

PENJADWALAN ULANG PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT PARU DUNGUS MADIUN

(Studi Kasus: Pembangunan Gedung Rumah Sakit Paru Dungus Madiun)

Candra Widiyanti¹, Dafid Irawan^{2*}, Abdul Halim³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang, Jl. Borobudur No. 35
Malang 65128 – Telp. 0341-492282, 411291 Faks. 0341-496919

*Email Korespondensi: dafidirawan70@gmail.com

ABSTRAK

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing memiliki kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Kinerja penjadwalan proyek pembangunan RSUD Building Dungus Madiun berdasarkan laporan proyek pembangunan tidak ada penundaan selama 2 bulan, karena pemilik proyek menginginkan proyek selesai sesuai jadwal, sehingga durasi proyek dipercepat dari 180 hari menjadi 120 hari. Dalam penelitian ini untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek agar tidak terjadi keterlambatan maka peneliti menggunakan metode crash program. Pada metode crash program tidak ada penambahan tenaga kerja tetapi dilakukan dengan menambah jam kerja atau lembur pada pekerjaan di jalur kritis. Hasil penjadwalan menggunakan crash program untuk mencapai durasi 180 hari hingga 120 hari membutuhkan 18 kali crash dengan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 4.788.805.576.

Kata kunci: Ms. Project, Rescheduling, Jalur Kritis, Program Crash, Jam Lembur.

ABSTRAK

There are several project scheduling methods that are used to manage project time and resources. Each has its advantages and disadvantages. Considerations for using these methods are based on the needs and results to be achieved against scheduling performance. The scheduling performance of the Dungus Madiun Building Hospital project based on the project report was not delayed for 2 months, because the project owner wanted the project to be completed as scheduled, so the duration of the project was accelerated from 180 days to 120 days. In this study to speed up the completion time of the project so that there are no delays, researchers use the crash program method. In the crash method of the program there is no increase in labor but is done by increasing working hours or overtime on jobs on critical lines. Scheduling results using program crashes to reach a duration of 180 days to 120 days require 18 crashes with a required cost of Rp 4,788,805,576.

Keywords: Ms Project, Rescheduling, critical path, crash program, overtime hours.

1. PENDAHULUAN

Dalam pelaksanaan proyek konstruksi berbagai hal dapat terjadi yang bisa menyebabkan bertambahnya waktu pelaksanaan dan penyelesaian proyek. Banyaknya masalah keterlambatan proyek, maka percepatan proyek sangat diperlukan dalam penyelesaian proyek atau untuk mengatasi masalah keterlambatan. Dalam melakukan percepatan proyek tidak dapat dilaksanakan tanpa adanya perencanaan yang baik, salah satunya untuk percepatan dapat menggunakan alternatif kerja lembur. Rumah sakit paru Dungus Madiun adalah suatu lembaga pelayanan kesehatan yang melayani pasien dalam gangguan paru dan umum. Dimana sebelumnya rencana jadwal proyek pembangunan gedung 6 bulan atau 180 hari kerja, akan tetapi 2 bulan pertama proyek belum ada realisasi, maka selaku pemilik proyek (*owner*) ingin pembangunan proyek rumah sakit selesai sesuai jadwal sebelumnya, sehingga penjadwalan

(Received: 8 Februari 2021 / Revised: 1 Maret 2021 / Accepted: 1 Maret 2021)

Permalink/DOI: <http://dx.doi.org/>_____

proyek dipercepat dari 6 bulan menjadi 4 bulan. Dari uraian diatas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang penjadwalan ulang proyek pembangunan gedung Rumah Sakit Paru Dungus Madiun, yang diharapkan dapat memberikan usulan terhadap kontraktor atau pelaksana untuk melakukan percepatan penyelesaian proyek dan untuk mengetahui percepatan waktu dan biaya, dengan alternatif menambah jam kerja atau lembur pada pekerjaan yang berada di lintasan kritis menggunakan metode *crash program*[1]. Kajian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana melakukan percepatan durasi pada proyek Pembangunan Gedung Rumah Sakit Paru Dungus Madiun.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya dilaksanakan satu kali dan umumnya mempunyai waktu yang pendek dimana awal dan akhir proyek relatif pasti. Proyek konstruksi adalah proyek yang berkaitan dengan upaya pembangunan sesuatu bangunan infrastruktur, yang umumnya mencakup pekerjaan pokok yang termasuk dalam bidang teknik sipil dan arsitektur[2].

2.2 Penjadwalan Proyek

Menurut Husen Abrar (2009)[3] penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material serta rencana durasi proyek dan progres waktu untuk menyelesaikan proyek[4]. Secara umum penjadwalan proyek mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut ini:

- a. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/ kegiatan mengenai batas- batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
- b. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
- c. Memberikan sarana untuk menilai kemajuan pekerjaan.
- d. Menghindari pemakaian sumber daya berlebih, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
- e. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
- f. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

2.3 Metode Penjadwalan Proyek

Ada beberapa metode penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengelola waktu dan sumber daya proyek. Masing-masing metode memiliki kelebihan dan kekurangan. Pertimbangan penggunaan metode-metode tersebut didasarkan atas kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai terhadap kinerja penjadwalan. Dalam perencanaan waktu untuk pelaksanaan pekerjaan ini banyak sekali tetapi yang diambil hanya tiga metode yaitu: waktu dan durasi kegiatan, jaringan kerja (*Network Planning*), dan Kurva S. Penjelasan metode yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Waktu dan Durasi Kegiatan

Dalam penjadwalan terdapat beberapa perbedaan antara waktu (*time*) dan kurun waktu (*duration*), bila waktu menyatakan siang/malam, sedangkan durasi menyatakan lamanya waktu yang dibutuhkan dalam melakukan kegiatan seperti lamanya kerja dalam satu ari 8 jam[5].

b. Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Jaringan Kerja (*Network Planning*) adalah salah satu alat yang dipakai dalam menyelenggarakan pekerjaan atau proyek yang meliputi tahap perencanaan, pelaksanaan dan pengawasan. Terdapat beberapa versi jaringan kerja (*Network Planning*) tetapi di sini penulis menggunakan jaringan kerja PDM (*precedence diagram method*[6]). Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada di bagian *node* sehingga sering disebut juga *Activity On Node* (AON).

c. Kurva S

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh bagian proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana, dan di sinilah diketahui apakah dalam proyek tersebut mengalami keterlambatan atau tidak. Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode di antara durasi proyek di plotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva S. Untuk menghitung bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan berupa perhitungan persentase sebagai berikut:

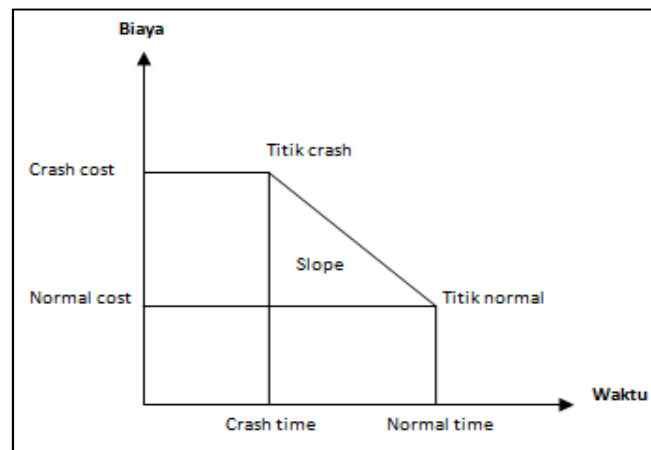
$$\text{Bobot (\%)} = \frac{\text{Jumlah biaya setiap pekerjaan}}{\text{nilai proyek}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

2.4 Microsoft Project

Microsoft Project merupakan software administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek dengan mudah dan saling terintegrasi, baik dari segi waktu yang digunakan dalam menyelesaikan proyek, biaya dari *resource*, dan *scope* atau ruang lingkup[7]. *Microsoft Project* memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna yaitu dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, karena ditunjang dengan informasi alokasi waktu yang dibutuhkan untuk tiap proses, serta kebutuhan sumber daya untuk setiap proses sepanjang waktu, mudah dilakukan modifikasi, jika ingin dilakukan rescheduling dan penyusunan jadwal produksi yang tepat akan lebih muda dihasilkan dengan waktu yang cepat.

2.5 Metode Crashing Project

Crashing Project merupakan tindakan untuk mengurangi durasi pekerjaan setelah menganalisa alternatif-alternatif yang ada dari jaringan kerja[8]. Bertujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah. *Project crashing* atau *crash program* dilakukan dengan cara perbaikan jadwal menggunakan *network planning* yang berada pada lintasan kritis[3]. Sering kali dalam *crashing* terjadi trade-off, yaitu pertukaran waktu dengan biaya. Berikut **Gambar 1** adalah grafik hubungan waktu dan biaya.



Gambar 1. Hubungan waktu dan biaya dengan *Direct Cost*
(sumber: Husen, Abrar: 2009)

Untuk memperbaiki jadwal pada lintasan kritis digunakan *cost slope* terkecil dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Cost slope (biaya tambahan langsung untuk mempercepat aktivitas persatuan waktu)} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Time} - \text{Crash Time}} \dots\dots\dots (2)$$

Lintasan kritis (*critical path*) merupakan aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama[9]. Jadi, Lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan

waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan[10]. Berikut tahapan dalam melakukan crashing[11].

- a. Gambar diagram jaringan untuk setiap kejadian
- b. Tentukan garis edar kritis dan lamanya proyek
- c. Pilih aktivitas pada garis edar kritis dan kurangi waktu aktivitas tersebut semaksimal mungkin
- d. Hitung biaya *crashing*
- e. Perbarui semua waktu kegiatan, jika batas waktu yang diinginkan telah tercapai, maka berhenti. Jika tidak, maka ulangi langkah a.

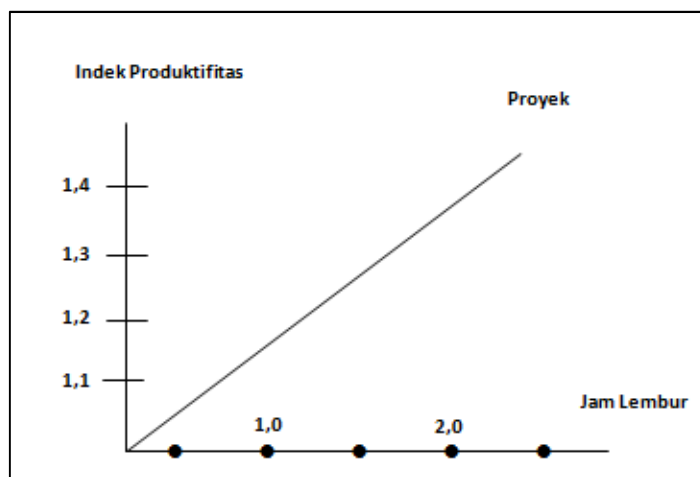
2.6 Pelaksanaan Kerja Lembur

Mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan dengan penambahan jam kerja atau lembur merupakan salah satu usaha dalam menambah produktivitas kerja sehingga dapat mempercepat waktu pelaksanaan pekerjaan[4]. Adapun rencana kerja dalam melakukan penambahan jam kerja untuk mempercepat durasi pekerjaan adalah:

- a. Waktu kerja normal adalah 8 jam (08.00-17.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal.
- b. Harga upah pekerja untuk kerja lembur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 102.TH/2014 pasal 11 diperhitungkan sebagai berikut[12]:
 - Untuk jam kerja lembur pertama, harus dibayar upah lembur sebanyak 1,5 (satu setengah) kali upah sejam;
 - Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah lembur sebanyak 2 (dua) kali upah sejam.

2.7 Produktivitas Kerja Lembur

Secara umum produktivitas merupakan perbandingan antara output dan input, output dapat dilihat dari hasil pekerjaan dan input berupa jumlah sumber daya yang digunakan seperti tenaga kerja dan material[13]. Sehingga kerja lembur tidak dapat dihindari misalnya untuk mengejar sasaran jadwal yang sudah ditentukan, meskipun akan menurunkan efisiensi pekerja. Sehingga dalam memperkirakan waktu untuk pekerjaan lembur perlu diperhatikan. **Gambar 2** merupakan grafik menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, jika jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah.



Gambar 2. Grafik indikasi penurunan produktivitas karena kerja lembur (sumber: Soeharto, 1995)

Dengan menambahkan jam kerja akan mempengaruhi efisiensi proyek[14]. Produktivitas untuk alternatif ini dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

a. Produktivitas harian = $\frac{Volume}{Durasi Normal}$ (3)

b. Produktivitas/ jam = $\frac{Produktifitas Harian}{Jam Kerja Normal}$ (4)

c. Produktivitas sesudah *crashing*
 $= (8\text{jam} \times \text{prod tiap jam}) + (a \times b \times \text{prod tiap jam}) \dots \dots \dots (5)$

Dimana: a = jumlah kerja lembur

b = koefisien penurunan prod kerja lembur

d. $\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{produktifitas sesudah crash}} \dots \dots \dots (6)$

e. $\text{Crash Cash} = \text{Biaya Langsung Normal} + \text{Biaya Upah Lembur Total} \dots \dots \dots (7)$

2.8 Hubungan Biaya Terhadap Waktu

Biaya total proyek adalah penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tak langsung yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat tergantung oleh lamanya pengerjaan proyek. Biaya langsung dan biaya tak langsung dapat berubah-ubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek[10].

2.9 Rencana Anggaran Biaya Proyek

Rencana Anggaran Biaya (RAB) adalah besarnya estimasi seluruh biaya yang diperlukan untuk merealisasikan pembangunan suatu pekerjaan konstruksi mulai dari pekerjaan persiapan sampai dengan konstruksi tersebut siap untuk dimanfaatkan sesuai dengan fungsi yang telah direncanakan[2].

Tahapan identifikasi perencanaan biaya proyek adalah sebagai berikut[3]:

1. Tahapan pengembangan konseptual, biaya dihitung secara global berdasarkan informasi desain yang minim. Dipakai perhitungan berdasarkan unit biaya bangunan berdasarkan harga per meter persegi.
2. Tahapan desain konstruksi, biaya proyek dihitung secara agak detail berdasarkan volume pekerjaan dan informasi harga satuan.
3. Tahap pelelangan, biaya proyek dihitung oleh beberapa kontraktor agar didapat penawaran terbaik, berdasarkan spesifikasi teknis dan gambar kerja yang cukup dalam usaha mendapatkan kontrak pekerjaan.
4. Komponen biaya total proyek biasanya terdiri dari:
 - Biaya langsung (*direct cost*), merupakan biaya tetap selama proyek berlangsung, terdiri atas biaya tenaga kerja, material, dan peralatan.
 - Biaya tak langsung (*indirect cost*), merupakan biaya tidak tetap selama proyek berlangsung, yang dibutuhkan guna penyelesaian proyek. Yang termasuk dalam biaya ini adalah biaya manajemen proyek, tagihan pajak, biaya perizinan, asuransi, administrasi, ATK, keuntungan/ profit.

Menghitung biaya-biaya tidak terduga yang perlu diadakan anggaran biaya harus dikerjakan dengan baik dan memenuhi syarat-syarat atau peraturan yang telah berlaku, dimana rumus dari Rencana Anggaran Biaya dapat dihitung dengan rumus berikut[15]:

$\text{RAB} = \text{Volume} \times \text{Harga Satuan Pekerjaan} \dots \dots \dots (8)$

1) Volume Pekerjaan

Volume suatu pekerjaan adalah menghitung jumlah banyak volume pekerjaan dalam suatu satuan. Volume dihitung berdasarkan kepada gambar bestek. Volume juga disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Jadi, volume (kubikasi) suatu pekerjaan, bukanlah merupakan volume (isi sesungguhnya) melainkan jumlah volume pekerjaan menurut satuannya[10].

2) Harga Satuan Pekerjaan (HSP)

Harga satuan pekerjaan dapat diartikan biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu satuan pekerjaan yang meliputi harga material, upah tenaga kerja, dan sewa alat. Dapat dihitung dengan menggunakan rumus dibawah (Standar harga barang dan standar biaya kegiatan pemerintah Kota Madiun Tahun Anggaran 2017).

$\text{HSP} = \sum (\text{Koefisien} \times \text{Harga Satuan Pasar}) \dots \dots \dots (9)$

Keterangan:

Koefisien	: angka pengali (lihat tabel SNI)
Harga satuan pasar	: harga yang berlaku pada waktu

Adapun tahapan-tahapan dalam penyusunan HSP pada proyek yang baik yaitu sebagai berikut:

- a. Langkah awal sebelum penyusunan Harga Satuan Pekerja dimulai dari pengelompokan jenis pekerjaan/WBS (*Work Breakdown Structure*) pada proyek bangunan gedung, misal pada pekerjaan persiapan, pekerjaan lapangan, pekerjaan beton, dll.
- b. Setelah penyusunan WBS dapat dilakukan perhitungan volume/BOQ (*Bill of Quantity*) untuk mengetahui kuantitas pada setiap pekerjaan. Perhitungan volume yang dilakukan harus sesuai dari gambar bestek.
- c. Mencari daftar harga analisa satuan bahan dan upah dari kota dan tahun yang terkait.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian bertujuan untuk menentukan kegiatan-kegiatan kritis dalam proyek konstruksi menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*). Analisa data menggunakan metode *analitis* dan *deskriptif*. *Analitis* berarti data yang sudah ada diolah sedemikian rupa sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan. Sedangkan *deskriptif* maksudnya adalah dengan memaparkan masalah-masalah yang sudah ada atau tampak serta kesimpulan dari hasil analisis.

3.1 Pengumpulan Data

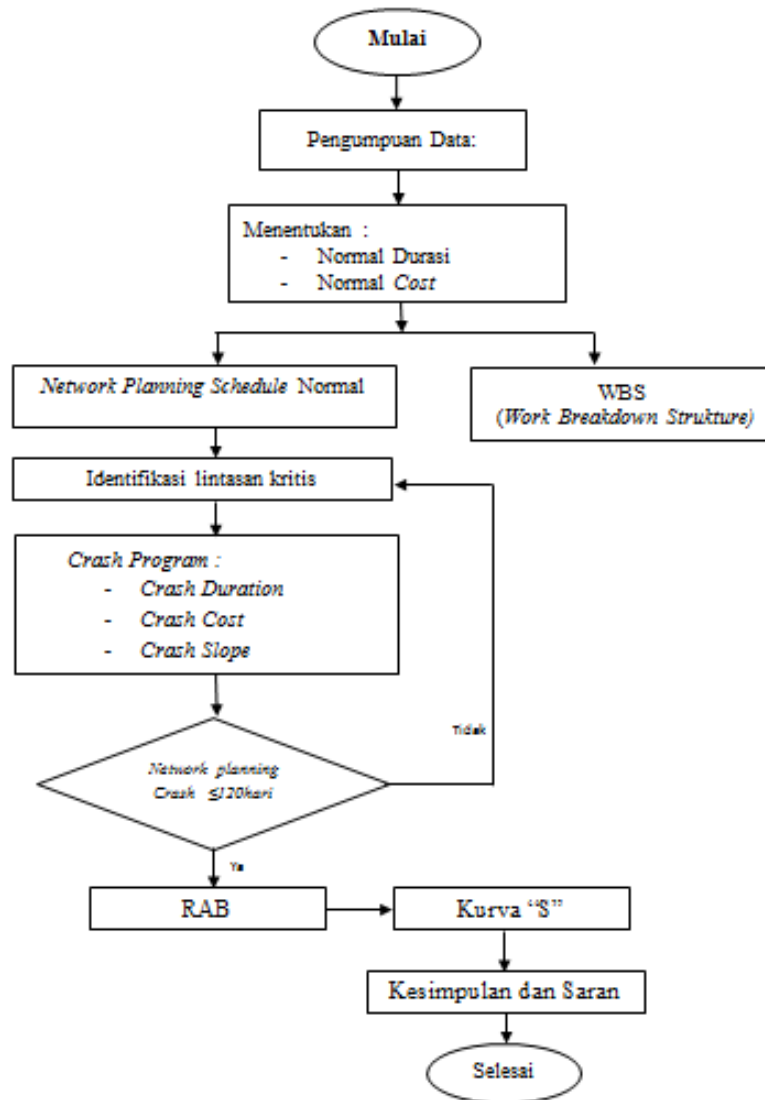
Pengumpulan data merupakan proses pengadaan data bagi kepentingan penyelesaian skripsi. Pengumpulan data ini sangat penting. Data dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana meliputi *Shop Drawing*, data *Time Schedule*, Rencana Anggaran Biaya dan Daftar Harga Upah dan Bahan Kota Madiun 2017, dari data yang terkumpul akan dianalisis dan dibuat kesimpulan hasil penelitian.

3.2 Analisa Data

Data terkait yang telah dikumpulkan diolah dan dianalisis dengan tahapan sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi Permasalahan yang akan diajukan dan menentukan batasan-batasan masalah yang akan digunakan dalam menyusun skripsi.
2. Menentukan Dasar-Dasar Teori yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diajukan atau direncanakan dengan sumber yang dipakai.
3. Metode Penelitian cara atau metode-metode yang ditempuh peneliti untuk menyelesaikan penelitian.
4. Menyusun *Work Breakdown Structure*/ membuat urutan aktivitas dan membuat logika ketergantungan serta lama estimasi pekerja
5. Membuat Jaringan Kerja (*Network Planning*) menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan menggunakan alat bantu *Microsoft Office Project* serta menganalisa aktivitas-aktivitas yang termasuk dalam kegiatan kritis
6. Menghitung biaya *crash cost* dari setiap aktivitas-aktivitas di lintasan kritis
7. Menghitung nilai *slope* masing-masing kegiatan
8. Menghitung Rencana Anggaran Biaya akibat percepatan dengan tetap mengacu pada HSPK dan Metode Pelaksanaan yang di buat.
9. Menyusun jaringan kerja waktu dipercepat (*Network Planning*)
10. Membuat Kurva "S" pekerjaan *Crashing*

3.3 Diagram Alir Penelitian (*Flowchart*)



Gambar 3. *Flowchart* pengerjaan penjadwalan proyek

4. HASIL PEMBAHASAN

4.1 *Work Breakdown Structure*, Durasi dan Hubungan ketergantungan Waktu Normal

Urutan pekerjaan atau *Work Breakdown Structure* (WBS) bertujuan untuk memecah atau membagi pekerjaan ke dalam bagian yang lebih kecil (sub-kegiatan)[16]. Untuk memudahkan proses perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian proyek, maka item-item pekerjaan yang harus disusun dan dikelompokkan mulai dari kegiatan paling awal dilaksanakan sampai dengan kegiatan yang paling akhir. Untuk menyusun *Work Breakdown Structure* memerlukan data gambar perencanaan sebagai acuan.

4.2 Membuat Kurva S Normal

Dari data rencana anggaran biaya, dan *time schedule* yang di dapat, pengerjaan dilanjutkan dengan pembuatan Kurva "S" sebagai acuan prestasi kemajuan pekerjaan terhadap satuan waktu. Pada pembuatan Kurva "S" ditentukan juga persentase bobot pekerjaan yang merupakan besarnya persentase dimana setiap subtotal pekerjaan disbanding dengan pekerjaan seluruhnya. Berikut rumus dalam menentukan bobot suatu pekerjaan:

$$\text{Bobot (\%)} = \frac{\text{Biaya per item pekerjaan}}{\text{Total anggaran}} \times 100\% \dots\dots\dots (10)$$

4.3 Membuat Jaringan Kerja Waktu Normal (*Network Planning*)

Dari susunan atau kelompok kegiatan (WBS), hubungan ketergantungan serta durasi yang ditentukan, disusun jaringan kerja menggunakan Metode *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan bantuan *MS Project*.

4.4 Analisa Metode *Crash Program*

Setelah didapat aktivitas-aktivitas pekerjaan yang berada pada lintasan kritis, percepatan penyelesaian proyek pembangunan Gedung Rumah Sakit Paru Dungus Madiun ini dilakukan dengan menggunakan jam lembur. Rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat waktu penyelesaian sebuah pekerjaan dengan metode jam lembur sebagai berikut[11]:

- Kegiatan normal menggunakan 8 jam kerja dan 1 jam istirahat (08.00-17.00 WIB), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal selama 4 jam per hari (18.00-22.00 WIB). Tenaga kerja lembur sama dengan tenaga kerja reguler.
- Harga upah pekerja untuk kerja lembur diperhitungkan 1,5 kali upah sejam pada kerja normal, dan untuk jam berikutnya 2 kali upah sejam pada waktu normal.
- Produktivitas untuk kerja lembur diperhitungkan sebesar 60% dari produktivitas normal.

4.5 Menghitung Percepatan Waktu Penyelesaian

Dalam menganalisis percepatan waktu dilakukan pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.

a) Pekerjaan Beton Balok

$$\text{Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} = \frac{11,62}{10} = 1,162 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Produktivitas/ jam} = \frac{\text{Produktifitas Harian}}{\text{Jam Kerja Normal}} = \frac{1,162}{8} = 0,145 \text{ m}^2/\text{hari/jam}$$

Produktivitas kerja harian yang terjadi setelah dilakukan percepatan waktu penyelesaian pada kegiatan adalah 8 jam dalam sehari ditambah kerja lembur selama 4 jam, sehingga produktivitas harian setelah *crash* menjadi = (8 jam x produktivitas per jam) + (4 jam x 0,6 x produktivitas per jam)

Selanjutnya waktu penyelesaian kegiatan setelah dilakukan *crash*:

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas}}$$

$$\text{Produktivitas setelah crashing} = (8 \times 0,145) + (4 \times 0,6 \times 0,145) = 1,51 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Crash Duration} = \frac{11,62}{1,51} = 7,69 \text{ hari}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan setelah dilakukan *crash* adalah 7,69 hari, sehingga waktu yang dipercepat 2,30 hari.

$$\text{Produktivitas setelah crashing} = (8 \times 0,025) + (4 \times 0,6 \times 0,025) = 0,26 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Crash Duration} = \frac{1,22}{0,26} = 4,63 \text{ hari}$$

Jadi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan setelah dilakukan *crash* adalah 4,63 hari, sehingga waktu yang dipercepat 1,37 hari.

b) Menghitung *Crash Cost*

Akibat percepatan waktu penyelesaian kegiatan, terjadi peningkatan biaya dalam hal pembayaran upah pekerja atau dikenal dengan *crash cost* pekerja[17]. Untuk perhitungannya sebagai berikut:

a. Pekerjaan Beton Balok

Harga satuan upah pekerja

$$0,0830 \text{ mandor} \times \text{Rp } 110.000 = \text{Rp } 9.130$$

$$1,6500 \text{ pekerja} \times \text{Rp } 88.000 = \text{Rp } 145.200$$

$$\text{Total} = \text{Rp } 154.330$$

Produktivitas normal tiap jam

$$= 0,145 \text{ m}^2/\text{hari/jam}$$

Upah normal pekerja per jam
 = Rp 154.330 x 0,145 = Rp 22.377,85
 Biaya lembur pekerja
 = (1,5 x Rp 22.377,85) + (4 x 2 x Rp 22.377,85)
 = Rp 213.589,57
 Crash cost pekerja per hari
 = (8 x normal cost per jam) + Upah lembur 4 jam
 = (8 x Rp 22.377,85) + Rp 213.589,57
 = Rp 391.612,37
 Menghitung *crash cost* total
 = *crash cost* pekerja per hari x *crash duration*
 = Rp 391.612,37 x 7,69 = Rp 3.011.499,16

4.6 Perhitungan *Cost Slope* Gedung Rumah Sakit Paru Dungus

Setelah mendapatkan percepatan waktu dan biaya setelah *crash* maka selanjutnya menghitung nilai *cost slope* dari masing-masing pekerjaan yang dilakukan *crash*.

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Biaya dipercepat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktu normal} - \text{waktu dipercepat}} \dots \dots \dots (11)$$

Berikut **Tabel 1** hasil perhitungan *cost slope* pekerjaan-pekerjaan yang sudah dilakukan *crashing*.

Tabel 1. *Cost Slope*

No	Jenis Pekerjaan	Waktu Normal (hari)	Crash Duration (hari)	Biaya Normal	Biaya Akibat Percepatan	Cost Slope
		a	b	c	d	e=(d-c)/(a-b)
1	Pekerjaan Beton Balok	10	7,69	Rp 1.790.228	Rp 3.011.499	Rp 528.689
2	Pekerjaan Beton Meja	6	4,63	Rp 185.196	Rp 312.615	Rp 93.006
3	Pekerjaan Beton Plat Lantai	12	9,23	Rp 4.548.318	Rp 7.652.795	Rp 1.120.750
4	Pekerjaan Pasangan	18	13,85	Rp 20.324.304	Rp 34.209.050	Rp 3.345.722
5	Pekerjaan Pintu dan Jendela	23	17,68	Rp 226.121	Rp 380.228	Rp 28.967
6	Pekerjaan Pengecatan	20	15,38	Rp 6.996.744	Rp 11.769.836	Rp 1.033.137
7	Pekerjaan elektrik	40	30,77	Rp 7.904.547	Rp 13.301.253	Rp 584.692

(sumber: hasil perhitungan)

4.7 Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek dan Perhitungan Total Biaya

Percepatan waktu penyelesaian proyek dilakukan di semua kegiatan yang berada pada lintasan kritis[18]. Dari Tabel 4.1 diketahui nilai-nilai *cost slope* pada pekerjaan yang sudah dilakukan *crashing*. perhitungan percepatan waktu pekerjaan adalah sebagai berikut:

Total waktu pelaksanaan proyek normal = 180 hari
 Waktu total penyelesaian pekerjaan yang di *crash* = 129 hari
 Waktu total pekerjaan setelah *crash* = 99,23 hari
 Waktu yang dipercepat = 129 – 99,23 = 29,77 hari
 Total waktu percepatan setelah *crash* = 180 – 29,77 = 150,23 hari

Total *cost* merupakan jumlah dari biaya langsung proyek ditambah biaya tidak langsung proyek. Dari data rencana anggaran biaya (RAB) diketahui besarnya biaya proyek pembangunan adalah Rp 4.209.960.956,75, yang termasuk biaya tak langsung dalam proyek ini adalah biaya *overhead* terdiri dari biaya gaji staff dan biaya operasional proyek sebesar Rp 4.000.000 per hari.

Biaya tambahan = *cost slope* x total percepatan. Berikut **Tabel 2** adalah hasil perhitungan total biaya tambahan pada pekerjaan setelah dilakukan percepatan.

Tabel 2. Biaya Tambahan Setelah Dipercepat

No	Jenis Pekerjaan	Cost Slope	Total Percepatan	Biaya Tambahan
		a	b	c=a*b
1	Pekerjaan Beton Balok	Rp 528.689	2,31	Rp 1.221.271
2	Pekerjaan Beton Meja	Rp 93.006	1,37	Rp 127.419
3	Pekerjaan Beton Plat Lantai	Rp 1.120.750	2,77	Rp 3.104.478
4	Pekerjaan Pasangan	Rp 3.345.722	4,15	Rp 13.884.746
5	Pekerjaan Pintu dan Jendela	Rp 28.967	5,32	Rp 154.107
6	Pekerjaan Pengecatan	Rp 1.033.137	4,62	Rp 4.773.092
7	Pekerjaan elektrik	Rp 584.692	9,23	Rp 5.396.706

Berikut perhitungan total *cost* atau total biaya setelah percepatan:

Total biaya tambahan = Rp 28.661.818,-

Biaya tak langsung = Total RAB normal + Total biaya tambahan = Rp 4.209.960.956,75 + Rp 28.661.818,- = Rp 4.238.622.775,-

biaya langsung = 150,23 x Rp 4.000.000 = Rp 600.920.000,-

Total *Cost* = Biaya langsung + Biaya tak langsung

= Rp 4.238.622.775,- + Rp 600.920.000,-

= Rp 4.839.542.775,-

Berdasarkan perhitungan total *cost* diatas diketahui waktu penyelesaian proyek adalah 150,23 hari dengan biaya total sebesar Rp 4.839.542.775,-

4.8 Anggaran Biaya *Crashing*

Setelah total biaya tambahan diketahui dan sudah sesuai dengan jadwal rencana yaitu ≤ 120 hari. Selanjutnya dilakukan perhitungan seluruh total biaya proyek, yang didapat dengan menjumlah dengan rencana anggaran biaya normal. Untuk rencana anggaran biaya (RAB) sendiri didapat dari jumlah total item pekerjaan dikalikan dengan volume pekerjaan disajikan dalam bentuk tabel. **Tabel 3** adalah perhitungan total penyelesaian proyek sebagai berikut:

Tabel 3. Total Biaya Penyelesaian Proyek Setelah Dipercepat

No	Jenis Pekerjaan	Tambahan Biaya
		a
1	Pekerjaan Beton Balok	Rp 1.572.480
2	Pekerjaan Beton Meja	Rp 65.687
3	Pekerjaan Beton Plat Lantai	Rp 4.620.584
4	Pekerjaan Pasangan	Rp 25.176.026
5	Pekerjaan Pintu dan Jendela	Rp 301.010
6	Pekerjaan Pengecatan	Rp 8.951.720
7	Pekerjaan Elektrikal	Rp (2.579.656)
8	Pekerjaan Kolom Praktis	Rp 2.506.648
9	Pekerjaan Balok 10/50	Rp 5.473.648
10	Pekerjaan Pasangan	Rp 14.050.134
11	Pekerjaan Pengecatan	Rp 767.676
12	Pekerjaan Balok Beton	Rp 1.224.282
13	Pekerjaan Plat Beton	Rp 3.616.427
14	Pekerjaan Beton Meja	Rp (59.744)
15	Pekerjaan Pasangan	Rp 16.372.025

16	Pekerjaan Mekanikal dan Elektrical	Rp	11.193.619
17	Pekerjaan Pengecatan Interior	Rp	164.021
18	Pekerjaan Waterproofing	Rp	5.428.032
	Biaya Langsung Sebelum Crash	b	Rp 4.209.960.957
	Biaya Tak Langsung Perhari	c	Rp 4.000.000
	Total Biaya Langsung Setelah Crash	d	Rp 4.308.805.576
	Durasi Setelah Crash	e	Rp 120
	Biaya Tak Langsung	f=c*e	Rp 480.000.000
	Total Biaya	g=d+f	Rp 4.788.805.576

(Sumber: hasil perhitungan)

5. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa data dan pembahasan yang dilakukan pada bab sebelumnya maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini yaitu penjadwalan pada proyek ini menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) untuk menganalisa kegiatan-kegiatan kritis, dari analisa pertama PDM waktu normal didapat kegiatan-kegiatan yang termasuk dalam aktivitas kritis adalah: Pekerjaan beton balok, beton meja, plat beton, pemasangan, pintu dan jendela, pengecatan dan mekanika electrical. Pada proyek pembangunan Gedung Rumah Sakit Paru Dungus Madiun memiliki durasi normal 180 hari dengan total biaya Rp 4.209.960.956,75. Dalam melakukan percepatan durasi dilakukan dengan menggunakan metode *crash program* untuk alternatif penambahan jam kerja/ lembur diperlukan 18 kali *crashing*. Berdasarkan perhitungan percepatan waktu dan biaya pada proyek pembangunan Rumah Sakit Paru Dungus Madiun dengan metode *crash program* diperoleh waktu penyelesaian proyek adalah 120 hari kerja dengan biaya sebesar Rp 4.788.805.576,-.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Z. Citra, B. Susetyo, and P. Wibowo, "Optimasi Kinerja Proyek dengan Penerapan Metode Crashing dan Linear Programming pada Proyek Bulk Godown," *Rekayasa Sipil Mercu Buana*, vol. 7, no. 2, pp. 106–113, 2018.
- [2] I. Dipohusodo, *Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 2*, Cetakan ke-7. Yogyakarta: Kanisius, 1996.
- [3] A. Husen, *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwalan dan Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: CV Andi Offset, 2011.
- [4] A. Frederika, "Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi," *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, vol. 14, no. 2, 2010.
- [5] F. Y. Wohon, R. J. Mandagi, and P. Pratisis, "Analisa Pengaruh Percepatan Durasi pada Biaya Proyek Menggunakan Program Microsoft Project 2013 (Studi Kasus: Pembangunan Gereja GMIM Syaloom Karombasan)," *Jurnal Sipil Statik*, vol. 3, no. 2, pp. 141–150, 2015.
- [6] R. Saputra, I. Farni, and I. Khaidir, "Analisa Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off," *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [7] E. H. Atmoko and A. Sutanto, *Mudah Mengelola Proyek dan Pembukuannya Menggunakan Microsoft Office Project dan MYOB Accounting*. Yogyakarta: Andi, 2014.

- [8] R. G. Fathoni, F. S. Handayani, and S. Setiono, "Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Optimum (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Rawat Inap Kelas III dan Parkir (Tahap Lanjutan) RSUD Dr. Moewardi, Surakarta)," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 4, no. 4, 2016.
- [9] M. Priyo and M. R. Aulia, "Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia," *Semesta Teknika*, vol. 18, no. 1, pp. 30–43, 2016.
- [10] I. Soeharto, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Dampai Operasional*. Jakarta: Erlangga, 1995.
- [11] F. G. A. Ningrum, W. Hartono, and S. Sugiyarto, "Penerapan Metode Crashing Dalam Percepatan Durasi Proyek Dengan Alternatif Penambahan Jam Lembur dan Shift Kerja (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha, Yogyakarta)," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 5, no. 2, 2017.
- [12] A. W. Laksana, H. S. Prasetyo, M. A. Wibowo, and A. Hidayat, "Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek dengan Analisa Crash Program," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 3, no. 3, pp. 747–759, 2014.
- [13] M. Priyo and A. Sumanto, "Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off: Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir," *Semesta Teknika*, vol. 19, no. 1, pp. 1–15, 2016.
- [14] W. I. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi-Edisi Revisi*. Yogyakarta: Andi, 2006.
- [15] R. Arvianto, F. S. Handayani, and S. Setiono, "Optimasi Biaya dan Waktu dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) (Studi Kasus Proyek Bangunan Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr. Moewardi Surakarta)," *Matriks Teknik Sipil*, vol. 5, no. 1, 2017.
- [16] I. A. M. Yoni, I. P. D. Warsika, and I. G. K. Sudipta, "Perbandingan Penambahan Waktu Kerja (Jam Lembur) Dengan Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Biaya Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Instalasi Farmasi Blahkiuh)," *Jurnal, Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Udayana Denpasar*, vol. 17, no. 2, pp. 129–138, 2013.
- [17] V. P. R. H. Putra, A. Andriansyah, M. A. Wibowo, and B. Pudjianto, "Penerapan Metode Crashing proyek Pembangunan Elizabeth Building RS. Santo Borromeus Paket 1 Bandung," *Jurnal Karya Teknik Sipil*, vol. 3, no. 3, pp. 597–616, 2014.
- [18] D. A. Nuriana, "Percepatan Pelaksanaan Pembangunan Proyek Hotel Dafam Lotus Jember dengan Metode Time Cost Trade Off," Skripsi, Universitas Jember, Jember, 2008.