

TUGAS AKHIR

ANALISA TIME SCHEDULE PROYEK PADA MASA PANDEMI COVID-19

**“Studi Kasus Pembangunan Embung UII Tahap 2 Yogyakarta”
(ANALYSIS OF PROJECT TIME SCHEDULE IN THE COVID-19
PANDEMIC PERIOD)**

“Case Study of Embung UII Yogyakarta Development Phase 2”)

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Teknik Sipil**



**Mochammad Jum'atul Rhammadhan
13511318**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2020**

TUGAS AKHIR

**ANALISA TIME SCHEDULE PROYEK PADA MASA
PANDEMI COVID-19**
“Studi Kasus Pembangunan Embung UII Tahap 2 Yogyakarta”
**(ANALYSIS OF PROJECT TIME SCHEDULE IN THE COVID-19
PANDEMIC PERIOD)**
“Case Study of Embung UII Yogyakarta Development Phase 2”

Disusun oleh

Mochammad Jum’atul Rhammadhan
13511318

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan
Untuk memperoleh derajat Sarjana Teknik Sipil

Diuji pada tanggal:

Oleh Dewan Penguji:

Pembimbing I

Albani Musyafa', S.T., M.T., Ph.D.
NIK : 955110102

Penguji I

Vendie Abma, S.T., M.T.
NIK : 155111310

Penguji II

Adityawan sigit, S.T., M.T.
NIK : 155110108

Mengesahkan,

Ketua Dewan Studi Teknik Sipil



Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir. M.T.
NIK : 885110101

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan tugas akhir ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 5 November 2020

Yang membuat pernyataan,



Mochammad Jum'atul Rhammadhan

(13511318)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur senantiasa kita panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan, kekuatan serta kasih sayang-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Tugas akhir ini berjudul analisis perbandingan produktivitas pekerjaan pemasangan rangka atap baja.

Ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan semangat dan doa dalam penyusunan tugas akhir ini. Banyak hambatan dan kesulitan yang dihadapi, namun berkat kritik, saran serta dorongan semangat dari berbagai pihak alhamdulillah tugas akhir ini dapat terselesaikan. Untuk itu penulis ingin mengucapkan terima kasih sedalam – dalamnya kepada:

1. Ibu Sri Amini Yuni Astuti, Dr. Ir. M.T selaku ketua Program Studi Sarjana Teknik Sipil UII.
2. Bapak Albani Musyafa S.T.,M.T.,Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, waktu, ilmu dan nasihat juga kritik dan saran dalam penyusunan tugas akhir.
3. Orang tua tercinta yang selalu memberikan dukungan, dan do'a dalam menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
4. Mas Syahrul sebagai konsultan proyek Pembangunan Embung UII tahap 2 sekaligus pembimbing selama di lapangan yang telah memberikan pengetahuan dan ilmu-ilmu baru yang tidak didapatkan di lingkungan perkuliahan.
5. Saudara – saudara teknik sipil UII angkatan 2013 yang telah banyak berbagi ilmu dan masukan dalam menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.
6. Sahabat hidup dan seperjuangan Nurdyanti, yayan raja rezki dan lainnya yang selalu memberi dukungan untuk menyelesaikan penelitian ini.
7. Lingkungan kerja Palawa Tour yang luar biasa mendorong saya untuk terus maju dan menyelesaikan studi dengan cara yang ekstrim.
8. Seluruh pihak yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Penulis berharap agar tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua kalangan yang membacanya dan dapat menambah sumber referensi.

Yogyakarta, November 2020

Mochammad Jum'atul Rhammadhan



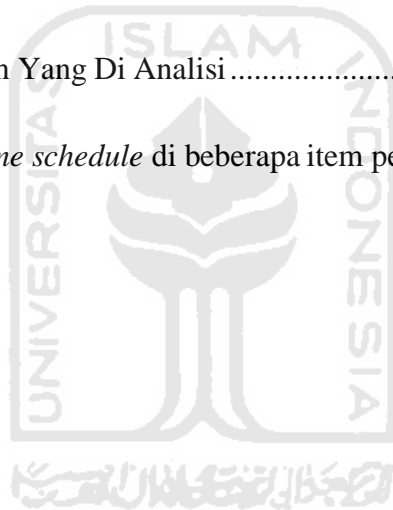
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR LAMPIRAN.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan Umum.....	5
2.2 Penelitian Sebelumnya	5
BAB III LANDASAN TEORI.....	10
3.1 Pengertian Penjadwalan.....	10
3.2 Metode Penjadwalan	10
3.2.1 Bagan Balok (barchat).....	11
3.2.2 Kurva S (Hanum Curve)	12
3.2.3 Penjadwalan Linier (Diagram Vektor).....	13
3.2.4 Critical Path Method (CPM).....	13
3.2.5 Metode PDM (Precedence Diagram Method).....	17

3.2.6	Metode PERT (Program Evaluation and Review Technique)	18
3.3	Produktivitas Tenaga Kerja	29
3.4	Perencanaan Waktu Pelaksanaan dan Penggunaan Tenaga Kerja	30
3.5	Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas	30
3.6	Kendala - Kendala Penerapan Manajemen Waktu	32
3.7	Pengertian COVID 19 (Coronavirus Disease 2019)	33
3.8	Pengaruh COVID 19 Terhadap Proyek	33
BAB IV	METODE PENELITIAN	36
4.1	Jenis Penelitian	36
4.2	Subjek dan Objek Penelitian	36
4.3	Teknik Pengumpulan Data	36
4.4	Teknik Pengolahan Data	36
4.5	Tahapan Penelitian	38
BAB V	ANALISIS DAN PEMBAHASAN	39
5.1	Tinjauan Umum	39
5.2	Analisis Dan Perhitungan Data	39
5.2.1	Pekerjaan yang di Analisis	39
5.2.2	Perhitungan Produktivitas dan waktu pelaksanaan	40
5.3	Pembahasan	43
BAB VI	KESIMPULAN DAN SARAN	45
6.1	Kesimpulan	45
6.2	Saran	45
	DAFTAR PUSTAKA	46
	LAMPIRAN	48

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian.....	8
Tabel 3.1 Bagan Balok Dikombinasikan Dengan Kurva S.....	14
Tabel 3.2 Kegiatan A dan B dan <i>te</i> sama besar.....	27
Tabel 3.3 Tabulasi S dan V.....	29
Tabel 3.4 protokol kesehatan untuk pencegahan penularan COVID-19.....	35
Table 5.1 Uraian Pekerjaan Yang Di Analisi.....	41
Tabel 5.2 Hasil analisis <i>time schedule</i> di beberapa item pekerjaan.....	48



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Penyebaran COVID-19	2
Gambar 3.1 Diagram AOA (<i>Activity On Arrow</i>)	14
Gambar 3.2 Diagram AOA dengan Metode CPM	17
Gambar 3.3 Alternatif 1, Lambing Kegiatan PDM	18
Gambar 3.4 Orientasi ke Peristiwa Versus Ke Kegiatan	20
Gambar 3.5 Kurva Distribusi Frekuensi	22
Gambar 3.6 Kurva Distribusi Asimetris (Beta) dengan a, m, dan b	22
Gambar 3.7 Gambar Jaringan Kerja dengan Angka-Angka a, m, dan b	24
Gambar 3.8 Gambar Jaringan Kerja dengan Angka <i>te</i>	25
Gambar 3.9 Gambar Tabulasi Hasil Perhitungan TE, TL dan Slack Jaringan dari gambar 3.8	25
Gambar 3.10 Gambar Kurva Distribusi untuk Peristiwa / Kejadian, disebut Kurva Distribusi Normal dan Berbentuk Genta	27
Gambar 3.11 Menkaji Peristiwa Selesainya Proyek dan Kurva Distribusi yang Bersangkutan	30
Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian	40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>Time schedule</i>	55
Lampiran 2 <i>Time schedule</i> Amandemen Ke 3	56
Lampiran 3 Denah Embung... ..	57
Lampiran 4 Tipikal potongan memanjang melintang tubuh embung.	58
Lampiran 5 Potongan memanjang pelimpah dan penguras	59
Lampiran 6 Denah dan potongan memanjang AS intake.....	60
Lampiran 7 Data Responden.....	61
Lampiran 8.1 Gambar pekerjaan tubuh embung.....	55
Lampiran 8.2 Gambar pekerjaan pasangan batu.....	55
Lampiran 8.3 Gambar pekerjaan plesteran	56
Lampiran 8.4 Gambar konsultasi dengan konsultan di lapangan	56
Lampiran 8.5 Gambar konsultasi dengan konsultan di lapangan... ..	57
Lampiran 8.6 Gambar peneliti dan konsultan di lapangan... ..	57

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

WHO	= <i>World Health Organization</i>
COVID-19	= <i>Corona Virus Disease 2019</i>
CPM	= <i>Critical Path Method</i>
EF	= <i>Earliest Finish</i>
ES	= <i>Earliest Start</i>
LS	= <i>Latest Start</i>
LF	= <i>Latest Finish</i>
FF	= <i>Finish to Finish</i>
TF	= <i>Total Float</i>
PDM	= <i>Precedence Diagram Method</i>
SS	= <i>Start to Start</i>
SF	= <i>Start to Finish</i>
FS	= <i>Finish to Start</i>
PERT	= <i>Program Evaluation and Review Technique</i>
EET	= <i>Earliest Event Time</i>
LET	= <i>Latest Event Time</i>
IF	= <i>Independent Float</i>

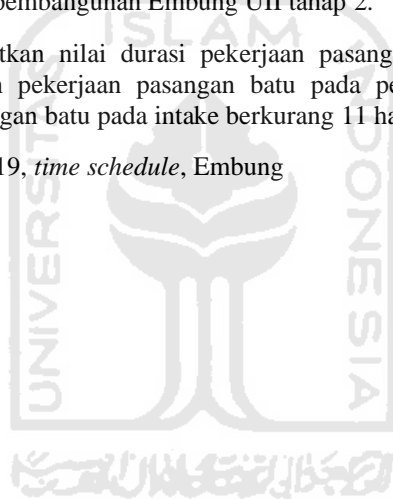
ABSTRAK

Dalam pekerjaan proyek konstruksi, perencanaan waktu akan sangat berpengaruh terhadap berlangsungnya pekerjaan konstruksi. Pada tahap ini perlu dilakukan analisa terhadap kemungkinan-kemungkinan yang berpotensi menghambat pekerjaan konstruksi. Terlebih lagi pada masa pandemi setiap orang harus mengikuti protokol kesehatan COVID-19 agar terhindar dari penyebaran virus. Hal tersebut sangat berpengaruh terhadap *time schedule* pembangunan Embung UII Tahap 2. Sesuai protokol pencegahan COVID-19 setiap tenaga kerja harus menjaga jarak minimal 1 m. Salah satu dampak yang paling signifikan yaitu bertambahnya durasi pengerjaan konstruksi karena berkurangnya jumlah tenaga kerja di lapangan. Analisis dilakukan terhadap item-item pekerjaan yang memungkinkan terjadinya pelanggaran protocol COVID-19.

Data yang di analisis merupakan data primer dan sekunder berupa *time schedule* dan hasil pengamatan dilapangan. Pengamatan yang dilakukan yaitu jumlah tenaga kerja yang mengisi area pekerjaan tertentu dengan luas area masing-masing pekerja yang diberi jarak berdasarkan ketentuan protocol COVID-19. Dari data tersebut dapat diketahui pengaruh protokol kesehatan COVID-19 terhadap *time schedule* proyek pembangunan Embung UII tahap 2.

Dari hasil analisis didapatkan nilai durasi pekerjaan pasangan batu pada tubuh embung bertambah 67 hari, sedangkan pekerjaan pasangan batu pada pelimpah bertambah 276 hari, kemudian pada pekerjaan pasangan batu pada intake berkurang 11 hari

Kata kunci: Protokol COVID-19, *time schedule*, Embung



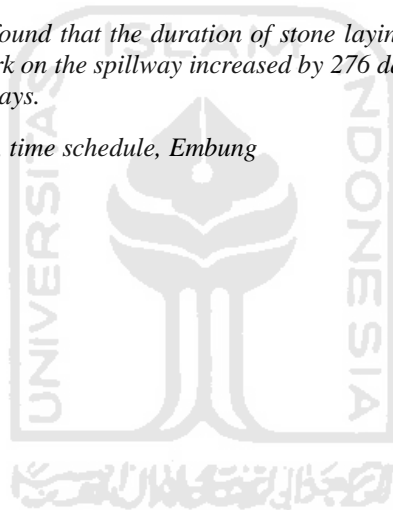
ABSTRACT

In construction project work, time planning will greatly affect the progress of construction work. At this stage, it is necessary to analyze the possibilities that could potentially hinder the construction work. Moreover, during a pandemic period everyone must follow the COVID-19 protocol to avoid spreading the virus. This greatly affects the schedule for the construction of the Embung UII Phase 2. According to the COVID-19 protocol, every worker must maintain a minimum distance of 1 m. One of the most significant impacts is the increased duration of construction due to the reduced number of workers in the field. The analysis was carried out on work items that allow violations of the COVID-19 protocol.

The analyzed are primary and secondary data in the form of time schedules and field observations. The observations were the number of workers filling certain work areas with the area of each worker who was spaced according to COVID-19 protocol. From this data, it can be seen that the effect of the COVID-19 health protocol on the time schedule for the Phase 2 Embung UII development project.

From the analysis, it was found that the duration of stone laying on the dam increased by 67 days, while the stone laying work on the spillway increased by 276 days, then the stone laying work on the intake decreased by 11 days.

Keywords: *COVID-19 protocol, time schedule, Embung*



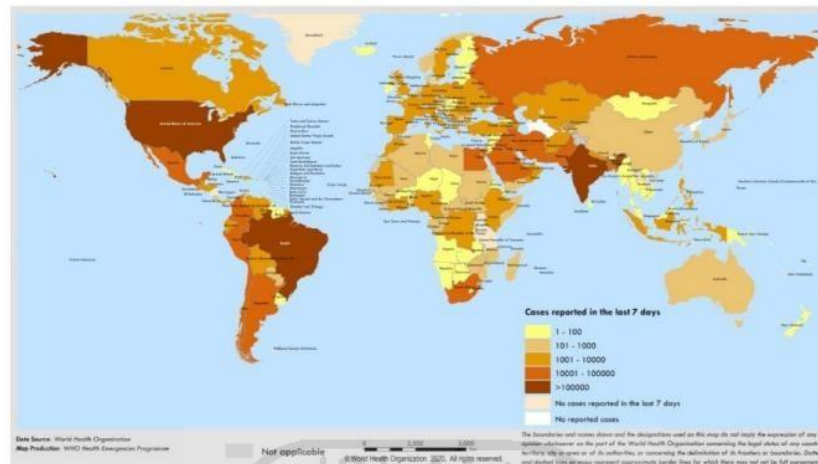
BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Manusia adalah makhluk sosial yang tidak dapat hidup tanpa berinteraksi dengan orang lain. Makhluk social merupakan *zoon politicon*, yang berarti manusia dikodratkan untuk hidup bermasyarakat dan berinteraksi satu sama lain (Aristoteles, 384-322 SM). Di zaman modern ini, kemajuan teknologi menjadikan manusia dengan mudah bertemu dan pergi ke tempat lain dalam waktu yang singkat. Manusia bertindak sosial dengan cara memanfaatkan alam dan lingkungan untuk menyempurnakan serta meningkatkan kesejahteraan hidupnya, salah satunya adalah dengan cara bekerja. Terdapat beberapa pekerjaan yang sulit dilakukan tanpa kontak langsung dengan orang lain, contohnya seperti dibidang jasa konstruksi. Dalam suatu proyek kontruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu (Kerzner, 2006). Pada umumnya, mutu kontruksi merupakan elemen dasar yang harus dijaga untuk senantiasa sesuai dengan perencanaan. Namun pada kenyataan sering terjadi pembengkakan biaya sekaligus keterlambatan waktu pelaksanaan (Praboyo, 1999; Tjaturono, 2004). Manajemen proyek yang meliputi tahap perencanaan, tahap penjadwalan dan tahap pengkoordinasian kurang efektif (Arifudin, 2011). Namun, seringkali efisiensi dan efektivitas kerja yang diharapkan tidak tercapai karena pengelolaan proyek dapat dibuat dengan tujuan agar proyek dapat selesai tepat waktu. Realita di lapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian suatu proyek bervariasi, akibatnya perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak dapat dipastikan akan dapat ditepati (Maharesi, 2002).

Pada tanggal 31 Desember 2019, kantor WHO (*world health organization*) nasional China melaporkan kasus pneumonia dengan etiologi yang tidak diketahui di Kota Wuhan, Provinsi Hubei, China. Pada 7 Januari 2020, China mengidentifikasi kasus tersebut sebagai penyakit yang diberi nama *Corona Virus Disease 2019* atau yang sering di kenal dengan nama COVID-19. *Corona Virus Disease 2019* (COVID-19) adalah penyakit menular yang disebabkan oleh *severe*

acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-Cov-2). Tanda dan gejala umum infeksi COVID-19 antara lain gejala gangguan pernapasan akut seperti demam, batuk dan sesak napas. Bahkan pada kasus yang berat dapat menyebabkan



pneumonia, sindrom pernapasan akut, gaga ginjal, dan bahkan kematian. Berdasarkan studi epidemiologi dan virologi baru-baru ini, terbukti bahwa COVID-19 terutama ditularkan dari orang dengan gejala ke orang lain yang berada dalam jarak dekat melalui tetesan. Tetes adalah partikel air dengan diameter > 5-10 μ m. Transmisi tetesan terjadi ketika seseorang berada di dekat (dalam jarak 1 meter) dari orang dengan gejala. Penularan juga dapat terjadi melalui benda dan permukaan yang terkontaminasi tetesan. Pada 30 Januari 2020, WHO menyatakan insiden tersebut sebagai darurat kesehatan masyarakat yang menjadi perhatian internasional (PHEIC) dan pada 11 Maret 2020, WHO menyatakan COVID-19 sebagai pandemi.

Gambar 1.1 Peta Penyebaran COVID-19

(Sumber: World health organization)

Peningkatan jumlah kasus terinfeksi COVID-19 berlangsung cukup cepat dan menyebar ke berbagai Negara dalam waktu singkat termasuk di wilayah Indonesia. Pada 9 Juli 2020, Kementerian Kesehatan melaporkan 70.736 kasus COVID-19 dikonfirmasi dengan 3.417 kematian di Indonesia. Maka dari itu pemerintah mengeluarkan kebijakan untuk melaksanakan pembatasan social berskala besar (PSBB) untuk menekan menyebarnya kasus COVID-19 ini.

Pengaturan PSBB ditetapkan melalui Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2020 tentang pembatasan social berskala besar dalam rangka percepatan penanganan *Corona Virus Disease 2019* (COVID-19), dan secara teknis dijabarkan dalam peraturan Menteri Kesehatan Nomor 9 Tahun 2020 tentang pedoman pembatasan social berskala besar dalam rangka percepatan penanganan *Corona Virus Disease 2019* (COVID-19). Hal ini berdampak besar pada kehidupan manusia sebagai makhluk social. Hampir semua sector kegiatan yang berlangsung dalam lingkungan masyarakat Lumpuh dan mengalami kerugian, tidak terkecuali dengan kegiatan proyek baik itu proyek swasta atau proyek milik pemerintah.

Proyek pembangunan Embung UII tahap 2 adalah salah satu proyek yang berlokasi di Kampus pusat Universtas Islam Indonesia Jln. Kaliurang KM 14,5, Dusun Ngelajaran Kecamatan Ngaglik Kabupaten Sleman Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Proyek Pembangunan Embung UII tahap 2 dibangun pada pertengahan tahun 2020 dan sampai pada saat ini masih dalam proses pembangunan.

Time schedule adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada, sedangkan perencanaan adalah suatu tahapan dalam manajemen proyek yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administratif agar dapat diimplementasikan. Husen (2010). *Time schedule* merupakan salah satu parameter berhasilnya sebuah proyek. Apabila *time schedulena* dijalankan dengan baik maka akan berimbas pada mutu suatu pekerjaan yang baik pula. Begitupula dengan produktifitas pekerja proyek, apabila tingkat produktifitasnya tinggi maka akan berbanding lurus dengan hasil pekerjaan dan waktu yang telah ditentukan. Dalam manajemen proyek sangat dibutuhkan *time schedule* untuk menentukan perencanaan dan pengelolaan proyek sehingga pekerjaan proyek berjalan sesuai dengan perencanaan. Namun ada banyak factor yang membuat kegiatan tidak sesuai dengan perencanaan, salah satu di antaranya adalah karena penyebaran corona virus diseases (COVID-19).

Peraturan pemerintah tentang pembatasan social berskala besar (PSBB) untuk memutus mata rantai penularan wabah COVID-19 berimbas pada tersendatnya kegiatan proyek pembangunan Embung UII tahap 2. Ada beberapa poin yang

ditekankan oleh pemerintah dalam peraturan tersebut, diantaranya selalu menjaga kesehatan dan kebersihan diri dengan cara selalu cuci tangan dengan sabun dan air mengalir menggunakan masker dalam setiap kegiatan yang dilakukan, selalu mengkonsumsi vitamin, apabila terdapat gejala harus melakukan isolasi mandiri dan yang sangat berpengaruh pada perkerjan proyek adalah menghindari kerumunan dan menjaga jarak minimal 1 m dari orang lain (Kemenkes, 2019). Karena setiap orang harus menjaga jarak dengan orang lain, maka pada kegiatan proyek dengan luasan yang terbatas juga harus menjalankan protocol tersebut. Akibatnya adalah jarak antara pekerja proyek dibatasi minimal 1 m. karena luasan proyek yang terbatas, maka jumlah pekerja dalam proyek juga harus dibatasi atau dikurangi. Pembatasan atau pengurangan jumlah pekerja dalam sebuah proyek tentu akan berbanding lurus dengan bertambahnya durasi pekerjaan proyek (Warsika, 2017).

Pada penelitian ini peneliti mencoba membandingkan durasi pelaksanaan proyek pembangunan Embung UII tahap 2 berdasarkan rencana pelaksanaan awal dengan durasi pelaksanaan proyek berdasarkan pengaruh wabah COVID-19.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah Berapa durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pasangan batu pada proyek Pembangunan Embung UII tahap 2 dengan menerapkan protocol COVID-19?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan pasangan batu pada proyek pembangunan Embung UII tahap 2 dengan menerapkan protocol COVID-19.

1.4 Batasan penelitian

Agar tidak terjadi kesalahpahaman terhadap penelitian ini maka di perlukan batasan-batasan yang bertujuan untuk membatasi penelitian ini:

1. Penelitian ini hanya dibatasi untuk pekerjaan pasangan batu.
2. Dalam penelitian ini data terkait biaya, bahan baku dan struktur tanah tidak dibahas dalam penelitian.
3. Penelitian ini hanya akan membandingkan durasi pekerjaan pasangan batu pada *Time schedule* eksisting dan durasi pekerjaan pasangan batu dengan menerapkan protocol kesehatan COVID-19.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Time schedule merupakan factor yang berperan penting dalam keberhasilan sebuah proyek. Oleh karena itu perlu menjadi perhatian khusus sehingga pekerjaan yang dilakukan berjalan dengan efektif dan efisien. Faktor penghambat seperti adanya wabah COVID-19 ini menjadi hal yang harus diantisipasi sehingga proyek berjalan dengan lancar sesuai dengan jadwal yang sudah di tentukan.

2.2 Penelitian Sebelumnya

Sebagai bahan pertimbangan dan acuan penelitian ini, disebutkan hasil-hasil penelitian serupa yang pernah dilakukan sebelumnya. Hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisis Waktu dan Biaya Berdasarkan Analisis Produktivitas Tenaga Kerja.

Penelitian ini dilakukan oleh Putu Darma Warsika dengan judul penelitian “Analisis Waktu Dan Biaya Berdasarkan Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Pembangunan Kontruksi”. Hasil yang diperoleh adalah :

1. Berdasarkan hasil analisis produktivitas tenaga kerja konstruksi dengan luas 315 m² adalah 120% sehingga produktivitas di lapangan memiliki selisih 20% dari perencanaan. Disimpulkan bahwa produktivitas tenaga kerja di lapangan lebih menguntungkan daripada produktivitas tenaga kerja berdasarkan perencanaan.
2. Berdasarkan hasil analisis, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pembangunan proyek konstruksi dengan luas 315 m² berdasarkan rencana adalah 128 hari dengan anggaran rencana Rp. 508.201.999 sedangkan waktu sebenarnya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek pembangunan gedung seluas 315 m² ini adalah 98 hari dengan biaya tenaga kerja sebenarnya adalah Rp. 419.560.998. Dengan demikian realisasi pelaksanaan lapangan untuk pembangunan proyek pembangunan gedung seluas 315 m² lebih cepat 30 hari dari waktu perencanaan dan menghemat biaya pekerjaan sebesar Rp. 88.641.000.

2. Analisis Percepatan Proyek Dengan Metode Penambahan Jam Kerja Optimum.

Penelitian ini dilakukan oleh Julio Muharmeiza dengan judul “Analisis Percepatan Proyek Dengan Metode Penambahan Jam Kerja Optimum”. Dari penelitian ini hasil yang telah didapatkan dari analisis dan pengolahan data tentang pokok permasalahan menganalisis percepatan penjadwalan proyek dengan metode *crashing* berupa penambahan jam kerja (lembur) didapatkan beberapa hasil kesimpulan, dimana kesimpulan itu dapat dilihat sebagai berikut.

1. Percepatan dengan metode berupa penambahan jam kerja (lembur) didapat durasi percepatan selama 311 hari atau 11% lebih cepat dari durasi normal yaitu 350 hari dengan penambahan lembur 1 jam dan diperoleh nilai total *cost slope* sebesar Rp. 5558.969.727,42. Sedangkan untuk penambahan jam lembur 2 jam memiliki waktu percepatan selama 282 hari atau 19% lebih cepat dengan total *cost slope* sebesar Rp. 667.386.811,71. Penambahan jam lembur 3 jam didapat nilai percepatan selama 260 hari atau 26% lebih cepat dengan total *cost slope* Rp. 733.442.064,37. Untuk penambahan jam lembur 4 jam didapatkan durasi percepatan selama 243 hari atau lebih cepat 31% dengan total *cost slope* sebesar Rp. 788.139.814,81.
2. Penambahan jam kerja (lembur) 1 jam biaya langsung yang didapatkan adalah Rp. 17.904.552.317,41 dan biaya tidak langsung sebesar Rp. 2.719.073.288,04 dengan nilai ratio sebesar 1,011. Sedangkan untuk penambahan jam kerja (lembur) 2 jam biaya langsung yang didapatkan yaitu sebesar Rp. 18.014.384.565,92 dan biaya tidak langsung yang diperoleh sebesar Rp. 2.719.073.288,04 dengan nilai ratio 1,004. Untuk penambahan jam kerja (lembur) 3 jam didapatkan biaya langsung yaitu sebesar Rp. 18.082.403.235,78 dan biaya tidak langsung yang diperoleh adalah Rp. 2.275.097.894,48 dengan ratio 0,998. Alternatif terakhir adalah dengan penambahan jam kerja (lembur) 4 jam biaya langsung yang didapatkan yaitu Rp. 18.139.444.119,61 dan biaya tidak langsung sebesar Rp. 2.124.549.225,06 dengan nilai rasio 0,993 yang dimana kurang dari 1 berarti lebih hemat dari biaya normal yang direncanakan.
3. Berdasarkan uraian diatas maka dapat dikatakan penambahan jam kerja (lembur) 4 jam sebagai alternatif yang paling optimum dibandingkan dengan kedua alternatif lainnya. Akan tetapi kekurangan dari penambahan

lembur 4 jam ini adalah memiliki nilai biaya langsung yang paling besar diantara pilihan lainnya, dan juga memiliki tingkat efektivitas pekerja yang kecil dibandingkan yang lain karena terjadi penurunan efektivitas yang paling besar diantara lainnya. Namun total biaya proyek yang dikeluarkan masih paling kecil diantara kedua alternatif lainnya yaitu sebesar Rp. 20.263.993.344,67.

3. Analisis Keterlambatan Proyek.

Penelitian ini dilakukan oleh Fadhol Yudhagama dengan judul yaitu “Analisis Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Gedung Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya”. Hasil yang di peroleh adalah :

1. Pekerjaan yang mengalami keterlambatan pada proyek pembangunan gedung perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya adalah sebagai berikut:
 - a. Pekerjaan persiapan dan urugan
2. Faktor penyebab keterlambatan pada proyek pembangunan gedung perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya adalah sebagai berikut :
 - a. Pada pekerjaan persiapan dan urugan, faktor penyebab keterlambatan adalah dari faktor *owner* yang berupa terlambatnya *owner* dalam pengambilan keputusan, kurangnya koordinasi yang baik kepada pihak lain, dan keterlambatan *owner* dalam menyiapkan lahan. Sedangkan dari faktor kontraktor adalah kurangnya koordinasi yang baik dan kegiatan uji tanah ulang yang menyebabkan mundurnya waktu pelaksanaan.
 - b. Pada penggunaan metode sistem kerja 3 shift menggunakan tenaga kerja yang sama maka didapatkan faktor penyebab keterlambatan adalah diantara kurangnya ketersediaan tenaga kerja, kurangnya produktivitas tenaga kerja dikarenakan kelelahan, kurangnya pengarahan terhadap tenaga kerja, faktor cuaca.

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian sekarang

Peneliti	Judul	Metode	Hasil
Putu Darma Warsika (2017)	Analisis Waktu Dan Biaya Berdasarkan Analisis Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Pembangunan Kontruksi	<i>Kurva S</i>	Produktivitas tenaga kerja konstruksi dengan luas 315 m2 adalah 120% sehingga produktivitas di lapangan memiliki selisih 20% dengan perencanaan. Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pembangunan proyek konstruksi dengan luas 315 m2 berdasarkan rencana adalah 128 hari dengan anggaran rencana Rp. 508.201.999 sedangkan realisasinya 98 hari dengan biaya tenaga kerja riil Rp. 419.560.998. Dengan demikian realisasi pelaksanaan lapangan untuk pembangunan proyek pembangunan gedung seluas 315 m2 lebih cepat 30 hari dari waktu perencanaan dan menghemat biaya pekerjaan sebesar Rp. 88.641.000.
Muharmeiza (2018)	Analisis Percepatan Proyek Dengan Metode Penambahan Jam Kerja Optimum.	<i>crashing</i>	Percepatan dengan metode berupa penambahan jam kerja (lembur) didapat durasi percepatan selama 311 hari atau 11% lebih cepat dari durasi normal yaitu 350 hari. penambahan jam kerja (lembur) 4 jam sebagai alternatif yang paling optimum yang memiliki nilai biaya langsung yang paling besar yaitu Rp. 18.139.444.119,61, dan juga memiliki tingkat efektivitas pekerja yang kecil karena terjadi penurunan efektivitas yang paling besar. Namun total biaya proyek yang dikeluarkan masih paling kecil diantara kedua alternatif lainnya yaitu sebesar Rp. 20.263.993.344,67.

Lanjutan Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian sekarang

<p>Fadhol Yudhagama (2020)</p>	<p>Analisis Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Gedung Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya</p>	<p><i>FTA (Fault Tree Analysis)</i></p>	<p>proses pembangunan Pembangunan Gedung Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, terjadi keterlambatan yang disebabkan beberapa faktor di lapangan, sehingga terjadinya keterlambatan sebesar 49 hari yang pada awalnya di rencanakan untuk selesai dalam 154 hari namun pada lapangan proyek tersebut selesai dalam 203 hari. Penyebab terjadinya keterlambatan ada pada item pekerjaan persiapan dan juga pada penggunaan sistem kerja 3 shift tetapi menggunakan tenaga kerja yang sama. Faktor – faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan adalah dari owner, kontraktor, dan juga cuaca.</p>
------------------------------------	--	---	---

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Pengertian Penjadwalan

Penjadwalan dalam pengertian proyek konstruksi merupakan perangkat untuk menentukan aktivitas yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam urutan serta kerangka waktu tertentu, dimana setiap aktivitas harus dilaksanakan agar proyek selesai tepat waktu dengan biaya yang ekonomis (Callahan, 1992).

3.2 Metode Penjadwalan

Pardede (2014) menyatakan bahwa metode yang digunakan dalam penjadwalan antara lain:

1. Diagram batang (diagram batang)
2. Kurva S (kurva hanumm)
3. Metode penjadwalan linier (diagram vektor)
4. Metode CPM (metode strip kritis)
5. Metode PDM (metode diagram prioritas)
6. Metode PERT (evaluasi program dan teknik survei)

Husen (2010) menyatakan bahwa terdapat beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengatur waktu dan sumber daya proyek. Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan untuk menggunakan metode ini didasarkan pada kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai pada kinerja penjadwalan. Kinerja waktu akan berpengaruh pada kinerja biaya, serta kinerja proyek secara keseluruhan. Oleh karena itu, variabel yang berpengaruh juga harus dipantau, seperti kualitas, peralatan dan bahan, keselamatan kerja, dan pemangku kepentingan proyek yang terlibat. Jika terdapat penyimpangan dari rencana semula, maka dilakukan evaluasi dan tindakan korektif untuk memastikan proyek tersebut berada pada jalur yang diinginkan.

3.2.1 Bagan Balok (barchart)

Soeharto (1995) menyatakan bahwa diagram blok disediakan dengan tujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian dan waktu pelaporan. Kelebihan dari bagan balok (barchart) adalah metode ini mudah dibuat dan dipahami. Jika digabungkan dengan metode lain, misalnya, grafik S dapat digunakan untuk aspek yang lebih luas. Namun, metode bagan balok terbatas dikarenakan kendala sebagai berikut :

1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
2. Sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan (*updating*), karena umumnya harus dilakukan membuat bagan balok baru, padahal tanpa pembaharuan segera menjadi menurun daya gunanya.

Jika jumlah kegiatan sedikit, Misalnya, dengan membatasi dan memilih hanya yang penting, seperti membuat jadwal induk, penggunaan diagram blok untuk perencanaan dan pengendalian adalah pilihan utama, karena mudah dipahami oleh semua tingkatan implementasi dan kepemimpinan peserta proyek.

Husen (2010) menyatakan bahwa diagram batang yang ditemukan oleh Gantt dan Fredick W. Taylor berbentuk diagram blok, dengan panjang blok sebagai cerminan dari durasi setiap kegiatan. Format diagram blok bersifat informatif, mudah dibaca dan efektif untuk komunikasi serta dapat dibuat dengan mudah dan sederhana

Diagram blok terdiri dari sumbu y yang merepresentasikan aktivitas atau pekerjaan lingkup proyek, sedangkan sumbu x merepresentasikan satuan waktu dalam hari, minggu atau bulan.

Pada bagian ini, milestone juga dapat diartikan sebagai bagian dari target yang harus diperhatikan untuk mengaktifkan produktivitas proyek secara keseluruhan. Untuk proses pemutakhiran, diagram blok dapat dipersingkat atau diperpanjang, yang menunjukkan bahwa durasi kegiatan akan bertambah atau berkurang sesuai kebutuhan dalam proses perbaikan jadwal.

Penyajian informasi diagram balok cukup terbatas, misalnya hubungan antara kegiatan yang tidak jelas dan perlintasan kritis kegiatan proyek tidak dapat diketahui. Karena kurangnya urutan kegiatan yang rinci, jika terjadi keterlambatan proyek, maka prioritas kegiatan yang akan diperbaiki menjadi sulit untuk dilaksanakan.

3.2.2 Kurva S (Hanum Curve)

Husen (2008) menyatakan bahwa kurva S merupakan grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm berdasarkan pengamatan terhadap sejumlah besar proyek dari awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan aktivitas, waktu dan bobot kerja yang merepresentasikan persentase kumulatif dari semua aktivitas proyek. Dari visualisasi kurva S dapat diketahui ada tidaknya penundaan atau percepatan jadwal proyek.

Untuk membuat kurva S, persentase bobot kumulatif masing-masing kegiatan dalam interval antar proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila aslinya dihubungkan dengan sebuah garis maka akan membentuk kurva S. Tengah bertambah banyak, kemudian pada akhir proyek jumlah kegiatan berkurang lagi.

Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat berupa perhitungan persentase berdasarkan biaya per item / item kegiatan dibagi nilai taksiran, karena biaya satuan dapat dijadikan persentase sehingga lebih mudah untuk dihitung.

Misalnya untuk membuat kurva S-Plan dengan kombinasi barchart maka dibuatlah Rencana Anggaran Biaya (RAB) pembangunan rumah sederhana seperti di bawah ini. Berikut Tabel 3.1 contoh bagan balok yang di kombinasikan dengan metode kurva S

Tabel 3.1 Bagan Balok dikombinasikan dengan Kurva S

No Kegiatan	Bobot(%)	Minggu												Bobot Kum	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
A Galian	1,46	0,49	0,49	0,49											100
B Pondasi	3,75			1,25	1,25	1,25									90
C Sloof	6,75				2,25	2,25	2,25								80
D Kolom, balok	10,75					2,69	2,69	2,69	2,69						70
E Ring balok	5,75									2,88	2,88				60
F Dinding bat	18,28						4,57	4,57	4,57	4,57					50
G Pintu, Jend	9,76							3,25	3,25	3,25					40
H Kramik	6,88					1,72	1,72	1,72	1,72						30
I Cat	14,58									3,65	3,65	3,65			20
J Atap	22,05										7,35	7,35	7,35		10
Total	100														
● Rencana		0,49	0,49	1,74	3,5	7,91	11,23	12,23	15,88	14,35	13,88	11	7,35		
○ Rencana, Kur		0,49	0,98	2,72	6,22	14,13	25,36	37,59	53,47	67,82	81,67	92,67	100		
○ Aktual															
— Akt. Kum															

(sumber: Husen, 2010)

3.2.3 Penjadwalan Linier (Diagram Vektor)

Husen (2008) menyatakan bahwa metode ini biasanya sangat efektif untuk proyek dengan jumlah kegiatan yang relatif sedikit dan banyak digunakan untuk penjadwalan dengan kegiatan yang berulang seperti proyek pembangunan jalan, landasan pacu bandara, terowongan terowongan atau proyek manufaktur industri.

Metode ini sangat memuaskan untuk diterapkan pada proyek-proyek tersebut karena menggunakan sumber daya manusia yang lebih kecil dan keragaman keterampilan dalam pekerjaan / kegiatan tidak sama dengan proyek lainnya.

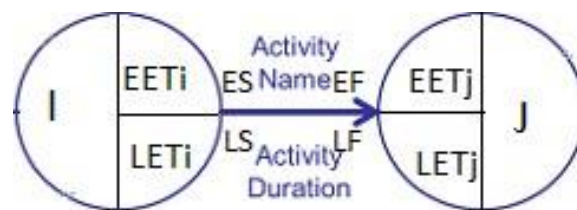
3.2.4 Critical Path Method (CPM)

Ardede (2014) menyatakan bahwa metode CPM (critical strip method) merupakan metode yang menggunakan diagram panah dalam menentukan jalur kritisnya sehingga disebut juga dengan metode strip kritis. CPM menggunakan sejumlah estimasi durasi aktivitas deterministik. Bentuk CPM adalah sebagai berikut:

- ➔ = Simbol peristiwa / kejadian (event). Menunjukkan titik waktu mulainya / selesainya suatu kegiatan dan tidak mempunyai jangka waktu
- ⤿ = Simbol kegiatan (Activity), kegiatan membutuhkan jangka waktu dan sumber daya

➤ — — — ➔ = Simbol kegiatan semu, kegiatan berdurasi nol, tidak membutuhkan sumber daya

Dalam CPM (metode jalur kritis) istilah EET (waktu kejadian paling awal) dikenal. Acara paling awal atau waktu tercepat acara dan LET (waktu acara terbaru), acara terakhir atau waktu acara paling lambat, Total Float, Float Gratis, dan *independent Float*, Hubungan antara EET dan LET ditunjukkan oleh gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram AOA (*Activity On Arrow*)

(sumber:<http://www.velopi.com/news/pmi-pmp-free-project-management-resource-AoA>)

Soeharto (1995) menyatakan pada metode jaringan kerja jalur kritis yang diketahui, yaitu jalan yang memiliki jaringan komponen kegiatan, dengan waktu terlama dan menunjukkan periode penyelesaian proyek tercepat. Jadi jalur kritis terdiri dari jaringan aktivitas kritis, dimulai dari aktivitas awal hingga aktivitas proyek akhir. Arti jalur kritis penting bagi pelaksana proyek. Karena pada jalur ini terdapat kegiatan yang apabila pelaksanaannya tertunda akan menyebabkan keterlambatan seluruh proyek. Terkadang ada lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan.

Husen (2008) menyatakan metode CPM (*critical path method*) diperkenalkan pada tahun 50-an oleh tim perusahaan Du-Point dan Rand Corporation untuk mengembangkan sistem kontrol manajemen. Metode ini dikembangkan untuk mengontrol sejumlah besar aktivitas dengan dependensi yang kompleks. Cara ini agak lebih sulit, hubungan antar kegiatan jelas, dan dapat menunjukkan kegiatan kritis. Dari informasi perencanaan jaringan tersebut kemudian dapat dilakukan monitoring dan tindakan korektif yaitu dengan memutakhirkan jadwal. Namun, metode ini perlu dipadukan dengan metode lain.

Husen (2008) menyatakan metode ini memiliki karakteristik sebagai berikut.

1. Diagram Networknya dinyatakan dengan menggunakan anak panah untuk menggambarkan kegiatan dan node-nya menggambarkan peristiwanya/ event. Node pada permulaan anak panah ditentukan sebagai I-Node. Hubungan keterkaitannya adalah Finish-Start.
2. Gunakan perhitungan forward pass untuk mendapatkan waktu mulai paling awal ($EET_i = \text{node Waktu Acara Paling Awal } i$) di I-Node dan waktu mulai paling awal ($EET_j = \text{Node Waktu Genap Paling Awal } j$) di J-Node dan semua aktivitas. Dengan mengambil nilai maksimal. Hal yang sama berlaku untuk nilai di bawah ini Sebuah.
 - a. ES (Early Beginning) Waktu tercepat untuk memulai suatu aktivitas
 - b. EF (Penyelesaian Paling Awal) Waktu tercepat untuk menyelesaikan aktivitas
3. Gunakan pengiriman mundur untuk mendapatkan waktu kedaluwarsa terakhir ($LET_i = \text{Node Waktu Peristiwa Terbaru } i$) di I-Node dan waktu penyelesaian terakhir ($LET_j = \text{simpul Waktu Peristiwa Terbaru } j$) pada J-Node semua aktivitas dengan nilai minimum, dan juga nilai-nilai seperti di bawah ini.
 - a. LF (Latest Selesai) Kapan paling lambat di akhir kegiatan.
 - b. (Start Terbaru) Waktu terakhir untuk memulai aktivitas.
4. Antara 2 acara tidak boleh di 2 kegiatan. Oleh karena itu, untuk menghindari hal ini, digunakan aktivitas semu yang tidak memiliki waktu.
5. Menggunakan CPM (Critical Path Method) atau metode penyeberangan kritis, dimana pendekatan yang dilakukan hanya menggunakan satu jenis timeframe untuk kegiatannya. Lintasan kritis adalah lintasan dengan kumpulan aktivitas yang memiliki durasi terlama yang dapat dilihat jika aktivitas tersebut memiliki Total Float. $TF = 0$
6. Batas toleransi float untuk penundaan aktivitas yang dapat digunakan untuk pengoptimalan waktu dan alokasi sumber daya. Jenis pelampung adalah.
 - a. TF (Jumlah Mengambang)

Masa tenggang maksimum di mana suatu aktivitas dapat ditunda tanpa menunda waktu penyelesaian proyek.

Berguna untuk menentukan jalur kritis untuk mempercepat durasi proyek, ketika $TF = 0$

$$TF_{ij} = LET_j - EET_i - \text{Peri } ij \text{ (Berorientasi Acara)}$$

$$= LF - EF = LS - ES \text{ (Berorientasi pada Aktivitas)}$$

b. FF (Float Gratis)

Jangka waktu anugrah diperoleh dari momen paling awal acara j dan momen paling awal acara I dengan selesainya aktivitas.

Berguna untuk alokasi sumber daya dan waktu dengan mentransfernya ke aktivitas lain.

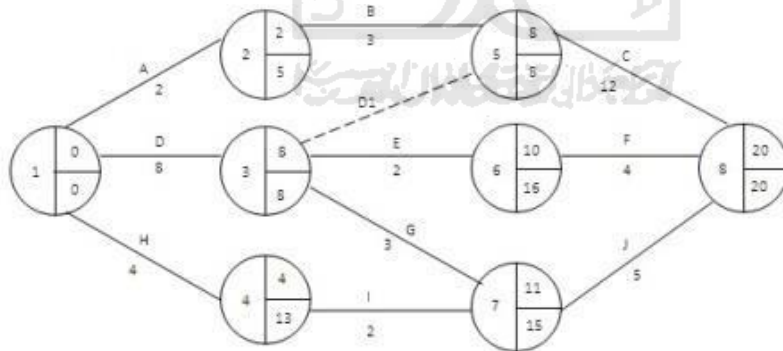
$$FF_{ij} = EET_j - EET_i - \text{Periode } ij$$

c. IF (Float Free)

Jangka waktu tenggang diperoleh dari momen paling awal acara j dan momen terakhir acara j dengan selesainya aktivitas.

$$IF_{ij} = EET_j - LET_i - \text{Periode } ij$$

Berikut adalah contoh jaringan AOA pada Gambar 3.2 dan tabel perhitungannya.



Gambar 3.2 Diagram AOA dengan metode CPM

(sumber:[https://fairuzelsaid.wordpress.com/2009/10/26/teknik penjadwalan proyek menggunakan pert](https://fairuzelsaid.wordpress.com/2009/10/26/teknik-penjadwalan-proyek-menggunakan-pert))

3.2.5 Metode PDM (Precedence Diagram Method)

Ervianto (2002) menyatakan kelebihan PDM (*Precedence Diagram Method*) dibandingkan dengan *Arrow Diagram* (CPM) adalah

1. Tidak memerlukan kegiatan fiktif/*dummy* sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana
2. Hubungan *overlapping* yang berbeda dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Kegiatan PDM diwakili oleh sebuah lambing yang mudah diidentifikasi, misalnya seperti Gambar 3.3 berikut ini.

ES	JENIS	EF
LS	KEGIATAN	LF
NO. KEG.	DURASI	

Gambar 3.3 Alternatif 1, lambing kegiatan PDM

(sumber: Ervianto, 2003)

Pardede (2014) menyatakan bahwa perhitungan Metode Diagram Prioritas (PDM) menggunakan perhitungan lanjutan yaitu Earliest Start (ES) dan Earliest Completion (EF). Jalur kritis ditandai dengan beberapa aktivitas sebagai berikut.

1. Start Terawal (ES) = Start Terbaru (LS)
 2. Penyelesaian Paling Awal (EF) = Penyelesaian Terakhir (LF)
 3. Penyelesaian Terakhir (LF) = Penyelesaian Paling Awal (EF)
- Sedangkan Float pada *Precedence Diagram Method* (PDM) dibedakan menjadi 2 jenis yaitu Total Float (TF), dan Free Float (FF).

$$\text{Total Float (TF)} = \text{Min (LS-EF)}$$

$$\text{Free Float (FF)} = \text{Min (ES-EF)}$$

Menurut Husen (2008), karakteristik metode *Activity on Arrow* berbeda dengan metode ini dan sering digunakan pada *software* computer, yaitu:

1. Buatlah diagram jaringan menggunakan node untuk mendeskripsikan aktivitas.
2. Float, masa tenggang maksimum untuk suatu aktivitas.
 - a. Total Float, adalah float untuk kegiatan LF - ES – Durasi
 - b. Relation Float (RF), mengambang di tautan penghubung:
 - FS, RF = LS_j - Efi - Pimpin,
 - SS, RF = LS_j - Esi – Lag
 - FF, RF = LF_j - Efi - Leader,
 - SF, RF = LF_j - Esi – Lag
3. lag, total waktu tunggu dari periode aktivitas j hingga aktivitas yang sudah di mulai, pada hubungan SS dan SF
4. Lead, banyaknya waktu mendahului dari satu periode kegiatan j setelah kegiatan I belum selesai, pada hubungan antara FS dan FF.
5. Suspending, situasi dimana ada beberapa aktivitas yang tidak memiliki aktivitas pendahulunya atau penerusnya. Untuk memastikan bahwa hubungan antara aktivitas ini terikat pada satu aktivitas, dibuat dummy start dan dummy finish.

3.2.6 Metode PERT (Program Evaluation and Review Technique)

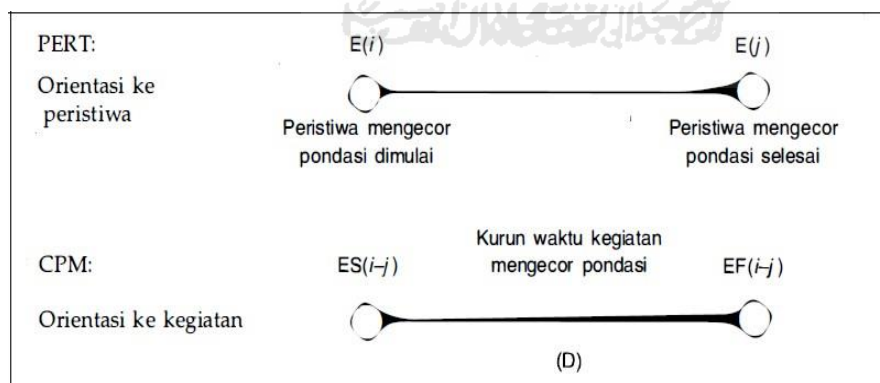
Ervianto (2004) menyatakan bahwa PERT (Program Evaluation and Review Program) dikembangkan sejak 1958 oleh Navy dalam proyek pengembangan Polaris Missile System. Teknik ini dapat mengurangi waktu selama dua tahun dalam pengembangan sistem persenjataan dan sejak itu telah banyak digunakan.

Soeharto (2014) menyatakan dalam mengupayakan peningkatan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek telah ditemukan metode selain CPM, yaitu PERT. CPM memperkirakan komponen waktu kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu digit yang mencerminkan adanya kepastian, memakan PERT yang direkayasa untuk menghadapi situasi dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi (ketidakpastian) dalam hal durasi kegiatan. Situasi ini, misalnya, ditemukan dalam proyek penelitian dan pengembangan, hingga menjadi produk yang benar-benar baru. PERT menggunakan pendekatan yang mengasumsikan durasi kegiatan

bergantung pada banyak faktor dan variasi, sehingga lebih baik melakukan estimasi range (range), yaitu dengan menggunakan tiga estimasi. PERT juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba mengukur ketidakpastian secara kuantitatif seperti "deviasi standar" dan varians. Dengan demikian, metode ini memiliki cara tertentu untuk menghadapinya yang hampir selalu terjadi dalam kenyataan dan mengakomodirnya dalam berbagai bentuk perhitungan. Penjelasan mengenai metode PERT sebagai berikut.

1. Orientasi Ke Peristiwa

PERT pertama kali diperkenalkan untuk mendesain dan mengoperasikan proyek besar dan kompleks, yaitu pembuatan rudal Polaris yang dapat diluncurkan dari kapal selam di bawah permukaan air. Proyek ini melibatkan beberapa ribu kontraktor dan mitra di mana pemilik proyek ingin mengetahui apakah peristiwa penting yang signifikan dalam pelaksanaan proyek, seperti tonggak, dapat dicapai oleh mereka, atau jika tidak, sejauh mana mereka menyimpang. Hal ini menunjukkan bahwa PERT lebih berorientasi pada peristiwa sedangkan CPM cenderung berorientasi pada aktivitas. Yang diperlukan (D). Walaupun kejadian tidak terlepas dari kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai atau melahirkan kejadian tersebut, namun penekanan yang dimiliki oleh masing-masing metode perlu diketahui untuk memahami latar belakang dan tujuannya.



Gambar 3.4 Orientasi ke Peristiwa versus ke Kegiatan
(sumber: Soeharto 2014)

2. Persamaan dan Perbedaan Penyajian

Dalam visualisasi penyajiannya, PERT sama halnya dengan CPM, yaitu menggunakan diagram anak panah (*activity on arrow*) untuk menggambarkan

kegiatan proyek. Demikian pula pengertian dan perhitungan mengenai kegiatan kritis, jalur kritis dan *float* yang dalam PERT disebut SLACK. Salah satu perbedaan yang substansial adalah dalam estimasi kurun waktu kegiatan, di mana PERT menggunakan tiga angka estimasi, yaitu *a*, *b*, dan *m* yang mempunyai arti sebagai berikut:

a = kurun waktu optimistik (*optimistic duration time*)

waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatu berjalan mulus. Waktu demikian diungguli hanya sekali dalam seratus kali bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hamper sama.

B = kurun waktu paling mungkin (*most likely time*)

kurun waktu yang paling sering terjadi disbanding, dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hamper sama.

M = kurun waktu pesimistik (*pessimistic duration time*)

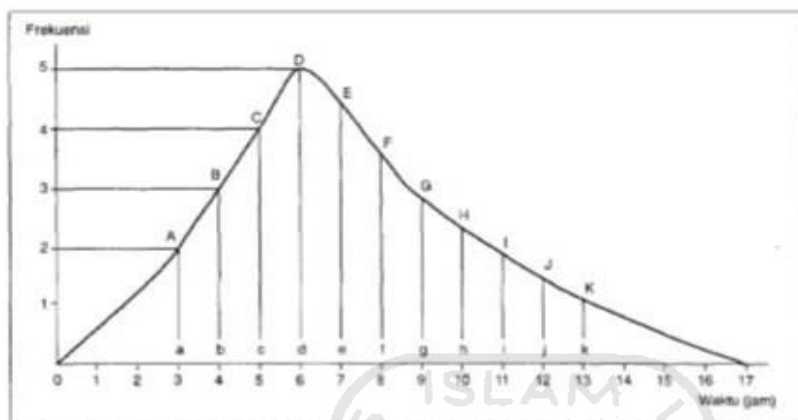
waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik. Waktu demikian dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hamper sama.

3. Teori Probabilitas

Soeharto (2014) menyatakan bahwa tujuan penggunaan tiga bilangan perkiraan adalah untuk memberikan periode kegiatan yang lebih lama dari satu bilangan deterministik. Teori probabilitas dengan kurva pembagiannya akan menjelaskan arti ketiga bilangan tersebut secara spesifik dan dasar pemikiran metode PERT secara umum.

Pada dasarnya, teori probabilitas berarti mempelajari dan mengukur ketidakpastian serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif seolah-olah suatu kegiatan dilakukan secara berulang-ulang dengan situasi yang dianggap sama seperti pada Gambar 15-2. Sumbu horizontal menunjukkan waktu aktivitas tersebut selesai. Sumbu vertikal menunjukkan berapa kali (frekuensi) kegiatan itu selesai pada saat itu. Misalnya, aktivitas X dilakukan berulang kali dengan kondisi yang sama, diselesaikan dalam waktu 3 jam yang ditunjukkan dengan garis aA,

yaitu 2 kali. Sedangkan penyelesaian dalam 4 jam adalah $bB = 3$ kali dan aktivitas X selesai dalam 5 jam adalah $cC = 4$ kali. Jika ini diperpanjang dan ditarik garis yang menghubungkan titik-titik puncak A-B-C-D-E-F-G dan seterusnya, akan diperoleh garis lengkung yang disebut Kurva Distribusi Frekuensi Periode aktivitas x.

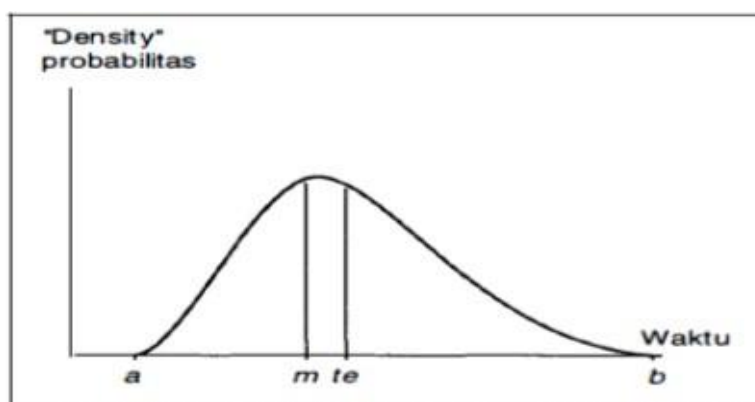


Gambar 3.5 Kurva distribusi frekuensi

(sumber: Soeharto, 2014)

4. Pembagian Variabel dan Variabel a, b, dan m

Dari kurva pembagian tersebut dapat dijelaskan arti dari a, b, dan m. periode waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m, yaitu periode yang paling sering terjadi atau disebut juga waktu yang paling mungkin. Angka a dan b yang terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan kurva distribusi, yang menandakan lebar periode aktivitas seperti di atas pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut Kurva Beta.



Gambar 3.6 Kurva distribusi asimetris (beta) dengan a, m, dan b

(sumber: Soeharto, 2014)

5. Pembagian Waktu dan Kurva Waktu

Setelah menentukan taksiran bilangan a , m , dan b , langkah selanjutnya adalah merumuskan keterkaitan ketiga bilangan tersebut menjadi satu bilangan yang disebut teh ekspektasi atau jangka waktu.

Jangka waktu yang diharapkan untuk aktivitas tersebut:

$$Te = (a + 4m + b) (1/6)$$

Dimana :

A = optimistic time

te = waktu yang diharapkan

b = most likely time

m = pessimistic time

Apabila garis tegak lurus dibuat melalui te , maka garis tersebut akan membagi dua sama besar area yang berada di bawah kurva beta distribusi, seperti terlihat pada Gambar 3.6 di atas. Perlu ditekankan di sini perbedaan te (kurun waktu yang diharapkan) dengan m (kurun waktu paling mungkin). Angka m menunjukkan angka perkiraan oleh penduga. Sedangkan te merupakan hasil rumus perhitungan matematis. Misalnya, misalnya dari seorang penduga, jumlahnya diperkirakan sebagai berikut:

Optimistic (a) = 5

Pesimistik (b) = 10

Paling mungkin (m) = 6

Maka angka te :

$$te = \frac{5+4 \times 6+10}{6} = 6,5 \text{ hari}$$

Dari contoh di atas, ternyata durasi yang diharapkan adalah $te = 6,5$ hari, lebih lama dari durasi yang paling mungkin yaitu $m = 6,0$ hari. Bilangan te akan

sama dengan m jika periode optimis dan periode pesimis simetris dengan waktu yang paling memungkinkan atau $b - m = m - a$. ini ditemukan misalnya dalam kurva distribusi berbentuk normal

6. Identifikasi Jalur Kritis dan Slack

Dengan menggunakan konsep waktu kejadian paling awal (TE), dan waktu kejadian terkini (TL), maka identifikasi aktivitas kritis, jalur kritis dan kelonggaran dapat dilakukan seperti CPM.

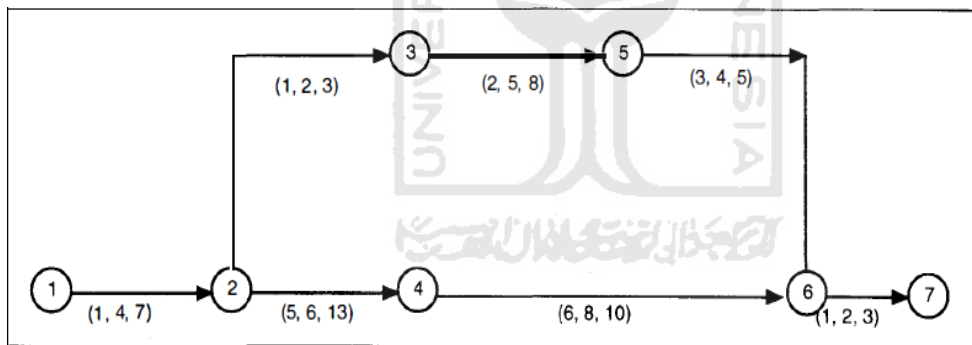
$$(TE)-j = (TE)-i + te(i-j)$$

$$(TE)-i = (TE)-j + te(i-j)$$

Pada jalur kritis berlaku:

$$\text{Slack} = 0 \text{ atau } (TL) - (TE) = 0$$

Contoh gambar perhitungan untuk menentukan jalur kritis dan slack proyek sederhana yang terdiri dari tujuh kegiatan seperti di bawah ini:



Gambar 3.7 Gambar jaringan kerja dengan angka-angka a , m , dan b

(sumber: Soeharto, 2014)

Angka a , m , dan b ditulis di bawah anak panah. Untuk mendapatkan te masing-masing kegiatan di lakukan perhitungan seperti dibawah.

$$te (1-2) = (1/6) (1 + 4 \times 4 + 7) = 4$$

$$te (2-3) = (1/6) (1 + 4 \times 2 + 3) = 2$$

$$te (2-4) = (1/6) (5 + 4 \times 6 + 13) = 7$$

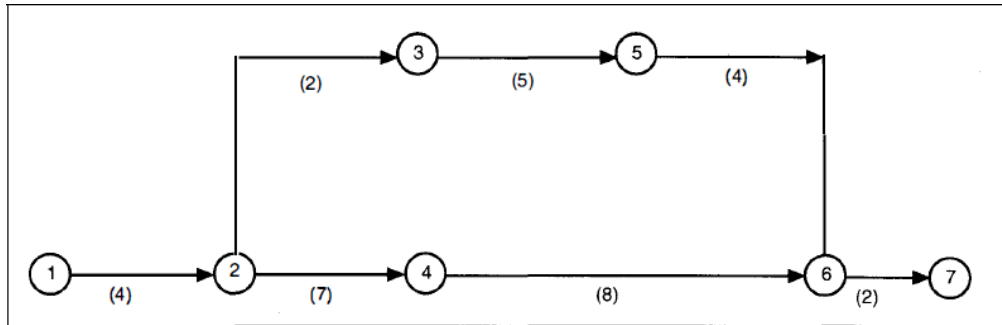
$$te (3-5) = (1/6) (2 + 4 \times 5 + 8) = 5$$

$$te (4-6) = (1/6) (6 + 4 \times 8 + 10) = 8$$

$$te (5-6) = (1/6) (3 + 4 \times 4 + 5) = 4$$

$$te (6-7) = (1/6) (1 + 4 \times 2 + 3) = 2$$

Dengan membubuhkan angka *te* menggantikan a, m, dan b maka jaringan menjadi seperti gambar 3.8



Gambar 3.8 Gambar jaringan kerja dengan angka *te*

(sumber: Soeharto, 2014)

Peristiwa (event)	Kurun Waktu (<i>te</i>)	(<i>TE</i>)	(<i>TL</i>)	Slack (<i>TL</i>) - (<i>TE</i>)
1	-	0	0	0
2	1-2 (4)	4	4	0
3	2-3 (2)	6	10	4
4	2-4 (7)	11	11	0
5	3-5 (5)	11	15	4
6	4-6 (8)	19	19	0
7	6-7 (2)	21	21	0

Gambar 3.9 Gambar Tabulasi hasil perhitungan *TE*, *TL* dan Slack jaringan kerja dari gambar 3.8

(sumber: Soeharto, 2014)

Dari hasil perhitungan di atas dapat diketahui bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan 1-2-4-6-7 dengan total waktu penyelesaian proyek sebanyak 21 unit waktu. Sedangkan jalan non kritis 2-3-5-6 dengan kelonggaran = 4 satuan waktu. Perlu ditekankan di sini bahwa dalam mengidentifikasi dan menghitung kegiatan kritis dan jalur kritis, seperti yang telah dilakukan di atas, tidak memasukkan faktor deviasi standar atau varians untuk setiap kegiatan komponen proyek yang merupakan salah satu konsep penting PERT.

7. Standar Deviasi Kegiatan dan Variasi Kegiatan

Perkiraan durasi aktivitas metode PERT menggunakan periode waktu dan non-waktu relatif mudah dibayangkan. Periode ini menunjukkan tingkat

ketidakpastian yang terkait dengan proses estimasi durasi kegiatan. Seberapa besar ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a, dan b. dalam parameter PERT yang menjelaskan masalah ini dikenal sebagai Standar Deviasi dan Varians. Berdasarkan statistik, angka deviasi standar 1/6 dari rentang distribusi (b-a) atau bias dituliskan sebagai berikut:

Deviasi Standar kegiatan

$$S = (1/6)(b - a)$$

Varians Kegiatan

$$V(te) = S = [(1/6)(b - a)]^2$$

Tabel 3.2 Kegiatan A dan B dengan te sama besar = 6

Kegiatan	Kurun Waktu		Paling Mungkin (m)	Kurun Waktu yang Diharapkan (te)
	Optimistik (a)	Pesimistik (b)		
A	4	10	5,5	6
B	2	14	5,0	6

(sumber: Soeharto, 2014)

Kegiatan A

$$te = (1/6) (4 + 22 + 10) = 6$$

$$S = (1/6)(b - a) = 1,00$$

$$V(te) = (1,00)^2 = 1,00$$

Kegiatan B

$$te = (1/6) (4 + 20 + 14) = 6$$

$$S = 2$$

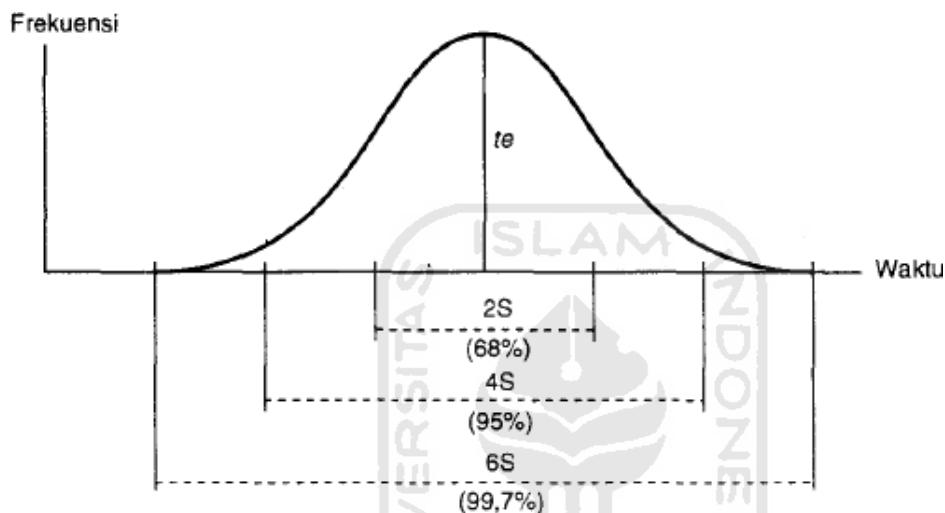
$$V(te) = (2 / 6)^2 = 4$$

Dari contoh di atas terlihat bahwa meskipun kegiatan A dan B mempunyai te sama besar, tetapi besar rentang waktu A ($10 - 4 = 6$) jauh berbeda dibanding B ($14 -$

2 = 12). Ini berarti kegiatan B memiliki derajat ketidakpastian yang lebih besar dibandingkan kegiatan A dalam kaitannya dengan estimasi kurun waktu.

8. Deviasi Standar Peristiwa dan Varians Peristiwa $V(TE)$

Soeharto (2014) menyatakan Berdasarkan teori menurut “J Moder 1983” yaitu “Central Limit Theorem” maka kurva distribusi peristiwa atau kejadian (*event time distribution curve*) bersifat simetris disebut *Kurva Distribusi Normal*. Kurva ini dapat dilihat di bawah.



Gambar 3.10 Gambar Kurva Distribusi untuk Peristiwa / Kejadian, disebut Kurva Distribusi Normal dan Berbentuk Genta.

(sumber: Soeharto, 2014)

Sifat dari kurva distribusi normal meliputi:

- 68% area area di bawah lekukan berada dalam kisaran 2S
- 95% area area di bawah lekukan berada dalam kisaran 4S
- Area 99,7% di bawah kurva berada dalam kisaran 6S

Selanjutnya menghitung varians aktivitas $V(te)$ event variance $V(TE)$, baik untuk milestone maupun untuk keseluruhan proyek, terdiri dari rangkaian aktivitas dengan rumus:

- $(TE) -4 = (TE) -1 + te (1-2) + te (2-3)$

b. $V(TE)$ pada awal proyek = 0

c. Terjadinya $V(TE)$ yang terjadi setelah suatu aktivitas terjadi, sama dengan $V(TE)$ dari peristiwa sebelumnya ditambah aktivitas $V(te)$ jika tidak ada penggabungan dalam jaringan aktivitas.

$$V(TE)_{-2} = V(TE)_{-1} + V(te)_{1-2}$$

d. Saat aktivitas digabungkan, didapat besaran $V(TE)$ dari perhitungan di jalan dengan durasi terlama, atau varians terbesar.

Sekarang sedang dipelajari bagaimana mengidentifikasi jalur kritis dan penyelesaian proyek dengan memasukkan faktor deviasi standar dan varians. Sebagai gambaran digunakan kembali misalnya proyek yang terdiri dari 7 aktivitas seperti pada gambar jaringan, didesain ulang menjadi gambar jaringan dengan te dan v dengan memasukkan faktor deviasi standar dan varians.

Tabel 3.3 Tabulasi S dan V

Kegiatan	te	Deviasi Standar $S = 1/6 (b-a)$	Varians $V(te) = S^2$
1 - 2	4,0	1,00	1,00
2 - 3	2,0	0,16	0,03
2 - 4	7,0	1,33	1,76
3 - 5	5,0	1,00	1,00
4 - 6	8,0	0,66	0,43
5 - 6	8,0	0,33	0,10
6 - 7	2,0	0,33	0,10

(sumber: Soeharto, 2014)

$$S = (1/6)(b - a)$$

$$V = S^2$$

Dari perhitungan sebelumnya didapatkan jalur kritis 1-2-4-6-7 dengan total waktu:

$$(TE)_{-7} = (TE)_{-1} + te_{(1-2)} + te_{(2-4)} + te_{(4-6)} + te_{(6-7)}$$

$$= 0 + 4 + 7 + 8 + 2 = 21$$

$$V(TE)_{-7} = V(TE)_{-1} + V(te)_{1-2} + V(te)_{2-4} + V(te)_{4-6} + V(te)_{6-7}$$

$$= 0 + 1 + 1,76 + 0,43 + 0,1 = 3,29$$

Dengan total varian $V(TE) = 3,29$ maka standar deviasinya adalah $S = \sqrt{3.29} = 1.81$ atau $3S = 5.43$. Oleh karena itu, angka yang diperoleh untuk titik penyelesaian proyek berada pada hari ke-21 (bila hari dipakai sebagai satuan waktu) dengan besar rentang $3S$ peristiwa 7 adalah 5,43. Dengan kata lain kurun waktu penyelesaian proyek adalah $21 \pm 5,43$ hari. Dapat digambarkan kurva distribusi normal (TE)-7 seperti terlihat pada Gambar 3.11. Dari ilustrasi di bawah ini, Anda dapat melihat perbedaan hasil perhitungan sebelum dan sesudah memasukkan faktor standar deviasi dan varians, yaitu event penyelesaian proyek memiliki jangka waktu pada contoh di atas yaitu $\pm 5,43$ hari. Sebagai akibat dari situasi ini, observasi dan analisis yang cermat diperlukan dalam mengidentifikasi jalur kritis, terutama dalam proyek dengan untaian sub-kritis.

9. Jadwal Penyelesaian Target (TD)

Soeharto (2014) menyatakan bahwa selama pelaksanaan proyek sering ditemukan sejumlah milestone dengan setiap target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan. Pemimpin proyek atau pemilih seringkali menginginkan analisis untuk menentukan kemungkinan mencapai jadwal target. Hubungan antara ekspektasi waktu (TE) dan target T (d) pada metode PERT dinyatakan dengan z dengan rumus sebagai berikut:

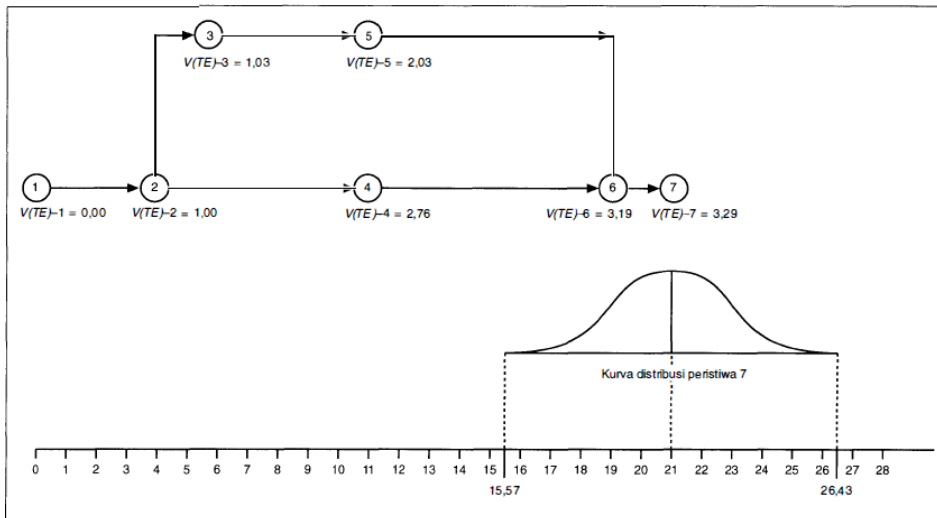
$$z = (T(d) - TE) / S$$

Sebagai ilustrasi, contoh proyek digunakan seperti pada Gambar 3.11. Misal, mengingat target pencapaian pada hari $T_d = 20$, ingin mengetahui sejauh mana target tersebut dapat dicapai, maka z dihitung:

$$z = (T(d) - TE) / S = (20.0 - 21.0) / 1.81 = (-1.0) / 1.81 = -0.55$$

dengan bilangan $z = -0,55$ (lihat tabel terlampir pada Lampiran - II), angka "probabilitas" adalah 0,29. Artinya probabilitas suatu proyek selesai pada target $T_d = 20$ adalah 29,0%. Perlu ditekankan di sini bahwa dalam menganalisis kemungkinan-kemungkinan yang disebutkan di atas, ada upaya tambahan untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan, misalnya dengan menambah sumber daya. Berapa persentase probabilitas mencapai jadwal target suatu kegiatan, maka ini adalah informasi yang sangat penting bagi manajer proyek untuk menyelesaikan

langkah-langkah yang diperlukan.



Gambar 3.11 Menkaji Peristiwa Selesaiya Proyek dan Kurva Distribusi yang Bersangkutan

(sumber: Soeharto, 2014)

3.3 Produktivitas Tenaga Kerja

Dalam proyek konstruksi, salah satu faktor penentu keberhasilan adalah kinerja tenaga kerja yang akan mempengaruhi produktivitas. Produktivitas menggambarkan kemampuan karyawan untuk menyelesaikan jumlah pekerjaan per unit waktu. Produktivitas sektor konstruksi secara umum diartikan sebagai output harian pekerja, sehingga dapat diringkas sebagai berikut:

$$P = V / (T \times n)$$

Dimana:

P: Produktivitas karyawan, yaitu jumlah pekerjaan yang dapat diselesaikan karyawan setiap hari.

V: Kuantitas pekerjaan

n: Jumlah karyawan yang dipekerjakan

T: Durasi Pekerjaan

(Sumber : Cornelia, 2005)

3.4 Perencanaan Waktu Pelaksanaan dan Penggunaan Tenaga Kerja

Sebelum suatu proyek konstruksi dilaksanakan, perlu direncanakan waktu dan jumlah energi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek tersebut. Perencanaan penggunaan tenaga kerja yang baik dan waktu yang tepat untuk pelaksanaan dapat meminimalkan penggunaan biaya sehingga menghasilkan keuntungan bagi kontraktor. Dalam perencanaan waktu dan penggunaan total pegawai, diperlukan Analisis Harga Satuan sebagai pedoman dalam perencanaan.

Menurut Iman Soeharto, perencanaan waktu pelaksanaan dan jumlah tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{k \times V}{T}$$

Dimana :

N : Jumlah tenaga kerja

k : Koefisien tenaga kerja dalam analisa harga satuan

V : Kuantitas pekerjaan

T : Lama pekerjaan

Maka untuk menghitung jumlah tenaga kerja yang diperlukan rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$T = \frac{k \times V}{N}$$

Dimana :

N : Jumlah tenaga kerja

k : Koefisien tenaga kerja dalam analisa harga satuan

V : Kuantitas pekerjaan

T : Lama pekerjaan

3.5 Faktor yang Mempengaruhi Produktivitas

Semua faktor yang mempengaruhi produktivitas dipandang sebagai subsistem untuk menunjukkan di mana potensi produktivitas dan cadangan disimpan. Faktor-faktor tersebut antara lain:

Menurut Kaming dalam Wulfram I Ervianto (2005), faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas proyek diklasifikasikan ke dalam empat kategori utama, yaitu:

1. Metode dan teknologi, terdiri dari faktor desain teknik, metode konstruksi, urutan pekerjaan, pengukuran pekerjaan.
2. Manajemen lapangan, terdiri dari faktor perencanaan dan penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, manajemen tenaga kerja.
3. Lingkungan kerja, yang terdiri dari faktor keselamatan kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, keselamatan kerja, pelatihan kerja, partisipasi.
4. Faktor manusia, tingkat upah, kepuasan kerja, distribusi keuntungan, hubungan karyawan.

Menurut Husen Abrar (2010):

1. Kuantitas atau jumlah tenaga kerja yang digunakan dalam proyek.
2. Tingkat keahlian tenaga kerja.
3. Latar belakang budaya dan pendidikan, termasuk pengaruh faktor lingkungan dan keluarga terhadap pendidikan formal yang ditempuh karyawan.
4. Kemampuan karyawan untuk menganalisis situasi yang terjadi dalam lingkup pekerjaan mereka dan sikap moral yang diambil dalam situasi tersebut.
5. Minat karyawan yang tinggi terhadap pekerjaan yang dilakukannya.
6. Struktur pekerjaan, keterampilan dan usia (terkadang jenis kelamin)

Menurut Iman Soeharto (1995):

Variabel yang mempengaruhi produktivitas pekerja lapangan dapat dikelompokkan menjadi:

1. Kondisi fisik di lapangan dan saran bantuan

Kondisi fisik tersebut berupa kondisi iklim, musim atau cuaca. Misalnya di daerah tropis dengan kelembaban yang tinggi dapat mempercepat terjadinya kelelahan tenaga kerja, sebaliknya di daerah yang dingin ketika musim hujan tiba maka produktivitas tenaga kerja lapangan akan menurun. Untuk kondisi fisik pekerjaan, seperti rawa-rawa, gurun pasir atau tanah berbatu keras sangat berpengaruh besar terhadap produktivitas. Hal yang sama berlaku untuk tempat kerja dengan keadaan khusus seperti dekat dengan unit operasi, yang biasanya

terjadi pada proyek perluasan pabrik yang ada, yang seringkali dibatasi oleh berbagai peraturan keselamatan dan ruang terbatas untuk pekerja dan peralatan. . Sementara itu, fasilitas penunjang yang tidak lengkap seperti peralatan akan menambah waktu masyarakat untuk menyelesaikan suatu pekerjaan. Upayakan untuk siap menggunakan fasilitas pendukung dengan jadwal perawatan yang tepat.

2. Lembur

Seringkali tidak dapat dihindari untuk bekerja lembur atau lebih dari 40 jam seminggu, misalnya untuk mencapai tujuan jadwal, meskipun hal ini akan mengurangi efisiensi kerja.

3. Kepadatan tenaga kerja

Dalam batas pagar lokasi tempat akan dibangun instalasi proyek, yang disebut juga batas baterai, terdapat hubungan antara jumlah pekerja konstruksi, luas wilayah kerja dan produktivitas. Korelasi ini dinyatakan sebagai kepadatan tenaga kerja, yaitu luas area ruang kerja untuk setiap kepadatan tenaga kerja. Jika kepadatan ini melebihi tingkat kejenuhan, maka produktivitas tenaga kerja akan menunjukkan tanda-tanda penurunan. Hal ini dikarenakan di lokasi proyek tempat para pekerja bekerja selalu ada aktivitas manusia, pergerakan peralatan dan kebisingan yang menyertainya. Semakin tinggi jumlah pekerja per wilayah atau semakin rendah luas per pekerja, semakin sibuk aktivitas per kabupaten pada akhirnya akan mencapai titik di mana kelancaran pekerjaan terganggu dan berakibat pada penurunan produktivitas.

3.6 Kendala - Kendala Penerapan Manajemen Waktu

Dalam pelaksanaannya manajemen waktu proyek konstruksi menghadapi banyak kendala yang menyebabkan pelaksanaannya tidak maksimal. Dari penelitian yang dilakukan oleh beberapa ahli di perusahaan kontrak di Indonesia sebelumnya, disebutkan bahwa kendala yang sering dihadapi adalah:

1. Kesulitan mendapatkan supplier dan subkontraktor yang berkomitmen dengan jadwal yang telah dibuat bersama.
2. Desain sebelum selesai dan desain berubah.
3. Kurangnya koordinasi dan komunikasi dengan pelaksana di lapangan.

4. Keterlambatan pembayaran dari pemilik kepada kontraktor.
5. Kekurangan bahan dan peralatan.
6. Perubahan cuaca yang tidak terduga.
7. Kurangnya koordinasi atau supervisi antara supervisor dan pekerjaan.
8. Informasi yang tidak akurat diperoleh dari pemantauan.
9. Kurangnya sumber daya (tenaga ahli) yang mampu menganalisis situasi proyek.
10. Program komputer yang lemah.

3.7 Pengertian COVID 19 (Coronavirus Disease 2019)

COVID 19 adalah penyakit menular yang disebabkan oleh *Severe Acute Syndrome Coronavirus 2* (SARS-Cov-2) merupakan corona virus jenis baru yang belum pernah diidentifikasi sebelumnya pada manusia.

3.8 Pengaruh COVID 19 Terhadap Proyek

Terkait dengan kebijakan pengendalian penyakit menular, Indonesia memiliki Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1984 tentang Wabah Penyakit Menular, Peraturan Pemerintah Nomor 40 Tahun 1991 tentang Penanggulangan Penyakit Menular, dan Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 1501 / Menteri / Per / X / 2010 tentang Jenis Penyakit Menular Yang Dapat Menyebabkan Wabah dan Wabah. Untuk itu, dalam rangka upaya pencegahan berjangkitnya COVID-19 sebelumnya, Menteri Kesehatan telah menerbitkan Keputusan Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07 / MENKES / 104/2020 tentang Penetapan Infeksi Novel Coronavirus (Infeksi 2019-nCoV) sebagai Jenis Penyakit Yang Dapat Menimbulkan Wabah. dan Upaya Mengendalikannya.

Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan Peraturan Presiden Nomor 11 Tahun 2020 tentang Penetapan Keadaan Darurat Virus Corona Kesehatan Masyarakat 2019 (COVID-19). Keputusan Presiden menetapkan COVID-19 sebagai penyakit penyebab Gawat Darurat Kesehatan Masyarakat (Depkes) dan menetapkan KKM COVID-19 di Indonesia. Pencegahan KKM dilakukan melalui pelaksanaan karantina kesehatan baik di pintu masuk maupun di dalam areal. Dalam melaksanakan karantina kesehatan di daerah, setelah dilakukan penelitian secara menyeluruh, Indonesia telah mengadopsi kebijakan penerapan Pembatasan Sosial Skala Besar (PSBB) yang pada prinsipnya diterapkan untuk mengurangi

penyebaran COVID-19. Pada era PSBB terdapat beberapa protokol kesehatan yang menjadi rujukan masyarakat dalam menjaga kesehatan agar dapat melanjutkan aktivitasnya Adapun Rincian protocol kesehatan yang harus dipenuhi masyarakat pada masa PSBB berdasarkan informasi yang dimiliki oleh Kementerian Kesehatan dan Satgas Penanganan COVID-19 adalah sebagai berikut:

	TIDAK ADA KASUS	KASUS SPORADIK	KASUS KLASER	PENULARAN KOMUNITAS
Pencegahan Penularan di Masyarakat	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Physical Distancing</i> 2. Kebersihan tangan 3. Etika batuk/bersin 4. Pemakaian masker 5. Memastikan akses kebersihan tangan di depan gedung fasilitas umum dan pusat transportasi (misalnya pasar, toko, tempat ibadah, lembaga pendidikan, stasiun kereta atau bus). Tersedia fasilitas cuci tangan dengan air dan sabun dalam jarak 5 m dari semua toilet, baik di fasilitas umum maupun swasta 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Physical Distancing</i> 2. Kebersihan tangan 3. Etika batuk/bersin 4. Pemakaian masker 5. Pembatasan Aktivitas luar rumah 6. Memastikan akses kebersihan tangan di depan gedung fasilitas umum dan pusat transportasi (misalnya pasar, toko, tempat ibadah, lembaga pendidikan, stasiun kereta atau bus). Tersedia fasilitas cuci tangan dengan air dan sabun dalam jarak 5 m dari semua toilet, baik di fasilitas umum maupun swasta 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Physical Distancing</i> 2. Kebersihan tangan 3. Etika batuk/bersin 4. Pemakaian masker 5. Pembatasan Aktivitas luar rumah 6. Memastikan akses kebersihan tangan di depan gedung fasilitas umum dan pusat transportasi (misalnya pasar, toko, tempat ibadah, lembaga pendidikan, stasiun kereta atau bus). Tersedia fasilitas cuci tangan dengan air dan sabun dalam jarak 5 m dari semua toilet, baik di fasilitas umum maupun swasta 	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Physical Distancing</i> 2. Kebersihan tangan 3. Etika batuk/bersin 4. Pemakaian Masker 5. Pembatasan Aktivitas luar rumah 6. Mempertimbangkan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) 7. Memastikan akses kebersihan tangan di depan gedung fasilitas umum dan pusat transportasi (misalnya pasar, toko, tempat ibadah, lembaga pendidikan, stasiun kereta atau bus). Tersedia fasilitas cuci tangan dengan air dan sabun dalam jarak 5 m dari semua toilet, baik di fasilitas umum maupun swasta

Tabel 3.4 protokol kesehatan untuk pencegahan penularan di masyarakat

(sumber:KMK No. HK.01.07/MENKES/413/2020 ttg pedoman pencegahan pengendalian COVID-19)

Berdasarkan beberapa poin acuan protocol kesehatan di atas, sangat mempengaruhi pergerakan manusia terlebih pada kegiatan-kegiatan yang harus dilakuakn diluar rumah dan mengandalkan kontak fisik dengan orang lain, sehingga kegiatan-kegiatan proyek ikut merasakan imbas dari aturan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) yang dikeluarkan pemerintah tersebut. Begitu juga dengan proyek pembangunan Embung UII tahap 2 ini.

Dari beberapa poin yang ditekankan oleh pemerintah dalam peraturan tersebut, yang sangat berpengaruh pada perkerjan proyek adalah menghindari kerumunan dan menjaga jarak minimal 1 m dari orang lain. Karena setiap orang harus menjaga jarak dengan orang lain, maka pada kegiatan proyek dengan luasan yang terbatas juga harus menjalankan protocol tersebut. Akibatnya adalah jarak antara pekerja proyek dibatasi minimal 1 m. karena luasan proyek yang terbatas, maka jumlah pekerja dalam proyek juga harus dibatasi atau dikurangi. Pembatasan

atau pengurangan jumlah pekerja dalam sebuah proyek tentu akan berbanding lurus dengan bertambahnya durasi pekerjaan proyek Pembangunan Embung UII Tahap 2 ini.



BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan data dengan kegunaan dan tujuan tertentu. Peneliti melakukan pengambilan data secara langsung di lokasi proyek untuk memperoleh data yang kemudian di analisis untuk menghasilkan sebuah kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

4.2 Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian adalah orang, tempat atau benda yang diamati dalam rangka pembuntutan sebagai sasaran (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Pada penelitian ini yang menjadi subjek penelitiannya adalah Proyek Pembangunan Embung UII 2 yang terletak di Universitas Islam Indonesia Jl. Kaliurang KM 14,5 Sleman, Yogyakarta.

Objek penelitian adalah hal, perkara, atau orang yang menjadi pokok pembicaraan (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Pada penelitian ini yang menjadi objek adalah penjadwalan (*Time schedule*) proyek.

4.3 Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara langsung kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jendral Sumber Daya Air Balai Besar Wilayah Sungai Serayu - Opak pada satuan kerja SNVT pembangunan bendungan Serayu - Opak. Data sekunder diperoleh dengan mengajukan permintaan data ke kantor proyek dan pengambilan data lapangan.

4.4 Teknik Pengolahan Data

Semua data yang telah terkumpulkan dianalisa untuk mendapatkan suatu keputusan yang optimal. Langkah-langkah pengolahan dan penganalisaan data adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa item pekerjaan yang berpotensi terjadinya pelanggaran protocol COVID-19.

Analisis ini dilakukan dengan cara memisahkan item pekerjaan yang ada dalam *time schedule* dan mengelompokan data item pekerjaan yang berpotensi melanggar protocol COVID-19 dalam bentuk table.

2. Menghitung produktivitas tenaga kerja

Produktivitas dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$P = \frac{V}{n \times T}$$

Dimana :

P : Produktivitas tenaga kerja atau besarnya kuantitas pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh seorang tenaga kerja setiap jam.

V : Kuantitas pekerjaan

n : Jumlah tenaga kerja

T : Durasi pekerjaan (Hari)

3. Menghitung waktu pelaksanaan pekerjaan

Waktu Pelaksanaan pekerjaan dapat dihitung dengan rumus:

$$T = \frac{k \times V}{n}$$

Dimana :

T : Waktu/Durasi Pelaksanaan

K : Koefisien Tenaga Kerja dalam Analisa Harga Satuan

V : Kuantitas Pekerjaan

n : Jumlah Tenaga Kerja

4. Menghitung Jarak antara pekerja

Jarak antara pekerja dapat dihitung dengan rumus:

$$S = \frac{L}{T \times n}$$

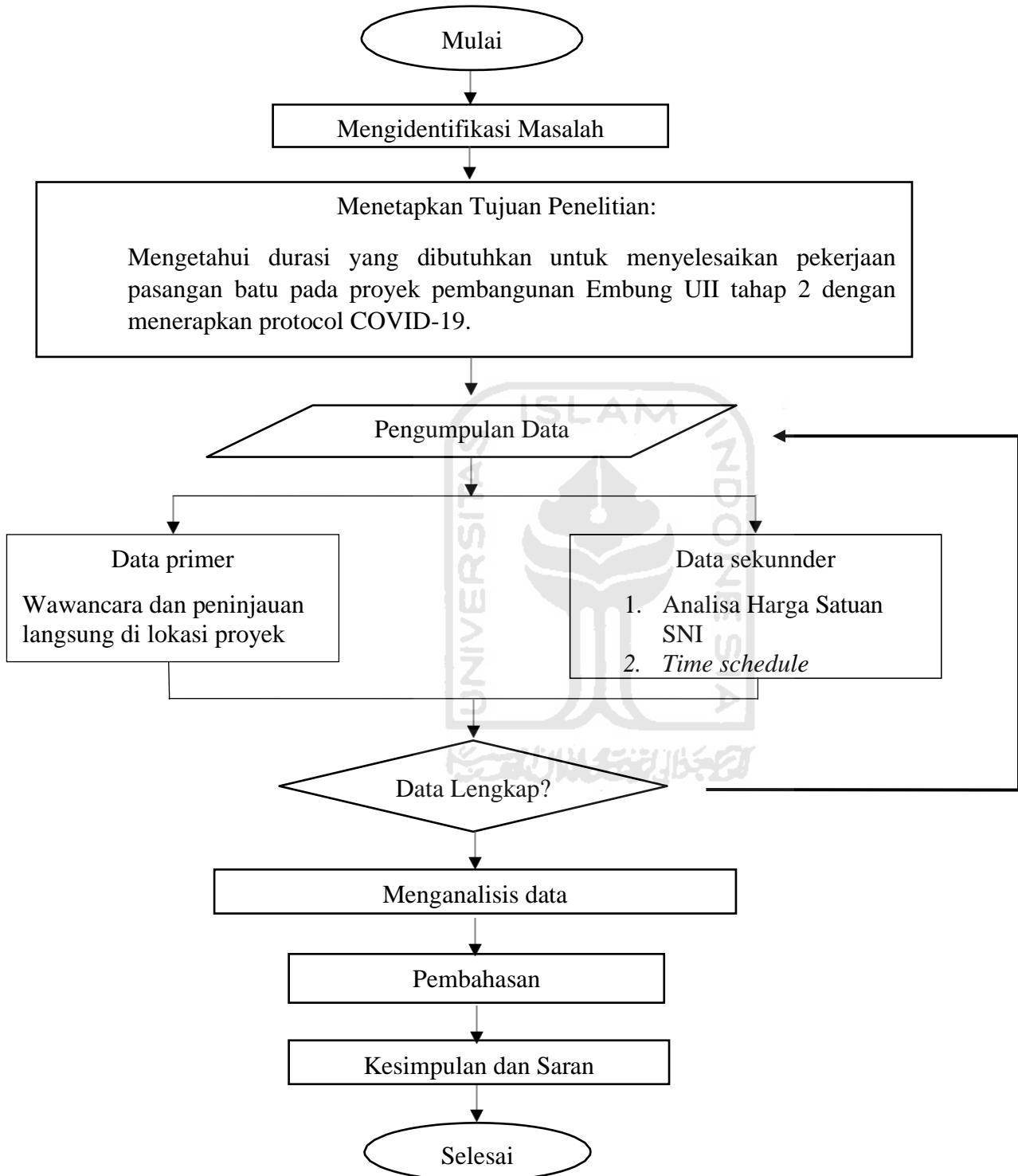
Dimana:

S: Jarak antara pekerja

L: Luas pekerjaan

4.5 Tahapan Penelitian

Berikut adalah bagan alir dari penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 4.1 bagan alir penelitian

BAB V

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

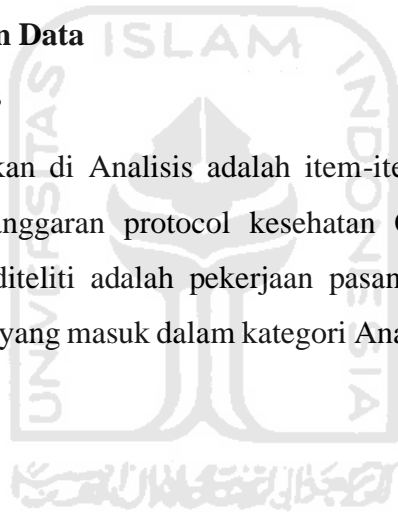
5.1 Tinjauan Umum

Data diperoleh dari satuan kerja SNVT Pembangunan Bendungan BBWS Serayu – Opak Balai berupa *time schedule* pelaksanaan dan penelitian di lapangan dengan melakukan pengamatan pada pekerjaan-pekerjaan yang memungkinkan terjadinya pelanggaran protocol kesehatan COVID-19. Pengamatan dilakukan secara langsung pada beberapa item pekerjaan dilapangan. Data yang diperoleh kemudian di analisis untuk mengetahui durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan beberapa item pekerjaan akibat dampak dari protocol COVID-19.

5.2 Analisis Dan Perhitungan Data

5.2.1 Pekerjaan yang di Analisis

Uraian pekerjaan yang akan di Analisis adalah item-item pekerjaan yang memungkinkan terjadinya pelanggaran protocol kesehatan COVID-19, dalam penelitian ini pekerjaan yang diteliti adalah pekerjaan pasangan batu. Adapun rincian pekerjaan pasangan batu yang masuk dalam kategori Analisa adalah sebagai berikut:



Tabel 5.1 Uraian Data Pekerjaan Yang Di Analisis

NO	URAIAN PEKERJAAN	Satuan	Volume pekerjaan (V)	Waktu pelaksanaan T (hari)	Luas Area pekerjaan L (m ²)	Jumlah Tenaga Kerja n (OH)
A	PEKERJAAN TUBUH EMBUNG					
1	Pasangan batu campuran 1 PC:3PSR	m ³	1886,21	84	419,467	20
B	PEKERJAAN PELIMPAH					
1	Pasangan batu campuran 1 PC:3PSR	m ³	1605,57	77	90,379	10
C	PEKERJAAN INTAKE					
1	Pasangan batu campuran 1 PC:3PSR	m ³	44,85	14	79,018	20

5.2.2 Perhitungan Produktivitas dan waktu pelaksanaan

Dalam perencanaan pekerjaan konstruksi, waktu pelaksanaan pekerjaan harus direncanakan sebaik mungkin karena sangat berpengaruh berlangsungnya sebuah proyek agar tidak mengalami keterlambatan waktu dan menghindari pinalti akibat keterlambatan yang tidak sesuai dengan kontrak pekerjaan. Waktu pelaksanaan yang dibutuhkan untuk melakukan suatu pekerjaan ditentukan oleh jumlah karyawan dan produktivitasnya. Dalam memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk mengerjakan suatu item pekerjaan, penting untuk mengetahui jumlah pekerjaan serta energi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Oleh karena itu, sebagai dasar perencanaan digunakan metode pelaksanaan untuk menghitung waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan proyek konstruksi.

Perhitungan waktu yang dibutuhkan untuk melakukan suatu item pekerjaan dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

A. Pekerjaan Tubuh Embung.

1. Pasangan Batu Campuran 1 PC:3 PSR

Diketahui:

- Volume keseluruhan (V) : 1886,21 m³
- Durasi pekerjaan (T) : 84 hari

- Jumlah tenaga kerja (n) : 20 orang (10 pekerja, 10 tukang)
- Luas Area Pekerjaan (L) : 419,467 m²
- Koefisien tenaga kerja (k) : 0,10 OH (pekerja)
: 0,22 OH (Tukang Batu)

Total koefisien tenaga kerja : 0,32 OH

a. Produktifitas (P) : $P = \frac{V}{t \times n}$

$$= \frac{1886,21}{84 \times 20}$$

$$= 1,123 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$$

b. Jarak Antara pekerja : $= \frac{L}{t \times n}$

$$= \frac{419,467}{84 \times 20}$$

$$= 0,249 \text{ m}^2/\text{orang/hari}$$

$$= 0,498 \text{ m} < 1 \text{ m}$$

Karena Luas Area kerja per-orang lebih kecil dari 1 (0,498 m < 1m), artinya jarak antara pekerja masih melanggar protocol kesehatan COVID-19, maka harus dilakukan pengurangan jumlah tenaga kerja agar kaidah protocol kesehatan COVID-19 tetap dijalankan dilapangan. Maka dari itu dilakukan perhitungan kembali dengan mengurangi jumlah tenaga kerja.

- c. Jarak pekerja perorang setelah dikurangi menjadi 4 orang tenaga kerja.

Jarak antara pekerja : $= \frac{L}{t \times n}$

$$= \frac{419,467}{84 \times 20}$$

$$= 1,248 \text{ m}^2/\text{orang/hari}$$

$$= 1,117 \text{ m} > 1 \text{ m}$$

Artinya, jika, mengikuti kaidah protocol kesehatan COVID-19 yang mengharuskan ada jarak di antara tenaga kerja dilapangan, maka tenaga kerja harus dikurangi menjadi 4 orang sesuai dengan perhitungan di atas.

Selanjutnya mencari waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan pasangan batu dengan jumlah tenaga kerja yang telah dikurangi menjadi 4 orang.

$$\begin{aligned} \text{d. Waktu pelaksanaan (T)} & : T = \frac{k \times V}{n} \\ & = \frac{0,32 \times 1886,21}{4} \end{aligned}$$

$$= 150,897 \text{ hari}$$

$$= 151 \text{ hari}$$

$$\text{e. Produktivitas (P)} : P = \frac{V}{t \times n}$$

$$= \frac{1886,21}{151 \times 4}$$

$$= 3,122 \text{ m}^3/\text{orang/hari}$$

Jadi, Apabila mengikuti kaidah protocol kesehatan COVID-19, maka total Jumlah tenaga kerja pada item pekerjaan pasangan batu di tubuh bendung harus dikurangi menjadi 4 orang dan akan membutuhkan waktu pengerjaan yang lebih lama dibandingkan dengan waktu rencana, yaitu 151 hari dengan produktivitas 3,122 m³/orang/hari.

5.3 Pembahasan

Setelah dilakukan perhitungan terhadap beberapa item pekerjaan yang memungkinkan terjadinya pelanggaran protocol kesehatan COVID-19 pada proyek pembangunan embung UII tahap 2, maka hasil analisis *time schedule* dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 5.2 Hasil Analisis *time schedule* pada pekerjaan pasangan batu

NO	Jenis Pekerjaan	Vol. Pekerjaan	Rencana			Menerapkan Protokol COVID-19		
			Jumlah Tenaga Kerja	Produktivitas	Durasi (Hari)	Jumlah Tenaga Kerja	Produktivitas	Durasi (Hari)
	PEKERJAAN TUBUH EMBUNG							
1.	Pemasangan batu campuran 1 PC:3 PSR	1886,21 m ³	20	1,123	84	4	3,122	151
	PEKERJAAN PELIMPAH							
1.	Pemasangan batu campuran 1 PC:3 PSR	1605,57 m ³	10	2,085	77	1	4,548	353
	PEKERJAAN INTAKE							
1.	Pemasangan batu campuran 1 PC:3 PSR	44,85 m ³	10	0,32	14	5	2,99	3

Dari hasil Analisis pada table 5.2 di dapatkan selisih nilai dari masing masing item pekerjaan.

a. Pekerjaan Tubuh Embung

Jumlah tenaga kerja pada pekerjaan pasangan batu campuran 1 PC:3PSR menurun dari 20 orang menjadi 4 orang tenaga kerja dengan produktifitas yang meningkat dari 1,123 m³/hari/orang menjadi 3,122 m³/hari/orang dan durasi pekerjaan yang bertambah dari 84 hari menjadi 151 hari.

b. Pekerjaan Pelimpah

Jumlah tenaga kerja pada pekerjaan pasangan batu campuran 1 PC:3PSR berkurang dari 10 orang menjadi 1 orang dengan produktifitas yang meningkat dari 2,085 m³/hari/orang menjadi 4,548 m³/hari/orang dan durasi pekerjaan yang bertambah dari 77 hari menjadi 353 hari.

c. Pekerjaan Intake

Jumlah tenaga kerja pada pekerjaan pasangan batu campuran 1 PC:3PSR menurun dari 10 orang menjadi 5 orang dengan produktifitas yang meningkat dari 0,32 m³/hari/orang menjadi 2,99 m³/hari/orang dan durasi pekerjaan yang berkurang dari 14 hari menjadi 3 hari.

Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan bahwa apabila dalam pelaksanaan pekerjaan proyek embung UII tahap 2 mengikuti aturan pemerintah untuk menjalankan protocol COVID-19 dimasa pandemic akan berdampak pada pengurangan jumlah tenaga kerja sehingga rata-rata produktifitas tenaga kerja meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian Soeharto (1995), yang menyebutkan bahwa ada hubungan antara jumlah pekerja konstruksi, tempat kerja dan produktivitas. Korelasi ini dinyatakan sebagai kepadatan tenaga kerja, yaitu luas total ruang kerja untuk setiap kepadatan tenaga kerja. Jika kepadatan ini melebihi tingkat kejenuhan, maka produktivitas tenaga kerja akan menunjukkan tanda-tanda penurunan. Hal ini dikarenakan di lokasi proyek tempat para pekerja bekerja selalu ada aktivitas manusia, pergerakan peralatan dan kebisingan yang menyertainya. Semakin tinggi jumlah pekerja per wilayah atau semakin rendah luas per pekerja, semakin sibuk aktivitas per kabupaten pada akhirnya akan mencapai titik di mana kelancaran pekerjaan terganggu dan berakibat pada penurunan produktivitas.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan pada bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa:

1. Penerapan protocol kesehatan COVID-19 menyebabkan durasi pekerjaan pasangan batu pada tubuh embung bertambah dari durasi perencanaan 84 hari menjadi 151 hari dengan selisih 67 hari, kemudian pekerjaan pasangan batu pada Pelimpah bertambah dari 77 hari menjadi 353 hari, lalu pekerjaan pasangan batu pada pekerjaan intake berkurang dari 14 hari menjadi 3 hari.

6.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya

Untuk peneliti selanjutnya dianjurkan meneliti variable yang mempengaruhi *time schedule* dan peningkatan produktifitas tenaga kerja di masa pandemik.

2. Kontraktor

Penelitian ini juga dapat menjadi bahan pertimbangan kontraktor untuk memperkirakan factor apa saja yang dapat mempengaruhi *time schedule* dimasa pandemik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arifudin, R., 2011, Optimalisasi Penjadwalan Proyek dengan Penyeimbangan Biaya Menggunakan Kombinasi CPM dan Algoritma Genetika, *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Callahan, M. 1992. *Construction Project Scheduling*. New York : Mc Graw Hill.
- Cornelia, B, 2003. *Analisa Produktivitas Tenaga Kerja Dalam Kaitannya Terhadap Waktu Dan Pelaksanaan Proyek Kontruksi*. Tugas Akhir, Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar.
- Ervianto, W. I. 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi, Yogyakarta.
- Ervianto, W. I., 2004, Teori – Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi, Penerbit ANDI: Yogyakarta.
- Husen, Abrar. 2010. *Manajemen Proyek*. Edisi Revisi. Penerbit Andi : Yogyakarta, Serpong.
- Iman, Soeharto. 1995. *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Edisi 2. Erlangga, Jakarta.
- Keputusan Menteri Kesehatan No. HK.01.07-MENKES-413. 2020. Tentang Pedoman Pencegahan Dan Pengendalian *Corona Virus Disease 2019 (COVID-19)*. Menteri Kesehatan RI.
- Kerzner, H., 2006, Panduan Aplikasi Proyek Kontruksi, Yudhistira, Jakarta.
- Maharesi, R., 2002, Penjadwalan Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM, *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan), Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Muharmeiza, Julio. 2018. Analisis Percepatan Proyek Dengan Metode Penambahan Jam Kerja Optimum. *Tugas Akhir* Teknik Sipil UII.
- Praboyo, 1999, Prinsip-prinsip Manajemen Proyek, Yudhistira, Jakarta.
- Siswanto, 2007, Pengantar Manajemen, Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Soeharto, I., 1995, Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional, Penerbit Erlangga: Jakarta.
- Soeharto, Iman. 2014. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Edisi Kedua. Jakarta: Erlangga.
- Tjaturono, 2004, Penerapan Manajemen Proyek Kontruksi, Kompas, Semarang

Yudhagama, Fadhol. 2020. *Analisis Keterlambatan Proyek Pada Pembangunan Gedung Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.

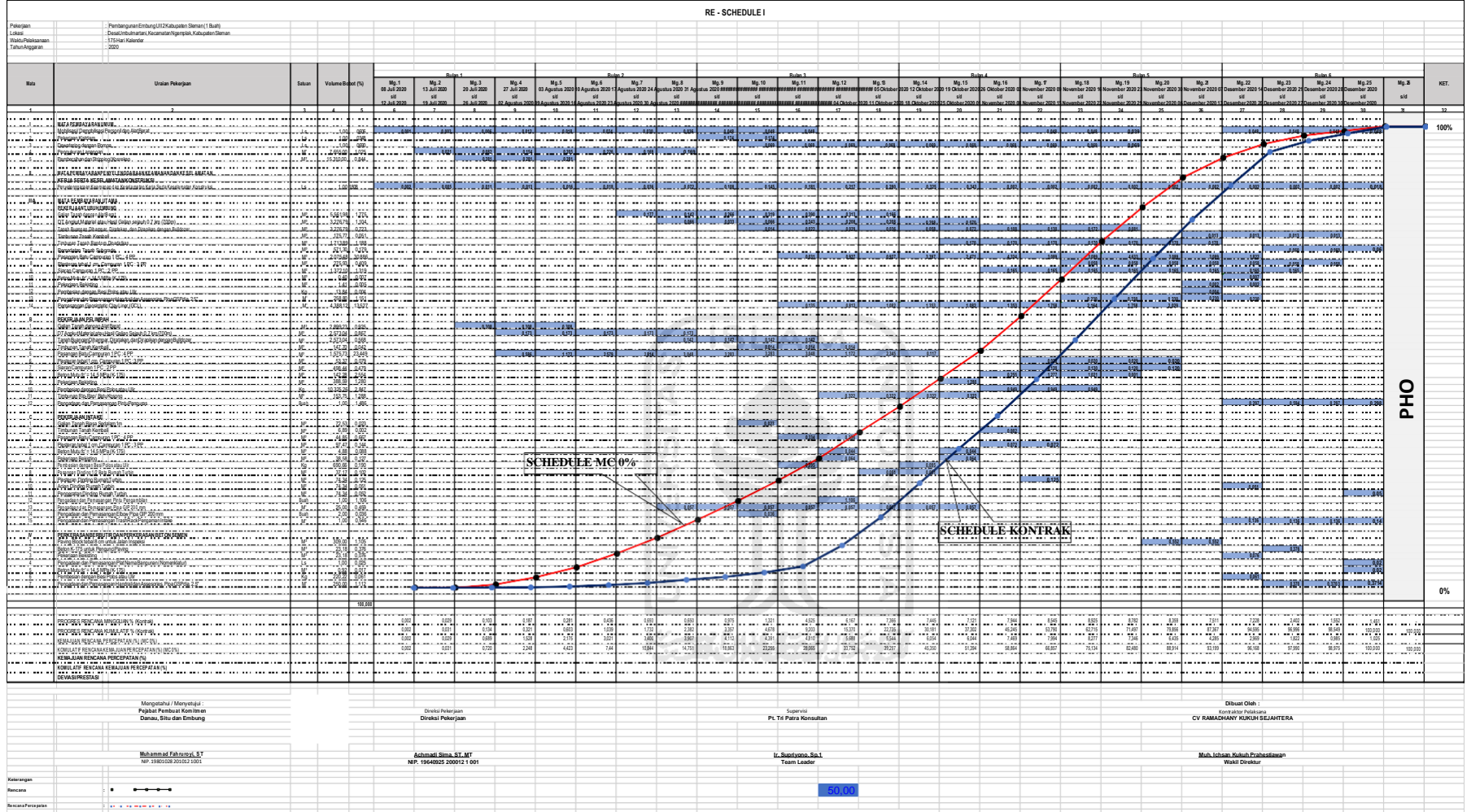
Warsika, Putu D., 2017. *Analisis Waktu Dan Biaya Berdasarkan Produktivitas Tenaga Kerja Pada Proyek Pembangunan Kontruksi*. Universitas Udayana. Denpasar, Bali.



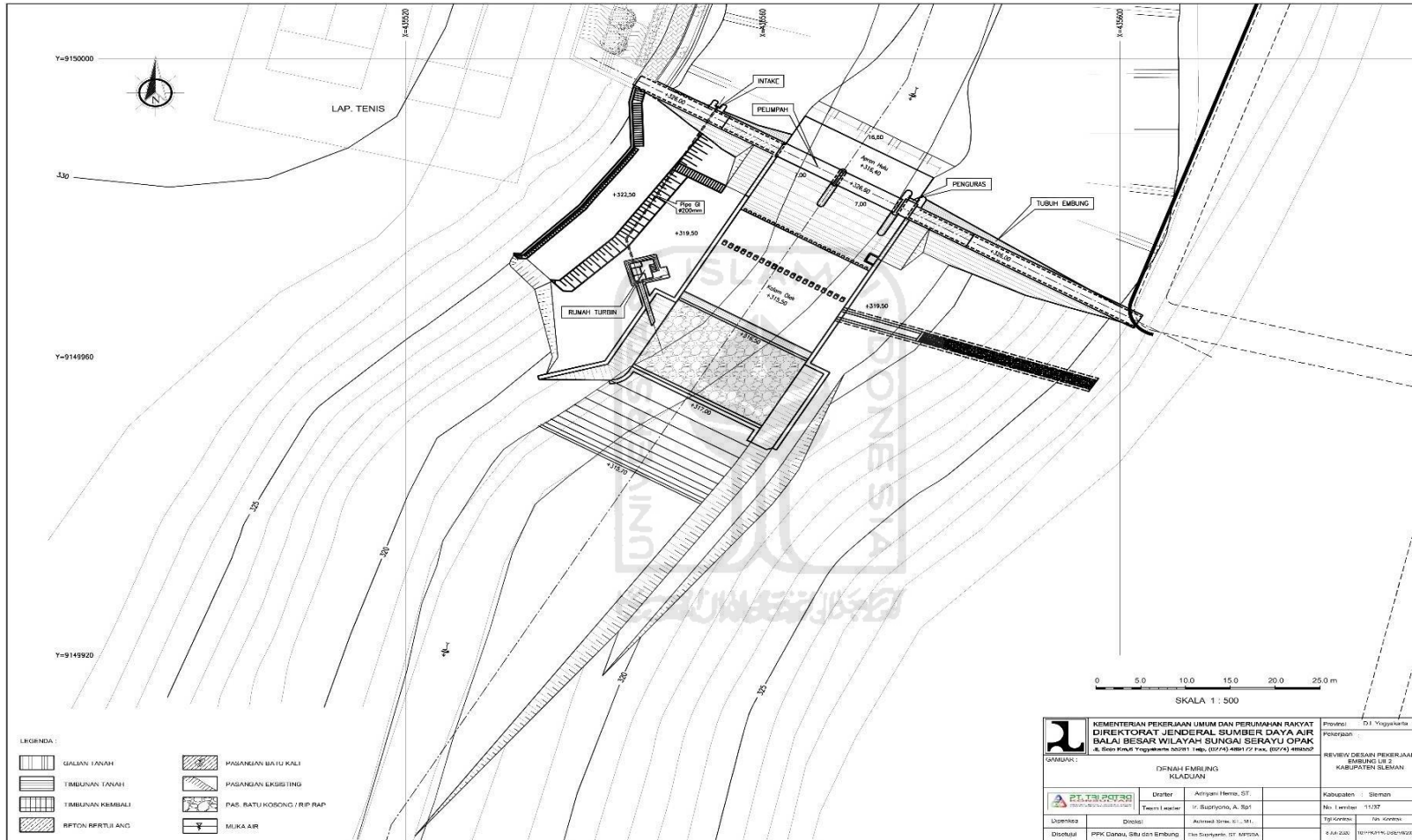
LAMPIRAN



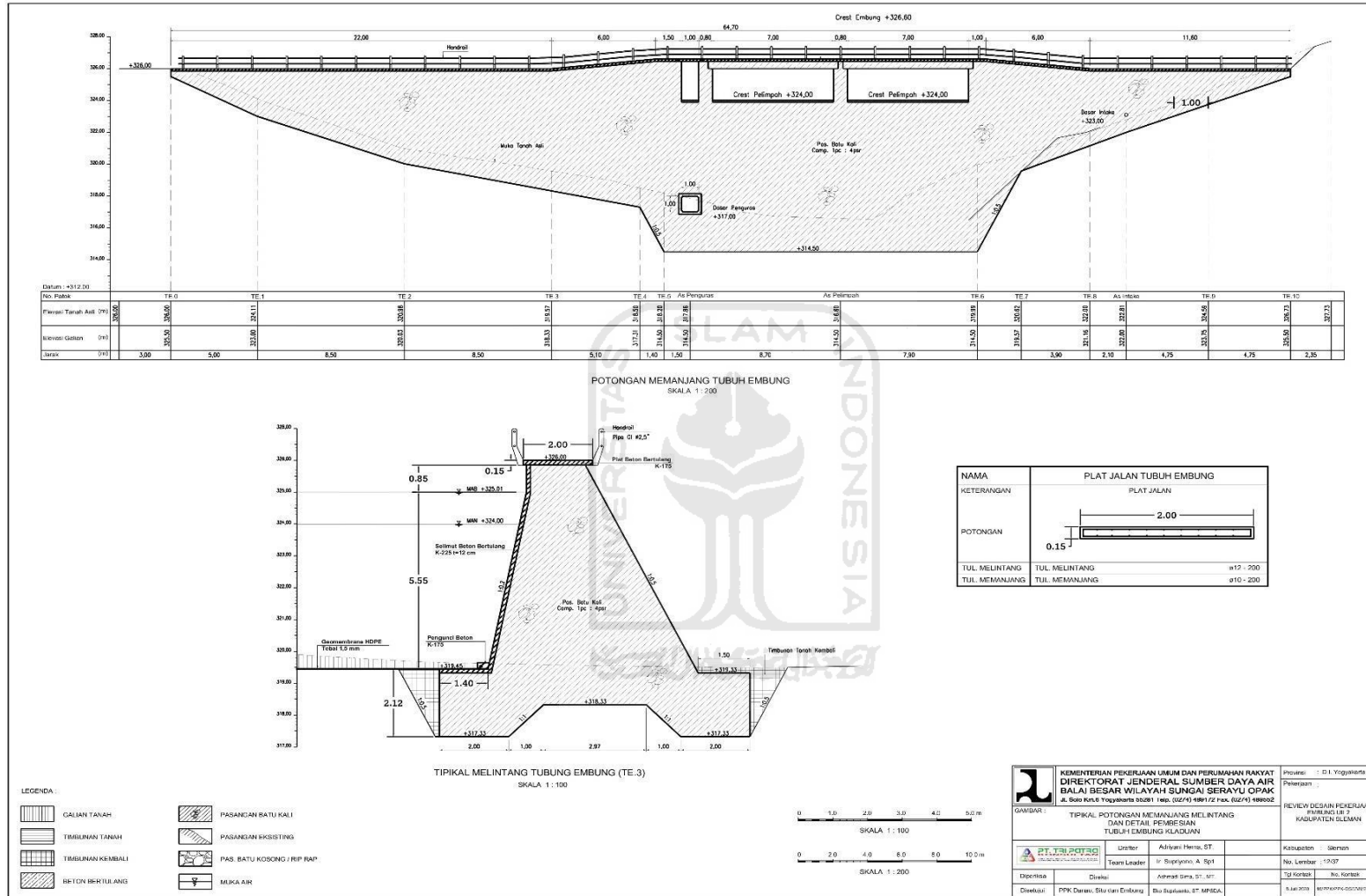
RE - SCHEDULE I



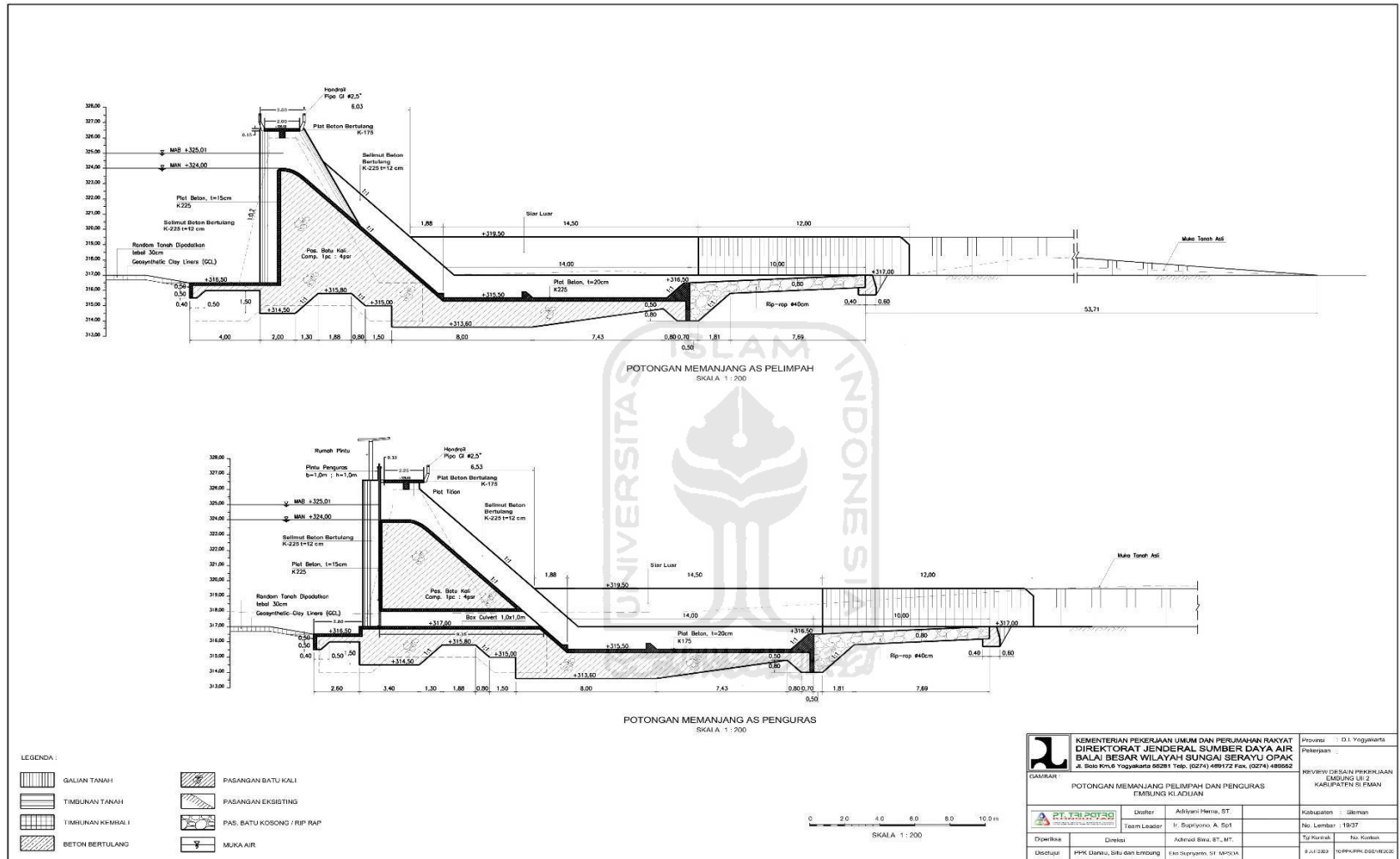
Lampiran 1 Time schedule



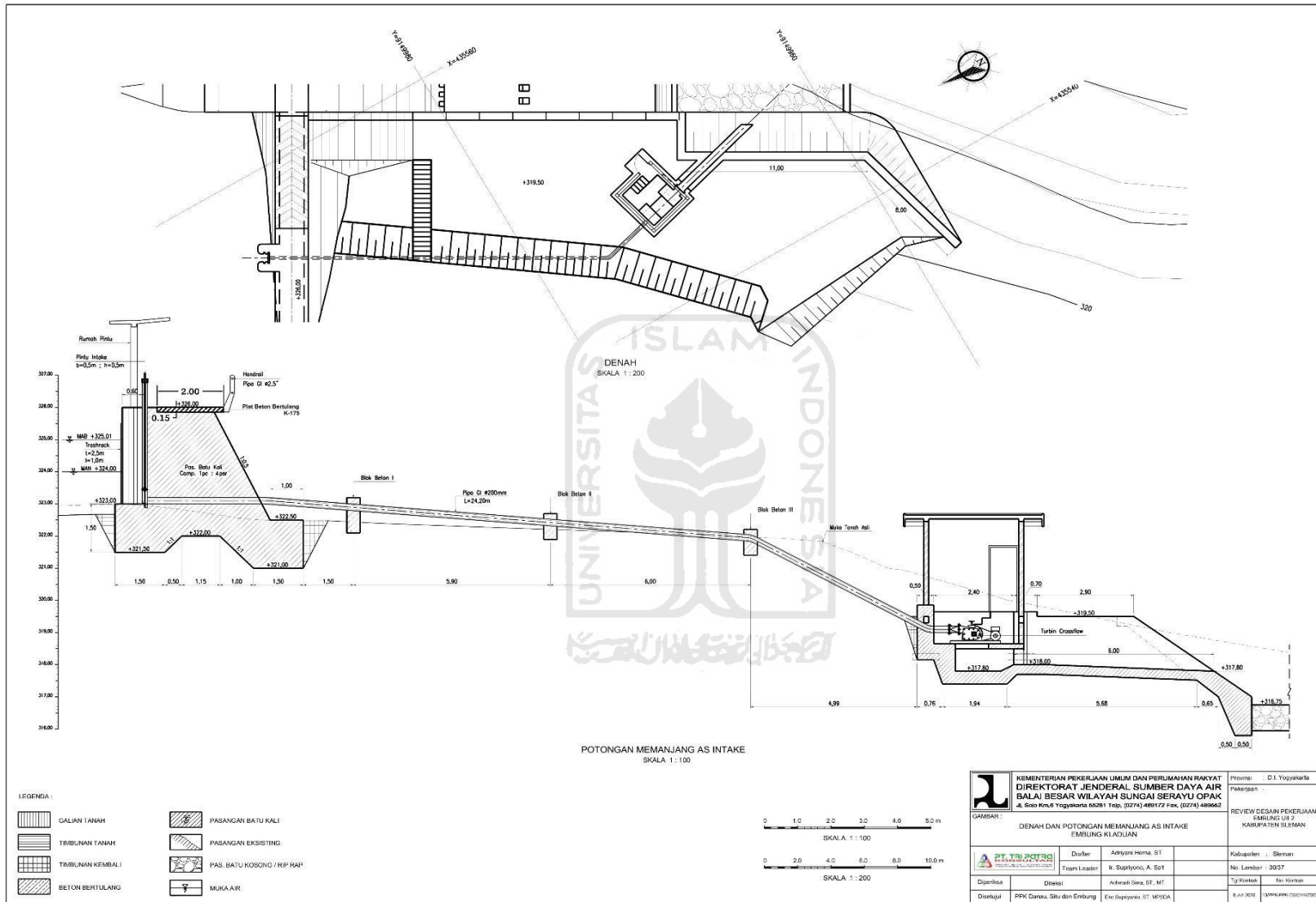
Lampiran 3 Denah Embung



Lampiran 4 tipikal potongan memanjang melintang dan detail pembesian tubuh embung



Lampiran 5 Potongan memanjang pelimpah dan penguras



Lampiran 6 Denah dan potongan memanjang AS Intake

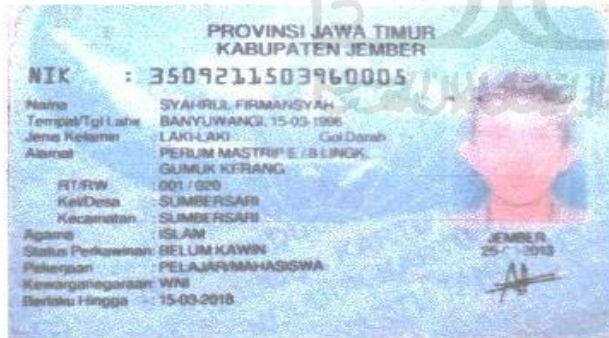
DATA RESPONDEN

1. Nama : Syahrul Firmansyah
2. Jenis Kelamin : Laki-Laki
3. Umur : 24 Tahun
4. Nama perusahaan : PT. Tri Patra Konsultan
5. Jabatan dalam proyek Pembangunan Embung UUI tahap 2: Asisten Quality
6. Pendidikan terakhir:
 - a. SMA/SMK
 - b. D3
 - c. S1
 - d. Lainnya
7. Pengalaman bekerja dibidang konstruksi:
 - a. <5 tahun
 - b. 5-10 tahun
 - c. >10 tahun

Menyatakan bahwa mahasiswa dibawah ini:

Nama : Mochammad Jum'atul Rhammadhan
Nim : 13511318
Jurusan : Teknik Sipil FTSP UUI

Benar-benar telah melakukan pengambilan data dan berkonsultasi di lapangan pada proyek pembangunan embung uui tahap 2 melalui wawancara langsung.



Sabtu, 07 November 2020

Narasumber wawancara,

Syahrul firmansyah

Lampiran 7 Data Responden

Lampiran 8 Gambar pengambilan data di lokasi proyek



Lampiran 8.1 Gambar pekerjaan tubuh embung



Lampiran 8.2 Gambar pekerjaan pemasangan batu



Lampiran 8.3 Gambar pekerjaan plesteran



Lampiran 8.4 Gambar konsultasi dengan konsultan di lapangan



Lampiran 8.5 Gambar konsultasi dengan konsultan di lapangan



Lampiran 8.6 Gambar peneliti dan konsultan di lapangan