

# Tinjauan Waktu Pelaksanaan Pondasi Tapak Sumuran Pada Ruang Kelas Baru (RKB) SMP-UQ (Ulumul Qur'an) Kabupaten Pidie

**Dedek Ariansyah<sup>1</sup>, Raiyan<sup>2</sup>, Heru Pramanda<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Iskandarmuda, Banda Aceh, Indonesia

\*Koresponden email: dedekariansyah@unida-aceh.ac.id

Diterima: 24 Juli 2022

Disetujui: 28 Juli 2022

## Abstract

Planning and controlling costs and time are part of construction project management. Therefore, realistic planning is needed as a benchmark and control method that can continuously monitor deviations from costs that have been incurred and time spent in completing construction projects. Therefore, it is necessary to review the extent to which the minimum execution time of work by using manpower and equipment is in accordance with the volume of work. The purpose of this study was to plan the time for the implementation of the foundation work for the New Classroom (RKB) of SMP-UQ (ULUMUL QUR'AN) Pidie Regency, which is located on Jln. Tijue - Cot Teungoh Madrasah Ulumul Qur'an Pidie Complex. The construction being reviewed is the RKB which includes time schedule, use of labor and equipment that supports work productivity. The research method is based on the CPM (Critical Path Method). The results showed that all works were on the critical path except for the construction of footings and poor piles. The number of days obtained in planning the time of foundation implementation is 34 days with effective working hours in 1 day is 7 hours.

**Keywords:** *Time Schedule, Foundation, Bore Pile, Network Planning, CPM.*

## Abstrak

Perencanaan serta pengendalian biaya dan waktu merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan yang realistis sebagai tolak ukur dan metode pengendalian yang dapat memantau secara kontinyu penyimpangan biaya yang telah dikeluarkan dan waktu yang telah digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan terhadap rencana. Oleh karena itu, perlu ditinjau sejauh mana waktu pelaksanaan pekerjaan yang minimum dengan menggunakan tenaga dan peralatan sesuai dengan volume pekerjaan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan ulang waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi Ruang Kelas Baru (RKB) SMP-UQ (ULUMUL QUR'AN) Kabupaten Pidie yang berlokasi di Jln. Tijue - Cot Teungoh Komplek Madrasah Ulumul Qur'an Pidie. Pekerjaan yang ditinjau adalah RKB yang meliputi waktu pelaksanaan, pemakaian tenaga kerja dan peralatan yang mendukung produktivitas kerja. Metode penelitian berdasarkan kepada metode CPM (Critical Path Method). Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua pekerjaan ada pada lintasan kritis kecuali pekerjaan pembesian pondasi tapak dan tiang poor. Jumlah hari yang diperoleh pada perencanaan waktu pelaksanaan pondasi adalah 34 hari dengan jam kerja efektif dalam 1 hari adalah 7 jam.

**Kata Kunci:** *Waktu Pelaksanaan, Pondasi, Sumuran, Network Planning, CPM.*

## 1. Pendahuluan

Proyek konstruksi berkembang semakin besar dan rumit dewasa ini baik dari segi fisik maupun biaya. Pada prakteknya suatu proyek mempunyai keterbatasan akan sumber daya manusia, material, biaya ataupun alat [1]. Hal ini membutuhkan suatu manajemen proyek mulai dari fase awal proyek hingga fase penyelesaian proyek. Dengan meningkatnya tingkat kompleksitas proyek dan semakin langkanya sumber daya, maka dibutuhkan teknik atau metode yang baik pada perencanaan dan pengendalian proyek [2].

Perencanaan dan pengendalian biaya dan waktu merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi [3]. Oleh karena itu dibutuhkan perencanaan yang realistis sebagai tolak ukur dan metode pengendalian yang dapat memantau secara kontinyu penyimpangan biaya yang telah dikeluarkan dan

waktu yang telah digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan terhadap rencana [4]. Salah satu sarana pendidikan yang dibangun adalah Ruang Kelas Baru (RKB) SMP-UQ (ULUMUL QUR'AN) Kabupaten Pidie. Lokasi pembangunan terletak di Jln. Tijue - Cot Teungoh Komplek Madrasah Ulumul Qur'an Pidie. Pelaksanaan pembangunan ini dipercayakan kepada CV. Wira Muda Nusantara dengan biaya pelaksanaan sebesar Rp. 1.880.000.000,00 (Satu milyar delapan ratus delapan puluh juta rupiah). Luas bangunan yang ditinjau dalam penelitian ini adalah 270 m<sup>2</sup> dengan struktur bangunan 2 lantai dan jangka waktu pelaksanaan 150 hari kalender.

Permasalahan dalam penelitian ini adalah sejauh mana waktu pelaksanaan pekerjaan yang minimum dengan menggunakan tenaga dan peralatan sesuai dengan volume pekerjaan. Penelitian ini difokuskan pada pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah dan pekerjaan beton bertulang. Adapun pekerjaan-pekerjaan yang ditinjau yaitu pembersihan lapangan, pemasangan bouwplank, galian tanah pondasi, timbunan bekas galian pondasi, timbunan pasir bawah pondasi, pondasi menerus batu gunung, pondasi sumuran, pondasi tapak dan tiang poor pondasi tapak. Penelitian ini bukan hanya waktu pelaksanaan saja yang dibahas tetapi juga pemakaian tenaga kerja dan peralatan masing-masing yang mendukung produktivitas kerja.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merencanakan ulang waktu pelaksanaan pekerjaan pondasi Ruang Kelas Baru (RKB) SMP-UQ (ULUMUL QUR'AN) Kabupaten Pidie. Untuk mencapai tujuan tersebut, perancangan ini dititikberatkan pada langkah-langkah perhitungan yaitu menyangkut perhitungan bahan, pemakaian peralatan, tenaga kerja dan penjadwalan setiap aktivitas yang dikerjakan pada pekerjaan pondasi. Perhitungan menyangkut masalah waktu/jumlah hari yang minimal, tanpa mengurangi kualitas dan kuantitas.

Untuk mencapai penyelesaian pekerjaan seoptimal mungkin diperlukan suatu penyusunan waktu dengan metode penjadwalan yang didukung oleh tenaga kerja, peralatan dan material [5]. Ruang lingkup tugas akhir ini menitikberatkan pada proses perencanaan waktu dengan metode Critical Path Method (CPM). Melalui metode CPM, akan direncanakan suatu bentuk jaringan kerja (network diagram) sebagai titik tolak penjadwalan. Jaringan kerja (CPM) tersebut disusun dengan melihat ketergantungan setiap aktivitas. Ketergantungan didapatkan berdasarkan logika pelaksanaan setiap kegiatan. Hasil yang diperoleh disajikan dalam bentuk barchart.

Hasil penjadwalan disajikan dalam bentuk network planning dengan metode CPM (Critical Path Method). Semua pekerjaan ada pada lintasan kritis kecuali pekerjaan pembesian pondasi tapak dan tiang poor. Jumlah hari yang diperoleh pada perencanaan waktu pelaksanaan pondasi adalah 34 hari dengan jam kerja efektif dalam 1 hari adalah 7 jam.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini berdasarkan kepada referensi dari Soedrajat dengan memakai gambar dan volume yang dihitung kembali dengan berpedoman pada dokumen kontrak [6]. Pengolahan data berupa volume pekerjaan, material, peralatan dan penjadwalan dengan menggunakan analisa Soedrajat [7]. Sedangkan untuk membuat penjadwalan menggunakan metode barchart dan CPM (Critical Path Method) [8].

Tinjauan dalam penelitian ini adalah perhitungan bahan, pemakaian peralatan, tenaga kerja dan penjadwalan setiap aktivitas yang dikerjakan pada pekerjaan pondasi. Metodologi merupakan suatu cara sistematis yang digunakan dalam melakukan perancangan pada objek yang telah ditentukan [9].

Objek perencanaan difokuskan pada perhitungan waktu pelaksanaan pondasi dari pelaksanaan pekerjaan struktur pondasi pada konstruksi Pembangunan Ruang Kelas Baru (RKB) SMP-UQ Kabupaten Pidie berdasarkan gambar bestek. Subjek dari Penelitian tinjauan waktu pelaksanaan pondasi pembangunan Ruang Kelas Baru (RKB) SMP-UQ Kabupaten Pidie adalah pembersihan lapangan, pemasangan bouwplank, penggalian tanah pondasi, timbunan bekas galian pondasi, timbunan pasir bawah pondasi, pekerjaan pondasi sumuran, pekerjaan beton pondasi tapak, tiang poor pondasi tapak dan pondasi menerus. Volume setiap pekerjaan yang digunakan adalah perhitungan kembali yang berpedoman pada dokumen kontrak [10]. Tujuan penelitian ini adalah untuk menghitung jumlah hari minimal setiap aktivitas pekerjaan yang menitikberatkan pada material, peralatan, tenaga kerja dan penjadwalan pada kontrak menurut analisa Soedrajat.

### Pekerjaan Pondasi

Pondasi umumnya berlaku sebagai komponen struktur pendukung bangunan yang terbawah, dan telapak pondasi berfungsi sebagai elemen terakhir yang meneruskan beban ke tanah [11]. Sebagaimana yang menjadi tugasnya, telapak pondasi harus memenuhi persyaratan untuk mampu dengan aman menebarkan beban yang diteruskan sedemikian rupa sehingga kapasitas atau daya dukung tanah tidak dilampaui. Sehingga perlu diperhatikan bahwa dalam merencanakan pondasi harus memperhitungkan

keadaan yang berhubungan dengan sifat-sifat dan mekanika tanah. Dasar pondasi harus diletakkan di atas tanah kuat pada kedalaman cukup tertentu, bebas dari lumpur, humus dan pengaruh perubahan cuaca [12].

Pelaksanaan pekerjaan pondasi sumuran dapat dilakukan dengan memasang gelang-gelang sumur dan dilakukan penggalian di bagian dalamnya, sehingga gelang-gelang tersebut akan melorot sendiri oleh bobot mereka [13]. Dianjurkan untuk sekaligus memasangkan beberapa gelang satu di atas lainnya agar bobot untuk melorot menjadi lebih besar. Selain itu, kita dapat mengontrol apakah gelang-gelang tegak lurus menuju ke bawah. Gelang-gelang beton ini dibuat dalam berbagai ukuran, yaitu Ø 600 mm, Ø 1000 mm, Ø 1200 mm dan Ø 1500 mm [14].

#### Waktu Pelaksanaan

Durasi atau waktu pelaksanaan adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Kurun waktu ini lazimnya dinyatakan dengan jam, hari atau minggu. Untuk mencapai waktu pelaksanaan sesuai dengan rencana maka diperlukan perhitungan yang cermat terhadap peralatan dan tenaga kerja yang digunakan dalam pelaksanaan proyek [15]. Setiap peralatan dan tenaga kerja memiliki kemampuan minimal dan maksimum dalam menyelesaikan pekerjaan, hal ini disebut dengan produktivitas. Perhitungan produktivitas didasarkan pada hitungan tiap satuan jam atau tiap satuan volume pekerjaan [16].

Waktu yang diperlukan untuk menghitung waktu pelaksanaan setiap aktivitas dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$W = \frac{V}{N \times Pk} \times 1 \text{ hari} \quad (1)$$

Di mana:

- W = Waktu untuk menyelesaikan setiap jenis pekerjaan (hari)
- V = Volume setiap jenis pekerjaan (m<sup>3</sup>)
- N = Jumlah tenaga kerja yang digunakan (orang)
- Pk = Produktivitas tenaga kerja dalam 1 jam

Rencana pemakaian bahan harus diatur sebaik-baiknya dan pengadaan bahan untuk pelaksanaan disesuaikan menurut kebutuhan setiap jenis pekerjaan. Untuk mengontrol penggunaan material diperlukan jadwal material, sehingga penjadwalan waktu pelaksanaan yang telah direncanakan dapat terlaksana [17].

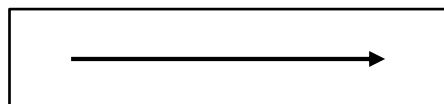
#### Penjadwalan Waktu Pelaksanaan

Penjadwalan pekerjaan suatu proyek sangat diperlukan dalam manajemen pelaksanaan. Penjadwalan lebih menitikberatkan kepada pengaturan waktu. Dalam suatu proyek diperlukan suatu penyusunan yang tepat dan terperinci agar dapat diketahui waktu mulai dan waktu akhir pelaksanaan proyek. Perencanaan jadwal suatu proyek dilakukan atas dasar ciri-ciri dan kegiatan proyek, yang akan mempermudah pelaksanaan pekerjaan lapangan. Dengan demikian, kita dapat mengetahui tingkat kemajuan suatu pekerjaan yang sedang dilaksanakan [18].

Penjadwalan pelaksanaan (scheduling) adalah alokasi waktu yang tersedia kepada masing-masing pelaksanaan dalam menyelesaikan tugas sedemikian rupa, sehingga tidak saling merintang dan menghambat. Wujud dari network planning ini dinyatakan dalam bentuk network diagram berupa jaringan kerja yang berisi lintasan-lintasan kegiatan dan macam-macam peristiwa yang ada selama penyelenggaraan proyek. Untuk membentuk gambar dari rencana network planning tersebut perlu digunakan simbol-simbol [19]. Adapun simbol-simbol tersebut seperti gambar di bawah ini:

##### a. Anak panah/arrow

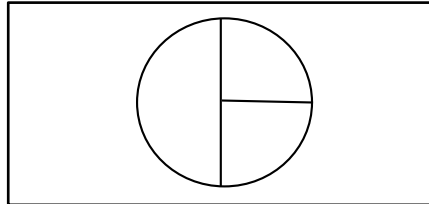
Anak panah/arrow (kegiatan atau aktivitas) Adalah suatu pekerjaan dimana penyelesaiannya membutuhkan jangka waktu tertentu (duration) dan Resources (peralatan, material, tenaga kerja dan biaya) tertentu. Sebuah anak panah hanya melambangkan sebuah kegiatan. Ekor anak panah ditafsirkan sebagai mulai dan kepala anak panah ditafsirkan sebagai pekerjaan selesai.



Gambar 1. Gambar anak panah (arrow)

b. Lingkaran/node/event

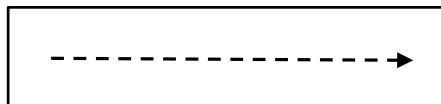
Lingkaran/node/event (menyatakan peristiwa). Lingkaran melambangkan peristiwa yang selalu digambarkan atas tiga ruangan, yaitu: ruangan sebelah kiri, ruangan sebelah kanan atas dan ruangan sebelah kanan bawah. Ruangan sebelah kiri merupakan tempat bilangan atau huruf yang menyatakan nomor dan peristiwa. Ruangan sebelah kanan atas merupakan tempat bilangan yang menyatakan nomor hari (untuk satuan waktu), yang merupakan saat paling awal peristiwa yang mungkin terjadi. Ruangan sebelah kanan bawah merupakan tempat bilangan yang menyatakan saat paling lambat peristiwa yang bersangkutan terjadi.



Gambar 2. Gambar Lingkaran/node/event

c. Anak panah terputus-putus/dummy

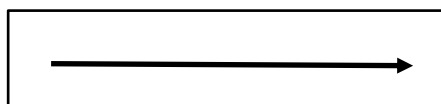
Anak panah terputus-putus/dummy menyatakan kegiatan semu). Melambangkan hubungan antar peristiwa yang bukan kegiatan tetapi dianggap kegiatan, hanya saja tidak membutuhkan waktu (duration).



Gambar 3. Anak panah terputus-putus (dummy)

d. Anak panah garis ganda atau tebal/double arrow

Anak panah garis ganda atau tebal/double arrow (menyatakan kegiatan lintasan kritis/critical path). Adalah lintasan-lintasan yang dimulai dari peristiwa awal network diagram sampai peristiwa akhir network diagram, sehingga bila sebuah kegiatan kritis terlambat maka proyek akan mengalami keterlambatan juga. Lintasan kritis ini terdiri dari kegiatan-kegiatan kritis, peristiwa kritis dan dummy.



Gambar 4. Anak panah garis ganda atau tebal/double arrow

### 3. Hasil dan Diskusi

Berdasarkan hasil pengumpulan data, dapat diketahui waktu pelaksanaan masing-masing kegiatan/aktivitas, maka waktu penyelesaian pekerjaan dapat dicapai seefisien mungkin dan diperlukan metode penyusunan waktu yang baik yaitu metode penjadwalan.

#### Pengolahan Data

Pada hasil Penelitian ini, pengolahan data meliputi pemakaian berbagai sumber daya yang mendukung dalam pelaksanaan fisik dari bangunan diantaranya adalah tenaga kerja, peralatan, material dan penjadwalan.

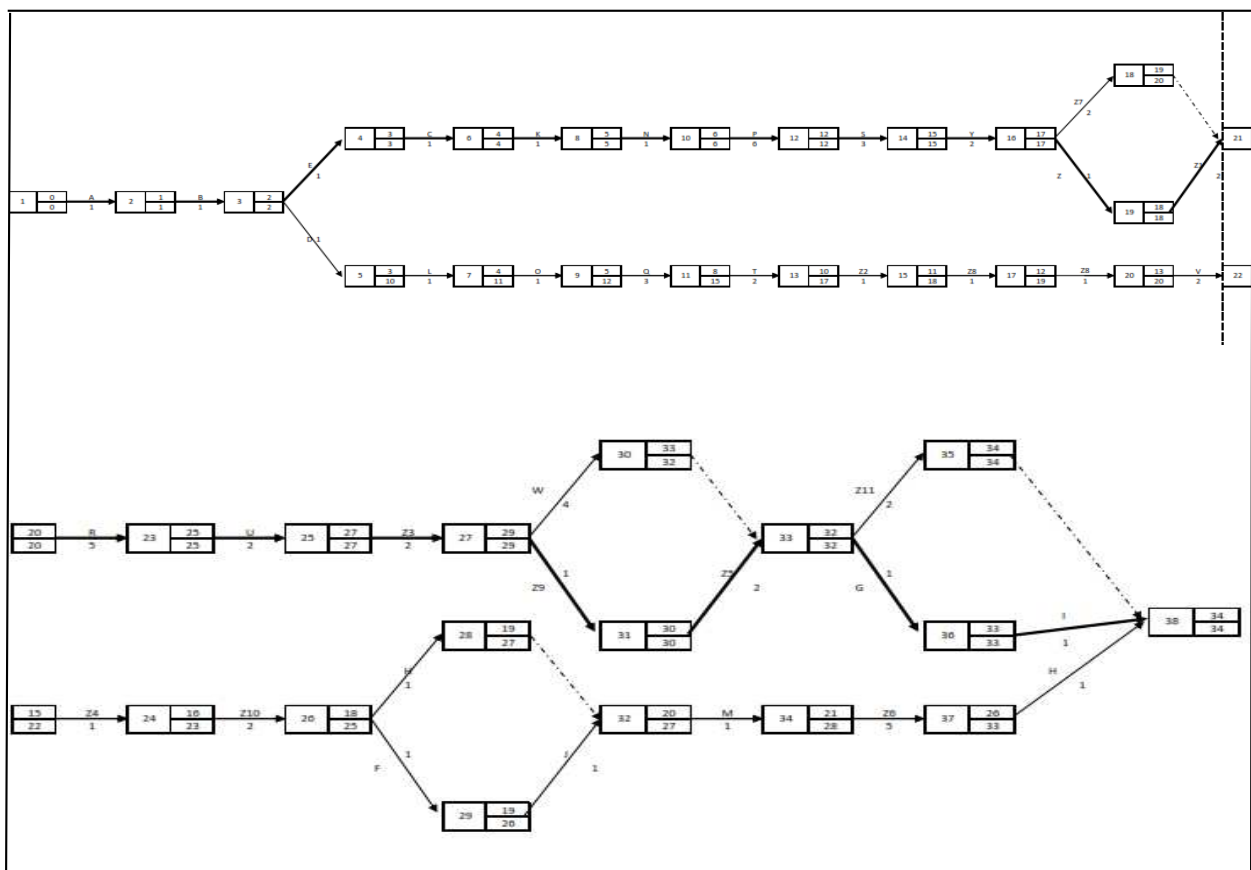
Pembersihan lapangan merupakan pekerjaan yang dilakukan pada tahap awal pelaksanaan pembangunan. Pekerjaan ini meliputi pembersihan permukaan tanah dari runturan bangunan lama, sampah, rumput, pohon, humus tanah dan kotoran-kotoran. Gedung yang akan dibangun memiliki ukuran dengan panjang 30,00 m dan lebar 9,00 m. Untuk pembersihan lapangan ukuran ditambah 3,00 m dari as

galian pondasi ke arah samping kanan, samping kiri, depan dan belakang, sehingga didapat ukuran untuk pekerjaan pembersihan lapangan dengan panjang 36,00 m dan lebar 15,00 m. Tinggi permukaan tanah yang harus dibersihkan adalah 30 cm. Pekerjaan ini dilakukan dengan menggunakan 1 buah alat berat penggali (backhoe). Tenaga kerja yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pekerjaan ini adalah 1 orang operator alat berat dengan diawasi oleh seorang mandor. Pekerjaan ini dapat diselesaikan dalam 1 hari dengan volume pekerjaan 162,00 m<sup>3</sup>.

Bouwplank merupakan papan kayu sebagai pembatas lahan pekerjaan. Bouwplank dipasang mengikuti bentuk bangunan yang akan dibangun, dengan jarak 1,50 m dari as galian pondasi. Gedung yang akan dibangun memiliki panjang 30,00 m dan lebar 9,00 m. Untuk pekerjaan pemasangan bouwplank ukuran ditambah 1,50 m ke arah samping kanan, samping kiri, depan dan belakang dari as galian pondasi. Sehingga didapat panjang keseluruhan bouwplank adalah 90 m. Jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini adalah 6 orang, yang terdiri dari 1 orang kepala tukang, 1 orang tukang kayu dan 3 orang pekerja dengan diawasi oleh seorang mandor. Peralatan yang digunakan terdiri dari 1 buah meteran, 3 buah gergaji dan 3 buah palu. Pekerjaan ini dapat diselesaikan dalam 1 hari dengan volume pekerjaan 25,65 m<sup>2</sup>.

Galian tanah pondasi adalah alur tanah tempat meletakkan pondasi. Jenis tanah adalah tanah sedang (biasa). Galian tanah pondasi terdiri dari galian tanah pondasi sumuran tipe TP2, tapak tipe TP1 dan tipe TP2 serta galian pondasi menerus batu gunung/kali 1: 4. Produktivitas galian tanah tergantung dari keadaan atau jenis tanah, tinggi angkat tanah dan keterampilan pekerja

Pekerjaan pondasi tapak dibutuhkan tulangan besi Ø 10 mm dengan Panjang 319,68 m, Ø 16 dengan panjang 244,62 m dan Ø 19 dengan panjang 150 m. Pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan memotong, membengkokkan, membuat kait, mengangkat dan meletakkan besi tulangan serta pemasangan besi tulangan. Adapun hasil Network Planning untuk pekerjaan pondasi diperlihatkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Network Planning

#### Pembahasan

Berdasarkan network planning dengan metode CPM (Critical Path Method) pekerjaan yang dilakukan haruslah berurutan. Pekerjaan pertama yang dilakukan adalah pembersihan lapangan, kemudian pemasangan bouwplank. Selanjutnya dilakukan galian tanah pondasi, timbunan pasir bawah pondasi,

aanstamping (batu kosong), pengecoran lantai kerja pondasi sumuran. Setelah pekerjaan pengecoran lantai kerja selesai, dilakukan pemasangan besi tulangan cincin sumuran, pemasangan dan penyetelan bekisting cincin sumuran, kemudian pengecoran cincin sumuran. Setelah beton mengeras dilakukan pembukaan bekisting cincin sumuran. Selanjutnya dilakukan pengecoran pondasi sumuran. Setelah penimbunan pondasi sumuran, dilanjutkan pemasangan besi tulangan pondasi tapak dan tiang poor, pemasangan dan penyetelan bekisting pondasi tapak dilakukan bersamaan, kemudian pengecoran pondasi tapak. Pekerjaan terakhir adalah pasangan pondasi menerus serta timbunan bekas galian pondasi tapak dan menerus. Pekerjaan pembesian tulangan dapat dikerjakan pada saat pekerjaan cor lantai kerja dilakukan.

Berdasarkan hasil penelitian, dapat kita kemukakan bahwa Lintasan kritis sangat menentukan penyelesaian pekerjaan secara keseluruhan. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis, menyebabkan seluruh kegiatan tertunda penyelesaiannya. Sehingga kegiatan dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang di lintasan kritis tersebut dapat dipercepat.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan uraian mengenai tinjauan waktu Pelaksanaan Pondasi Tapak dan Sumuran pada ruang kelas baru (RKB) SMP-UQ (ULUMUL QUR'AN) Kabupaten Pidie, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisa perhitungan diperoleh waktu pelaksanaan untuk menyelesaikan pekerjaan pondasi pada proyek ini yang dimulai dari pekerjaan pembersihan lapangan adalah 34 hari kerja, dengan jam kerja efektif dalam 1 hari adalah 7 jam.
2. Pengadaan tenaga kerja yang paling banyak dibutuhkan adalah pada pekerjaan pembesian tulangan dengan jumlah tenaga kerja adalah 24 orang dan pada pekerjaan pengecoran pondasi sumuran dengan jumlah tenaga kerja adalah 29 orang.
3. Hasil perhitungan waktu pelaksanaan dengan network planning, jalur kritis ditemukan pada kegiatan pembersihan lapangan, pemasangan bouwplank, galian tanah pondasi, timbunan pasir bawah pondasi menerus, aanstamping (batu kosong), pengecoran lantai kerja pondasi sumuran, pemasangan besi tulangan cincin sumuran, pemasangan dan penyetelan bekisting cincin sumuran, pengecoran cincin sumuran, membuka dan membersihkan bekisting cincin sumuran, pengecoran pondasi sumuran, timbunan kembali galian pondasi sumuran, pemasangan besi tulangan pondasi tapak dan tiang poor, penyetelan bekisting pondasi tapak, pengecoran pondasi tapak, penyetelan bekisting tiang poor, pengecoran tiang poor, pasangan pondasi menerus serta timbunan kembali galian pondasi tapak dan menerus.

#### 5. Saran

Berdasarkan uraian mengenai tinjauan waktu Pelaksanaan Pondasi Tapak dan Sumuran pada ruang kelas baru (RKB) SMP-UQ (ULUMUL QUR'AN) Kabupaten Pidie, dapat diajukan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk merencanakan waktu atau durasi proyek, perlunya diketahui indikasi berapa persen kemungkinan tercapainya target jadwal untuk suatu kegiatan/waktu proyek agar dapat dipersiapkan langkah-langkah yang diperlukan secara lebih optimal.
2. Untuk memperoleh waktu atau durasi yang lebih pendek, dapat dicoba dengan memisahkan beberapa pekerjaan berulang sehingga dapat dilakukan secara bersamaan.

#### 6. Referensi

- [1] M. Labombang, "Manajemen risiko dalam proyek konstruksi," *SMARTek*, vol. 9, no. 1, 2011.
- [2] H. A. Rani, "Manajemen Proyek Konstruksi," 2016.
- [3] R. A. Nurtsani, D. R. Septiadi, and S. Suharyanto, "Pengendalian Biaya Dan Waktu Proyek Dengan Metode Konsep Nilai Hasil (Earned Value)," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 6, no. 4, pp. 460–470, 2017.
- [4] Y. P. Wijaya and others, "Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Proyek Konstruksi Dengan Konsep Earned Value (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jembatan Beringin--Kota Padang)," *J. Ilm. Rekayasa Sipil*, vol. 13, no. 1, pp. 23–30, 2016.
- [5] F. F. Eting, "MENGHITUNG BIAYA DAN WAKTU DENGAN METODE CRITICAL PATH METHOD PADA PROYEK PEMBANGUNAN DOUBLE DECKER MAPOLDA JAWA TENGAH," UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945, 2018.
- [6] P. Anggil Andika and P. Martalius, "ANALISA PERHITUNGAN BIAYA PEKERJAAN

- STRUKTUR ATAS PADA PROYEK HOTEL DE PAVILJOEN,” Universitas Bung Hatta, 2022.
- [7] N. I. M. AIDILFAJRI and others, “MANAJEMEN PENGENDALIAN PROYEK (Studi Kasus Pembangunan RKB Sekolah SMAN 1 Kaway XVI (Bertingkat Tahap I) Kabupaten Aceh Barat),” UNIVERSITAS TEUKU UMAR MEULABOH, 2016.
  - [8] M. A. Wibowo, S. Syafrudin, and others, “ANALISA PERBEDAAN LPS (LAST PLANNER SYSTEM) DENGAN SISTEM KONVENSIIONAL SERTA PENGARUH CPM DAN BAR CHART PADA LPS,” *Wahana Tek. Sipil J. Pengemb. Tek. Sipil*, vol. 25, no. 1, pp. 66–85, 2020.
  - [9] A. Z. Fitri, N. Haryanti, and others, “METODOLOGI PENELITIAN PENDIDIKAN: Kuantitatif, Kualitatif, Mixed Method, dan Research and Development.” Madani Media, 2020.
  - [10] S. P. S. Ratih and others, “Kajian implementasi aplikasi ibuild untuk perhitungan rencana anggaran biaya dan penjadwalan proyek konstruksi,” 2018.
  - [11] A. K. Harahap and B. J. Manalu, “Perencanaan Struktur Pondasi Pada Bangunan Puskesmas Jawa Maraja Bah Jambi Kabupaten Simalungun Provinsi Sumatera Utara,” *J. Santeksipil*, vol. 1, no. 2, 2020.
  - [12] T. Harianto, A. R. Djamaluddin, A. B. Muhiddin, and others, “STUDI KUAT TEKAN BEBAS PADA TANAH TIMBUNAN SEBAGAI LAPISAN TANAH PONDASI,” *Pros. SNAST*, pp. 36–43, 2021.
  - [13] M. I. Cholid, S. Winarto, Y. Cahyo, and A. I. Candra, “Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Proyek Pembangunan Gedung Asrama Balai Pembangunan Sdm Dan Pertanian Bantul Diy,” *J. Manaj. Teknol. Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, p. 45, 2020.
  - [14] S. P. Simalango, A. Purba, and K. Sawito, “Studi Perencanaan Pondasi Sumuran Pada Pembangunan Gedung Bertingkat Tinggi (Perbandingan Antara Pondasi Tiang Pancang dan Pondasi Sumuran),” *J. Rekayasa Konstr. Mek. Sipil*, pp. 21–29, 2021.
  - [15] A. D. D. Supusepa, F. P. Y. Sumanti, and A. K. T. Dundu, “Analisis Rencana Anggaran Biaya Dan Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Pada Pembangunan Gedung GKI Moses Wanggo Kecamatan Muara Tami, Jayapura,” *TEKNO*, vol. 20, no. 81, 2022.
  - [16] I. Khadijah and A. Kusumawardhani, “Analisis pengukuran kerja untuk mengoptimalkan produktivitas menggunakan metode time and motion study,” *Diponegoro J. Manag.*, vol. 5, no. 3, pp. 1126–1240, 2016.
  - [17] S. Asnuddin, J. Tjakra, and M. Sibi, “Penerapan Manajemen Konstruksi Pada Tahap Controlling Proyek.(Studi Kasus: Bangunan Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Sam Ratulangi Manado),” *J. Sipil Statik*, vol. 6, no. 11, 2018.
  - [18] A. Angelin and S. Ariyanti, “Analisis Penjadwalan Proyek New Product Development Menggunakan Metode Pert Dan Cpm,” *J. Ilm. Tek. Ind.*, vol. 6, no. 1, 2019.
  - [19] S. Perdana and A. Rahman, “Penerapan Manajemen Proyek Dengan Metode CPM (Critical Path Method) Pada Proyek Pembangunan SPBE,” *Amaliah J. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 242–250, 2019.