

IMPLEMENTASI KONSEP BIM 4D DALAM PERENCANAAN TIME SCHEDULE DENGAN ANALISIS RESOURCES LEVELLING

Septiana Rachmawati¹, Vendie Abma²

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: septianarachmawati.sr@gmail.com

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia

Email: vendie.abma@uii.ac.id

ABSTRACT

The development of information technology in the construction sector is growing rapidly. Virtual building technology with a computing system was developed with the principle of Building Information Modeling (BIM), capable of creating 3D modeling in the construction sector (architecture, structure and MEP). Naviswork is an application that helps in the design process and scheduling an architectural, structural, mechanical, electrical and plumbing work that works on a project. The features found in Naviswork are clash detection, timeliner, animator, quantification workbook, etc. The construction of the Faculty of Health Sciences University Jendral Soedirman building has used the BIM concept by making 3D models with Tekla Structures. In previous studies, the project has been scheduled using the Barchart method. In this study, the PDM (Precedence Diagram Method) method will be used so that the scheduling is more specific. From the results of the study, it was found that the implementation of BIM on the Naviswork software in the Time Schedule of project implementation can help simulate project implementation and detect if there is a clash between work items. The results of Naviswork also greatly affect the 3D Model and Time Schedule of the MS Project. The results of this study get the difference in the duration of the implementation due to differences in the use of methods in project scheduling, namely PDM (Precedence Diagram Method) and Barchart where the PDM method is more specific work relationships and there are restrictions on the number of resources.

Keywords: BIM, 4D, Naviswork, PDM, Time Schedule, Resources Levelling

PENDAHULUAN

Teknologi konstruksi pada saat ini terus mengalami peningkatan dan pengembangan dengan seiringnya pembangunan gedung-gedung bertingkat maupun infrastruktur lainnya. Beberapa pembangunan infrastruktur saat ini sudah mulai menggunakan konsep *Building Information Modeling* (BIM) tetapi masih sangat terbatas, hal itu dikarenakan keterbatasan informasi dan kurangnya pengetahuan tentang cara penggunaan BIM pada kalangan *engineer*. Pemerintah membuat peraturan dalam lampiran Permen PUPR nomor 22 tahun 2018 yang berbunyi “Penggunaan *Building Information Modeling*

(BIM) wajib diterapkan pada Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan di atas 2 (dua) lantai”. Dengan diterbitkannya peraturan tersebut banyak perusahaan jasa konstruksi yang berlomba-lomba mengembangkan diri untuk dapat mengimplementasikan BIM. BIM diperkirakan mampu membantu *engineer* dalam merancang dengan akurat. Dengan mempertimbangkan hal-hal tersebut, untuk mengoptimalkan dalam perencanaan dan ketelitian dalam menghitung rencana anggaran biaya suatu konstruksi bangunan dan mempercepat waktu pelaksanaan. BIM sendiri tidak hanya memiliki sebuah program

saja untuk mengerjakan perancangan tetapi memiliki beberapa program yang saling terintegrasi untuk menjadi semua sistem yang akurat.

Naviswork merupakan salah satu perangkat lunak berbasis BIM yang mampu membuat dan mengelola data secara akurat dan rinci. Metode yang digunakan pada Naviswork adalah metode PDM (*Precedence Diagram Method*). Naviswork mempunyai kemampuan dalam *modeling* 4D, *clash detection* dan simulasi pelaksanaan proyek. Naviswork biasanya digunakan dalam perencanaan *Time Schedule*. Dalam proses pembuatan Naviswork memerlukan adanya Model 3D dan Penjadwalan MS Project. Dari penelitian pembuatan model 4D ini diharapkan perencanaan penjadwalan dapat memperoleh waktu yang lebih optimum dan efisien.

Penelitian ini melanjutkan penelitian dari Farhana (2021) dengan judul “Implementasi Konsep BIM 4D dan 5D dalam Perencanaan Arus Kas” yang membahas mengenai implementasi BIM 4D dan 5D pada pada proyek Gedung Fakultas Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman. Dari hasil yang penelitian Farhana (2022) diperoleh jumlah Volume, RAB, dan *Time Schedule* dengan penggunaan *software* Primus. Penelitian ini akan membahas mengenai BIM 4D dengan merujuk durasi *Time Schedule* dari Farhana (2022) menggunakan *software* MS Project dan Naviswork dengan memperhatikan analisis *resource levelling*.

LANDASAN TEORI

Manajemen

Widiasanti dan Lenggogeni (2013) mendefinisikan manajemen adalah suatu metode atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara efektif dan efisien dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia, yang dituangkan dalam fungsi-fungsi manajemen. Didalam manajemen konstruksi sebagian besar menggunakan prinsip P.O.A.C (*Planning, Organizing, Actuating, Controlling*) yang bertujuan untuk mengembangkan dan mengelola organisasi.

2.1 Building Information Modeling (BIM)

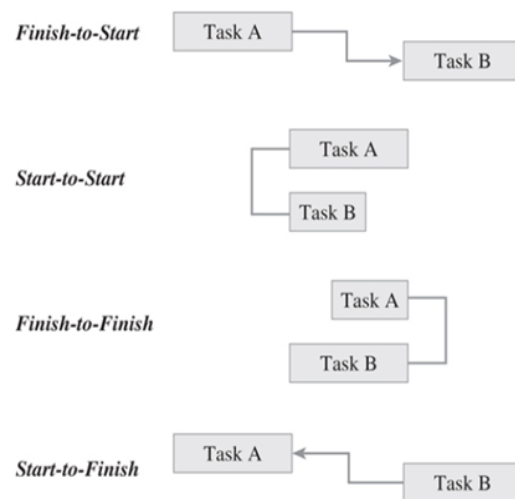
Building Information Modeling adalah mendigitalkan suatu proses pekerjaan dari awal perencanaan hingga pekerjaan tersebut selesai dengan dibantu beberapa tools yang saling terintegrasi. BIM memiliki beberapa dimensi yaitu 3D (*Building Data & Information*), 4D (*Schedule*), 5D (*Work Breakdown Structures*), 6D (*Energy Analysis*) dan 7D (*Building Life Cycles*).

Model 3D

Model 3D merupakan perwakilan dari panjang, lebar dan tinggi suatu benda. Software yang mendukung dalam pemodelan 3D meliputi *Archicad, Revit, Softplan, Sketchup, Vectorworks, Punch* dan sebagainya.

Precedence Diagram Method (PDM)

PDM merupakan versi lebih kompleks dari *Activity on Node*. PDM menggunakan empat hubungan logis diantara aktivitas-aktivitasnya yaitu *Finish to Start (FS)*, *Finish to Finish (FF)*, *Start to Start (SS)* dan *Start to Finish (SF)*.



Gambar 1. Diagram PDM

Hubungan Pekerjaan

Hubungan pekerjaan ada 4 macam yaitu *Finish to Start (FS)*, *Finish to Finish (FF)*, *Start to Start (SS)* dan *Start to Finish (SF)*.

Selain itu terdapat juga *lag time* dan *lead time*. Pada *software* MS Project terdapat *tools predecessor*. *Predecessor* adalah hubungan keterkaitan antar aktivitas kegiatan dengan kegiatan sebelumnya dalam satu proyek.

Sumber Daya

Menurut Husen (2009), tenaga kerja atau sumber daya manusia, merupakan suatu penentu dalam keberhasilan suatu proyek yang sedang berlangsung, yang harus memiliki suatu keterampilan, kualifikasi dan keahlian yang memadai dan berdasarkan dengan kebutuhan dalam mencapai suatu keberhasilan dalam proyek. Menurut Soeharto, I. (1991), perencanaan waktu pelaksanaan dan jumlah tenaga kerja dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$T = \frac{k \times V}{N} \tag{1}$$

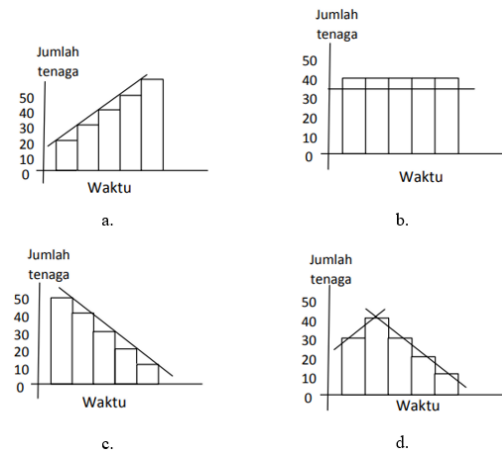
Keterangan :

- N = jumlah tenaga kerja
- k = koefisien tenaga kerja sesuai SNI 2008
- V = volume pekerjaan
- T = durasi pekerjaan

Alokasi Sumber Daya

Menurut Yahya (2022) perataan sumber daya adalah proses meratakan frekuensi pada alokasi sumber daya dengan tujuan memastikan bahwa jumlah/jenis sumber daya dapat diketahui dari awal dan tersedia apabila dibutuhkan. Perataan sumber daya bertujuan untuk menjadwalkan kegiatan pada proyek yang disesuaikan dengan ketersediaan sumber daya dan pola penyebaran yang logis sehingga durasi proyek tidak berlebihan. Hal lain yang perlu diperhatikan dalam perataan sumber daya adalah mengidentifikasi sumber daya yang terbatas dan yang dibutuhkan untuk seluruh proyek. Hal ini karena alokasi sumber daya yang langka dan ketersediaannya harus diprioritaskan

Salah satu hal yang paling mungkin dilakukan adalah merencanakan kembali penjadwalan tenaga kerja sehingga mendapat grafik yang lebih merata dengan fluktuasi yang paling minimal (Soeharto, 1999).



Gambar 2. Pola Distribusi Sumber Daya
(Sumber: Zendrato, 2018)

Keterangan:

- a. Pola Distribusi Sumber Daya Meningkat
- b. Pola Distribusi Sumber Daya Tetap
- c. Pola Distribusi Sumber Daya Menurun
- d. Pola Distribusi Sumber Daya Naik – Turun

Grafik alokasi tenaga kerja yang optimal dapat dicapai dengan mengatur dan menyesuaikan kembali rencana kegiatan. Penyesuaian tidak dilakukan pada jalur kritis, tetapi pada jalur non-kritis. Penyesuaian jalur non-kritis dibuat hanya dengan aktivitas maju atau mundur pada waktu tunda (*float*) yang tersedia. Waktu tunda inilah yang menentukan derajat fleksibilitas yang selanjutnya dapat dimanfaatkan oleh perencana proyek dalam meratakan penggunaan tenaga kerja.

Naviswork

Naviswork merupakan sebuah aplikasi yang membantu dalam proses desain dan *scheduling* sebuah pekerjaan arsitektural, struktur, mekanikal, elektrikal dan plumbing yang bekerja dalam sebuah proyek. Fitur yang didapat pada *Naviswork* adalah *clash detection*, *timeliner*, *animator*, *quantification workbook*, dll. Sebuah model 3D yang sangat dioptimalkan dengan digabungkan ditinjau secara interaktif, divisualisasikan dan dianalisis dengan berbagai cara untuk memvalidasi desain dan memberikan

prediktabilitas untuk konstruksi dan pengoperasian.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan Data

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu *Modeling* 3D dan Analisis Harga Satuan Gedung Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto. Dan data rencana penjadwalan dari penelitian sebelumnya.

Perhitungan Tenaga Kerja

Perhitungan jumlah tenaga kerja dengan menggunakan persamaan Soeharto (1991) dapat dilihat Persamaan (1).

Membuat Time Schedule

Pada proses pembuatan *Time Schedule* dengan menggunakan *software MS Project* terdapat beberapa tahapan yaitu sebagai berikut.

1. Pengaturan awal pada MS Project.
2. Meinput data yaitu : nama pekerjaan, durasi, prodecessors dan jumlah tenaga kerja.
3. Melihat histogram sumber daya.
4. Levelling sumber daya.

Convert File

Convert format *file* dari **ifc* ke **nwc* bertujuan agar memudahkan pekerjaan diimport ke *software Naviswork*. Model 3D dibuka pada *software Archicad* kemudian di Save As dengan format file **nwc*.

Model 4D

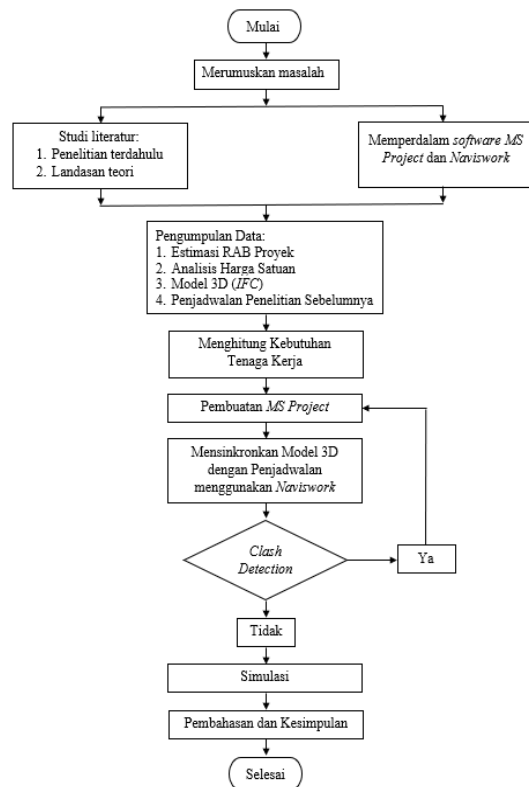
Pada tahap ini akan mengimpor data pemodelan 3D yang telah di *convert* dalam format **nwc* dan data *MS Project* yang telah dibuat. Adapun tahapannya yaitu.

1. Membuka *software Naviswork*.
2. Meinput model 3D format **nwc* dan file penjadwalan MS Project.

3. Mensinkronkan antar model 3D dengan penjadwalan.
4. Simulasi pelaksanaan.

Diagram Alir

Penjelasan secara singkat mengenai tahapan-tahapan dari penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 3. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Perhitungan tenaga kerja

Contoh perhitungan grup tenaga kerja pada pekerjaan beton *ready mix* bore pile.

Diketahui:

Durasi pekerjaan	: 22 hari
Volume pekerjaan	: 740,98 m ³
Koefisien tukang batu	: 0,250
Koefisien kepala tukang batu	: 0,025
Koefisien pekerja	: 1,000
Koefisien mandor	: 0,100

Perhitungan:

Jumlah tenaga kerja tukang batu

$$N = \frac{0,250 \times 740,98}{22} = 8,420 \approx 8 \text{ orang}$$

Jadi total tenaga kerja tukang batu sebanyak 8 orang

Jumlah tenaga kerja kepala tukang batu

$$N = \frac{0,025 \times 740,98}{22} = 0,842 \approx 1 \text{ orang}$$

Jadi total tenaga kerja kepala tukang batu sebanyak 1 orang

Jumlah tenaga kerja pekerja

$$N = \frac{1,000 \times 740,98}{22} = 33,681 \approx 34 \text{ orang}$$

Jadi total tenaga kerja pekerja sebanyak 34 orang

Jumlah tenaga kerja mandor

$$N = \frac{0,100 \times 740,98}{22} = 3,368 \approx 3 \text{ orang}$$

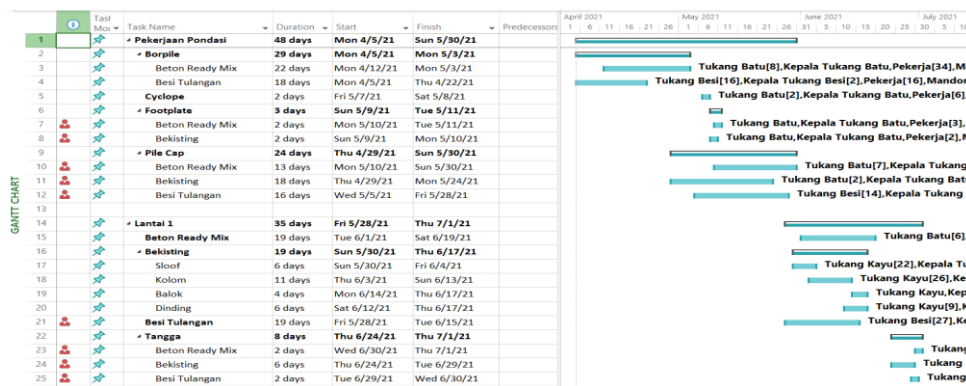
Jadi total tenaga kerja mandor sebanyak 3 orang

Dari perhitungan diatas didapat total grup tenaga kerja yaitu:

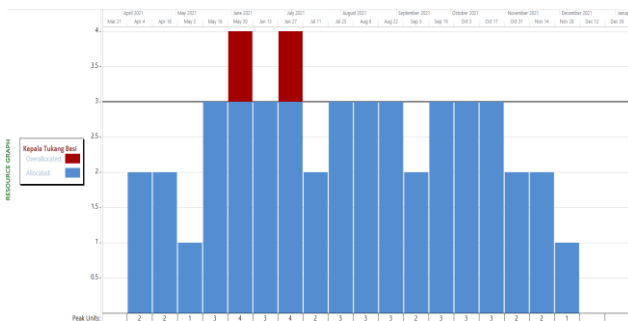
- Tukang batu : 8 orang
- Kepala tukang batu : 1 orang
- Pekerja : 34 orang
- Mandor : 3 orang

Penjadwalan

Setelah memasukan semua data yang telah didapat yaitu nama pekerjaan dan durasi pelaksanaan. Dapat dilihat pada Gambar 4, Gambar 5 menunjukkan contoh histogram sumber daya kepala tukang besi dan Gambar 6 adalah *project statistic*.



Gambar 4. Data Time Schedule



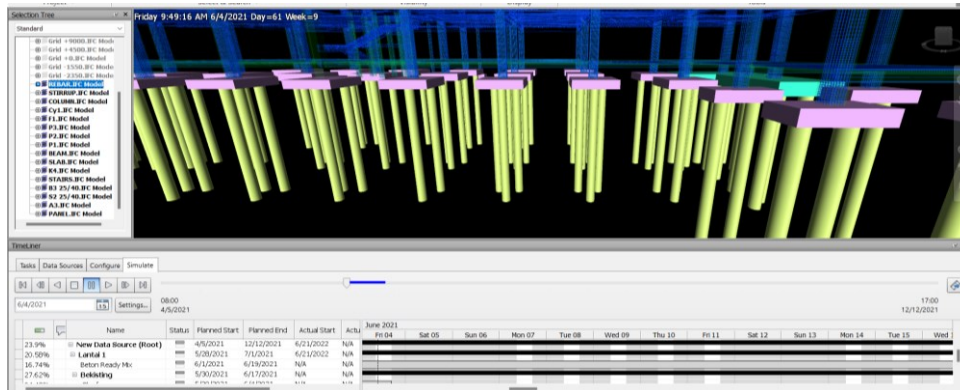
Gambar 5. Histogram Sumber Daya

Project Statistics for 'Unsoed Fikes'			
	Start	Finish	
Current	Mon 4/5/21	Sun 12/12/21	
Baseline	NA	NA	
Actual	NA	NA	
Variance	Od	Od	
	Duration	Work	Cost
Current	248d	298,176h	Rp0
Baseline	0d	0h	Rp0
Actual	0d	0h	Rp0
Remaining	248d	298,176h	Rp0
Percent complete:			
Duration:	0%	Work:	0%

Gambar 6. Project Statistic

Setelah melakukan input data didapat hasil durasi selama 248 hari. Tahap selanjutnya mengimport data model 3D dan MS Project ke Naviswork. Data tersebut kemudian disinkronkan antara item-item pekerjaan MS

Project dengan model 3D. Setelah melakukan penyesuaian antara model 3D dan *Time Schedule* maka dapat dilihat seperti Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Penyesuaian antara Model 3D dengan Time Schedule

Dari grafik histogram sumber daya dapat dilihat bahwa jumlah sumber daya masih melewati batas maksimal yang telah ditentukan sehingga perlunya melakukan pemerataan sumber daya/*resources levelling*. Gambar 7 model 4D pada Naviswork dapat dilihat pengerjaan penulangan sloof kolom balok dilakukan secara berbarengan maka perlunya dilakukan analisis lebih lanjut terkait hubungan pekerjaan.

Analisi Sumber Daya

Proses pemerataan sumber daya tenaga kerja dilakukan dalam beberapa tahap yang akan menjadikan pelaksanaan proyek tidak melebihi kapasitas sumber daya yang dimiliki. Berikut ini adalah percobaan dalam mengerjakan pemerataan sumber daya tenaga kerja.

1. Hubungan Pekerjaan

Pada tahap awal ini melakukan pemisahan item pekerjaan yang bertujuan pekerjaan pembesian dan pengecoran tidak menjadi 1 item saja seperti Gambar 8. Setelah melakukan pemisahan item dapat dilihat pada Gambar 9 pekerjaan mendapatkan hasil durasi

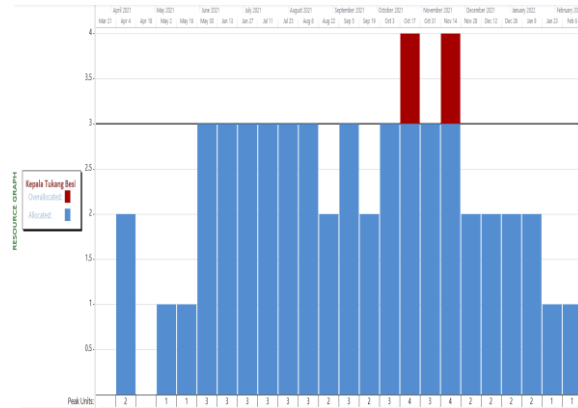
selama 312 hari dimana 64 hari lebih lama dari pada data awal.

✦	↳ Lantai 1	35 days	Fri 5/28/21	Thu 7/1/21
✦	↳ Beton Ready Mix	19 days	Tue 6/1/21	Sat 6/19/21
✦	↳ Bekisting	19 days	Sun 5/30/21	Thu 6/17/21
✦	↳ Sloof	6 days	Sun 5/30/21	Fri 6/4/21
✦	↳ Kolom	11 days	Thu 6/3/21	Sun 6/13/21
✦	↳ Balok	4 days	Mon 6/14/21	Thu 6/17/21
✦	↳ Dinding	6 days	Sat 6/12/21	Thu 6/17/21
✦	↳ Besi Tulangan	19 days	Fri 5/28/21	Tue 6/15/21
✦	↳ Tangga	8 days	Thu 6/24/21	Thu 7/1/21
✦	↳ Beton Ready Mix	2 days	Wed 6/30/21	Thu 7/1/21
✦	↳ Bekisting	6 days	Thu 6/24/21	Tue 6/29/21
✦	↳ Besi Tulangan	2 days	Tue 6/29/21	Wed 6/30/21
✦	↳ Wiremesh	10 days	Sun 5/30/21	Tue 6/8/21

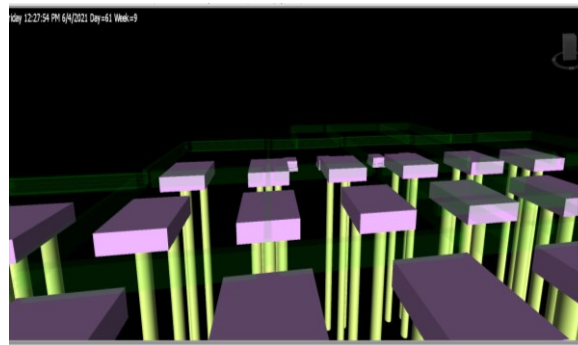
Gambar 8. Data Awal

ID	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors
14	↳ Lantai 1	45 days	Mon 4/5/21	Thu 5/27/21	
15	↳ Lantai 1	45 days	Mon 4/5/21	Thu 5/27/21	
16	↳ Sloof	8 days	Mon 4/5/21	Mon 4/12/21	
17	↳ Tulangan Sloof	6 days	Mon 4/5/21	Sat 4/10/21	
18	↳ Bekisting Sloof	6 days	Mon 4/5/21	Sat 4/10/21	17FS-6 days
19	↳ Ready Mix Sloof	6 days	Wed 4/7/21	Mon 4/12/21	18FS-4 days
20	↳ Wiremesh	10 days	Tue 4/13/21	Thu 4/22/21	
21	↳ Tulangan Wiremesh	8 days	Tue 4/13/21	Tue 4/20/21	19
22	↳ Ready Mix Wiremesh	3 days	Tue 4/20/21	Thu 4/22/21	21FS-1 day
23	↳ Kolom	13 days	Fri 4/23/21	Wed 5/5/21	
24	↳ Tulangan Kolom 1	10 days	Fri 4/23/21	Sun 5/2/21	22
25	↳ Bekisting Kolom 1	11 days	Fri 4/23/21	Mon 5/3/21	24FS-10 days
26	↳ Ready Mix Kolom 1	10 days	Mon 4/26/21	Wed 5/5/21	25FS-8 days
27	↳ Balok	6 days	Mon 5/3/21	Sat 5/8/21	
28	↳ Tulangan Balok 1	1 day	Mon 5/3/21	Mon 5/3/21	24
29	↳ Bekisting Balok 1	4 days	Tue 5/4/21	Fri 5/7/21	28
30	↳ Ready Mix Balok 1	1 day	Sat 5/8/21	Sat 5/8/21	29
31	↳ Dinding	8 days	Tue 5/4/21	Tue 5/11/21	
32	↳ Tulangan Dinding 1	2 days	Tue 5/4/21	Wed 5/5/21	28
33	↳ Bekisting Dinding 1	6 days	Wed 5/5/21	Mon 5/10/21	32FS-1 day
34	↳ Ready Mix Dinding 1	2 days	Mon 5/10/21	Tue 5/11/21	33FS-1 day
35	↳ Tangga	6 days	Sat 5/22/21	Thu 5/27/21	
36	↳ Bekisting Tangga 1	6 days	Sat 5/22/21	Thu 5/27/21	44
37	↳ Tulangan Tangga 1	2 days	Sat 5/22/21	Sun 5/23/21	36SS
38	↳ Ready Mix Tangga 1	2 days	Mon 5/24/21	Tue 5/25/21	37

Gambar 9. Data Setelah Dilakukan Pemisahan Item Pekerjaan



Gambar 10. Histogram Percobaan-1

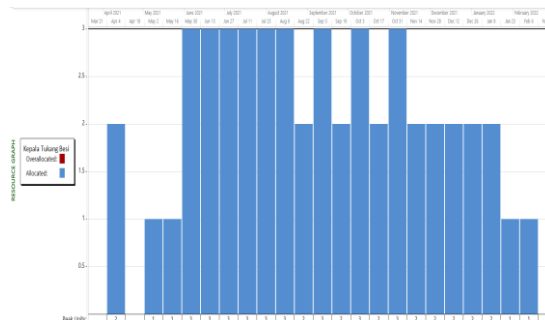


Gambar 11. Hasil Model 4D Percobaan-1

Dari grafik histogram pada Gambar 10 dapat dilihat masih banyak jumlah tenaga kerja yang melebihi sumber daya yang dimiliki oleh karena itu dilakukan *resources levelling* selanjutnya. Langkah selanjutnya data MS Project yang sudah melakukan perubahan item pekerjaannya kemudian disinkronkan kembali dengan *software* Naviswork, hasil dari mensinkronkan kembali dapat dilihat pada gambar dibawah ini. Dari Gambar 11 dapat dilihat perbedaannya dengan Gambar 7 dimana pekerjaan pembesaran sudah dipisah sesuai dengan urutan pengerjaannya.

2. *Resources Levelling Auto Schedule*

Percobaan-2 ini dilakukan dengan *resources levelling auto schedule* pada MS Project. Gambar 12 adalah hasil histogram Percobaan-2. Pada percobaan-2 ini semua tenaga kerja sudah tidak melebihi sumber daya yang ada tetapi, durasi yang dihasilkan sama dengan percobaan-1 yaitu 312 hari dimana masih lebih lama dari data yang ada. Pada percobaan selanjutnya mencoba mengurangi durasi saat ini.

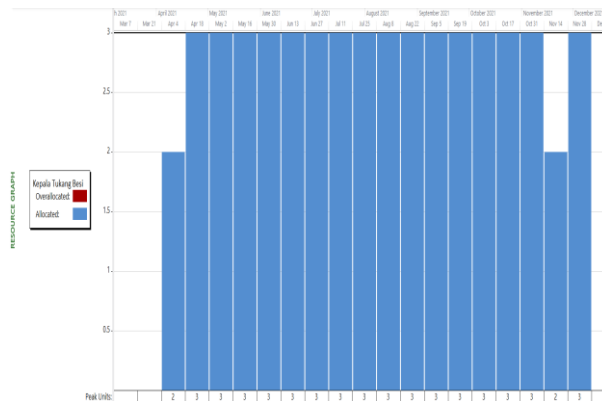


Gambar 12. Histogram Percobaan-2

3. Resources Levelling Manual Schedule

Percobaan-3 ini dilakukan dengan *resources levelling manual schedule* pada MS Project. Gambar 13 adalah hasil histogram Percobaan-

3. Pada percobaan-3 ini semua tenaga kerja sudah tidak melebihi sumber daya yang ada. Dari percobaan-3 didapat durasi selama 247 hari dimana 1 hari lebih cepat dari data awal.



Gambar 13. Histogram Percobaan-3

Pembahasan

Setelah dilakukan implementasi BIM 4D terhadap analisis perhitungan jumlah tenaga kerja, hubungan pekerjaan hingga *resources levelling* pada penjadwalan proyek pembangunan terdapat beberapa pengaruh yang menghasilkan perbedaan dengan penelitian sebelumnya. Berikut ini adalah penjelasan yang terjadi.

Metode Barchart dan Metode PDM

Perbedaan hasil data secara umum dipengaruhi oleh perbedaan metode yang digunakan pada *software*. Pada penelitian sebelumnya menggunakan *software* Primus. *Software* tersebut menggunakan metode barchart dimana metode ini hubungan antar kegiatan pekerjaan masih belum terlihat secara jelas dan detail. Sehingga masih sulit untuk menentukan urutan pekerjaan berdasarkan hubungan antar kegiatan.

Pada penelitian ini menggunakan *software* Naviswork. Dimana metode yang digunakan adalah PDM (*Precedence Diagram Method*). Pada metode ini hubungan antar kegiatan terlihat secara jelas dan detail. Hubungan antar kegiatan satu sama yang lain dapat dilihat pada *software* MS Project pada kolom *predecessors*. Pada *software* MS Project juga terdapat barchart dengan anak panah yang menunjukkan hubungan antar kegiatan.

Sehingga memudahkan untuk melihat urutan pekerjaan dan hubungan pekerjaan jika terjadi keterlambatan atau percepatan pada saat di pembangunan.

Primus vs Naviswork

Software Primus dapat menghasilkan daftar harga, estimasi biaya konstruksi, estimasi pekerjaan, permohonan proposal, grafik perbandingan, dokumen dan template proyek, estimasi insiden tenaga kerja, estimasi insiden kesehatan dan keselamatan dan spesifikasi teknis. *Software* ini lebih ditujukan pada konsep BIM 5D walaupun bisa menghasilkan estimasi pekerjaan atau *Time Schedule* perencanaan dengan menggunakan metode barchart.

Software Naviswork dapat menghasilkan model 4D, analisis, *clash detection* dan simulasi pelaksanaan. *Software* ini ditujukan pada konsep BIM 4D. *Software* ini menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) yang lebih jelas hubungan pekerjaan daripada metode barchart. *Clash Detection* disini berguna untuk mendeteksi terjadinya bentrokan antar item pekerjaan dari model 3D hingga penjadwalan. Video simulasi disini sangat berguna bagi seluruh pekerja selain untuk mendeteksi kesalahan urutan pengerjaan bisa mempermudah untuk mempresentasikan kepada pihak yang dituju.

Sumber Daya

Pada penelitian sebelumnya belum memiliki batasan terhadap sumber daya pekerja. Pada penelitian ini memiliki sumber daya yang terbatas yang diperoleh dari pihak kontraktor pelaksana PT. Sinar Cerah Sempurna. Dari keterbatasan sumber daya yang dimiliki sangat berpengaruh terhadap lamanya durasi pelaksanaan.

Pada pembuatan penjadwalan dilakukan *resources levelling* yang bertujuan agar tidak melebihi sumber daya yang dimiliki. *Resources levelling* yang dilakukan sebanyak 3 kali dan 1 kali perubahan item pekerjaan. Perubahan item pekerjaan dilakukan pada percobaan ke-1 karena pekerjaan pembesian per lantai menjadi 1 kegiatan saja sedangkan kegiatan pembesian dilakukan untuk beberapa kegiatan yaitu pembesian sloof, kolom, balok, dinding dan plat yang dapat dilihat pada Gambar 10. Maka dari itu perlu adanya pemisahan kegiatan pembesian dan pengecoran tiap lantai agar terlihat jelas hubungan pekerjaan serta urutan pengerjaan.

Resources levelling pada percobaan ke-2 menggunakan *resources levelling auto schedule* yang berada pada software MS Project. Hasil yang diperoleh sesuai harapan tetapi durasi menjadi lebih lama. Oleh karena itu, dilakukan percobaan ke-3 menggunakan *resources levelling manual schedule*. Hasil yang diperoleh 247 hari 1 hari lebih cepat dari penjadwalan penelitian sebelumnya dan jumlah sumber daya tidak melebihi yang dimiliki.

Model 3D

Model 3D dalam pembuatan model 4D pada software *Naviswork* sangat berpengaruh dalam proses mensinkronkan antara model 3D dengan *Time Schedule*. Masalah yang terjadi pada penelitian ini adalah model 3D yang masih kurang baik. Permasalahannya yaitu *family* item pekerjaan masih menjadi satu kesatuan sehingga harus memilih item pekerjaan misalnya item tulangan, item tulangan disini masih menjadi satu kesatuan sehingga harus memilih secara manual antara tulangan *bore pile*, *pilecap*, *footplate*, *sloof*, kolom, dll. *Leveling* lantai juga masih

menjadi satu kesatuan sehingga harus memilih secara manual dalam proses mensinkronkan dengan *Time Schedule*. Sehingga membutuhkan waktu yang sangat lama dalam pengerjaan model 4D.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai implementasi BIM pada software *Naviswork* dalam *Time Schedule* pelaksanaan proyek dapat diambil kesimpulan bahwa software *Naviswork* membantu melakukan simulasi pelaksanaan proyek serta mendeteksi jika adanya clash antar item pekerjaan. Hasil dari *Naviswork* juga sangat berpengaruh terhadap Model 3D serta *Time Schedule* dari MS Project. Hasil dari penelitian ini mendapatkan jumlah durasi 247 hari pelaksanaan dimana terjadinya 1 hari lebih cepat dari penelitian sebelumnya yang dikarenakan adanya perbedaan penggunaan metode dalam penjadwalan proyek yaitu PDM (*Precedence Diagram Method*) dan *Barchart* dimana metode PDM.

Saran

Berdasarkan penelitian ini dipadatkan beberapa saran sebagai berikut.

1. Untuk penelitian selanjutnya dalam pembuatan Model 3D harus dilakukan dengan dengan lebih baik lagi.
2. Untuk penelitian lanjutan bisa menambahkan pekerjaan lainnya seperti pekerjaan arsitektural dan MEP.
3. Untuk penelitian lanjutan dapat dikembangkan lagi ke dalam 6D sebagai pekerjaan yang berkelanjutan dan 7D sebagai manajemen lingkungan pada suatu proyek konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Farhana, A. (2021). "Implementasi Konsep BIM 4D Dan 5D Dalam Perencanaan Arus Kas". Skripsi. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Yacan, M. (2020). "Problems at 4D and 5D Modeling Process - *Navisworks* and *CostX*".

- https://www.researchgate.net/publication/339363613_Problems_at_4D_and_5D_Modeling_Process_-_Navisworks_and_Costx
- Srimathi, S. & Uma, R.N. (2018). "Implementation of BIM Tools in Commercial Building Project". *International Journal of Scientific Research and Review* Volume 7, Issue 5, ISSN NO: 2279-543X
- Pungki, Y.D. (2016). "Analisis Pemerataan Sumber Daya Tenaga Kerja (*Resource Levelling*)". Skripsi. Universitas Teuku Umar, Meulaboh.
- Rochmanhadi. (1984). "Perhitungan Biaya Pelaksanaan dengan Menggunakan Alat-alat Berat". Departemen Pekerjaan Umum Badan Penerbit Pekerjaan Umum. Semarang
- Soedrajat, A. (1984). "Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan". Nova. Bandung
- Husen, A. (2011). "Manajemen Proyek". Andi Offset. Yogyakarta
- Widiasanti, I. dan Lenggogeni. (2013). "Manajemen Konstruksi". Remaja Rosdakarya Offset. Bandung.
- Soeharto, I. 1999. "Manajemen Proyek". Erlangga. Jakarta
- Hindratama, T. (2019). "Implementasi Konsep Building Information Modeling Untuk Estimasi Biaya Pada Pekerjaan Pondasi, Sloof dan Kolom". Skripsi. Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta
- Hidayat, M.A. (2018). "Perhitungan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Malang (UMM)". Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
- Fitriyah, N. (2017). "Metode Pelaksanaan Serta Perhitungan Waktu dan Biaya pada Proyek Hotel Amaris Bintoro Surabaya". Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Mudzakir, A.C. dkk. (2017). "Evaluasi Waste Dan Implementasi Lean Construction (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Serbaguna Taruna Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang)". *Jurnal Karya Teknik Sipil*. Vol.6 No.2:145-158. Semarang
- Suratman. (2017). "Perbandingan Biaya Pekerjaan Pelat Lantai Beton Antara Metode Konvensional Dan Pracetak Flyslab". Skripsi. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Permadi, W.S. (2017). "Penerapan BIM Based Cost Estimation Menggunakan Tekla Structures Dan Ibuild". Tugas Akhir. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- PT.PP. (2018). "Penerapan BIM Sebagai Inovasi Teknologi Konstruksi di PT PP". Seminar. Semarang
- Yahya, A. R. 2022. Analisis Kebutuhan Tenaga Kerja Dengan Metode *Resource Levelling*. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Zendrato, V.Y. 2018. Penerapan Resource Leveling Untuk Optimalisasi Perataan Alokasi Tenaga Kerja. Tugas Akhir. (Tidak Diterbitkan). Universitas Sumatera Utara. Medan