

## APLIKASI BIM PADA PEMBANGUNAN PROYEK JEMBATAN UMBUL KAJI KABUPATEN MALANG

Amelia Ayu Solicha<sup>1</sup>, Diah Lydianingtias<sup>2</sup>, Wahiddin<sup>3</sup>

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>1</sup>. Dosen Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang<sup>2,3</sup>

Email: 2041327020@student.polinema.ac.id<sup>1</sup>, diahcipta@gmail.com<sup>2</sup>, wahiddin@polinema.ac.id<sup>3</sup>

### ABSTRAK

Kemajuan teknologi merupakan salah satu tantangan tersendiri di bidang teknik sipil. BIM (*Building Information Modeling*) merupakan salah satu contoh kemajuan teknologi yang dapat digunakan untuk pelaksanaan proyek konstruksi. Aplikasi BIM yang digunakan adalah aplikasi *Infraworks Autodesk*, *Naviswork Autodesk* dan *Revit Autodesk*. Penerapan BIM ini di pusatkan pada pembangunan proyek jembatan Umbul Kaji Kabupaten Malang. Penggunaan aplikasi *Infraworks Autodesk* dimaksudkan agar mempermudah penempatan bangunan fasilitas dengan langsung meletakkan bangunan sesuai dengan kondisi topografi. Selanjutnya untuk aplikasi *Naviswork Autodesk* digunakan agar visualisasi progress penjadwalan sesuai dengan perencanaan. Kemudian aplikasi *Revit Autodesk* dipergunakan untuk pemodelan 3D hingga mendapatkan volume konstruksi, volume penulangan dan harga pelaksanaan proyek konstruksi. Berdasarkan hasil perencanaan dan perhitungan, struktur organisasi yang digunakan adalah struktur organisasi fungsional. Tata letak berdasarkan *Travelling Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI) maka dipilih penempatan alternatif 3 dengan nilai TD sebesar 100131 dan SI sebesar 730. Metode pelaksanaan jembatan untuk *erection girder* menggunakan metode *launching gantry*. Dalam penyusunan penjadwalan dengan bantuan *Microsoft Project* dan *Naviswork Autodesk* maka didapatkan waktu pelaksanaan proyek 230 hari. Serta dengan bantuan *Revit Autodesk* biaya pelaksanaan proyek Jembatan Umbul Kaji sebesar Rp 46.591.603.677,-.

**Kata kunci:** *building information modelling* (BIM), jembatan, metode pelaksanaan, penjadwalan, anggaran biaya pelaksanaan

### ABSTRACT

*Technological progress is one of the challenges in the field of civil engineering. BIM (Building Information Modeling) is one example of technological advances that can be used for the implementation of construction projects. The BIM applications used are Infraworks Autodesk, Naviswork Autodesk and Revit Autodesk applications. The application of BIM is centered on the construction of the Umbul Kaji bridge project, Malang Regency. The use of the Infraworks Autodesk application is intended to facilitate the placement of facility buildings by directly placing buildings according to topographic conditions. Furthermore, the Naviswork Autodesk application is used to visualize the scheduling progress according to the plan. Then the Revit Autodesk application is used for 3D modeling to get the construction volume, reinforcement volume and construction project implementation price. Based on the results of planning and calculations, the organizational structure used is a functional organizational structure. Site layout is based on Travelling Distance (TD) and Safety Index (SI), so an alternative 3 placement is chosen with a TD value of 100131 and an SI of 730. The bridge implementation method for erection girder uses the launching gantry method. In the preparation of the schedule with the help of Microsoft Project and Naviswork Autodesk, the project implementation time was 230 days. And with the help of Revit Autodesk, the cost of implementing the Umbul Kaji Bridge project is Rp. 46.591.603.677,-.*

**Keywords:** *building information modeling* (BIM), bridge, implementation method, scheduling, implementation cost budget

### 1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi merupakan salah satu tantangan tersendiri di bidang teknik sipil. Hasil dari kemajuan teknologi adalah aplikasi-aplikasi yang dapat mempermudah

pekerjaan perencanaan konstruksi. BIM (*Building Information Modeling*) merupakan salah satu contoh kemajuan teknologi. Aplikasi BIM yang digunakan untuk perencanaan konstruksi adalah aplikasi *Infraworks Autodesk*,

Naviswork Autodesk dan Revit Autodesk. Dengan digunakannya aplikasi ini diharapkan pekerjaan manajemen konstruksi lebih mudah dengan hasil yang tepat. Penerapan BIM ini di pusatkan pada pembangunan proyek jembatan.

Jembatan Umbul Kaji dibangun untuk mempermudah akses perjalanan menuju beberapa pantai yang terletak di Malang Selatan. Jembatan Umbul Kaji ini memiliki panjang bentang 120 m. Lebar jembatan ini adalah 7 m dengan lebar bahu jalan 1 m. Jembatan ini merupakan penghubung antara Balekambang dan Kedungsalam.

Pelaksanaan proyek yang terlambat dapat menghambat pekerjaan-pekerjaan proyek yang lain. Maka dari itu dibuatnya perhitungan menggunakan aplikasi Revit Autodesk diharapkan agar proyek selesai tepat waktu. Keberhasilan pembangunan proyek ini juga di dukung oleh perencanaan struktur organisasi, site layout, metode pelaksanaan, penjadwalan dan anggaran biaya. Penjadwalan dibuat berdasarkan metode pelaksanaan jembatan yang akan digunakan. Metode tersebut adalah metode *launching gantry*. Tujuan dari penulisan ini adalah untuk merencanakan struktur organisasi, site layout, metode pelaksanaan, penjadwalan dan anggaran biaya pelaksanaan pada pembangunan proyek Jembatan Umbul Kaji Kabupaten Malang. Adapun manfaat yang di dapat yaitu memberikan kontribusi bagi pengembangan keilmuan di bidang manajemen konstruksi. Serta dapat bermanfaat sebagai keperluan akademik dan bermanfaat bagi kontraktor, yaitu sebagai alternatif optimal untuk membantu menyusun penjadwalan serta biaya sebagai dasar pekerjaan proyek untuk wilayah Kabupaten Malang.

## 2. METODE

### Organisasi Proyek Fungsional

Organisasi fungsional (*functional organization*) mendasarkan pembagian tugas serta kegiatan pada spesialisasi yang dimiliki pejabatnya. Dalam organisasi ini, seorang bawahan dapat menerima beberapa instruksi dari beberapa pejabat serta harus mempertanggungjawabkannya pada masing-masing pejabat yang bersangkutan. [1]

### Tata Letak/Site Layout Proyek

Pengaturan letak fasilitas sementara yang mendukung aktivitas pembangunan pada suatu lokasi adalah perencanaan yang penting karena dapat berdampak signifikan terhadap pengeluaran, kualitas pekerjaan, keamanan, dan aspek proyek lainnya. Perencanaan dan pengaturan *site layout* diharapkan mampu memberikan alternatif-alternatif yang paling optimal. [2]

### Jarak Tempuh (Travelling Distance)

Jarak tempuh (*traveling distance*) adalah jarak yang dicapai selama terjadi pergerakan material, pekerja, dan peralatan dari satu fasilitas ke fasilitas yang lain. Hubungan jarak antar

fasilitas dan frekuensi perpindahan antar fasilitas ke dalam persamaan berikut [2]:

$$TD = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} * F_{ij} \tag{1}$$

dengan:

- TD = Hubungan antara jarak tempuh dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas
- n = Jumlah fasilitas di lokasi untuk mendukung pelaksanaan proyek
- dij = Jarak antara fasilitas i dan j
- Fij = Frekuensi perpindahan antar fasilitas i dan j

### Tingkat Keamanan (Safety Index)

Ketidakteraturan dalam penataan *site layout* dapat berpengaruh terhadap keamanan lokasi bagi para pekerja. Tingkat bahaya yang dapat terjadi tidak sama antara satu fasilitas dengan fasilitas yang lain dalam lokasi proyek. Hubungan antara nilai tingkat keamanan dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas ke dalam persamaan berikut [2]:

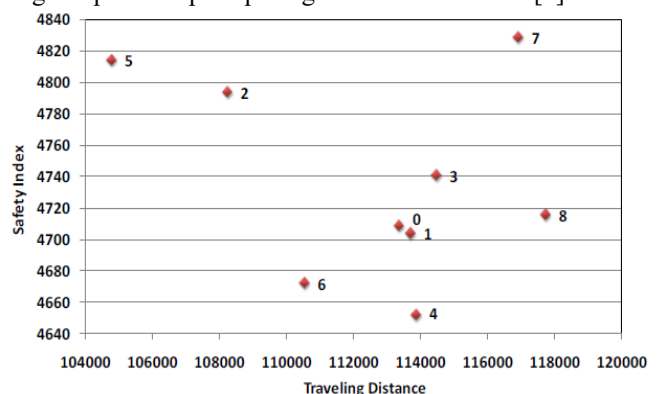
$$SI = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n S_{ij} * F_{ij} \tag{2}$$

dengan:

- SI = Hubungan antara tingkat keamanan dengan frekuensi perpindahan antar fasilitas
- n = Jumlah fasilitas di lokasi untuk mendukung pelaksanaan proyek
- sij = Tingkat keamanan dan keselamatan antara fasilitas i dan j
- Fij = Frekuensi perpindahan antar fasilitas i dan j

### Diagram Pareto

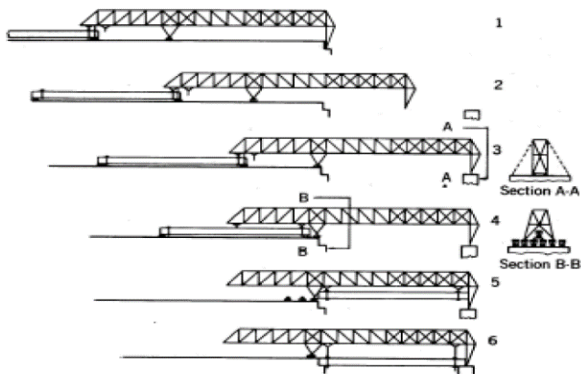
Hasil perhitungan jarak tempuh (*traveling distance*) dan tingkat keamanan (*safety index*) kemudian diplot pada diagram pareto seperti pada gambar di bawah ini. [2]



Gambar 1. Diagram Pareto Hasil Optimasi

### Metode Girder Launcher

Urutan kerja pada pemakaian *Girder Launcher* ; (1) *Launcher* yang sudah dirakit dihubungkan dengan *girder* yang berfungsi sebagai pemberat, (2) *Launcher* dan *girder* dipindahkan menuju bentang yang direncanakan, (3) *Launcher* sudah pada posisi untuk *erection*, (4) *Girder* dihubungkan pada ujung penggantung *Launcher*, (5) *Girder* sudah terangkat oleh *Launcher*, (6) *Girder* telah ditempatkan. [3]



Gambar 2. Metode *Girder Launcher*

### Precedence Diagram Method (PDM)

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. [4]

### Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

Analisis Harga Satuan Pekerjaan yang selanjutnya disingkat AHSP adalah perhitungan kebutuhan biaya tenaga kerja, bahan dan peralatan untuk mendapatkan harga satuan atau satu jenis pekerjaan tertentu. Pedoman AHSP Bidang Pekerjaan Umum dimaksudkan sebagai acuan dalam menghitung biaya pembangunan sebagai kelengkapan dalam proses pekerjaan konstruksi dan digunakan sebagai suatu dasar dalam menyusun perhitungan HPS atau *owner's estimate (OE)* dan HPP atau *engineering's estimate (EE)* untuk penanganan pekerjaan bidang pekerjaan umum. [5]

### Rekapitulasi Anggaran Biaya Pelaksanaan Proyek

Dalam menentukan biaya untuk suatu *item* pekerjaan harus dilakukan suatu kegiatan estimasi biaya berdasarkan analisis harga satuan pekerjaan yang biasa dikeluarkan oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat untuk pedoman kontraktor pelaksana melaksanakan estimasi biaya suatu proyek konstruksi. Maka dari itu, untuk menghitung biaya suatu item pekerjaan dapat memakai rumus perhitungan [6]:

$$\text{Biaya suatu item pekerjaan} = \text{harga satuan pekerjaan} \times \text{volume} \quad (3)$$

### Building Information Modelling (BIM)

BIM merupakan representasi digital dari karakteristik fisik dan karakter fungsional dari suatu Bangunan. Karena itu, di dalamnya terkandung semua Informasi mengenai elemen-elemen bangunan tersebut yang digunakan sebagai basis pengambilan keputusan dalam kurun waktu siklus umur bangunan mulai dari konsep hingga demolisi.

### Dimensi Konstruksi BIM

Model BIM akan semakin detail mengikuti siklus dari fase-fase proyek konstruksi didalamnya. Dimensi konstruksi BIM adalah sebagai berikut:

1. 3D Data Pembangunan dan Informasi
2. 4D Penjadwalan
3. 5D Estimasi
4. 6D Keberlanjutan
5. 7D Aplikasi Manajemen Fasilitas

### Tingkat Implementasi (Maturity Level)

Beberapa tingkat implementasi yang berlaku di beberapa Negara terkait implementasi BIM antara lain [7]:

1. Level 0 BIM
2. Level 1 BIM
3. Level 2 BIM
4. Level 3 BIM

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Deskripsi Lokasi Proyek

Objek pada penyusunan skripsi ini yaitu proyek jembatan Umbul Kaji. Jembatan ini di daerah strategis pada jalur lintas pantai selatan. Jembatan ini menghubungkan wilayah desa Banjarejo dan desa Kedungsalam. Lokasi proyek pembangunan jembatan ini berada di desa Banjarejo, Donomulyo, Kabupaten Malang dengan posisi titik tengah jembatan berupa pada 8°21'41.614" LS dan 112°27'39.460" BT.

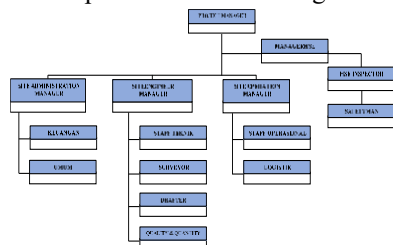


Gambar 3. Peta Lokasi Daerah Studi

Nama Proyek	: Lot 9 SP. Balekambang - Kedungsalam
Penyedia Jasa	: PT. Lancarjaya Mandiri Abadi
Konsultan Perencana	: PT. Mekaro Daya Mandiri PT. Index Internusa
Dana	: Loan IsDB
Tahun Anggaran	: 2019-2022
Kontrak Nomor	: HK.02.01/498623.1.3/2371
Tanggal Kontrak	: 11 Juli 2019

**Struktur Organisasi Proyek**

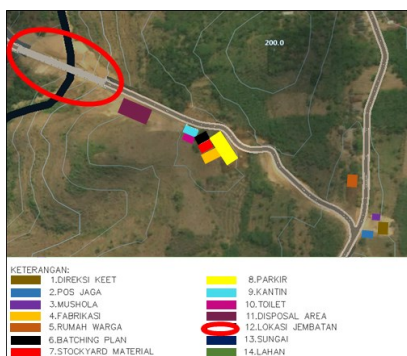
Proyek Umbul Kaji dipimpin oleh seorang *Project Manager* yang membawahi *Manager HSE*, *Site Administration Manager (SAM)*, *Site Engineer Manager (SEM)* dan *Site Operation Manager (SOM)*. SAM membawahi staf keuangan, staf umum. SEM membawahi staf teknik, surveyor, drafter dan *quality & quantity*. Kemudian SOM membawahi staf operasional dan staf logistik.



**Gambar 4.** Struktur Organisasi Proyek Jembatan Umbul Kaji

**Tata Letak (Site Layout)**

Perencanaan tata letak/site layout berdasarkan kondisi eksisting pada proyek. Dengan melihat kontur yang bisa didapatkan dengan menggunakan bantuan aplikasi *InfraWorks Autodesk*. Hasil dari penggunaan aplikasi ini yaitu mendapatkan pengukuran jarak dengan tepat sesuai dengan kondisi eksisting serta penempatan bangunan fasilitas juga mudah karena model 3D bangunan dapat diletakkan sesuai dengan kontur tanah yang aman. Terdapat 4 alternatif perencanaan site layout, yaitu *site layout* eksisting lapangan, *site layout* alternatif 1, *site layout* alternatif 2 dan *site layout* alternatif 3



**Gambar 5.** Tata Letak Alternatif 3

Langkah pertama dalam perencanaan *site layout* yaitu mengukur jarak (D) antar bangunan fasilitas. Selanjutnya yaitu menganalisis frekuensi gerak manusia (F) yang akan mengunjungi bangunan-bangunan pada area proyek. Angka ini di dapat dari penentuan penulis. Lalu menganalisis nilai safety index antar fasilitas (S). Untuk pemberian nilai keamanan terdapat 3 zona. Zona 1 merupakan tingkat kecelakaan rendah. Zona 2 merupakan tingkat kecelakaan sedang dan yang terakhir zona 3 merupakan tingkat kecelakaan tinggi. Kemudian menghitung hubungan antara jarak (D) dengan frekuensi (F) dengan rumus  $D \times F$ .

**Tabel 1.** Hubungan Antara Jarak dengan Frekuensi Alternatif 3

FA	DK	PJ	M	F	RW	BP	S	P	K	T	SB	LJ	SU	JLH
DK	-	50	96	915	1050	660	650	590	1432	730	390	2280	588	9431
PJ	50	-	27	27	280	98	300	310	280	330	360	530	545	3137
M	96	27	-	636	395	1675	1650	315	364	750	395	1116	590	8009
F	915	280	636	-	690	164	156	19	460	250	240	1600	340	5750
RW	1050	98	316	690	-	1512	740	708	2025	830	515	2424	1260	12168
BP	660	300	670	164	1512	-	40	80	380	210	400	1216	328	5960
S	650	310	660	156	740	40	-	140	540	236	122	1256	672	5522
P	590	280	315	19	708	80	140	-	1260	285	416	2880	1280	8253
K	1432	330	1456	460	2025	380	540	1260	-	150	88	1030	450	9601
T	730	344	750	250	830	210	236	285	150	-	60	720	510	5075
SB	390	360	395	240	515	400	122	416	88	60	-	788	424	4198
LJ	2280	530	1116	1600	2424	1216	1256	2880	1030	720	788	-	100	15940
SU	588	545	590	340	1260	328	672	1280	450	510	424	100	-	7087

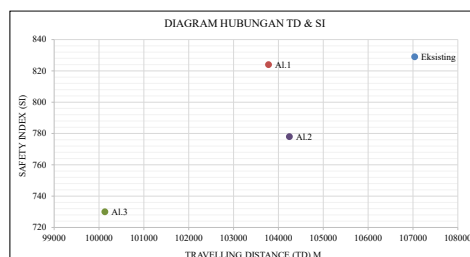
Setelah itu menghitung hubungan antara tingkat keamanan (S) dengan frekuensi (F) dengan rumus  $S \times F$ .

**Tabel 2.** Hubungan Antara Tingkat Keamanan dengan Frekuensi Alternatif 3

FA	DK	PJ	M	F	RW	BP	S	P	K	T	SB	LJ	SU	JLH
DK	-	2	6	3	10	2	2	4	4	2	1	4	1	41
PJ	2	-	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	14
M	6	1	-	2	5	5	5	2	1	2	1	2	1	33
F	3	1	2	-	2	6	6	3	8	4	2	5	1	43
RW	10	1	4	2	-	4	2	2	5	2	1	4	2	39
BP	2	1	2	6	4	-	12	12	12	4	4	8	3	70
S	2	1	2	6	2	12	-	7	5	2	2	12	4	57
P	4	2	2	3	2	12	21	-	30	3	8	20	8	115
K	4	1	4	8	5	12	10	30	-	6	4	10	4	98
T	2	1	2	4	2	4	4	3	6	-	4	6	4	42
SB	1	1	1	2	1	4	2	8	4	4	-	12	6	46
LJ	4	1	2	10	4	8	8	20	10	6	12	-	6	91
SU	1	1	1	2	2	2	4	8	4	4	6	6	-	41

730

Pada diagram terdapat salah satu alternatif yang mendekati titik 0. Titik alternatif yang mendekati titik 0 merupakan tatak letak yang paling optimum. Hal ini dikarenakan perencanaan tata letak tersebut mempunyai nilai TD dan SI yang minimum serta aktivitas antar bangunan kecil dan resiko kecelakaan kecil.

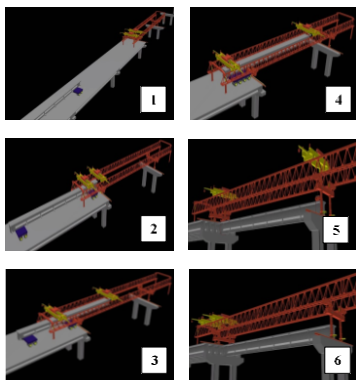


**Gambar 6.** Diagram Hubungan TD dan SI

### Strategi dan Metode Pelaksanaan

Proyek Jembatan Umbul Kaji dimulai dengan pembendungan sungai Umbul Kaji. Bendung sungai Umbul Kaji juga dapat digunakan untuk jalan akses alat berat yang akan digunakan pada pembangunan Jembatan Umbul Kaji. Setelah itu pelaksanaan pekerjaan berikutnya yaitu pekerjaan pilar dan abutment. Pekerjaan bore pile dimulai dari pilar 1. Lalu pekerjaan bore pile dilakukan pada bore pile pilar 2, selanjutnya bore pile abutment 2 dan yang terakhir bore pile abutment 1. Setelah pekerjaan pilar 1 dan 2 serta abutment 1 dan 2 selesai, maka pekerjaan selanjutnya yaitu pemasangan precast struktur atas. Pekerjaan ini dimulai dari pemasangan bearing pad → I girder → diafragma → concrete plate. Kemudian pekerjaan selanjutnya yaitu pekerjaan deck slab dilanjutkan concrete parapet dan railing jembatan, lalu trotoar. Serta pekerjaan terakhir yaitu pekerjaan pengaspalan jembatan Umbul Kaji.

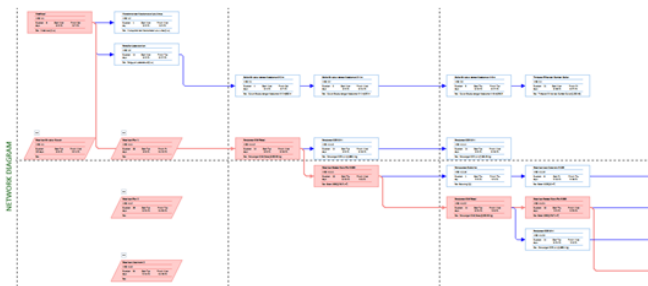
Metode pelaksanaan balok I girder dimulai dari pengangkatan balok I girder ke alat berat *flat bed truck*, kemudian balok I girder pracetak dibawa ke lokasi proyek. Pemasangan girder menggunakan metode *launching gantry*.



Gambar 7. Pekerjaan Erection Girder

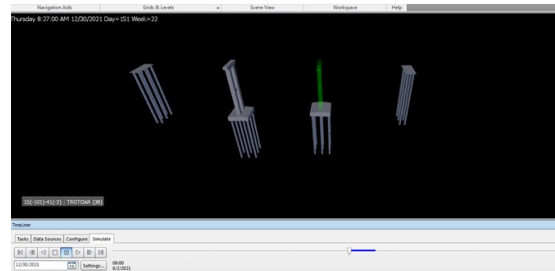
### Penjadwalan Proyek

Sebelum merencanakan penjadwalan menggunakan aplikasi *Naviswork Autodesk*, langkah yang harus dikerjakan pertama yaitu melakukan perhitungan durasi pekerjaan. Selanjutnya, melakukan perencanaan metode *Precedence Diagram Method (PDM)* menggunakan aplikasi *Microsoft Project*.



Gambar 8. Network Diagram Item Pekerjaan

Setelah perencanaan penjadwalan pada *ms. project* selesai maka langkah selanjutnya menggunakan aplikasi *Naviswork Autodesk*. Aplikasi *Naviswork Autodesk* merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk melakukan pemvisualisasian penjadwalan. Aplikasi ini memudahkan dalam penjadwalan dan untuk mengerti lebih jelas progress proyek konstruksi. Tahap pertama dalam menggunakan aplikasi ini yaitu menyiapkan file pemodelan 3D yang sebelumnya telah dibuat pada aplikasi *Revit Autodesk*.



Gambar 9. Simulate Naviswork Autodesk

### Anggaran Biaya Pelaksanaan Proyek

Perencanaan biaya dilakukan dengan membuat pemodelan 3D, perhitungan volume, analisa satuan harga pekerjaan (AHSP) dan rekapitulasi biaya. Pemodelan 3D jembatan Umbul Kaji berdasarkan dari *shopdrawing* yang didapatkan dari kontraktor proyek. Pemodelan 3D jembatan menggunakan aplikasi *Revit Autodesk*.



Gambar 10. Model 3D Jembatan Umbul Kaji

Langkah selanjutnya yang perlu dilakukan yaitu melakukan perhitungan volume. Perhitungan volume ini didapatkan dari pemodelan 3D yang telah selesai dibuat dengan bantuan aplikasi *Revit Autodesk*. Kemudian membuat parameter agar setiap elemen jembatan dapat dengan mudah dibedakan. Setelah semua elemen pada jembatan terdeskripsi sesuai dengan item pekerjaannya, selanjutnya yaitu melakukan perhitungan *quantity*. Caranya dengan memilih menu bar *View* → *Schedules* → *Schedule/Quantities*. Kemudian akan muncul kotak *New Schedule*. Pilih *category* yang akan dihitung volumenya. Misal menghitung volume pile cap, maka *category* yang dipilih yaitu *Structural Foundation* → OK. Kemudian akan muncul *Schedule Properties*, pada *Available fields* pilih apa saja yang ingin ditampilkan pada tabel → OK. Setelah itu akan muncul tabel perhitungan volume pile cap.

<Structural Foundation Schedule>		
A	B	C
Item Pekerjaan	Tipe	Volume
Pekerjaan Pondasi	FP1	230.45 m <sup>2</sup>
Pekerjaan Pondasi	FP2	230.45 m <sup>2</sup>

Gambar 11. Volume Pile Cap P1 dan P2

Kemudian melakukan analisa harga satuan pekerjaan (AHSP). Selanjutnya didapatkan koefisien-koefisien yang dapat digunakan untuk perhitungan jumlah harga satuan. Rumus untuk menghitung jumlah harga satuan yaitu:

$$\text{Jumlah harga} = \text{koefisien} \times \text{harga satuan} \quad (4)$$

Untuk harga satuan didapatkan dari Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) Kabupaten Malang tahun 2020. Berikut contoh perhitungan jumlah harga pekerja pada pekerjaan beton K250:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah harga pekerja} &= 0.8032 \times \text{Rp } 13.142,86 \\ &= \text{Rp } 10.556,51 \end{aligned}$$

Tabel 3. Jumlah Harga Satuan Pekerjaan Beton K250

NO.	KOMPONEN	SAT	PERKIRAAN Kuantitas	HARGA SATUAN (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>A. TENAGA</b>					
1.	Pekerja Biasa	jam	0.8032	13,142.86	10,556.51
2.	Tukang	jam	2.0080	16,428.57	32,989.10
3.	Mandor	jam	0.1004	18,857.14	1,893.29
JUMLAH HARGA TENAGA					45,438.90
<b>B. BAHAN</b>					
1.	Semen	Kg	395.5200	52,800.00	20,883,456.00
2.	Pasir beton	M3	0.5589	1,600.00	894.28
3.	Agregat Kasar	M3	0.7793	360,200.00	280,685.85
4.	Kayu Perancah	M3	0.4000	2,000,000.00	800,000.00
5.	Paku	Kg	3.2000	3,800.00	12,160.00
JUMLAH HARGA BAHAN					21,977,196.13
<b>C. PERALATAN</b>					
1.	Con Pan. Mixer	jam	0.1004	186,394.50	18,714.31
2.	Truck Mixer	jam	0.1598	653,951.84	104,504.87
3.	Water Tanker	jam	0.0382	271,474.30	10,357.45
JUMLAH HARGA PERALATAN					133,576.63
<b>D. JUMLAH HARGA TENAGA, BAHAN DAN PERALATAN (A + B + C)</b>					<b>22,156,211.66</b>

Setelah perhitungan analisa satuan harga pekerjaan selesai, maka dilakukan rekapitulasi biaya proyek. Perhitungan rekapitulasi biaya proyek Jembatan Umbul Kaji adalah sebagai berikut:

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya Proyek

NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 119,667,524
2	PEKERJAAN TANAH	Rp 321,796,799
3	PEKERJAAN ASPAL	Rp 2,245,252,556
4	PEKERJAAN STRUKTUR	Rp 43,866,880,830
5	PEKERJAAN MINOR	Rp 58,777,882
<b>JUMLAH</b>		<b>Rp 46,612,375,592</b>

#### 4. KESIMPULAN

Struktur organisasi yang digunakan pada pembangunan proyek Jembatan Umbul Kaji yaitu struktur organisasi fungsional. Setelah dilakukan perhitungan tata letak/site layout berdasarkan *Travelling Distance* (TD) dan *Safety Index* (SI) maka dipilih penempatan alternatif 3. Pada penempatan alternatif 3 diperoleh nilai TD sebesar 100131 dan SI sebesar 730.

Metode pelaksanaan pada proyek Jembatan Umbul Kaji dimulai dari pekerjaan persiapan dan mobilisasi alat berat. Setelah itu dilanjutkan dengan pekerjaan tanah, kemudian pekerjaan struktur, pekerjaan aspal dan yang terakhir pekerjaan minor. Kemudian untuk proses *erection girder* menggunakan metode *launching gantry*.

Dengan memanfaatkan fitur yang ada pada *Microsoft Project* dan *Naviswork Autodesk*, diperoleh waktu pelaksanaan yang dibutuhkan pada pembangunan proyek Jembatan Umbul Kaji adalah 230 hari atau 7 bulan lebih 20 hari.

Dengan memanfaatkan fitur aplikasi BIM yang ada pada *Revit Autodesk*, diperoleh anggaran biaya pelaksanaan pada proyek Jembatan Umbul kaji sebesar Rp 46.612.375.592,- dan sesuai dengan tujuan penelitian, ditulis singkat dan jelas dengan urutan sesuai dengan tujuan penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Husen, Manajemen Proyek, Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- [2] W. I. Ervianto, Manajemen Proyek Konstruksi, Yogyakarta: Andi, 2005.
- [3] D. Kurniawan, "Optimasi Site Layout Menggunakan Multi-Objectives Function (Studi Kasus pada Proyek Pembangunan Graha Rektorat Universitas Negeri Malang Tahap III)," *Naskah Publikasi*, pp. 2-7, 2015.
- [4] J. K. Charano and F. Lualdi, "Jenis-Jenis Metode Operasional yang digunakan untuk Pemasangan Girder pada Jembatan di Indonesia," pp. 12-13, 2020.
- [5] H. A. Rani, Manajemen Proyek Konstruksi, Yogyakarta: Deepublish, 2016.
- [6] P. M. P. U. d. P. Rakyat, Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan, 2016.
- [7] H. Kusumartono, A. Krisbandono, G. P. Permana, N. Andarwati, A. Indraprastha, A. R. Widyastuti, A. Irsan and A. Rahman, Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Jakarta Selatan: Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi, 2018.