

Analisis Pemilihan Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Bendungan Utama Pamukkulu, Kab. Takalar)

Analysis of Heavy Equipment Selection on Stockpiling Work (Case Study: Pamukkulu Main Dam Construction Project, Takalar Regency)

Sugiarto Badaruddin^{1,a)}, Dodi Yan Putra²⁾, Indra Dwi Putra³⁾, Ahmad Abdillah Asri⁴⁾, & Bustamin Abdul Razak⁵⁾

1, 3),4),5) Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang

2) PT. PLN (Persero) Pusat Pendidikan dan Pelatihan Unit Pendidikan dan Pelatihan Padang

Koresponden : ^{a)} sugibadaruddin@poliupg.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini menggunakan metode critical path untuk mencari item pekerjaan yang tergolong dalam pekerjaan kritis atau mengalami keterlambatan dengan menggunakan aplikasi Microsoft project 2013 yang berpengaruh terhadap jalannya pekerjaan, kemudian menganalisa data berupa analisa alat berat pada masing-masing alat berat dan tipenya sehingga memunculkan data kebutuhan produksi yang harus dicapai dalam waktu tertentu. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah jumlah total alat berat yang dibutuhkan agar pekerjaan timbunan bendungan utama dapat selesai sesuai dengan waktu yang direncanakan dengan kesimpulan, 8 unit Excavator PC200, 12 unit Dumptruck Fuso 220 PS, 9 unit Bulldozer D65, 6 unit Vibrator Roller 10 ton, 8 unit Watertank Truck 5000 ltr, 8 unit Crawler Drilling. Dimana total biaya sebelum pemilihan dan penambahan alat berat sebesar Rp39,521,513,700.84 dan setelah pemilihan dan penambahan alat berat sebesar Rp44,266,770,960.07, maka selisih yang terjadi antara sebelum dan setelah pemilihan dan penambahan alat berat adalah sebesar Rp4,745,257,259.22.

Kata Kunci : Alat berat, produktivitas, jalur kritis

PENDAHULUAN

Mengingat begitu rumit dan kompleksnya proyek konstruksi maka perlunya diadakan fungsi manajemen yang baik yaitu kegiatan perencanaan, kegiatan pelaksanaan, dan kegiatan pengendalian. Suatu proyek dikategorikan sukses apabila tepat biaya/anggaran, tepat mutu dan tepat waktu. Ketiga kendala (constraint) ini merupakan tolak ukur keberhasilan suatu proyek konstruksi.

Suatu proyek cenderung akan mengalami keterlambatan apabila perencanaan dan pengendalian tidak dijalankan dengan benar. Berbagai hal dapat terjadi dalam proyek konstruksi yang dapat menyebabkan bertambahnya waktu pengerjaan sehingga penyelesaian proyek menjadi terlambat. Salah satu masalah yang sering dijumpai dalam suatu proyek konstruksi yaitu masalah pembebasan lahan. Akibat dari permasalahan pembebasan lahan yang terjadi, banyak

pekerjaan yang seharusnya sudah dilakukan namun tidak terlaksana. Begitu pula dengan keterlambatan yang terjadi pada proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu yang diakibatkan oleh masalah pembebasan lahan.

Pada Proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu Kab. Takalar, pekerjaan timbunan bendungan utama merupakan pekerjaan major yang memiliki bobot tinggi dan durasi terlama. Oleh karena itu, untuk melakukan percepatan waktu penyelesaian proyek agar tidak mengalami keterlambatan, maka di butuhkan suatu alternatif penambahan alat berat agar penyelesaian pekerjaan sesuai waktu yang di rencanakan.

Dari uraian diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dimana pada penelitian ini di analisis mengenai pemilihan alat berat tergantung pada karakteristik masing-masing alat dan kondisi medan dan cuaca sehingga alat tersebut dapat bekerja secara optimum dan efisien. Maka, kami mengangkat skripsi yang berjudul Analisis Pemilihan Alat Berat pada Pekerjaan Timbunan Studi Kasus Proyek Pembangunan Bendungan Utama Pamukkulu, Takalar.

STUDI PUSTAKA

Proyek

Proyek ialah suatu kegiatan yang kompleks dan mempunyai sifat yang tidak dapat terjadi berulang, memiliki waktu yang terbatas, spesifikasi yang sudah di tentukan di awal untuk menghasilkan suatu produk. Karna adanya batasanbatasan dalam melakukan suatu proyek, maka sebuah organisasi proyek sangat dibutuhkan untuk mengatur sumber daya yang dimiliki agar dapat melakukan aktivitas-aktivitas yang sinkron sehingga tujuan proyek bisa tercapai. Organisasi proyek juga dibutuhkan untuk memastikan bahwa pekerjaan dapat diselesaikan dengan cara yang efisien, tepat waktu dan sesuai dengan kualitas yang di harapkan.

Menurut Schwalbe yang diterjemahkan oleh Dimiyati & Nurjaman

(2014:2) menjelaskan bahwa proyek adalah usaha yang bersifat sementara untuk menghasilkan produk atau layanan yang unik. Pada umumnya, proyek melibatkan beberapa orang yang saling berhubungan aktivitasnya dan sponsor utama proyek biasanya tertarik dalam penggunaan sumber daya yang efektif untuk menyelesaikan proyek secara efisien dan tepat waktu.

Proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek serta melibatkan banyak pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Dengan banyaknya pihak yang terlibat dalam proyek konstruksi maka potensi terjadinya konflik sangat besar sehingga dapat dikatakan bahwa proyek konstruksi mengandung konflik yang cukup tinggi (Wulfram I. Ervianto, 2005 : 11).

Aspek manajemen waktu

Dasar yang dipakai pada system manajemen waktu yaitu perencanaan operasional dan penjadwalan yang selaras dengan durasi proyek yang sudah ditetapkan. Dalam hal ini penjadwalan digunakan untuk mengontrol aktivitas proyek setiap harinya. Adapun aspek-aspek yang harus dipenuhi dalam manajemen waktu yaitu menentukan penjadwalan proyek, mengukur dan membuat laporan dari kemajuan proyek, membandingkan penjadwalan dengan kemajuan proyek sebenarnya di lapangan dan menentukan akibat yang ditimbulkan pada akhir penyelesaian (analisis), merencanakan penanganan untuk mengatasi akibat tersebut, yang terakhir memperbaharui kembali penjadwalan proyek (Clogh dan Scars, 1991 dalam Gerung, Ed 2016). Sedang aspek - aspek manajemen waktu itu sendiri merupakan proses yang saling berurutan satu dengan yang lainnya.

Penjadwalan proyek adalah daftar urutan waktu operasional proyek yang berguna sebagai pokok garis pedoman

pada saat proyek dilaksanakan. Tujuan memecah lingkup aktivitas dan menyusun urutannya antara lain untuk meningkatkan akurasi kurun waktu penyelesaian proyek (Clough dan Sears, 1991 dalam Gerung, Ed 2016). Berikut adalah tahapan dalam penjadwalan proyek:

1. Identifikasi Aktivitas (*Work Breakdown Structure*)
2. Penyusunan Urutan Kegiatan
3. Penentuan Durasi
4. Penyusunan Jadwal (*Schedule*)

Metode penjadwalan proyek

Menurut Imam Soeharto (1995), penjadwalan merupakan penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan sesuai skala waktu untuk mencapai sasaran. Penjadwalan menentukan kapan aktivitas-aktivitas itu dimulai, ditunda dan diselesaikan, sehingga pembiayaan dan pemakaian sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang telah ditentukan.

Ada bermacam-macam metode penjadwalan proyek untuk merencanakan secara grafis dari aktivitas pelaksanaan pekerjaan konstruksi, tetapi hanya dua metode yang sering dipakai yaitu:

1. Bagan Balok (*Gantt Chart*)
2. Jaringan Kerja (*Network Planning*)
 - a. Jalur Kritis (*Critical Path*)
 - b. Teknik Evaluasi dan Review Proyek (PERT)
 - c. Preseden Diagram
 - d. *Time Cost Trade Off*

Jalur kritis

Jalur Kritis adalah jalur yang memiliki waktu terpanjang dari semua jalur yang dimulai dari peristiwa awal hingga peristiwa yang terakhir (Yamit, 2000:301). Dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal beberapa terminologi dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut:

1. $TE = E$, waktu paling awal peristiwa dapat terjadi (*Earliest Time of Occurance*). Yang berarti waktu paling awal suatu kegiatan yang berasal dari

node tersebut dapat dimulai, karena menurut aturan dasar jaringan kerja, suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan terdahulu telah selesai.

2. $TL = L$, waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (*Latest Allowable Event/Occurance Time*). Yang berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.
3. ES , waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*). Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.
4. EF , waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*). Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.
5. LS , waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*Latest Allowable Start Time*). Yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.
6. LF , waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Latest Allowable Time*) tanpa memperlambat penyelesaian proyek.
7. D , kurun waktu suatu kegiatan, umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan, dan lain-lain.

Manajemen alat berat

Dalam melaksanakan suatu pekerjaan dengan sistem mekanisasi menggunakan alat-alat berat, hal yang sangat penting dilakukan adalah menghitung kapasitas produksi alat-alat tersebut untuk mendapatkan harga besaran estimasi kapasitas alat yang paling sesuai serta pemilihan jenis dan jumlah alat berat yang tepat. Selanjutnya pada tahap pelaksanaan atau penggunaan alat perlu didukung oleh suatu sistem manajemen operasional alat yang baik pula agar diperoleh hasil produktivitas alat yang tinggi dan biaya operasional yang rendah. Hal ini perlu dilakukan mengingat dana yang dikeluarkan untuk pengadaan

peralatan sebagai suatu investasi harus dapat dikembalikan berikut keuntungannya selama umur manfaat peralatan tersebut.

Alat berat dapat dikategorikan ke dalam beberapa klasifikasi. Klasifikasi tersebut adalah klasifikasi fungsional alat berat dan klasifikasi operasional alat. Berat. Adapun pemaknaan klasifikasi fungsional alat adalah proses pengklasifikasian atau pembagian jenis alat berdasarkan fungsi-fungsi utama alat. Demikianlah alat berat dibedakan berdasarkan fungsinya antara lain,

1. Alat pengolahan lahan. Digunakan apabila pada lahan yang ditinjau masih terdapat semak ataupun pepohonan maka alat berat yang digunakan untuk pembukaan lahan dapat menggunakan dozer. Untuk melakukan pengangkatan tanah pada paling atas dapat menggunakan scraper. Sedangkan untuk proses pembuatan atau pembentukan permukaan agar rata dan mencapai level surface yang diinginkan bisa menggunakan Motor Grader
2. Alat Penggali. Biasa juga disebut dengan excavator. Beberapa alat berat digunakan untuk menggali tanah dan batuan. Excavator yang termasuk dalam kategori ini adalah front shovel, backhoe, dragline, dan clamshell.
3. Alat Pengangkut Material. Crane termasuk di dalam kategori alat pengangkut material karena alat ini dapat mengangkut material secara vertical dan kemudian memindahkannya secara horizontal pada jarak jangkauan yang relative kecil. Untuk pengangkutan material lepas atau loose material dengan jarak tempuh yang terbilang jauh, alat yang digunakan bisa berupa belt, truck dan wagon. Alat-alat ini memerlukan alat lain yang membantu memuat material ke dalamnya.
4. Alat Pemindahan Material. Yang termasuk dalam kategori ini adalah alat yang biasanya tidak digunakan sebagai alat transportasi tetapi digunakan untuk memindahkan material dari satu alat

ke alat yang lain. Kategori alat pemindah material antara lain Loader dan Dozer.

5. Alat Pemadat. Digunakan apabila lahan hasil penimbunan membutuhkan pemadatan. Pemadatan juga dilakukan untuk pembuatan jalan, baik tu jalan tanah dan jalan dengan perkerasan lentur maupun perkerasan kaku. Beberapa alat yang termasuk sebagai alat pemadat antara lain stamping roller, pneumatic-tired roller, dan compactor.
6. Alat Pemroses Material. Alat ini dipakai untuk mengubah batuan dan mineral alam menjadi suatu bentuk dan ukuran yang diinginkan. Adapun hasil yang didapatkan dari alat ini berupa batuan bergradasi, semen, dan aspal. Yang termasuk didalam alat ini adalah crusher. Alat yang dapat melakukan pencampuran material-material di atas juga termasuk dalam kategori alat pemroses material seperti concrete batching plant dan asphalt mixing plant.
7. Alat Penempatan Akhir Material. Alat digolongkan pada kategori ini karena fungsinya yaitu untuk menempatkan material pada tempat yang telah ditentukan. Lokasi material ini disebarkan secara merata dan dipadatkan sesuai dengan petunjuk teknis yang telah ditentukan. Alat yang tergolong dalam kategori ini adalah concrete spreader, asphalt paver, motor grader, dan alat pemadat.

Alat-alat berat dalam pengoperasiannya dapat dipindahkan dari satu tempat ke tempat lain atau tidak dapat digerakan atau statis. Jadi klasifikasi alat berdasarkan operasionalnya dapat dibagi atas berikut ini.

1. Alat dengan Penggerak. Alat penggerak adalah bagian dari alat berat yang mampu menerjemahkan hasil dari mesin menjadi kerja. Yang termasuk bagian dari alat penggerak adalah crawler atau roda bergerigi dan ban

karet. Sedangkan belt merupakan alat penggerak pada conveyor belt.

2. Alat Statis. Yang termasuk dalam kategori ini adalah towercrane, batching plant, baik untuk beton maupun untuk aspal serta crusher plant.

METODE PENELITIAN

Tempat penelitian

Pekerjaan proyek pembangunan Bendungan Pamukkulu terletak di Desa Kale'Komara, Kecamatan Polongbangkeng Utara, Kabupaten Takalar. Daerah Irigasi (DI) Pamukkulu meliputi Kecamatan Polongbangkeng Utara dan Kecamatan Polongbangkeng Selatan. Lokasi proyek terletak kira-kira 50 km dari Kota Makassar atau 17 Km dari Kota terdekat Kota Takalar, Kabupaten Takalar, Propinsi Sulawesi Selatan.

Waktu penelitian

Penelitian ini mulai dilakukan dari bulan maret 2022 hingga agustus 2022 dimana pengumpulan data sekunder dilakukan setiap akhir bulan hingga bulan juli kemudian mulai menganalisa waktu dan alat berat pada bulan Juni hingga agustus.

Jenis dan sumber data

1. Data Primer. Data ini dapat diperoleh melalui survey langsung kelapangan dengan mengambil data alat berat yang digunakan, menghitung kapasitas produksi alat, serta menghitung waktu siklus (Cycle time) alat.
2. Data sekunder. Data yang diperoleh/dikumpulkan dari kontraktor pelaksana atau dari konsultan pengawas. Data yang dibutuhkan adalah data cumulative progress (Kurva S) meliputi jenis kegiatan, persentase kegiatan, dan durasi kegiatan.

Teknik analisis data

Penelitian ini dimulai dari pengumpulan studi literatur dari berbagai jurnal maupun website terkait metode analisa penambahan alat berat dalam proses percepatan konstruksi.

Setelah itu melakukan pengumpulan Data pada Proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu di Takalar. Metode Pengumpulan data adalah teknik untuk mendapatkan informasi atau dokumentasi proses pengerjaan proyek yang diamati. Untuk mendukung penulisan dan sebagai keperluan analisa data, maka diperlukan sejumlah data pendukung yang berasal dari dalam maupun dari luar proyek pembangunan sebagai objek penelitian. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan dua macam data, yaitu Data Primer dan Data Sekunder, dimana data Primer bersumber dari pengambilan data langsung dari lapangan dan Data Sekunder bersumber dari Kontraktor pelaksana proyek Bendungan Pamukkulu dan berdasarkan Analisa Kurva-S dari pelaksana Proyek.

Setelah data sekunder didapatkan, selanjutnya data diolah untuk mencapai tujuan penelitian ini dengan tahapan

1. Menyusun Daftar kegiatan atau pekerjaan dan Durasi yang ada pada proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu melalui aplikasi Microsoft Project 2013.
2. Menyusun diagram network dilakukan setelah mendapatkan daftar pekerjaan, durasi tiap pekerjaan dan keterkaitan antar pekerjaan.
3. Memisah alur kegiatan pada aktivitas proyek yang akan dijadikan sebagai objek penelitian
4. Menganalisis Jalur Kritis. Jalur kritis ditentukan dengan mengidentifikasi item- item pekerjaan yang mengalami keterlambatan pelaksanaannya sehingga di perlukan alternatif untuk di lakukan percepatan

Setelah analisis data telah dilakukan, selanjutnya membuat rekapan dan perbandingan terhadap penambahan alat berat, waktu yang diperlukan serta berapa penambahan biaya yang diperlukan hingga didapatkan kesimpulan untuk penelitian ini.

ANALISIS PENELITIAN

Tabel 1. Progress Bendungan Pamukkulu

Uraian	Progress (%)			
	Sampai Tanggal 25 Juli 2022			
	Terhadap Nilai Kontrak Add 10		Terhadap Pagu Anggaran 2022	
	Fisik	Keuangan	Fisik	Keuangan
Rencana	60.829	60.251	46.833	46.393
Realisasi	41.712	48.241	37.727	40.146
Deviasi	-19.117	-12,01	-9.106	-6.247

Analisis jalur kritis

Item Pekerjaan pada Proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu, Takalar, setelah dilakukan tracking schedule menggunakan software Microsoft Project 2013 ditemui beberapa item pekerjaan yang termasuk kedalam jalur kritis. Berdasarkan data detail lintasan kritis pada software Microsoft Project 2013 dari total 72 item pekerjaan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Bendungan Pamukkulu paket 2, terdapat 27 item pekerjaan yang masuk pada lintasan kritis dalam periode Juli 2022. Pekerjaan timbunan pada Bendungan Utama yang mengalami keterlambatan adalah Timbunan (Zone 2A, filter halus) dari quarry 1000-3000 m dengan nilai deviasi -33,68%, Timbunan (Zone 2B, filter kasar) dari quarry 1000-3000 m dengan nilai deviasi -13,82%, Timbunan (Zone 3B, rockfill) dari quarry 1000-3000 m dengan nilai deviasi -28,29%, Timbunan (Zone 3C, rockfill) dari quarry 1000-3000m dengan nilai deviasi -30,16%, Timbunan (Zone 3D,rip-rap) dari quarry 1000-3000m dengan nilai deviasi -25,72%.

Analisis alat berat

Analisis alat berat dilakukan dengan memperhatikan volume pekerjaan dan durasi pekerjaan pada item pekerjaan timbunan yang ada pada Bendungan Utama.

- Volume timbunan pada pekerjaan Bendungan Utama. Volume timbunan yang akan digunakan merupakan volume sisa pekerjaan berdasarkan realisasi pekerjaan. Volume sisa pada pekerjaan timbunan antara lain :
 - Zona 2A : 5215.10 m³
 - Zona 2B : 40384.06 m³
 - Zona 3A : 36286.08 m³
 - Zona 3B : 762798.29 m³
 - Zona 3C : 411934.30 m³
 - Zona 3D : 61745.94 m³
- Penggunaan alat berat disesuaikan dengan uraian pekerjaan timbunan. Jumlah alat berat yang sedang atau sementara dipakai ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Daftar Alat Berat yang Digunakan

Lokasi	Uraian Alat	Kapasitas	Jumlah Alat Berat
Timbunan Filter (Zone 2A & 2B)	Excavator	PC 200	1
	Dump Truck	Fuso 125 PS	2
	Bulldozer	D65	1
	Vibrator Roller	10 Ton	1
Timbunan Urugan Batu (Zone 3A, 3B, 3C & 3D)	Excavator	PC 200	3
	Dump Truck	Fuso 125 PS	5
	Dump Truck	Fuso 190 PS	5
	Dump Truck	Fuso 220 PS	6
	Bulldozer	D85	1
	Vibrator Roller	10 Ton	2
	Water Tank Truck	5000 Liter	3
Cravier Drilling 1 set	PCR 200	3	

Kapasitas alat berat

Perhitungan kapasitas produksi alat berat dilakukan dengan berdasarkan waktu pelaksanaan, material konstruksi, dan efisiensi kerja dengan memperhatikan factor factor yang mempengaruhi kapasitas produksi peralatan, adapun perhitungan kapasitas produksi alat berat sebagai berikut :

- Kapasitas Produksi Excavator PC 200. Dengan menggunakan rumus 09 maka didapatkan kapasitas produksi Excavator PC 200 sebesar 152.17 m³/jam

2. Kapasitas Produksi Bulldozer D85. Dengan menggunakan rumus 05 maka didapatkan kapasitas produksi Dozer sebesar 170.07 m³/jam
3. Kapasitas Produksi Dump Truck. Dengan menggunakan rumus 04 maka didapatkan kapasitas produksi Dump Truck Fuso 125 PS sebesar 25.17 m³/jam, Dump Truck Fuso 190 PS sebesar 37.99 m³/jam, Dump Truck Fuso 220 PS sebesar 58.41 m³/jam
4. Kapasitas Produksi Vibrator Roller. Dengan menggunakan rumus 16 maka didapatkan kapasitas produksi Vibrator Roller sebesar 445.25 m³/jam
5. Kapasitas Produksi Water Tank Truck. Dengan menggunakan rumus 23 maka didapatkan kapasitas produksi Water Tank Truck sebesar 90 m³/jam
6. Kapasitas Produksi Crawler Drilling 1 set. Dengan menggunakan rumus maka didapatkan kapasitas produksi Crawler Drilling 1 set sebesar 88.06 m³/jam.

Kapasitas produksi alat

Tabel 3. Produksi alat aktual

Lokasi	Uraian Alat	Kapasitas	Kapasitas Produksi Alat (M ³ / jam)
Timbunan Filter (Zone 2A & 2B)	Excavator	PC 200	273.9
	Dump Truck	Fuso 125 PS	53.65
	Bulldozer	D65	313.74
	Vibrator Roller	10 Ton	232
Timbunan Urugan Batu (Zone 3A, 3B, 3C & 3D)	Excavator	PC 200	152.17
	Dump Truck	Fuso 125 PS	25.17
	Dump Truck	Fuso 190 PS	37.99
	Dump Truck	Fuso 220 PS	58.41
Bulldozer	Bulldozer	D85	170.07
	Vibrator Roller	10 Ton	445.25
	Water Tank Truck	5000 Liter	90
	Cravier Drilling 1 set	PCR 200	88.06

Penambahan Alat Berat

Tabel 4. Penambahan Alat

Lokasi	Uraian Alat	Kapasitas	Jumlah Alat Berat Digunakan	Jumlah Alat Berat Setelah Penambahan	Jumlah Alat Berat Ditambahkan
Timbunan Filter (Zone 2A & 2B)	Excavator	PC 200	1	2	1
		PC 300	-	2	2
	Dump Truck	PC 400	-	2	2
		Fuso 125 PS	2	2	-
Urugan Batu (Zone 3A, 3B, 3C & 3D)	Dump Truck	Fuso 190 PS	-	2	2
		Fuso 220 PS	-	2	2
	Bulldozer	D39	-	2	2
		D65	1	2	1
Vibrator Roller	D85	-	2	2	
	10 Ton	1	2	2	
Water Tank Truck	Excavator	PC 200	3	5	2
		PC 300	-	5	5
	Dump Truck	PC 400	-	4	4
		Fuso 125 PS	5	18	13
Crawler Drilling 1 set	Dump Truck	Fuso 190 PS	5	13	8
		Fuso 220 PS	6	10	4
	Bulldozer	D39	-	10	10
		D65	-	5	5
Vibrator Roller	D85	1	5	4	
	10 Ton	2	4	2	
Water Tank Truck	Crawler Drilling 1 set	5000 Liter	3	7	4
		PCR 200	3	7	4

Biaya Sewa Alat

Tabel 5. Biaya sewa alat

No.	Alat Berat	Biaya Sewa Per Jam
1	Excavator Komatsu PC 200	Rp 560,524.67
2	Excavator Komatsu PC 300	Rp 868,975.86
3	Excavator Komatsu PC 400	Rp 1.168,986.46
4	Dump Truck Fuso 125 PS	Rp 310,950.58
5	Dump Truck Fuso 190 PS	Rp 482,787.04
6	Dump Truck Fuso 220 PS	Rp 588,359.87
7	Bulldozer Komatsu D39	Rp 467,236.39
8	Bulldozer Komatsu D65	Rp 675,894.03
9	Bulldozer Komatsu D85	Rp 836,428.93
10	Vibrator Roller 10 Ton	Rp 438,660.59
11	Water Tank Truck	Rp 304,281.34
12	Crawler Drilling 1 Set	Rp 414,259.78

Pembahasan

Berdasarkan data penggunaan alat berat pada tabel 3 dan hasil penelitian jumlah alat yang dibutuhkan setelah penambahan alat berat pada tabel 4, didapatkanlah jumlah penambahan alat berat untuk percepatan konstruksi bendungan Pamukkulu. Adapun jumlah penambahan alat berat dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekap Jumlah penambahan

No.	Alat Berat	Jumlah Alat Berat Dibutuhkan
1	Excavator PC 200	7
2	Excavator PC 300	7
3	Excavator PC 400	6
4	Dump Truck Fuso 125 PS	20
5	Dump Truck Fuso 190 PS	15
6	Dump Truck Fuso 220 PS	12
7	Bulldozer D39	12
8	Bulldozer D65	7
9	Bulldozer D85	7
10	Vibrator Roller 10 Ton	6
11	Water Tank Truck	7
12	Crawler Drilling 1 Set	7

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Total keseluruhan alat berat yang dibutuhkan pada pekerjaan timbunan bendungan utama agar selesai dengan waktu yang direncanakan antara lain; Excavator sebanyak 7 unit, Dumptruck sebanyak 12 unit, Bulldozer sebanyak 7 unit, Vibrator Roller sebanyak 6 unit, Water Tank sebanyak 7 unit, dan Crawler Drilling sebanyak 7 set
2. Jenis alat berat yang paling efisien terhadap produksi dan biaya pada pekerjaan timbunan bendungan utama antara lain; Excavator dengan tipe PC 200, Dumptruck dengan tipe Fuso 220 PS, Bulldozer dengan tipe D65, Vibrator Roller dengan kapasitas 10 ton, Water Tank Truck dengan kapasitas 5000 liter, dan Crawler Drilling dengan tipe PCR 200
3. Total biaya hasil pemilihan alat berat untuk pekerjaan timbunan bendungan utama sebesar Rp.51,351,133,850.74 dan total biaya yang ditambahkan

untuk mencapai target rencana sebesar Rp. 11,917,120,071.95.

Saran

1. Pada penelitian ini, penambahan alat berat hanya mengambil satu tipe pada masing-masing alat berat. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan agar melakukan variasi terhadap jenis atau tipe yang efektif pada alat berat terhadap percepatan konstruksi.
2. Pada penelitian ini hanya berfokus pada pemilihan dan penambahan alat berat, diharapkan pada penelitian selanjutnya agar melakukan pengendalian produksi, Metode kerja, alokasi alat dan/atau penambahan jam kerja (overtime) dan tenaga kerja.

DAFTAR PUSTAKA

- Alifen, R. S, Setiawan, R. S, Sunarto, A. 2000. *Analisa "What If" Sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek*. Dimensi Teknik Sipil, Vol. 2 No. 1, Maret
- Annas Thayeb. Muhammad. 2015. *Perencanaan Alat Berat Pada Pekerjaan Tanah Proyek Pembangunan Packing Plant Pt. Semen Indonesia Di Balikpapan* : Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Assaf, S.A. & Al-Hejji, S., 2006. *Causes of Delay in Large Construction Projects*. *International Journal of Project Management*, (May 2006).
- Brandon Dick H, Gray Max 1970. *Project Control Standards*. Brandon/System Press Inc. New York.
- Clough, Richard H. and Sears, Glenn A. 1991. *Construction Project Management*. John Willey & Sons Inc. Canada.

- Ervianto, Wulfram. 2004. *Teori-Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Edisi 1. Yogyakarta.
- Ervianto, Wulfram. 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Andi.
- Farabi, Ezra dkk. 2019. Kajian Produktivitas Mesin Bor Furukawa Rock Drill PCR 200 Dalam Penyediaan Lubang Ledak Pada Penambangan Batu Andesit PT. Sulenco Wibawa Perkasa Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat : Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Frederika, Ariany. 2010. Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi : Fakultas Teknik. Universitas Udayana. Denpasar.
- Gerung, Jenaldo O. 2016. Analisa Penerapan Manajemen Waktu Pada Pembangunan Jaringan Daerah Irigasi Sangkup Kiri. Manado : Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Hanif, Fahmi. 2021. Analisa Percepatan Durasi Proyek Pembangunan Pelabuhan Bias Munjul : Institut Teknologi Sepuluh November.
- Hardiman. Andi dkk. 2018. Analisa Penambahan Alat Berat untuk Percepatan Konstruksi Pembangunan Bendungan Paselloreng Kab. Wajo Sulawesi Selatan : Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Iqbal Ramdhani. Muhammad dkk. 2020. Analisis Produktivitas Pemakaian Alat Berat Terhadap Biaya dan Waktu pada Pembangunan Jalan Baru Lingkar Cipanas Kabupaten Garut : Sekolah Tinggi Teknologi Garut.
- Irfan Hari Putra. Muhammad. 2018. Analisis Pemilihan Alat Berat Pada Pekerjaan Galian Dan Timbunan Proyek Pembangunan Fakultas Hukum Uii (Heavy Equipment Choice Analysis On Cut And Fill Work Of Uii Law Construction) : Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Kartikasari, Aprilina. 2012. Analisis Nilai Hasil Terhadap Waktu Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus Pada Proyek Pembangunan Gedung Perkuliahan Fisipol Universitas Gadjah Mada Yogyakarta). Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Madcoms, Seni Panduan Lengkap: Microsoft Project 2003. 2004, Yogyakarta: Andi.
- Malifa, Yusuf. 2019. Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus : Pembangunan Rusun Iain Manado) : Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Odeh, A.M. & Battaineh, H.T., 2002. *Causes of Construction Delay : Traditional Contracts*. 20(June 2000)
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 2022 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat*. 2022. Jakarta: M. Basuki Hadimuljono.
- Peurifoy, R.L. 1979. *Construction Planning, Equipment and Methods*. New York: McGraw-Hill. 3th Edition.
- Praboyo. 1999. Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek :Klasifikasi Dan Peringkat Dari Penyebab-Penyebabnya : Universitas Kristen Petra.

- PT. Utama Karya. 1982. *Pedoman Praktis Penggunaan Peralatan Mekanis Biro Peralatan*. Jakarta.
- Simanjuntak, Ebeneser. 2015. *Analisa Waktu dan Biaya Optimum Pada Proyek Konstruksi Jembatan (Studi Kasus: Proyek Konstruksi Jembatan KA Lintas Bandar Tinggi-Kuala Tanjung)* : Universitas Sumatera Utara.
- Smith, Karl A. 2000. *Project Management and teamwork*. Minnesota: McGraw-Hill Inc.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek*. Jakarta: Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga.
- Supranto, J. 2010. *Analisis Multivariat: Arti Dan Interpretasi (Cetakan Kedua)*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Yamit. 2000. *Manajemen Proyek Konstruksi (Edisi Pertama)*. Yogyakarta: Andi.