Jurnal Ilmiah REAKTIP
Vol. 04, No. 01, pp. 1 - 9, 2024
Kirim: - 27 Nov. 2023 | Diterima: 30 Nov. 2023- | Publikasikan: -10 Sept. 2024

PENERAPAN *LINEAR SCHEDULING METHOD* (LSM) PADA PENINGKATAN JALAN RAYA CANGKINGRANDU

Bagus Subachtiar[1], Totok Yulianto[2], Meriana Wahyu Nugroho[3], Titin Sundari[4], Rahma Ramadhani[5]

[1,2,3,4,5] Program Studi Teknik Sipil, Universitas Hasyim Asy'ari, Jombang, 61471, Indonesia

E-mail: [1]bagussubachtiar88@gmail.com, [2]totokyulianto@unhasy.ac.id, [3]merianangroho@unhasy.ac.id, [4]titinsundari1273@gmail.com, [5]madhasmart@gmail.com

ABSTRAK

Pemerintah Jombang melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) melaksanakan peningkatan jalan raya Cangkingrandu yang berada di Kecamatan Perak, Jombang dimulai dari STA 0+904.5 sampai STA 1+475 menggunakan aspal beton (laston) overlay yaitu asphaltic concrete binder course (AC-BC) dan asphaltic concrete binder course (AC-WC). Proyek perkerasan aspal memakai alat berat pada setiap pekerjaannya sehingga dinilai perlu adanya penjadwalan optimal guna menghindari tingginya biaya sewa. Tujuan dari penelitian ini diantaranya mengetahui penerapan metode linear scheduling method (LSM) serta kelebihan dan kekurangannya pada program peningkatan jalan raya Cangkingrandu. Pengumpulan data berupa pengukuran aktual topografi, pengecekan kondisi jalan, gambar kerja dan spesifikasi dari asphalt mixing plant. Penelitian dimulai dari penguraian setiap aktivitas pekerjaan meliputi: spesifikasi alat berat, produktivitas dan durasi. Durasi tersebut akan diolah dalam logic diagram sesuai urutan dan ketergantungannya. Data dalam logic diagram selanjutnya dikonversi menjadi diagram LSM. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa durasi aktual proyek peningkatan jalan raya Cangkingrandu yaitu 44 jam kerja. Kelebihan dari penerapan linear scheduling method (LSM) sangat efisien diterapkan pada proyek dengan pekerjaan serupa (typical) dan berulang-ulang (continue) serta kemudahan visual yang membuat para pekerja mudah memahami schedule proyek.

Kata kunci: *linear scheduling method; aspal beton; AC-BC; AC-WC*

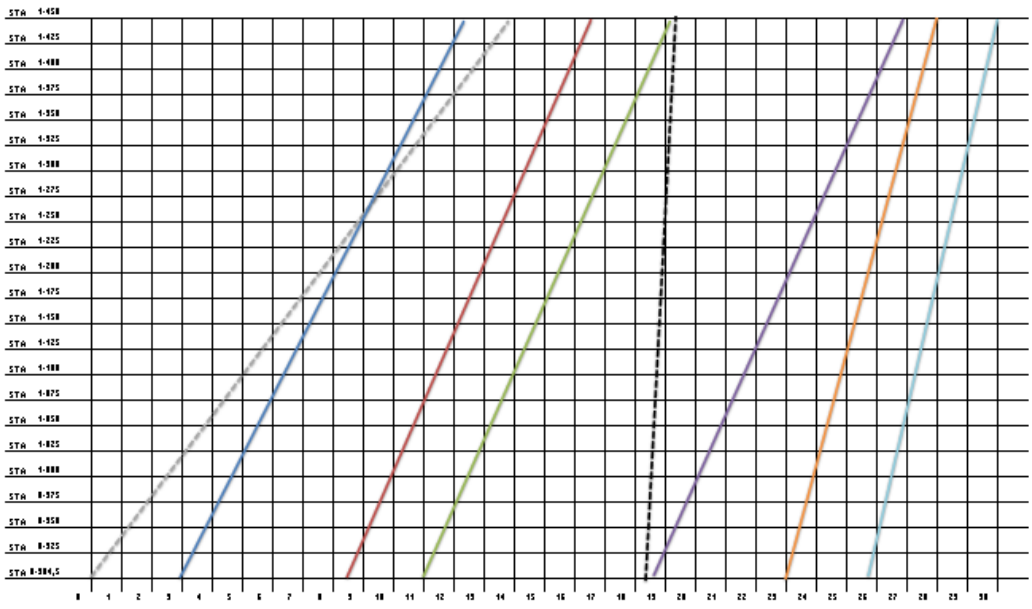
1. Pendahuluan

Pemerintah Jombang melalui Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) membuat program pembangunan, pemeliharaan berkala, perbaikan berkala serta peningkatan jalan raya di daerah Jombang. Tujuan dilaksanakannya program tersebut tidak lain yaitu meningkatkan kenyaman dan keamanan bagi masyarakat yang berkendara melalui jalan raya. Ruas jalan raya yang menjadi bagian dari program tersebut adalah jalan Cangkingrandu yang berada di Kecamatan Perak, Jombang. Ruas jalan yang akan dilakukan peningkatan sepanjang 570,5 m dimulai dari STA 0+904.5 sampai STA 1+475. Peningkatan ruas jalan tersebut dilakukan karena kondisi lapisan aspal sebelumnya tidak lagi memenuhi standar kelayakan. Lapisan aspal yang diterapkan yaitu *asphaltic concrete binder course* (AC-BC) dan *asphaltic concrete binder course* (AC-WC). Pekerjaan perkerasan aspal (*flexible pavement*) ini akan membutuhkan berbagai alat berat seperti *jack hammer, dump truck, vibrator roller* dan *pneumatic-tyred roller* [1]–[6]. Pemakaian alat berat memang dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan, tetapi disisi lain perencanaan yang tidak matang dapat menyebabkan pembengkakkan biaya yang disebabkan oleh biaya sewa yang tinggi [7].

Proyek perkerasan jalan aspal (*flexible pavement*) memiliki jumlah item pekerjaan yang lebih sedikit daripada item pekerjaan pada proyek bangunan gedung. Penjadwalan secara *network based* dinilai belum kurang efisien diterapkan pada proyek dengan item pekerjaan yang sedikit. Proyek

Vol. 04, No. 01, pp. 1 - 9, 2024
Kirim: - 27 Nov. 2023 | Diterima: 30 Nov. 2023- | Publikasikan: -10 Sept. 2024

perkerasan aspal juga dapat diklasifikasi ke dalam pekerjaan repetitif [8]. Repetitif yang dimaksud adalah item pekerjaan serupa (*typical*) dilakukan secara berulang-ulang (*continue*). Dalam upaya peningkatan efisiensi proyek repetitif, penerapan *linear scheduling method* (LSM) dapat dilakukan [9]–[12].

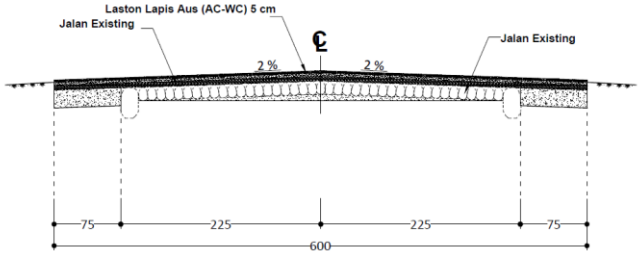


Gambar 1 Diagram *linear scheduling method* (LSM)

Linear scheduling method (LSM) atau juga bisa disebut metode *line of balance* (LOB) merupakan metode penjadwalan linear berbentuk diagram yang berisi garis-garis linier yang merepresentasikan setiap pekerjaan pada sebuah proyek. LSM juga merupakan metode penjadwalan yang memiliki *interface* sederhana sehingga mudah dimengerti saat dibaca oleh manager lapangan, sub-kontraktor dan mandor di lapangan. LSM juga akan mempermudah prediksi permasalahan yang terjadi karena waktu dan lokasi. Penerapan LSM dinilai dapat memberikan hasil yang lebih baik dari metode critical path method (CPM). Diagram dalam *linear scheduling method* (LSM) terdiri dari sumbu x, sumbu y dan garis pekerjaan [13]. Sumbu x berisi keterangan (hari, minggu, bulan) yang menjadi indikator durasi proyek. Sumbu y berisi keterangan kelompok atau tingkatan pekerjaan, pada proyek gedung bertingkat sumbu y ini berisi keterangan lantai gedung dan pada proyek jalan berisi keterangan stasiun.

2. Bahan dan Metode

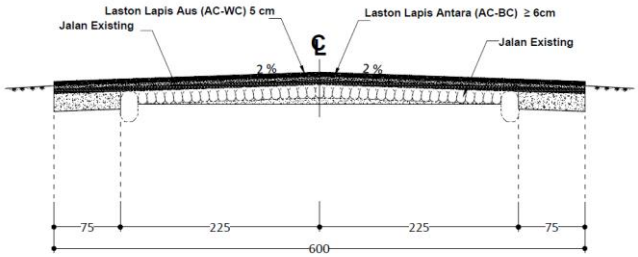
Penelitian ini dilaksanakan pada proyek peningkatan Jalan Raya Cangkingrandu STA 0+904,5 sampai STA 1+475. Pekerjaan terdiri dari pembobokan lapisan rusak, pembersihan area kerja, pengahamparan *prime coat*, pekerjaan laston lapis antara (AC-BC), penghamparan *tack coat*, dan pekerjaan laston lapis aus (AC-WC).



Gambar 2 Potongan ruas jalan STA 0+904,5 – STA 1+475

Vol. 04, No. 01, pp. 1 - 9, 2024
Kirim: - 27 Nov. 2023 | Diterima: 30 Nov. 2023- | Publikasikan: -10 Sept. 2024

Pada STA 0+904,5 sampai STA 1+475 memakai lapisan laston lapis aus (AC-WC) karena kondisi jalan mengalami kerusakan ringan yaitu retak rambut tipis (*stripping*) [14].



Gambar 3 Potongan ruas jalan STA 1+000 – STA 1+475

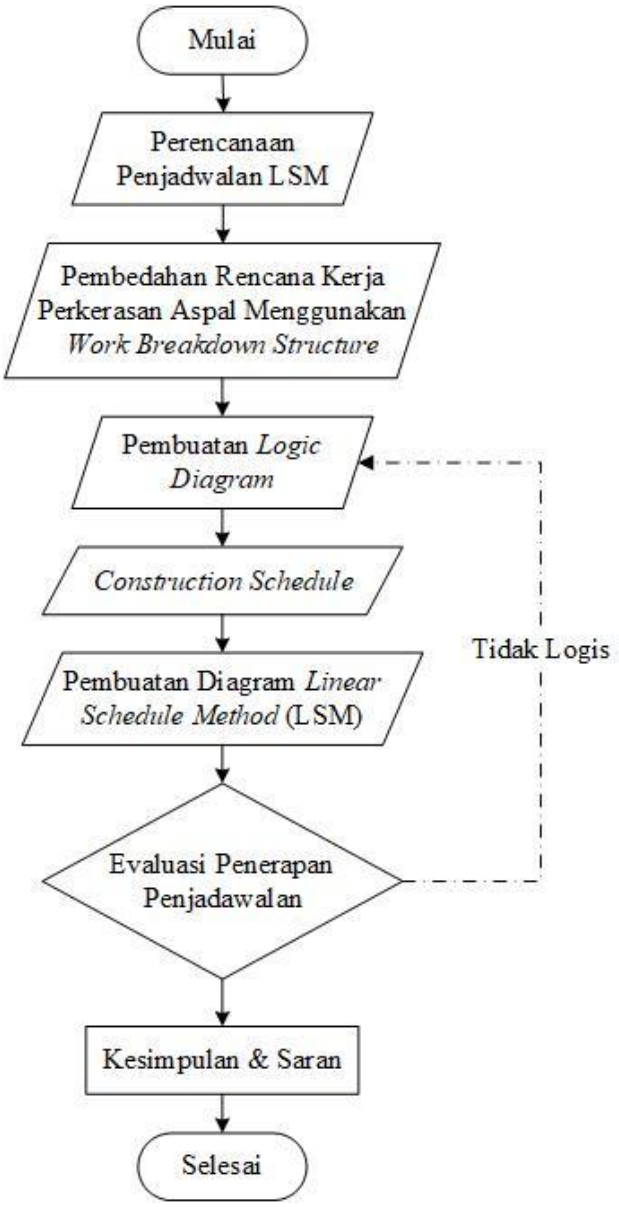
Sedangkan pada STA 1+000 sampai STA 1+475 memakai 2 lapisan yaitu laston lapis antara (AC-BC) dan laston lapis aus (AC-WC) karena kondisi jalan mengalami kerusakan sedang seperti sisik buaya (*crocodile skin*) sampai berat seperti lapisan mengelupas dan lubang [15]. Adapun detail ukuran setiap STA diantaranya :

Tabel 1 Daftar STA dan lapisan aspal beton yang dipakai

Stasiun	**Tebal**	**Panjang**	**Lebar**	**Keterangan**
STA	(m)	(m)	(m)	
0+904,5 - 0+925	0,05	20,50	6,00	(AC-WC)
0+925 - 0+950	0,05	25,00	6,00	(AC-WC)
0+950 - 0+975	0,05	25,00	6,00	(AC-WC)
0+975 - 1+000	0,05	25,00	6,00	(AC-WC)
1+000 - 1+025	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+025 - 1+050	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+050 - 1+075	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+075 - 1+100	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+100 - 1+125	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+125 - 1+150	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+150 - 1+175	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+175 - 1+200	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+200 - 1+225	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+225 - 1+250	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+250 - 1+275	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+275 - 1+300	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+300 - 1+325	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+325 - 1+350	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+350 - 1+375	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+375 - 1+400	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+400 - 1+425	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+425 - 1+450	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)
1+450 - 1+475	0,05 + 0,06	25,00	6,00	(AC-BC) + (AC-WC)

Pada pekerjaan perkerasan aspal terdapat beberapa hal yang menjadi kendala seperti durasi sewa yang tidak sesuai dengan pemakaian aktual dan durasi proyek. Rendahnya akurasi penjadwalan proyek menyebabkan biaya proyek membengkak. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui penerapan metode LSM serta kelebihan dan kekurangannya pada penjadwalan proyek perkerasan aspal. Metode yang dipakai dalam penelitian ini tercantum dalam diagram alir dibawah ini :

Vol. 04, No. 01, pp. 1 - 9, 2024
Kirim: - 27 Nov. 2023 | Diterima: 30 Nov. 2023- | Publikasikan: -10 Sept. 2024



Gambar 4 Diagram alir penelitian

Penyusunan linear diagram dimulai dengan penguraian item pekerjaan menggunakan *work breakdown structure* (WBS) dilanjutkan dengan membuat *logic diagram* dan pembuatan diagram LSM [9], [16].

2.1. Penjadwalan dan Pengendalian Proyek

Penjadwalan proyek merupakan hasil dari akumulasi perhitungan waktu proyek mengacu pada setiap item pekerjaan yang saling terkait dan bergantung. Proses penjadwalan proyek merujuk pada alur pelaksanaan setiap item pekerjaan yang sudah ditentukan dengan berbagai variasi yang mungkin berpengaruh pada proyek [17]. Penjadwalan tetap dilakukan untuk mengukur kemajuan asli di lapangan. Pengawasan dan *update* dilaksanakan untuk membantu pengalokasian sumber daya proyek dan penentuan keputusan manajer proyek [13]. Penjadwalan pada proyek memiliki manfaat diantaranya :

1. Memberi petunjuk target waktu pekerjaan dengan batasan mulai dan berakhirnya setiap tugas.
2. Mempermudah koodinasi bagi setiap tingkatan manajemen proyek secara langsung dan juga penentuan prioritas pekerjaan

3. Menjadi indikator keberhasilan proyek
4. Memberi kepastian pada pemili proyek
5. Menjadi instrument pengendalian proyek

Selain itu terdapat variable-variabel yang mempengaruhi kerumitan penjadwalan, yaitu :
1. Target yang dituju pada proyek
2. Korelasi terhadap lingkup pekerjaan yang terkait dengan proyek
3. Sumber daya modal pemborong
4. Kemampuan dan kecepatan tenaga kerja yang dipakai

Selain variabel tersebut kemampuan perencana dalam menyusun jadwal dan pemakaian perangkat lunak dapat memberi hasil maksimal.

2.2. *Work Breakdown Structure*

Schedule pekerjaan perkerasan aspal sangat bergantung pada spesifikasi produktivitas alat berat yang dipakai [18]. Rumus untuk menghitung durasi yang dibutuhkan adalah sebagai berikut :

Pembongkaran lapisan rusak dengan *jack hammer*,

$$T_{jh} = V\ x\ \left(\frac{1/_{Pj}}{Fe} + \frac{1}{Pa}\right) \quad (1)$$

Dimana :
Tjh = durasi pembobokan menggunakan *jack hammer* (jam)
V = volume bongkaran aspal (m^3)
Fe = faktor efektifitas
Pj = produktivitas jack hammer (m^3/jam)
Pa = produktivitas ambil puing ke pickup (m^3/jam)

Pembersihan area kerja dengan *compressor*,

$$T_{ac} = A\ x\ \frac{1/_{Pac}}{Fe} \quad (2)$$

Dimana :
Tac = durasi pembersihan dengan *compressor* (jam)
A = luasan pembersihan (m^2)
Fe = faktor efektifitas
Pac = produktivitas *compressor* (m^2/jam)

Penghamparan *prime coat* dan *tack coat* dengan *asphalt distributor*,

$$T_{ad} = A\ x\ \frac{n\ x\ 1/_{v}}{Lad\ x\ Fe} \quad (3)$$

Dimana :
Tad = durasi penghamparan dengan *asphalt distributor* (jam)
A = luasan penghamparan (m^2)
n = jumlah ruas efektif
v = kecepatan maju rata-rata *asphalt distributor* (m/jam)
Lad = lebar stang penyemprot (m)
Fe = faktor efektifitas

Pekerjaan lapisan *asphalt concrete* (AC) dengan *dump truck, asphalt finisher, tandem roller* dan *pneumatic-tyred roller* [19], [20],

$$T_{AC} = V_{lcm}\ x\ \left[\left(\frac{n\ x\ 1/_{v(af)}}{L(af)\ x\ Fe}\right) + \left(\frac{n\ x\ t(dt)}{V(dt)\ x\ Fe}\right) + \left(\frac{n\ x\ 1/_{v(tr)}}{L(tr)\ x\ t\ (laston)\ x\ Fe}\right) + \left(\frac{n\ x\ 1/_{v(ptr)}}{L(ptr)\ x\ t\ (laston)\ x\ Fe}\right)\right] \quad (4)$$

Dimana :

T_{AC} = durasi pekerjaan lapisan *asphalt concrete* (AC) (jam)
Vlcm = volume agregat *asphalt concrete* (AC) dalam keadaan *loose* (m^3)
n = jumlah ruas efektif
v = kecepatan maju rata-rata (*asphalt finisher, tandem roller* dan *pneumatic-tyred roller*) (m/jam)
t(dt) = waktu pergantian *dump truck* (jam)
L(af) = lebar penghampar *asphalt finisher* (m)
L(tr) = lebar drum penggetar *tandem roller* (m)
L(ptr) = lebar efektif operasi *pneumatic-tyred roller* (m)
V(dt) = volume bak *dump truck* (m^3)
Fe = faktor efektifitas

2.3. *Linear Scheduling Diagram*

Durasi setiap pekerjaan yang telah dihitung kemudian diolah menggunakan diagram logika. Dalam diagram logika terdapat kolom deskripsi pekerjaan, durasi per-siklus pekerjaan, durasi total, waktu mulai dan selesai. Perhitungan waktu mulai dan selesai setiap item pekerjaan mengacu pada durasi siklus *predeccesor*-nya [16]. Adapun rumus untuk menetukan waktu mulai dan selesai pekerjaan seperti dibawah ini :

Jika durasi total pekerjaan *successor* melebihi *predecessor*,

$$S_S = S_P + tC_P \quad (5)$$

$$F_S = S_S + tC_S \quad (6)$$

Dimana :
Ss = jadwal pekerjaan *successor* mulai
Fs = jadwal pekerjaan *successor* selesai
Sp = jadwal pekerjaan *predecessor* mulai
Fp = jadwal pekerjaan *predecessor* selesai
tCp = durasi setiap siklus pekerjaan *predecessor*
tCs = durasi setiap siklus pekerjaan *successor*

Jika durasi total pekerjaan *predecessor* melebihi *successor*,

$$F_S = F_P + tC_S \quad (7)$$

$$S_S = F_S - tC_S \quad (8)$$

Dimana :
Ss = jadwal pekerjaan *successor* mulai
Fs = jadwal pekerjaan *successor* selesai
Sp = jadwal pekerjaan *predecessor* mulai
Fp = jadwal pekerjaan *predecessor* selesai
tCp = durasi setiap siklus pekerjaan *predecessor*
tCs = durasi setiap siklus pekerjaan *successor*

3. Hasil dan Pembahasan

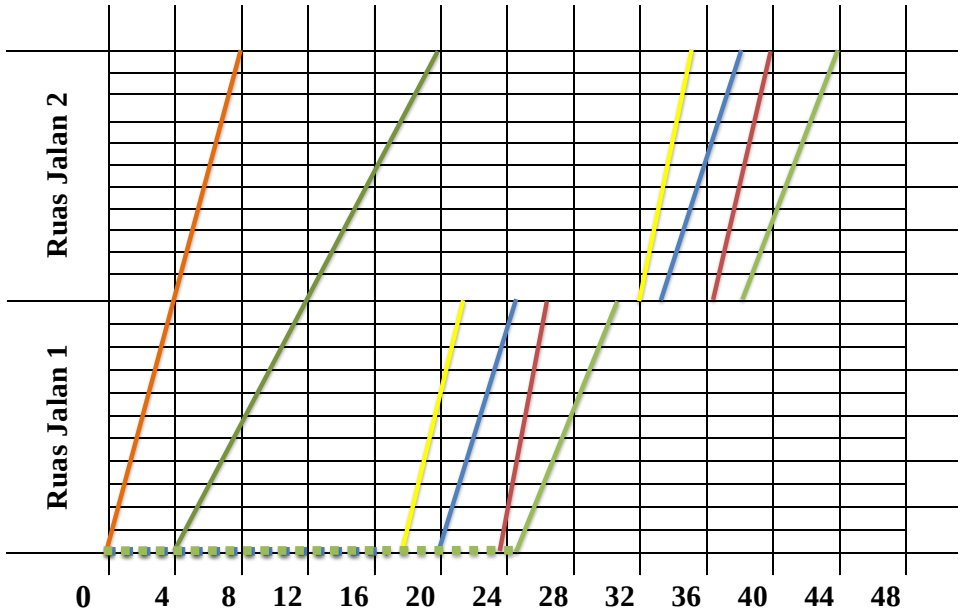
Hasil dari pengolahan data menggunakan rumus-rumus pada bab sebelumnya didapatkan diagram logika sebagai berikut :

Vol. 04, No. 01, pp. 1 - 9, 2024
Kirim: - 27 Nov. 2023 | Diterima: 30 Nov. 2023- | Publikasikan: -10 Sept. 2024

Tabel 2 Digram logika proyek perkerasan aspal (*flexural pavement*)

Deskripsi Pekerjaan	Durasi Per-ruas (jam)	Total Durasi (jam)	Buffer (jam)	Start (jam)	Finish (jam)
Pek. Patching (Pembongkaran Lapisan Aspal Lama)	4	8	0	0	8
Pek. Pembersihan Area Kerja	8	16	0	4	20
Pek. Penghamparan Prime Coat – Ruas 1	1,6	3,2	0	18,4	21,7
Pekerjaan Laston Lapis Antara (AC-BC) – Ruas 1	4,8	4,8	0	20	24,8
Pek. Penghamparan Tack Coat – Ruas 1	1,6	3,2	0	23,2	26,4
Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC) – Ruas 1	5,6	5,6	1,6	24,8	30,4
Pek. Penghamparan Prime Coat – Ruas 2	1,6	3,2	0	32	35,2
Pekerjaan Laston Lapis Antara (AC-BC) – Ruas 2	4,8	4,8	0	33,6	38,4
Pek. Penghamparan Tack Coat – Ruas 2	1,6	3,2	0	36,8	40
Pekerjaan Laston Lapis Aus (AC-WC) – Ruas 2	5,6	5,6	0	38,4	44

Diagram logika yang ada dalam **Tabel 2** menggambarkan *schedule* pada setiap item pekerjaan saling terhubung. Selanjutnya data tersebut dikonversi menjadi diagram *linear schedule* berupa garis-garis yang mewakili setiap pekerjaan dan jadwalnya masing-masing.



Gambar 5 Diagram *linear scheduling*

Dimana :

= pekerjaan patching (bongkar lapisan lama)
= pekerjaan pembersihan menggunakan *compressor*
= penghamparan prime coat
= pekerjaan laston lapis antara (AC-BC)

= penghamparan tack coat
= pekerjaan laston lapis aus (AC-WC)

Dari hasil penerapan *linear scheduling method* (LSM) kita dapatkan *schedule* proyek peningkatan jalan raya Cangkingrandu selesai dalam 44 jam kerja.

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini didapatkan bahwa :

1. *Schedule* proyek peningkatan jalan raya Cangkingrandu dapat diselesaikan dalam 44 jam kerja.
2. Kelebihan dari penerapan *linear scheduling method* (LSM) yaitu sangat cocok untuk penjadwalan proyek repetitif seperti pekerjaan perkerasan aspal, sedangkan kekurangannya adalah perlu dikombinasikan dengan metode lain.
3. Diagram LSM mudah dipahami oleh pekerja lapangan sehingga memudahkan koordinasi.

Saran yang diberikan penulis bagi penelitian selanjutnya dan para praktisi diantaranya :

1. Penerapan *linear scheduling method* (LSM) pada proyek lain mungkin memiliki pendekatan dan perhitungan berbeda dari penelitian ini.
2. Metode LSM perlu didukung dengan beberapa metode lain sehingga pemakaiannya lebih akurat.

Ucapan Terima Kasih

Segala rasa syukur saya panjatkan kepada Allah SWT serta sholawat dan salam saya haturkan kepada Rosulullah Muhammad SAW. Ucapan terimakasih saya berikan kepada seluruh civitas Universitas Hasyim Asy'ari, Tebuireng, Jombang terutama sahabat dan dosen laboratorium teknik yang telah membantu mengarahkan dan mendukung penulisan jurnal ini.

Referensi

[1] Kementerian PUPR, *Analisa Harga Satuan Pekerjaan*. Indonesia: Direktorat Jenderal Cipta Karya, 2016.

[2] Suryanto and Nurokhman, "Evaluasi Properti Marshall Terhadap Mutu Aspal Beton Lapangan Pada Runway Bandara Yogyakarta International Airport," *CivETech*, vol. IV, no. 1, pp. 59–72, 2022.

[3] W. W. D. Jehedo, H. Susila, and E. Mulyandari, "Analisis Produktivitas dan Kebutuhan Alat Berat (Studi Kasus : Proyek Preservasi dan Pelebaran Jalan Palur-Sragen-Mantingan)," *J. Tek. Sipil Dan Arsit.*, vol. 27, no. 2, pp. 44–51, 2022.

[4] P. N. Faizah, A. Purba, and H. Wardono, "Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Pekerjaan Pemadatan Perkerasan Aspal Pada Proyek Peningkatan Jalan Ruas Pasar Banjit – Jukuh Batu Kabupaten Way Kanan," in *Seminar Nasional Insinyur Profesional (SNIP)*, 2022, vol. 2, no. 2. doi: 10.23960/snip.v2i2.266.

[5] E. Handayani and F. Akbar, "Kajian Efisiensi Produktifitas Alat Berat pada Proyek Jalan (Studi kasus: Ruas Jalan Mendalo Darat (Sp.Tiga)-Bts.Kota Jambi)," *J. Civronlit Unbari*, vol. 5, no. 1, p. 16, 2020, doi: 10.33087/civronlit.v5i1.63.

[6] E. Isnandar, "Metode Pelaksanaan Pengaspalan Pada Proyek Pemeliharaan Jalan Talaga – Sangiang," in *Seminar Teknologi Majalengka (STIMA)*, 2022, vol. 6, pp. 6–21. doi: 10.31949/stima.v6i0.749.

[7] M. M. Z, F. R. Yamali, and R. Saputra, "Analisis Produktivitas Alat Berat pada Pekerjaan Peremajaan Sawit pada Lahan Gambut," *Civronlit*, vol. 8, no. April, pp. 44–48, 2023.

[8] M. A. Aulia, A. H. Farisi, M. A. Wibowo, and A. Hidayat, "Analisis Penggunaan Metode Penjadwalan Line of Balance Pada Proyek Konstruksi Repetitif (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Apartemen Candiland - Semarang)," *J. Karya Tek. Sipil*, 2017.

[9] A. Efendi, A. Dwiretnani, and A. Setiawan, "Jurnal Talenta Sipil Analisa Penjadwalan Proyek dengan Menggunakan Metode Line Of Balance (LOB) pada Proyek Pedestrian," *J. Talent. Sipil*, vol. 5, pp. 346–353, 2022, doi: 10.33087/talentasipil.v5i2.137.

[10] A. Bhaskara, F. M. Maulana, and A. M. Masagala, "Analisis Penjadwalan Waktu dan Biaya Proyek Dengan Menggunakan Linear Scheduling Method," *J. Tek. Sipil UBL*, 2021.
[11] D. Atmadjaja, "Implementasi Metode Linear Scheduling Method Pada Proyek Jalan Tol Layang," 2020.
[12] P. L. A. Luthan and Syafriandi, *Manajemen Konstruksi dengan Aplikasi Microsoft Project*. Trimble, 2017.
[13] A. Husen, *Manajemen Proyek*, Edisi Revi., no. manajemen proyek. 2011.
[14] A. Djoenaidy and M. Effendy, "Faktor Penyebab Kerusakan Perkerasan Aspal Pada Ruas Jalan Jarakan-Panggul," in *Seminar Keinsinyuran 2023*, 2023, pp. 730–737.
[15] E. W. Junior, L. W. H. Leba, and S. S. L. M. F. Seran, "Analisis Kerusakan Jalan menggunakan Metode Asphalt Institute Studi Kasus : Jl . Claret Sta 0-Sta 800," *Local Eng.*, no. Anjarwati 2020, pp. 17–20, 2023.
[16] A. Wibowo, "[Manajemen Konstruksi] : Penjadwalan Metode Line of Balance (LoB) - Prof. Agung Wibowo," *Universitas Diponegoro*, Semarang, 2021. [Online]. Available: https://www.youtube.com/watch?v=KhYgUcjtTg0&t=174s
[17] E. Khoirunnisa, M. F. Toyfur, and B. Susanti, "Implementasi Last Planner System Pada Proyek di Palembang (Studi Kasus Proyek Rusunami Jakabaring)," *J. Rekayasa Sipil*, vol. 15, no. 1, p. 43, Jun. 2019, doi: 10.25077/jrs.15.1.43-56.2019.
[18] F. Sandi, E. Khamdari, and E. Pramono, "Analisa Perbandingan Koefisien Harga Satuan Pekerjaan Pelapisan Ulang AC-WC (Studi Kasus : Ruas Jalan Tol Jakarta – Bogor – Ciawi Dan Ruas Jalan Tol Jakarta – Cikampek)," 2019.
[19] S. Bejasekto, "Analisis Produktivitas Alat Berat Pada Jalan Impeksi Opas Indah," 2020. [Online]. Available: https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/12129
[20] Dinas PUPR Banda Aceh, "Metode Pemadatan Aspal yang Benar," 2020. dinaspuprbandaacehkota.go.id