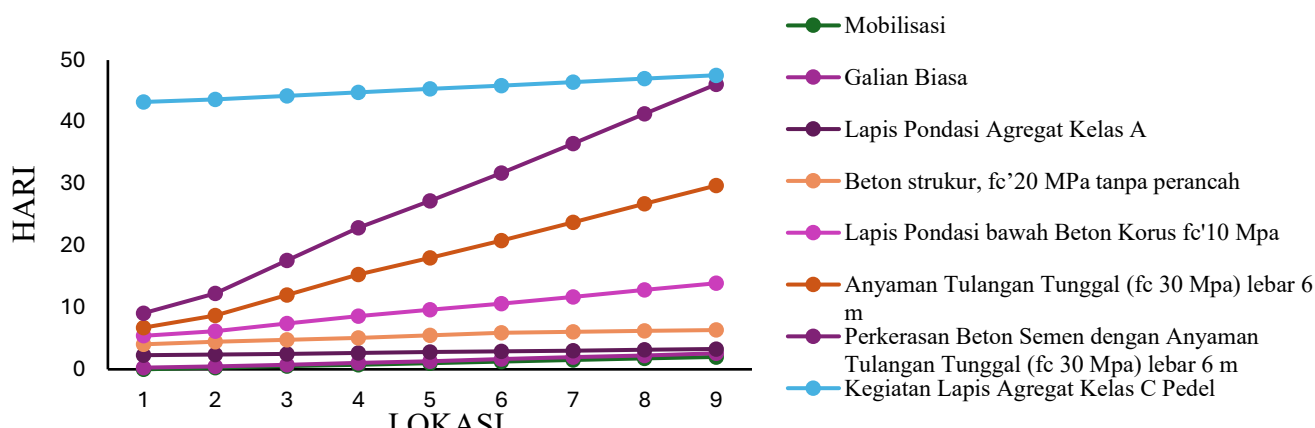
Sumber: Hasil Analisa

4. Hasil Perhitungan Penjadwalan Ulang Proyek

Tabel 4. Waktu Mulai Paling Cepat untuk 8 Lokasi Alternatif Produktivitas ke -3 dengan Lintasan yang Terpilih

Lintasan	Kegiatan	Alt.	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi								Waktu Selesai
			1	2	3	4	5	6	7	8	
1	Mobilisasi	2	0.00	0.25	0.5	0.75	1	1.25	1.5	1.75	2.00
2	Galian Biasa	1	0.27	0.45	0.75	1.05	1.29	1.69	1.95	2.22	2.59
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1	2.28	2.37	2.52	2.66	2.78	2.90	3.03	3.16	3.29
4	Beton strukur, fc'20 MPa	2	4.04	4.47	4.77	5.08	5.50	5.93	6.07	6.21	6.35
5	Lapis Pondasi bawah Beton Korus fc'10 Mpa	2	5.42	6.16	7.39	8.61	9.61	10.64	11.73	12.82	13.92
6	Anyaman Tulangan Tunggal (fc 30 Mpa)	2	6.74	8.73	12.02	15.31	18.02	20.81	23.78	26.75	29.71
7	Perkerasan Beton (fc 30 Mpa) lebar 6 m	2	9.08	12.28	17.58	22.88	27.24	31.73	36.51	41.29	46.07
8	Kegiatan Lapis Agregat Kelas C Pedel	1	43.23	43.62	44.20	44.77	45.88	46.44	46.99	47.55	47.55

Sumber: Hasil Analisa



Gambar 1. Waktu Mulai Paling Cepat untuk 8 Lokasi Alternatif Produktivitas ke-3 dengan Lintasan Kegiatan yang Terpilih Sumber: Hasil Analisa, 2025

Tabel 5. Waktu Mulai Paling Cepat 16 Lokasi (1-8) Alternatif Produktivitas ke -3 dengan Lintasan yang Terpilih

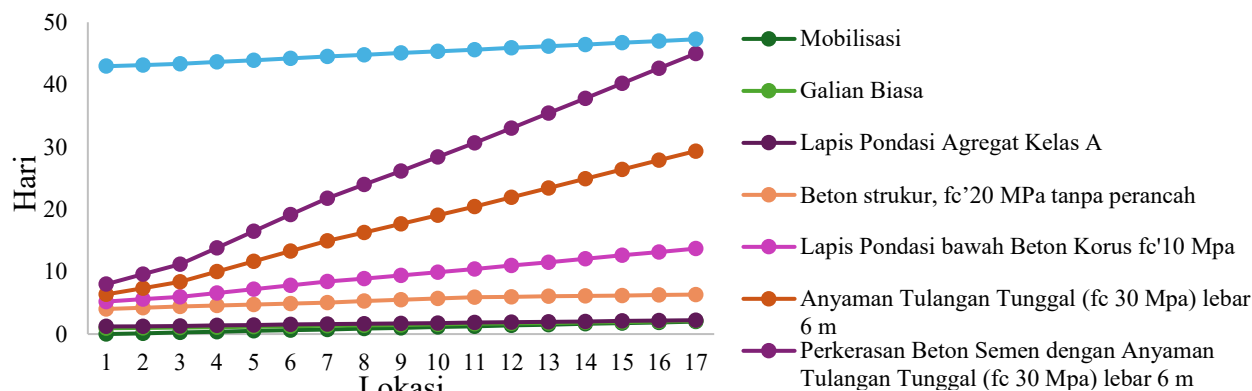
Lintasan	Kegiatan	Alt.	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Mobilisasi	2	0	0.125	0.25	0.375	0.5	0.625	0.75	0.875
2	Galian Biasa	2	0.93	0.98	1.02	1.10	1.17	1.25	1.32	1.38
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1	1.22	1.26	1.31	1.38	1.45	1.52	1.59	1.65
4	Beton strukur, fc'20 MPa	2	4.02	4.23	4.44	4.60	4.75	4.91	5.06	5.27
5	Lapis Pondasi bawah Beton Korus fc'10 Mpa	2	5.21	5.58	5.95	6.56	7.18	7.79	8.40	8.90
6	Anyaman Tulangan Tunggal	2	6.37	7.36	8.36	10.00	11.65	13.30	14.94	16.29
7	Perkerasan Beton Semen (fc 30 Mpa) lebar 6 m	2	7.99	9.59	11.19	13.84	16.49	19.14	21.79	23.97
8	Lapis Agregat Kelas C Pedel	1	42.95	43.15	43.35	43.63	43.92	44.21	44.50	44.78

Sumber: Hasil Analisa, 2025

Tabel 5. Waktu Mulai Paling Cepat 16 (9-16) Lokasi Alternatif Produktivitas ke -3 dengan Lintasan yang Terpilih

Lintasan	Kegiatan	Alt.	Waktu Mulai Paling Cepat Tiap Lokasi								Waktu Selesai
			9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Mobilisasi	2	1.00	1.125	1.25	1.375	1.5	1.625	1.75	1.875	2.00
2	Galian Biasa	2	1.44	1.54	1.64	1.71	1.77	1.84	1.91	2.00	2.09
3	Lapis Pondasi Agregat Kelas A	1	1.71	1.77	1.83	1.90	1.96	2.03	2.09	2.16	2.22
4	Beton strukur, fc'20 MPa	2	5.48	5.69	5.91	5.98	6.05	6.12	6.19	6.26	6.33
5	Lapis Pondasi bawah Beton Korus	2	9.40	9.91	10.43	10.97	11.52	12.06	12.61	13.16	13.70
6	Anyaman Tulangan Tunggal	2	17.65	19.04	20.44	21.92	23.41	24.89	26.38	27.86	29.34
7	Perkerasan Beton Semen (fc 30 Mpa)	2	26.15	28.40	30.64	33.03	35.42	37.81	40.20	42.59	44.98
8	LPA Kelas C Pedel	1	45.06	45.33	45.60	45.88	46.16	46.44	46.71	46.99	47.27

Sumber: Hasil Analisa, 2025



Gambar 2. Waktu Mulai Paling Cepat untuk 16 Lokasi Alternatif Produktivitas ke-3 dengan Lintasan Kegiatan yang Terpilih

Sumber: Hasil Analisa, 2025

5. Visualisasi Pekerjaan Gorong-Gorong *Box Culvert*, TPT dan Pengaspalan

Tabel 6. Tabel Visualisasi pekerjaan Pengaspalan, TPT dan Gorong - Gorong

No	Pekerjaan	Lokasi	Durasi	Waktu Mulai paling cepat hari ke-	waktu selesai
LSM 8 Lokasi produktivitas 3 dengan lintasan yang terpilih					47.55
1	Pengaspalan	R1+00 & R1+242 R2+00 & R2+803 R3+00 & R3+330 R4+00 & R4+341 R5+00 & R5+1086	1.73	48	49.73
2	TPT 1	R4	13.37	2	15.37
3	TPT 2	R5	10.07	3	13.07
4	Gorong - gorong	Sebelum R1	7.41	30	37.41
LSM 16 Lokasi produktivitas 3 dengan lintasan yang terpilih					47.27
1	Pengaspalan	R1+00 & R1+242 R2+00 & R2+803 R3+00 & R3+330 R4+00 & R4+341 R5+00 & R5+1086	1.73	48	49.73
2	TPT 1	R4	13.37	2	15.37
3	TPT 2	R5	10.07	3	13.07
4	Gorong - gorong	Sebelum R1	7.41	30	37.41

Sumber: Hasil Analisa, 2025

Tabel 7. Perubahan Durasi Proyek Akibat Visualisasi pekerjaan Pengaspalan, TPT dan Gorong - Gorong

Pembagian Lokasi	Durasi Total Alt. produktivitas ke-3 (hari)	Durasi Total Alt. produktivitas ke 3 & Kegiatan pengaspalan, TPT dan Gorong - gorong (hari)	Besar pergeseran waktu (hari)
8 Lokasi	47.55	49.73	2.18
16 Lokasi	47.27	49.73	2.46

Sumber: Hasil Analisa, 2025

Pembahasan

Hasil perhitungan dengan metode Linier scaduling method didapatkan durasi total proyek dengan berbagai alternatif produktifitas seperti yang tertera di dalam tabel 8. dibawah ini:

Tabel 8. Durasi Total Proyek

No	Alternatif Produktivitas	Durasi Total (hari)	
		8 Lokasi	16 Lokasi
1	Produktivitas 1	89.32	89.32
2	Produktivitas 2	47.55	47.16
3	Produktivitas 3	47.55	47.27

Sumber: Hasil Analisa, 2025

Dari tabel 8. diatas dapat dapat dipilih waktu penyelesaian proyek yang paling cepat dan efektif yaitu dengan produktivitas 3 dimana merupakan gabungan antara produktivitas 1 dan 2 dengan lintasan terpilih.

Tabel 9. Selisih Durasi Total Proyek Berdasarkan Pembagian Lokasi

No	Alternatif Produktivitas	Durasi Total (hari)		Selisih (hari)
		8 Lokasi	16 Lokasi	
1	Produktivitas 1	89.32	89.32	0.00
2	Produktivitas 2	47.55	47.16	0.39
3	Produktivitas 3	47.55	47.27	0.28

Sumber: Hasil Analisa, 2025

Dari tabel 9. diatas dapat kita lihat bahwa banyaknya pembagian lokasi mempengaruhi durasi penyelesaian proyek, Dimana semakin banyak pembagian lokasi semakin cepat penyelesaian proyek. namun untuk proyek ini tidak terlalu jauh selisihnya, hal itu disebabkan karna panjang jalan perstasiun tidak terlalu panjang. Sehingga durasi total pengerjaan proyek dengan metode *linear scheduling method* adalah 50 hari.

Dari data yang didapatkan dilapangan untuk durasi penyelesaian proyek adalah 110 hari, dimana awalnya dijadwal rencana adalah 150 hari namun pada 3 minggu pertama belum ada pekerjaan (pekerjaan belum dimulai). Untuk jadwal kurva S dapat dilihat dilampiran. Untuk Perbandingan durasi penjadwalan dengan metode LSM dan Kurva S dapat dilihat di tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan durasi penjadwalan dengan metode LSM dan Kurva S

Durasi Total Proyek dengan LSM (hari)	Durasi Total Proyek dengan Kurva S (hari)	Selisih (hari)	Keterangan
50	110	60	durasi pada Kurva S sebenarnya 150 hari, namun 3 minggu pertama <i>off</i> (belum memulai pekerjaan) jadi terhitung total durasi efektif 110 hari

Sumber: Hasil Analisa, 2025

Dari tabel 10 diatas didapatkan bahwa penyelesaian proyek dengan metode LSM lebih cepat selesai selisih 60 hari dibanding dengan metode existing yaitu menggunakan kurva S.

Sedangkan untuk kebutuhan tenaga kerja dan alat antara metode LSM dengan kurva S dapat dilihat di tabel 11. dan tabel 12. dibawah ini.

Tabel 11. Perbandingan Jumlah tenaga kerja antara LSM dan Kurva S

No	Tenaga Kerja	LSM		Kurva S (Existing)	
		Orang	Hari	Orang	Hari
1	Pelaksana	1	50	1	110
2	Mandor	1	50	1	110
3	Tukang	4	46	2	99
4	Pekerja	16	50	8	110
5	Operator	1	10	1	27
6	Flagman	2	10	2	27

Sumber: Hasil Analisa, 2025

Tabel 12. Perbandingan Jumlah alat berat antara LSM dan Kurva S

No	Alat Berat	LSM		Kurva S (Existing)	
		Buah	Hari	Buah	Hari
1	Excavator	1	6	1	24
2	Dumptruck	4	11	11	19
3	Alat garuk	5	50	3	110
4	Sprayer	1	1	1	1
5	Kompresor	1	1	1	1
6	Tandem	1	1	1	1
7	Gunting besi	2	23	1	102
8	Pleser	4	23	2	102
9	Pen	2	23	1	102
10	Tang catut	12	23	6	102

Sumber: Hasil Analisa, 2025

SIMPULAN

Dari hasil perhitungan dan pembahasan di atas maka didapatkan kesimpulan bahwa Penjadwalan ulang proyek Peningkatan Jalan Bulu – Jatirogo (Lanjutan) di Kabupaten Tuban menggunakan metode *Linear Scheduling* menghasilkan estimasi durasi penyelesaian selama 50 hari. Durasi ini menunjukkan efisiensi waktu yang signifikan dibandingkan dengan metode penjadwalan sebelumnya (Kurva S), dengan selisih waktu penyelesaian sebesar 60 hari lebih cepat.

Sedangkan untuk kebutuhan tenaga kerja dan alat dengan menggunakan *Linear Scheduling Method* lebih efektif dari penjadwalan sebelumnya (Kurva S), hal itu dapat dilihat dari jumlah tenaga kerja menggunakan metode LSM naik dari 15 menjadi 25 orang (66,67%) sedangkan durasinya berkurang dari 110 menjadi 50 hari (54,54%).

DAFTAR PUSTAKA

- Belferik, R., Ardiyan, A., Zulkarnain, I., Munizu, M., Samosir, J., Afriyadi, H., & Prasetyo, A. (2023). *Manajemen Proyek*. Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Callahan, M. (1992). *Construction Project Scheduling*. McGraw Hill, Inc.
- Chrzanowski, E., & Johnston, D. (1986). Application of Linear Scheduling. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Fatimah, S., Hepiyanto, R., & Dhana, R. R. (2025). Analisis Biaya dan Waktu pada Proyek Pembangunan Gudang dan Musholla Area Mainsub Tuban III-IV dengan Metode Earned Value. *Jurnal Talenta Sipil*, 837-847.
- Harmelink, D., & Rowings, J. (1998). Linear Scheduling Model: Development of Controlling Activity Path. *Journal of Construction Engineering and Management*, 263-268.
- Jazuli, M., & Dhana, R. (2024). Analisis Biaya dan Waktu pada Proyek Jembatan (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jembatan Candisari Sambeng Kabupaten Lamongan) dengan Menggunakan Metode Earned Value. *Jurnal Talenta Sipil*, 73-82.
- PMI. (2021). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide) - Seventh Edition and the Standard for Project Management (ENGLISH)*. Project Management Institute.
- Rahayu, N., & Mawardi, E. (2024). Analisa Penjadwalan Proyek Kontruksi Menggunakan. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil UTU (JITSU)*, 49-55.
- Ralahallo, F., Jaya, F., & Tukimun. (2024). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Sulus Pustaka.
- Santosa, B. (2009). *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Selinger, S. (1980). Construction Planning for Linear Projects. *Journal of The Construction Division*, 195-205.
- Shi, J. (2002). *Current Teaching of Linear Scheduling Method*.
- Soeharto, I. (1995). *Manajemen proyek dari Konseptual sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Verolio, & Pamadi, M. (2023). Analisa Penjadwalan Metode Linear Scheduling Method atau Line of Balance (LSM/LoB) Perumahan Deyely Residance Kota Batam. *Civil Engineering and Architectur Journal*, 1-10.
- Voster., M., Beliveau, Y J, & Bafna, T. (1992). *Linear Scheduling and Visualization*. Transportation Research Board.