

OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODE PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (STUDI KASUS: PEMBANGUNAN GEDUNG FISIP UNSYIAH)

Tamalkhani Syammaun^{1,*}, Hafnidar A. Rani², dan Fadhil Rahmat³
^{1,2,3)} Universitas Muhammadiyah Aceh, Jl. Muhammadiyah No. 91, Banda Aceh,
23123, Indonesia
*Email: tamalkhani@unmuha.ac.id

ABSTRAK

Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Tolak ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Oleh karena itu, salah satu usaha untuk mengoptimalkan waktu dan biaya adalah dengan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Politik dan Ilmu Sosial Universitas Syiah Kuala ini dibangun III (tiga) lantai dengan anggaran proyek adalah sebesar Rp. 3.607.020.000,00 (Tiga Milyar Enam Ratus Tujuh Juta Dua Puluh Ribu Rupiah) dengan waktu pelaksanaan selama 10 bulan sesuai dengan *time schedule* dan kurva-S. Permasalahan dalam penelitian ini adalah membandingkan waktu dan biaya antara perencanaan (*time schedule* dan kurva-S) dengan metode PDM. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui durasi (waktu) optimum, mengetahui biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek serta membandingkan waktu dan biaya proyek antara perencanaan (*time schedule* dan kurva-S) dengan metode PDM. Metode penelitian dalam perencanaan ini dimulai dengan pengumpulan data berupa data sekunder, untuk analisa dan pengolahan data secara manual dimulai dengan perhitungan PDM kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *float* dan jalur kritis. Hasil perhitungan waktu dengan metode PDM diperoleh waktu penyelesaian proyek selama 232 hari lebih cepat 23 hari dari metode kurva-S. Hasil perhitungan biaya secara total dengan menggunakan metode PDM diperoleh biaya sebesar Rp.3.226.282.572 lebih murah dibandingkan dengan menggunakan metode kurva-S dengan selisih biaya Rp.52.829.994,6. Hasil Perhitungan *float* dan jalur kritis pada penelitian ini dengan metode PDM memperlihatkan bahwa semua kegiatan tidak terdapat *float* dan semuanya jalur kritis dibandingkan dengan metode kurva-S terdapat *float* dan tidak semuanya jalur kritis pada semua kegiatan. Dengan demikian, metode PDM dapat mengoptimalkan waktu dan biaya.

Kata kunci: Waktu; biaya; PDM; *time schedule*.

I. PENDAHULUAN

Antrian pada dasarnya terjadi akibat proses pergerakan arus lalu lintas (manusia dan/atau kendaraan) terganggu oleh adanya suatu kegiatan pelayanan yang harus dilalui. Kegiatan tersebut akan menyebabkan gangguan pada proses pergerakan arus penumpang sehingga mengakibatkan terjadinya antrian penumpang dimana pada suatu kondisi, antrian tersebut akan dapat mengakibatkan permasalahan baik buat pengguna maupun buat pengelola.

Guna mengatasi permasalahan antrian perlu mengetahui parameter dan disiplin antrian yang

diterapkan, sehingga dapat ditetapkan kebijakan yang dapat dilakukan dalam usaha untuk meminimumkan nilai parameter antrian.

Berawal dari latar belakang tersebut diatas, penulis ingin melakukan penelitian pada loket pelayanan *check in* di Bandara Sultan Iskandar Muda untuk mendapatkan tingkat pelayanan terbaik antara maskapai Garuda Indonesia dan maskapai Lion Air diperoleh dari hasil waktu pelayanan rata-rata terkecil dari kedua maskapai tersebut dengan menggunakan analisis antrian (*queueing*) dan disiplin antrian menggunakan model *First In First Out* (FIFO).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui jumlah loket optimal yang sebaiknya dibuka oleh maskapai Garuda Indonesia dan Lion Air dalam memberikan pelayanan kepada penumpang serta mengetahui waktu yang di butuhkan untuk melayani setiap penumpang yang melakukan *check in* di kedua maskapai tersebut. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi penulis sendiri dan bagi perusahaan penerbangan Bandara Sultan Iskandar Muda, untuk menetapkan kebijakan dalam penentuan kagiatan khususnya mengenai pelayanan kepada penumpang, agar para penumpang mendapatkan pelayanan yang memuaskan.

Universitas Syiah Kuala sebagai salah satu perguruan tinggi negeri di Indonesia yang terletak di provinsi Aceh semakin berkembang dari hari kehari. Mulai dari sumber daya manusianya yaitu dosen, mahasiswa, dan karyawan, hingga perbaikan lingkungan di sekitar universitas tersebut. Namun, dalam proses menuju perbaikan tersebut, tidak jarang dihadap berbagai kendala.

Salah satu kendala yang dihadapi adalah terjadinya ketidak seimbangan antara jumlah mahasiwa dengan jumlah ruang kelas yang tersedia. Meningkatnya kebutuhan ruang kelas di Fakultas Ilmu Sosial dan Politik, tidak diimbangi dengan adanya jumlah mahasiswa yang juga meningkat tiap tahunnya, terutama setelah penerimaan mahasiswa baru di Universitas Syiah Kuala. Jumlah mahasiswa yang meningkat tentunya mempengaruhi kegiatan belajar-mengajar, terutama dalam hal pengaturan penjadwalan maupun pengaturan pembagian kelas bagi mahasiswa. Pengaturan ini dapat berubah menjadi masalah saat jumlah kelas yang tersedia tak mampu menampung jumlah mahasiswa, atau ketika kegiatan kuliah tambahan tak dapat dilakukan akibat tidak tersedianya ruang kelas yang kosong.

Berdasarkan permasalahan tersebut, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik pun segera menuntaskan permasalahan di atas yaitu menyediakan ruang kelas tambahan bagi mahasiswa yang ada. Hal inilah yang mendasari Pembangunan Gedung Kuliah Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik Universitas Syiah Kuala.

Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Tolak ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Oleh karena itu, usaha untuk mengoptimalisasi waktu dan biaya sangat penting dalam perencanaan suatu proyek.

Biaya dan waktu pelaksanaan proyek yang optimal penting untuk diketahui dalam perencanaan proyek kontruksi. Hal yang harus dilakukan dalam optimalisasi biaya dan waktu adalah membuat jaringan kerja (*network*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek. Metode yang dipakai untuk menghitung biaya dan waktu yang optimal adalah metode *Precedence Diagram Method* (PDM).

Penulisan ini membahas optimalisasi waktu dan biaya pada proyek pembangunan

Gedung Fakultas Ilmu dan Ilmu Politik (FISIP) Universitas Syiah Kuala yang terletak di Kecamatan Darussalam Kota Banda Aceh, pembangunannya direncanakan oleh CV. Matrix Design Planning dan dilaksanakan oleh PT. Fata Perdana Mandiri. Pembangunan Gedung FISIP Universitas Syiah Kuala ini dibangun III (tiga) lantai dengan anggaran proyek adalah sebesar Rp. 3.607.020.000,00 (Tiga Milyar Enam Ratus Tujuh Juta Dua Puluh Ribu Rupiah) dengan waktu pelaksanaan selama 10 bulan serta dalam pelaksanaannya memakai metode kurva-S. Dalam hal ini kemudian dilakukan perbandingan antara waktu dan biaya antara perencanaan (*Time Schedule* dan kurva-S) dengan menggunakan metode PDM.

Metode penelitian dalam perencanaan ini dimulai dengan pengumpulan data berupa data sekunder kemudian dilanjutkan analisa dan pengolahan data secara manual dimulai dengan perhitungan PDM kemudian dilanjutkan dengan perhitungan *float* dan jalur kritis.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui durasi (waktu) optimum pelaksanaan proyek, mengetahui biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan proyek dan membandingkan waktu dan biaya proyek antara perencanaan (*Time Schedule* dan kurva-S) dengan metode PDM.

Hasil Perhitungan waktu dengan menggunakan metode PDM pada penelitian ini diperoleh waktu penyelesaian proyek selama 232 hari lebih cepat 23 hari dibandingkan dengan metode kurva-S selama 255 hari. Hasil Perhitungan biaya secara total dengan metode PDM pada penelitian ini diperoleh biaya penyelesaian proyek sebesar Rp. 3.226.282.572, lebih murah dibandingkan dengan biaya penyelesaian metode kurva-S yaitu sebesar Rp. 3.279.112.566,59 dengan selisih biaya sebesar Rp. 52.829.994,6. Perhitungan biaya setiap kegiatan dengan metode PDM pada penelitian ini diperoleh biaya total sebesar Rp. 3.181.935.012, lebih murah dibandingkan dengan biaya penyelesaian metode kurva-S yaitu sebesar Rp. 3.279.112.566,59 dengan selisih biaya sebesar Rp. 97.177.555. Hasil perhitungan *float* dan jalur kritis pada penelitian ini dengan metode PDM memperlihatkan bahwa semua kegiatan tidak terdapat *float* dan semuanya jalur kritis dibandingkan dengan metode kurva-S terdapat *float* dan tidak semuanya jalur kritis pada semua kegiatan. Dengan demikian penggunaan metode PDM dalam penelitian ini dapat mengoptimalkan biaya dan waktu penyelesaian proyek.

II. METODE PENELITIAN

2.1 Pengumpulan Data

Data sekunder merupakan data yang paling utama untuk menunjang dalam pengolahan data. Data sekunder terdiri dari gambar kerja, RAB (Rencana Anggaran Biaya), *time schedule* maka setelah terkumpul baru bisa dilakukan pengolahan data yang lebih spesifikasi.

Setelah data sekunder terpenuhi maka akan dilanjutkan dengan pengolahan data. Adapun data yang diolah berupa data RAB (Rencana Anggaran Biaya) dan penjadwalan waktu, hal ini disesuaikan dengan permasalahan yang terjadi. Jadi dalam penelitian ini akan mencoba merencanakan biaya dan waktu pelaksanaan proyek secara manual. Pada analisis ini lebih berfokus pada perhitungan RAB, dan *time schedule*. Data yang diperoleh digunakan untuk melengkapi perhitungan ulang RAB dan membandingkannya dengan RAB kontraktor.

2.2 Analisa dan Pengolahan Data

Dalam penelitian ini hanya memakai 1 (satu) metode analisis data yaitu pengolahan secara manual. Analisis secara manual dilakukan dengan cara menggunakan metode PDM

yaitu langkah awalnya dengan membuat denah *node* sesuai dengan jumlah kegiatan, jadi didalam proyek ini terdapat 230 *node*. Setelah masing-masing item pekerjaan dimasukkan kedalam *node* kemudian *node* tersebut dihubungkan dengan anak panah sesuai dengan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Setelah itu diagram PDM dilengkapi dengan atribut dan simbol yang diperlukan seperti ES, EF, LS dan LF. Kemudian semua itu ditentukan maka perencananya dapat menentukan (mengidentifikasi) jalur kritis, *float* dan waktu penyelesaian proyeknya.

Menurut [1], metode diagram “*preseden*” ini merupakan jaringan kerja yang termasuk dalam klasifikasi *activity on node*. Kegiatannya ditulis dalam bentuk *node* umumnya berbentuk segi empat dengan anak panah sebagai petunjuk hubungan antara selesai paling awal ditulis pada sudut atas, dalam hitungan maju. Waktu mulai dan waktu selesai paling akhir ditulis pada sudut bawah, dalam hitungan mundur. Pada metode ini terdapat 4 peristiwa, yaitu: 1. Konstrain selesai ke mulai – *Finish Start* (FS), 2. Konstrain mulai ke mulai – *Start Start* (SS), 3. Konstrain selesai ke selesai – *Finish Finish* (FF), dan 4. Konstrain mulai ke selesai – *Start Finish* (SF).

Perhitungan PDM dilakukan bertahap, yaitu perhitungan maju dan perhitungan mundur. Hitungan maju ditunjukkan untuk menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian kegiatan. Diambil ES terbesar, bila lebih dari satu kegiatan yang berlangsung. Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang ditinjau (ES) adalah sama dengan jumlah angka kegiatan terdahulu ditambah *constrain* yang bersangkutan. Berikut merupakan persamaan yang digunakan untuk menghitung ES:

$$ES = \max(ES(i) + SS(i - j), ES(i) + SF(i - j) - D(j), EF(i) + FS(i - j) - D(j)) \quad (1)$$

dimana SS ialah *Start Start*. SF ialah *Start Finish*. FS ialah *Finish Start*. D ialah waktu yang waktu awal dianggap nol (0). Angka waktu selesai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau EF adalah sama dengan waktu paling awal kegiatan tersebut ES(j) ditambah waktu yang bersangkutan. Notasi i adalah kegiatan yang terdahulu. Notasi j adalah kegiatan yang ditinjau bersangkutan D(j).

$$EF(j) = ES(j) + D(j) \quad (2)$$

Hitungan mundur ditujukan untuk Menentukan LS, LF, dan *Float*. Bila lebih dari satu kegiatan berlangsung, diambil LF yang terkecil. Notasi i adalah kegiatan yang ditinjau. Notasi j adalah kegiatan berikutnya. Waktu selesai paling akhir dari kegiatan yang ditinjau (LF) adalah sama besarnya dengan jumlah angka kegiatan yang ditinjau kurangi *constrain* yang bersangkutan yang ditunjukkan pada persamaan sebagai berikut:

$$LF(i) = \max(LF(j) + FF(i - j), LS(j) + FS(i - j) - D(j), LF(j) + SF(i - j) - D(j), LS(j) - SS(i - j) + D(j)) \quad (3)$$

dimana FF ialah *Finish Finish*. Waktu mulai paling akhir dari kegiatan yang sedang ditinjau LS adalah sama dengan angka waktu selesai paling akhir kegiatan yang ditinjau LF(i) dikurangi waktu yang bersangkutan D(i) seperti berikut:

$$LS(i) = LF(i) - D(i) \quad (4)$$

Menurut [2], untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan kemudian menentukan jalur kritis dapat dilakukan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*). Perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start (ES)* dan *Earliest Finish (EF)*. Yang merupakan kegiatan *predecessor* adalah kegiatan *i*, sedangkan kegiatan yang dianalisis adalah *j*. Besarnya nilai *ES(j)* dan *EF(j)* dapat dihitung sebagai berikut:

$$ES(j) = \max(ES(i) + SS(ij); EF(i) + FS(ij)) \quad (5)$$

$$EF(j) = \max(ES(i) + SF(ij); EF(i) + FF(ij); ES(j) + Dj)) \quad (6)$$

Perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Latest Start (LS)* dan *Latest Finish (LF)*. Sebagai kegiatan *predecessor* adalah kegiatan *j*, sedangkan kegiatan yang dianalisis adalah *i*. Jika ada lebih dari satu anak panah yang masuk dalam suatu kegiatan maka ambil nilai terbesar. Jika tidak ada/diketahui *FS(ij)* atau *SS(ij)* dan kegiatan *nonsplitable* maka *ES(j)* dihitung dengan cara berikut:

$$ES(j) = EF(j) + D(j) \quad (7)$$

Menurut [2], *Float* dapat didefinisikan sebagai sejumlah waktu yang tersedia dalam suatu kegiatan sehingga memungkinkan kegiatan tersebut dapat ditunda atau diperlambat sengaja atau tidak disengaja. Akan tetapi, penundaan tersebut tidak menyebabkan proyek menjadi terlambat dalam penyelesaiannya. *Float* dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu *Total Float (TF)*, *Free Float (FF)* dan *Independent Float (IF)*. *Total Float* adalah sejumlah waktu yang tersedia untuk keterlambatan atau perlambatan pelaksanaan kegiatan tanpa mempengaruhi waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. *Free Float* adalah lamanya waktu menunda suatu pekerjaan tanpa mengganggu *Total Float* pekerjaan sesudahnya, dan *Independent Float* adalah lamanya waktu tunda suatu pekerjaan tanpa mempengaruhi *Total Float* pekerjaan sebelum dan sesudahnya. Rumus:

$$TF = LF - ES - D \quad (8)$$

$$FF = EF - ES - D \quad (9)$$

$$IF = TF - FF \quad (10)$$

Menurut [3], *lead time* adalah hubungan sebuah aktifitas dibelakangan selesai (penumpukan aktifitas), sedangkan *lag time* adalah hubungan aktifitas dimulai sekian waktu sesudah aktifitas dibelakangan selesai (penundaan aktifitas). *Lead time* digunakan untuk menjelaskan hubungan *Start to Start (SS)*.

2.3 Biaya Total Proyek

Menurut [4], secara umum biaya proyek konstruksi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya langsung adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek yang meliputi biaya bahan atau material, biaya upah kerja, biaya alat, biaya subkontraktor, dan lain-lain. Biaya

tidak langsung adalah segala sesuatu yang tidak merupakan komponen hasil akhir proyek, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan yang biasanya terjadi diluar proyek dan sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*). Walaupun sifatnya tetap, tetapi harus dilakukan pengendalian agar tidak melewati anggarannya yang meliputi gaji pegawai tetap tim manajemen, biaya konsultan (perencana dan pengawas), fasilitas sementara di lokasi proyek, peralatan kontruksi, pajak, pungutan, asuransi dan perizinan, *overhead*, biaya tak terduga, dan laba. Jadi biaya total proyek adalah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tetapi pada umumnya makin lama proyek berjalan maka makin tinggi komulatif biaya tidak langsung yang diperlukan. Sedangkan biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkendali.

2.4 Optimalisasi Waktu dan Biaya

Menurut [5], analisis optimalisasi dapat diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek.

Untuk membuat perencanaan waktu dan biaya pelaksanaan suatu proyek perlu dilakukan hal-hal mempelajari spesifikasi pekerjaan, menguraikan pekerjaan, mempelajari hubungan antar kegiatan, membuat jaringan kerja, membuat analisis waktu dan biaya tiap kegiatan, membuat tabel waktu dan biaya pelaksanaan, melakukan proses optimasi waktu dan biaya, dan yang terakhir mendapatkan waktu dan biaya yang optimal.

Mempelajari spesifikasi pekerjaan yaitu spesifikasi pekerjaan akan didapat dari data-data awal untuk pelaksanaan proyek, seperti jangka waktu pelaksanaan, metode pelaksanaan yang akan dipakai, dan lain-lain yang akan menentukan dalam perencanaan waktu dan biaya pelaksanaan proyek tersebut.

Menguraikan pekerjaan menjadi sejumlah kegiatan yang relevan untuk dianalisa. Selanjutnya mempelajari hubungan ketergantungan logis antar kegiatan untuk pelaksanaannya yaitu pada tahap ini dicari hubungan antara kegiatankegiatan tersebut. Hubungan yang menentukan dalam tahap ini adalah hubungan yang bersifat seri, atau secara logika kegiatan tersebut hanya dapat dilakukan setelah kegiatan sebelumnya dikerjakan.

Membuat diagram jaringan kerja untuk pekerjaan tersebut, dimana hasil dari langkah-langkah sebelumnya berupa kegiatan-kegiatan yang harus dilakukan beserta logika ketergantungannya menjadi masukan bagi pembuatan diagram jaringan kerja. Setelah diagram selesai dibuat maka dapat dilihat model waktu pelaksanaan untuk masing-masing kegiatan.

Membuat analisis waktu dan biaya langsung untuk masing-masing kegiatan yaitu tiap-tiap kegiatan pada proyek tersebut akan dianalisis waktu dan biaya langsung pelaksanaan untuk tiap-tiap alternatif metode pelaksanaan. Langkah-langkah kerja yang dilakukan dalam melakukan analisis waktu dan biaya pelaksanaan untuk tiap-tiap kegiatan akan dijelaskan pada pembahasan tersendiri.

Membuat tabel waktu dan biaya langsung pelaksanaan, tabel waktu dan biaya langsung pelaksanaan ini berisikan data waktu dan biaya langsung pelaksanaan tiap-tiap alternatif metode pelaksanaan untuk seluruh kegiatan proyek tersebut.

Melakukan proses optimasi waktu dan biaya langsung pelaksanaan proyek, dari data berupa tabel waktu dan biaya pelaksanaan dilakukan proses optimasi untuk mendapatkan waktu dan biaya langsung pelaksanaan proyek yang optimal. Hasil dari proses optimasi ini adalah biaya langsung terendah untuk tiap-tiap waktu pelaksanaan proyek yang mungkin dilakukan.

Mendapatkan waktu dan biaya pelaksanaan proyek yang optimal, setelah biaya langsung dan biaya tak langsung didapat maka diperoleh biaya pelaksanaan proyek tersebut untuk tiap-tiap waktu pelaksanaan proyek yang mungkin dilaksanakan. Selanjutnya, pada suatu waktu pelaksanaan akan didapat biaya pelaksanaan yang paling rendah, yang menjadi tujuan dari perencanaan waktu dan biaya pelaksanaan proyek.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perhitungan Waktu dengan metode PDM

Dalam menghitung waktu dengan menggunakan metode PDM, ada beberapa langkah-langkah penyelesaiannya yaitu sebagai berikut:

3.1.1 Constrain (Hubungan Antar Aktifitas)

Constrain yang digunakan pada penelitian ini bersumber dari RAB perhitungan Kontraktor Pelaksana pembangunan gedung FISIP Unsyiah. Tabel 1 menunjukkan hubungan antar kegiatan untuk kegiatan 1, 2, dan 4.

Tabel 1: Constrain (Hubungan Antar Aktifitas).

Nama kegiatan	Simbol	Kurun Waktu (D)	Constrain
Adminitrasi	1	252	-
Papan Nama	2	7	SS (1-2) = 0
Galian Tanah Pondasi	4	7	FS (2-4) = 4

3.1.2 Menentukan Nilai ES, EF, LS dan LF

Nilai Earliest Start (ES), Earliest Finish (EF), Latest Start (LS) dan Latest Finish (LF) didapatkan dengan melakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur. Berikut adalah proses perhitungan untuk simbol 1, 2, dan 4 sebagai berikut (hasil berdasarkan 230 nodes yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2):

Hitungan maju:

• Kegiatan 1

Dianggap mulai awal = 0

ES (1) = 0

EF (1) = ES (1) + D (1) = 0 + 255 = 255

• Kegiatan 2

ES (2) = ES (1) + SS (1-2) = 0 + 0 = 0

EF (2) = ES (2) + D (2) = 0 + 7 = 7

• Kegiatan 4

ES (4) = ES (2) + FS (2-4) = 0 + 4 = 4

EF (4) = ES (4) + D (4) = 4 + 7 = 11

Hitungan mundur:

Tabel 2: Variabel Penelitian.

Simbol	ES	EF	LS	LF	Simbol	ES	EF	LS	LF	Simbol	ES	EF	LS	LF
1	0	255	0	255	78	56	63	56	63	155	76	83	76	83
2	0	7	0	7	79	63	70	63	70	156	76	83	76	83
3	4	32	4	32	80	63	70	63	70	157	76	83	76	83
4	4	11	4	11	81	63	70	63	70	158	76	83	76	83
5	4	11	4	11	82	63	70	63	70	159	76	83	76	83
6	4	11	4	11	83	63	70	63	70	160	76	83	76	83
7	4	11	4	11	84	63	70	63	70	161	76	83	76	83
8	4	11	4	11	85	63	70	63	70	162	109	116	109	116
9	4	11	4	11	86	63	70	63	70	163	62	69	62	69
10	4	11	4	11	87	63	70	63	70	164	24	38	24	38
11	4	11	4	11	88	116	137	116	137	165	11	25	11	25
12	4	11	4	11	89	69	76	69	76	166	38	45	38	45
13	4	11	4	11	90	9	16	9	16	167	11	18	11	18
14	4	11	4	11	91	8	22	8	22	168	137	179	137	179
15	4	11	4	11	92	9	16	9	16	169	190	211	190	211
16	4	11	4	11	93	9	16	9	16	170	211	218	211	218
17	61	68	61	68	94	16	23	16	23	171	211	218	211	218
18	61	75	61	75	95	45	52	45	52	172	211	218	211	218
19	62	69	62	69	96	45	52	45	52	173	109	116	109	116
20	102	109	102	109	97	45	52	45	52	174	109	116	109	116
21	100	121	100	121	98	45	52	45	52	175	109	116	109	116
22	100	107	100	107	99	4	11	4	11	176	109	116	109	116
23	102	116	102	116	100	16	23	16	23	177	109	116	109	116
24	102	109	102	109	101	16	23	16	23	178	109	116	109	116
25	102	109	102	109	102	4	11	4	11	179	109	116	109	116
26	102	109	102	109	103	4	11	4	11	180	109	116	109	116
27	102	109	102	109	104	4	11	4	11	181	109	116	109	116
28	109	116	109	116	105	16	23	16	23	182	109	116	109	116
29	109	116	109	116	106	16	23	16	23	183	109	116	109	116
30	109	116	109	116	107	16	23	16	23	184	109	116	109	116
31	109	116	109	116	108	4	11	4	11	185	109	116	109	116
32	109	116	109	116	109	4	11	4	11	186	102	109	102	109
33	109	116	109	116	110	16	23	16	23	187	102	109	102	109
34	109	116	109	116	111	16	23	16	23	188	102	109	102	109
35	49	56	49	56	112	4	11	4	11	189	102	109	102	109
36	49	56	49	56	113	4	11	4	11	190	102	109	102	109
37	49	56	49	56	114	4	11	4	11	191	102	109	102	109
38	71	78	71	78	115	16	23	16	23	192	102	109	102	109
39	71	78	71	78	116	16	23	16	23	193	102	109	102	109
40	71	78	71	78	117	4	11	4	11	194	102	109	102	109
41	71	78	71	78	118	4	11	4	11	195	102	109	102	109
42	78	85	78	85	119	18	25	18	25	196	218	225	218	225
43	78	85	78	85	120	18	25	18	25	197	218	225	218	225
44	78	85	78	85	121	18	25	18	25	198	218	225	218	225
45	78	85	78	85	122	18	25	18	25	199	218	225	218	225
46	78	85	78	85	123	4	11	4	11	200	218	225	218	225
47	78	85	78	85	124	4	11	4	11	201	218	225	218	225
48	78	85	78	85	125	4	11	4	11	202	218	225	218	225
49	78	85	78	85	126	4	11	4	11	203	218	225	218	225
50	78	85	78	85	127	18	32	18	32	204	218	225	218	225
51	180	187	180	187	128	18	25	18	25	205	218	225	218	225
52	56	63	56	63	129	19	33	19	33	206	218	225	218	225
53	52	66	52	66	130	19	26	19	26	207	33	40	33	40
54	52	59	52	59	131	26	33	26	33	208	33	40	33	40
55	60	74	60	74	132	42	63	42	63	209	33	40	33	40
56	59	73	59	73	133	42	49	42	49	210	33	40	33	40
57	61	68	61	68	134	92	99	92	99	211	109	116	109	116
58	85	106	85	106	135	92	99	92	99	212	109	116	109	116
59	85	92	85	92	136	92	99	92	99	213	109	116	109	116
60	85	92	85	92	137	92	99	92	99	214	109	116	109	116
61	85	92	85	92	138	92	99	92	99	215	109	116	109	116
62	85	92	85	92	139	92	99	92	99	216	109	116	109	116
63	85	92	85	92	140	92	99	92	99	217	109	116	109	116
64	85	92	85	92	141	92	99	92	99	218	109	116	109	116
65	85	92	85	92	142	92	99	92	99	219	109	116	109	116
66	85	92	85	92	143	92	99	92	99	220	118	125	118	125
67	92	99	92	99	144	92	99	92	99	221	125	132	125	132
68	92	99	92	99	145	92	99	92	99	222	125	132	125	132
69	92	99	92	99	146	62	69	62	69	223	92	99	92	99
70	92	99	92	99	147	62	69	62	69	224	92	99	92	99
71	92	99	92	99	148	62	69	62	69	225	33	40	33	40
72	69	76	69	76	149	69	76	69	76	226	92	99	92	99
73	69	76	69	76	150	69	76	69	76	227	225	232	225	232
74	69	76	69	76	151	69	76	69	76	228	225	232	225	232
75	56	63	56	63	152	69	76	69	76	229	225	232	225	232
76	56	63	56	63	153	76	83	76	83	230	225	232	225	232
77	56	63	56	63	154	76	83	76	83					

• Kegiatan 4

$$LF(4) = LS(5) - SS(4-5) + D(4) = 4 - 0 + 7 = 11$$

$$LS(4) = LF(4) - D(4) = 11 - 7 = 4$$

• Kegiatan 2

$$LF(2) = LF(4) + FS(2-4) = 11 - 4 = 7$$

$$LF(2) = LF(91) - FS(2-91) = 22 - 1 = 21$$

• Kegiatan 1

$$LF(1) = LS(3) - SS(1-3) + D(1) = 4 - 4 + 255 = 255$$

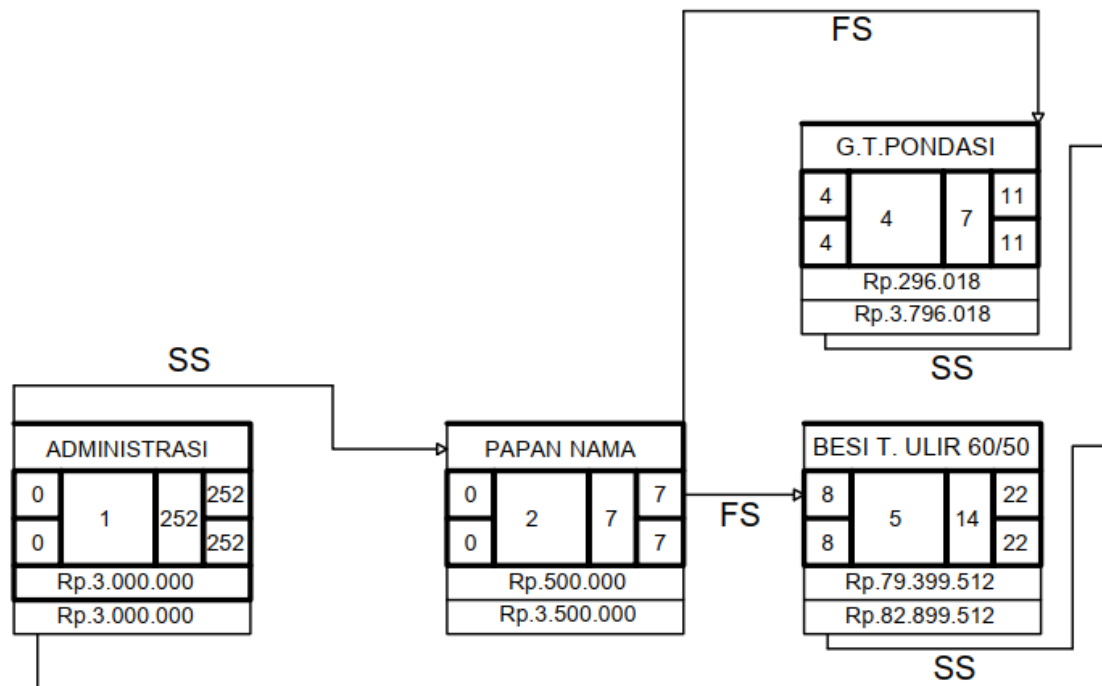
$$LF(1) = LS(2) - SS(1-2) + D(1) = 0 - 0 + 255 = 255$$

Dipakai angka terkecil yaitu $LF(1) = 255$

$$LS(1) = LF(1) - D(1) = 255 - 255 = 0$$

3.1.3 Diagram PDM

Penyusunan diagram PDM dimulai dengan memasukkan nilai ES, EF, LS dan LF ke dalam nodes yang telah di urutkan berdasarkan kegiatannya. Gambar 1 menunjukkan hasil perhitungan PDM pada node untuk kegiatan 1, 2, dan 4.



Gambar 1: Diagram PDM untuk kegiatan 1, 2, dan 4.

3.2 Perhitungan Biaya dengan Metode PDM

Perhitungan biaya dengan Metode PDM pada penelitian ini terdiri dari perhitungan biaya setiap kegiatan dan perhitungan biaya secara total.

3.2.1 Perhitungan Biaya Setiap Kegiatan

Untuk mendapatkan hasil perhitungan biaya setiap kegiatan, terlebih dahulu biaya normal per hari setiap kegiatan dikali dengan durasi untuk mendapat biaya total setiap kegiatan. Setelah didapatkan biaya total setiap kegiatan baru kemudian nilai biaya tersebut dimasukkan ke dalam jaringan diagram PDM untuk mendapatkan biaya dipercepat seperti terlihat pada tabel 3. Tabel 3 menunjukkan hasil perhitungan biaya untuk kegiatan 1,2, dan 4.

3.2.2 Perhitungan Biaya Secara Total

Setelah dilakukan perhitungan waktu dengan metode PDM diperoleh waktu selama 232 hari dengan selisih waktu 20 hari dengan metode Kurva S. Pada penelitian ini besarnya overhead dan profit diambil 15% dari RAB. (Berdasarkan Perpres 70/2012 tentang keuntungan penyedia jasa adalah 0-15%). Pada perpres 54/2010 sebagaimana diubah dengan Perpres 70/2012, Paragraf Tentang Penyesuaian Harga Pasal 92 ayat 3 bahwa dalam penyesuaian harga untuk menetapkan Koefisien Tetap yang terdiri atas keuntungan dan overhead jika penawaran tidak mencantumkan besaran komponen keuntungan dan overhead maka Koefisien Tetap = 0,15 (15%). Ini maknanya dalam memperhitungkan keuntungan pada harga penawaran penyedia diserahkan kepada penyedia. Terkecuali penyedia tidak mencantumkan maka baru diambil simpulan 15%. Adapun perhitungan selisih biaya antara keadaan normal dan setelah percepatan adalah sebagai berikut:

Diketahui Nilai RAB = Rp. 3.279.112.566,59

Overhead dan profit = Total Biaya Proyek x 15% = Rp. 3.279.112.566,59 x 15% = Rp. 491.866.884

profit 10% = Rp. 3.279.112.566,59 x 10% = Rp. 327.911.256

Overhead 5% = Rp. 3.279.112.566,59 x 5% = Rp. 163.955.628

Tabel 3: Hasil Perhitungan Biaya Setiap Kegiatan 1, 2, dan 4.

Simbol Kegiatan	Biaya normal per hari (Rp)	Durasi (hari)	Biaya normal (Rp)	Total biaya (Rp)
1	11.905	252	3.000.000	3.000.000
2	71.429	7	500.000	3.500.000
4	42.288	7	296.018	3.796.018

Biaya proyek pada kondisi normal:

Besarnya biaya langsung dan tidak langsung:

= Biaya Total Proyek – Overhead dan profit

= Rp. 3.279.112.566,59 - Rp. 491.866.884

= Rp. 2.787.245.682,59

Biaya bahan (82% x direct cost) = 82% x Rp. 2.787.245.682,59 = Rp. 2.285.541.460

Biaya upah (18% x direct cost) = 18% x Rp. 2.787.245.682,59 = Rp. 501.704.223

Biaya upah per hari = Rp. 501.704.223 / 252 = Rp. 1.990.890

Biaya langsung = Rp. 2.285.541.460 + Rp. 501.704.223 = Rp. 2.787.245.683

Biaya tidak langsung = Rp. 3.279.112.566,59 - Rp. 2.787.245.683 = Rp. 491.866.884

Durasi proyek normal = 252 hari

Biaya overhead per hari = Rp. 163.955.628 / 252 = Rp. 650.618 / hari

Biaya proyek pada kondisi normal = Biaya langsung + Biaya tidak langsung

Biaya langsung meliputi:

Biaya Bahan = Rp. 2.285.541.460

Biaya Upah = Rp. 501.704.223

Overhead = Rp. 163.955.628

Profit = Rp. 327.911.256

Total biaya proyek pada kondisi normal = Rp. 3.279.112.566,59

Biaya Proyek Pakai Metode PDM:

Durasi proyek metode PDM= $252 - 20 = 232$ hari

Biaya upah= $232 \times \text{Rp. } 1.990.890 = \text{Rp. } 461.886.480$

Biaya overhead= $232 \times \text{Rp. } 650.618 = \text{Rp. } 150.943.376$

Biaya langsung= Biaya Bahan + Biaya Upah= $\text{Rp. } 2.285.541.460 + \text{Rp. } 461.886.480 = \text{Rp. } 2.747.427.940$

Biaya tidak langsung= overhead + profit= $\text{Rp. } 150.943.376 + \text{Rp. } 327.911.256 = \text{Rp. } 478.854.632$

Total biaya proyek= biaya langsung + biaya tidak langsung

Total biaya proyek= $\text{Rp. } 2.747.427.940 + \text{Rp. } 478.854.632 = \text{Rp. } 3.226.282.572$

3.2.3 Rekapitulasi Hasil Waktu dan Biaya Secara Total

Setelah dilakukan perhitungan waktu dan biaya antara metode Kurva S dan metode PDM diperoleh hasil seperti Tabel 4.

Tabel 4: Hasil Waktu dan Biaya.

No	Parameter	Kurva S	PDM	Selisih
1	Waktu(hari)	255	232	23
2	Biaya(Rp)	3.279.112.566,59	3.226.282.572	52.829.994,6

3.3 Pembahasan

Dari hasil analisis perhitungan waktu dengan menggunakan metode PDM seperti yang di atas, maka proyek Pembangunan Gedung Fakultas Ilmu Politik dan Sosial (FISIP) Universitas Syiah Kuala akan selesai selama 232 hari lebih cepat 23 hari dibandingkan dengan metode Kurva-S yaitu selama 255 hari. Hasil analisis perhitungan biaya setiap kegiatan dengan metode PDM pada penelitian ini diperoleh biaya total sebesar Rp 3.181.935.012, lebih murah dibandingkan dengan biaya penyelesaian metode Kurva-S yaitu sebesar Rp. 3.279.112.566,59 dengan selisih biaya sebesar Rp. 97.177.555. Hasil perhitungan biaya secara total dengan metode PDM pada penelitian ini diperoleh biaya penyelesaian proyek sebesar Rp. 3.226.282.572, lebih murah dibandingkan dengan biaya penyelesaian metode Kurva-S yaitu sebesar Rp. 3.279.112.566,59 dengan selisih biaya sebesar Rp. 52.829.994,6. Penggunaan metode PDM pada penelitian ini lebih menguntungkan daripada menggunakan metode Kurva-S dari segi waktu dan biaya penyelesaian proyek.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tentang optimalisasi waktu dan biaya dengan menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM) dengan studi kasus Pembangunan Gedung FISIP UNSYIAH dapat diambil berbagai kesimpulan. Hasil perhitungan waktu dengan menggunakan metode PDM diperoleh waktu penyelesaian proyek selama 232 hari lebih cepat 23 hari dibandingkan dengan metode Kurva-S yaitu selama 255 hari. Hasil analisis perhitungan biaya setiap kegiatan dengan metode PDM pada penelitian ini diperoleh biaya total sebesar Rp 3.181.935.012, lebih murah dibandingkan dengan biaya penyelesaian metode Kurva-S yaitu sebesar Rp. 3.279.112.566,59 dengan selisih biaya

sebesar Rp. 97.177.555. Hasil perhitungan biaya secara total dengan metode PDM pada penelitian ini diperoleh biaya penyelesaian proyek sebesar Rp. 3.226.282.572, lebih murah dibandingkan dengan biaya penyelesaian metode Kurva-S yaitu sebesar Rp. 3.279.112.566,59 dengan selisih biaya sebesar Rp. 52.829.994,6. Hasil perhitungan float dan jalur kritis pada penelitian ini dengan menggunakan metode PDM memperlihatkan bahwa setiap kegiatan tidak terdapat waktu tunda untuk menyelesaikan proyek.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Rani, Manajemen Proyek Kontruksi. Yogyakarta: Deepublish, 2016.
- [2] W. I. Ervianto, Manajemen Proyek Kontruksi. Yogyakarta: Salemba Empat, 2002.
- [3] I. Soeharto, Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional). Jakarta: Erlangga, 2001.
- [4] H. Tarore, Jaringan Kerja Dengan Metode CPM, PERT, PDM. Manado: Sam Ratulangi University Press, 2002.
- [5] J. Heizer dan B. Render, Operations Management. Jakarta: Salemba Empat, 2005.