



**OPTIMALISASI DAN PRODUKTIVITAS ALAT BERAT TOWER CRANE
PADA PROYEK CASPIAN TOWER GRAND SUNGKONO LAGOON**

*Optimization and Productivity of Tower Crane heavy equipment on
Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon Project*

SKRIPSI

Oleh

OLIVIA TAMARA

141910301006

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018



**OPTIMALISASI DAN PRODUKTIVITAS ALAT BERAT TOWER CRANE
PADA PROYEK CASPIAN TOWER GRAND SUNGKONO LAGOON**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat

untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Sipil (S1)

dan mencapai gelar Sarjana Teknik

Oleh

OLIVIA TAMARA

141910301006

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS JEMBER

2018

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. Kedua Orangtua saya, Bapak Adolf James Simamora dan Mama Lumongga Situmorang yang tercinta.
2. Robert Immanuel Simamora dan Obed Belsink Yosafat Simamora.
3. Dosen Jurusan Teknik Sipil.
4. Teman-teman batak 14.
5. Teman-teman KKN UMD 92.
6. Almamater Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

“Barang siapa tinggal didalam Aku dan Aku didalam dia, ia berbuah banyak, sebab di luar Aku kamu tidak dapat berbuat apa-apa”

(Yohanes 15:5b)

“Bila engkau berjalan langkahmu tidak akan terhambat, bila engkau berlari engkau tidak akan tersandung”

(Amsal 4:12)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Olivia Tamara

NIM : 141910301006

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Optimalisasi Dan Produktivitas Alat Berat Tower Crane Pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon*” adalah benar-benar hasil karya saya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada instansi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 28 Juni 2018

yang menyatakan,

Olivia Tamara

NIM 141910301006

SKRIPSI

**OPTIMALISASI DAN PRODUKTIVITAS ALAT BERAT TOWER CRANE
PADA PROYEK CASPIAN TOWER GRAND SUNGKONO LAGOON**

Oleh

Olivia Tamara

NIM 141910301006

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Nunung Nuring H., S.T., M.T

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Hernu Suyoso, M.T

PENGESAHAN

Karya ilmiah *Skripsi* berjudul “*Optimalisasi Dan Produktivitas Alat Berat Tower Crane Pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon*” telah diuji dan disahkan pada:

hari, tanggal : Kamis, 28 Juni 2018

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Nunung Nuring H., S.T., M.T

NIP. 19760217 200112 2 002

Ir. Hernu Suyoso, M.T.

NIP. 19551112 198702 1 001

Penguji I,

Penguji II,

Dwi Nurtanto, S.T., M.T.

NIP. 19731015 199802 1 001

Dr. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T

NIP. 19700530 199803 2 001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.UM.

NIP. 196612151995032001

RINGKASAN

Optimalisasi Dan Produktivitas Alat Berat Tower Crane Pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon ; Olivia Tamara, 141910301006; 2018; 62 Halaman; Jurusan Teknik Sipil; Fakultas Teknik; Universitas Jember.

Pertumbuhan infrastruktur yang semakin berkembang di Indonesia, membuat banyak perusahaan jasa konstruksi meningkatkan kualitas dan kuantitas performa perusahaan, termasuk dalam hal meningkatkan produktivitas, pengeluaran biaya yang lebih efektif. Pembangunan infrastruktur yang paling sering terjadi yaitu pembangunan gedung bertingkat. Salah satu alat berat yang berperan aktif pada proses pembangunan gedung bertingkat yaitu alat berat Tower Crane (TC).

TC di gunakan pada bangunan bertingkat karena dianggap membuat pekerjaan pengangkatan material menjadi jauh lebih mudah dan hemat waktu, dan ketinggian Tower Crane dapat disesuaikan dengan tinggi bangunan dan juga memiliki jangkauan yang luas. Permasalahan yang sering dihadapi oleh kontraktor dalam pemakaian Tower Crane yaitu penurunan produktivitas kerja Tower Crane, akibat dari penurunan tersebut dapat mengakibatkan bertambahnya durasi pelaksanaan pekerjaan.

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini dilakukan dengan cara observasi lapangan serta wawancara dilakukan pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon, yang berlokasi di Jl. KH Abdul Wahab Siamin Blok RA Kav 9, Surabaya. Optimalisasi dilakukan dengan menentukan keseimbangan beban kerja yang lebih kecil dari lokasi awal TC sebelumnya, dan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas waktu kerja Tower Crane.

Lokasi awal TC1 yang semula berada di (56,510 ; 22,240) dan TC2 di (29.915 ; 8,640), yang kemudian di perbaharui pada perencanaan 1 titik koordinat TC1 menjadi (56,51 ; 16,077) dan TC2 menjadi (24,7548 ; 12,44), sedangkan pada perencanaan 2 titik koordinat TC1 menjadi (55,948 ; 14,914) dan TC2 menjadi

(29,915 ; 6,863), menghasilkan nilai keseimbangan beban kerja (σ) yang lebih kecil pada perencanaan 1 sebesar 25,045 menit dan pada perencanaan 2 sebesar 23,967 menit dari lokasi TC yang sebelumnya pada kondisi eksisting yang menghasilkan sebesar 25,743 menit, sehingga titik koordinat yang digunakan yakni titik koordinat yang memiliki nilai keseimbangan beban kerja (σ) yang lebih kecil atau optimum yaitu pada perencanaan 2 sebesar 23,967 menit.

Produktivitas dilakukan untuk dapat mengetahui tingkat Produktivitas Tower Crane kondisi eksisting pada saat sedang bekerja. Hasil perhitungan produktivitas TC pada kondisi eksisting menghasilkan besarnya produktivitas rata-rata pada TC1 sebesar 7190,59 kg/jam, dan TC2 sebesar 4184,04 kg/jam, dimana lamanya penelitian produktivitas yang dilakukan pada kondisi eksisting selama 7 hari dengan durasi waktu 2 jam per hari nya. Pengolahan data mengenai biaya TC dilakukan untuk mengetahui biaya operasional yang dibutuhkan TC, dan menghasilkan total biaya Rp. 505.171,00/jam dengan asumsi waktu kerja TC selama 1 hari yaitu 20 jam sudah termasuk lembur.

SUMMARY

Optimization and Productivity of Tower Crane heavy equipment on Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon Project; Olivia Tamara, 141910301006; 2018; 62 Pages; Majoring in Civil Engineering; Engineering Faculty; Jember University.

The growing infrastructure growth in Indonesia, making many companies construction services increase the quality and quantity of the performance of the company, including in terms of improving productivity, spending more cost-effective. Infrastructure development is most often the case applies to a multilevel building. One of the heavy equipment that plays an active role in the development process of building heavy equipment applies-floor Tower Crane (TC).

The TC used on buildings in the building because it is considered material appointment made the job a lot easier and with time, and the height of the tower crane can be adjusted to the height of the building and also has a wide range. The problems often encountered by the contractor in the tower crane usage applies decreased work productivity tower crane, the decline of the fish can lead to the increase of the duration of the execution of the work.

Test conducted in this study done by field observations and interviews done on Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon, located at JL. KH Abdul Wahab Siamin Block RA Kav 9, Surabaya. The optimization is done by specifying a return smaller workload than the initial location of the TC, and is expected to enhance the effectiveness of work time tower crane.

Initial interest TC1 originally when in (56.510; 22.240) and TC2 (29,915; 8.640), which occurs in the update at the point of planning coordinates into TC1 (56.51; 16.077) and TC2 being (12.44; 24.7548), while in the 2nd point planning TC1 coordinates into (55.948; 14.914) and TC2 being (29.915; 6.863), resulting in the return value of the workload (σ) are smaller in the 1nd planning of 25.045 minutes and in the 2nd planning of 23.967 minutes of Interest previously on TC

existing conditions that result in the amount of 25.743 minutes, so a coordinate point used in IE, which has the coordinates of the point of the return value of the workload (σ) or smaller optimal effect in the 2nd planning of 23.967 minutes.

Productivity is done to be able to know the level of productivity of the existing condition of tower crane at the time being and start working. The results of the calculation of the productivity of the existing conditions of the TC produces magnitude productivity on average of 7190.59 kg/TC1, TC2 and amounted to 4184.04 kg/h, which is the length of the research productivity of existing conditions is done on for 7 days with a duration of 2 hours per day. Processing of data concerning costs TC is done to find out the required TC operational costs, and result in a total cost of Rp 505.171 RP/h assuming work time TC for 1 day 20 applies include overtime.

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimalisasi Dan Produktivitas Alat Berat Tower Crane Pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program studi strata satu (S1) jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Jember.

Selama penyusunan skripsi ini penulis mendapat bantuan dari berbagai pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Dr.Ir.Entin Hidayah, M.UM., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember;
2. Nunung Nuring H., S.T., M.T dan Ir.Hernu Suyoso M.T selaku Dosen Pembimbing skripsi ini yang selalu membimbing dan mengarahkan dalam pelaksanaan penelitian ini;
3. Dwi Nurtanto, S.T., M.T. dan DR. Anik Ratnaningsih, S.T., M.T selaku Dosen Penguji;
4. Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memotivasi serta memberikan ilmu dan bimbingannya;
5. Kedua Orang tua-ku serta keluarga yang telah memberikan doa serta dukungan baik rill maupun nonrill;
6. PT. PP Konstruksi pada proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon yang telah memberikan data yang dibutuhkan serta membantu proses penelitian dilapangan;
7. Pujo, Riska, Soso, dan Ela sebagai sahabat penipu yang telah banyak membantu dalam skripsi ini serta menjadi kawan dan saudara selama ini;
8. Trio, Marup, Romi, Satrio, Stevianus, dan Yudo yang telah banyak membantu dalam skripsi ini serta menjadi kawan dan saudara selama ini;
9. Teman-teman Batak 14 yang telah menjadi saudara dari awal maba;
10. Teman-teman Teknik Sipil 2014 yang tidak mungkin disebutkan satu persatu;
11. Almamater Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

UPT Perpustakaan Universitas Jember

Segala kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirnya, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca sekalian.

Jember, 28 Juni 2018

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR GAMBAR	xx
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Penelitian Terdahulu	5
2.2 Proyek Konstruksi	6
2.3 Tower Crane	6
2.3.1 Tipe-tipe Tower Crane	7

2.3.2	Bagian–bagian Tower Crane	8
2.3.3	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penggunaan Tower Crane...	12
2.3.4	Faktor-faktor posisi Tower Crane	13
2.4	Optimalisasi Tower Crane.....	13
2.4.1	Menentukan Lokasi Awal Tower Crane Untuk Memperkirakan Kelompok Pekerjaan Setiap Tower Crane	13
2.4.2	Menentukan Posisi Optimal Tiap Tower Crane Dengan Mengaplikasikan Model Optimasi Tower Crane Tunggal Pada Setiap Tower Crane.....	15
2.5	Produktivitas Alat	16
2.5.1	Volume Pekerjaan	16
2.6.2	Waktu Siklus	16
2.6.3	Produktivitas Tower Crane	17
2.6	Perhitungan Biaya Operasional Tower Crane	18
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN		
3.1	Konsep Penelitian	19
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	19
3.2.1	Lokasi Penelitian	19
3.2.2	Waktu Penelitian	20
3.3	Penentuan Sumber Data	20
3.3.1	Data Primer	20
3.3.2	Data Sekunder	21
3.4	Tahapan Penelitian	21
3.4.1	Instrumen Penelitian	21
3.4.2	Variable Penelitian	22
3.5	Analisis Data	24
3.5.1	Optimalisasi Tower Crane.....	24

3.5.2 Perhitungan Produktivitas Alat Berat	25
3.5.3 Perhitungan Biaya Operasional Tower Crane	25
3.6 Diagram Alir Metodologi	26

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tinjauan Umum Proyek	28
4.1.1 Data Umum Proyek	28
4.1.2 Spesifikasi Tower Crane pada Proyek Grand Sungkono Lagoon Tower Caspian	28
4.2 Optimalisasi Penempatan Tower Crane	29
4.2.1 Menentukan keseimbangan beban kerja Tower Crane dilapangan	30
4.2.2 Menentukan lokasi baru Tower Crane	41
4.2.3 Memeriksa keseimbangan beban kerja (σ).....	49
4.2.4 Selisih waktu pengangkutan Tower Crane per lantai	49
4.3 Analisis Produktivitas Tower Crane	53
4.3.1 Perhitungan Volume Pekerjaan Proyek yang diangkat Tower Crane	53
4.3.2 Perhitungan Waktu Siklus Pelaksanaan Tower Crane	54
4.3.3 Perhitungan Produktivitas Tower Crane	57
4.4 Perhitungan Biaya Operasional Tower Crane	59
4.4.1 Perhitungan Biaya Sewa	59
4.4.2 Perhitungan Biaya Operasional	60
4.4.3 Perhitungan Biaya Operator	62
4.4.4 Total Biaya Tower Crane per jam	62

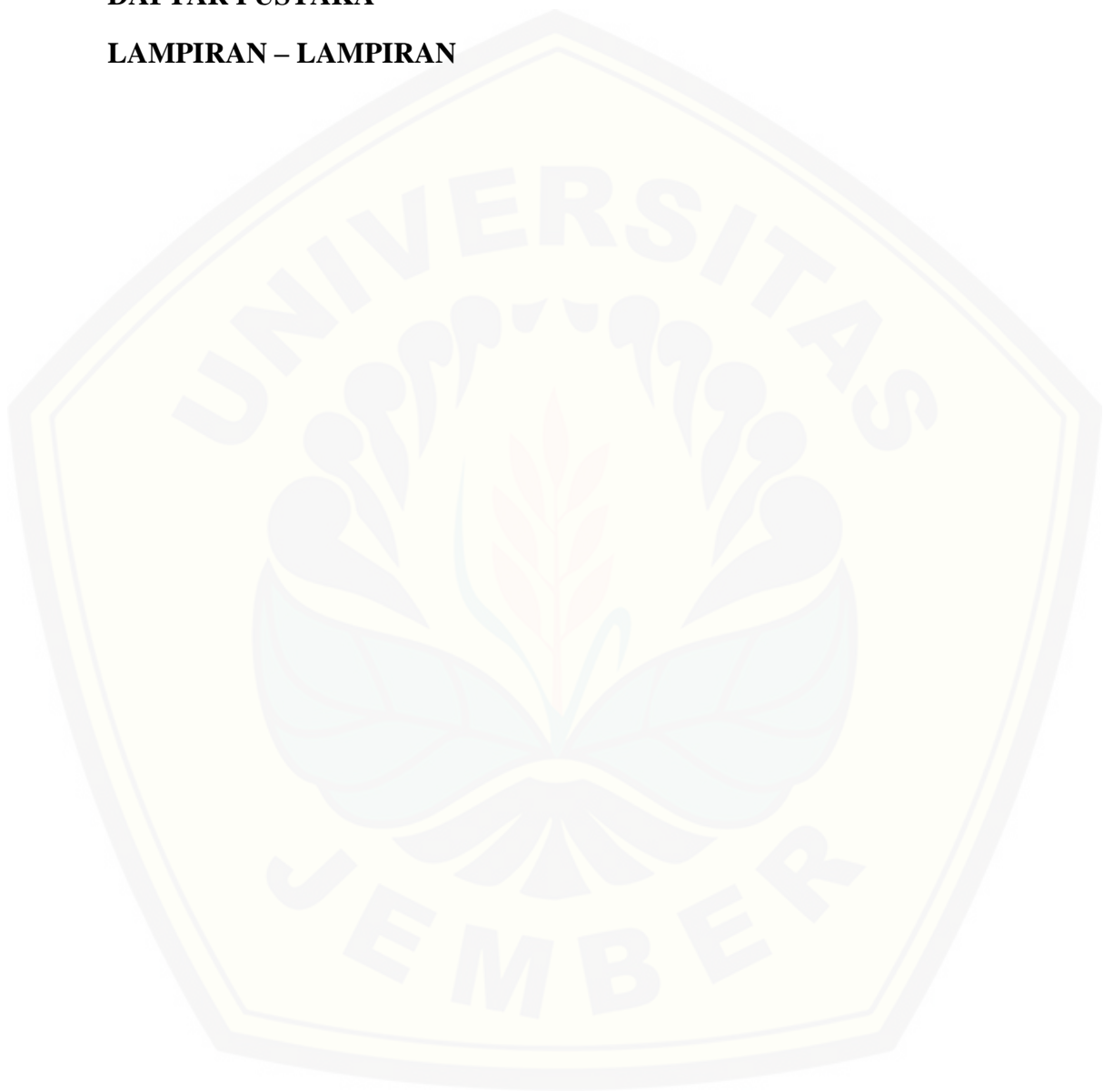
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 63

5.2 Saran 64

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN – LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Rancangan Penyelesaian Tugas	20
Tabel 3.2 Persamaan untuk Analisis Perhitungan yang digunakan	23
Tabel 4.1 Koordinat Eksisting <i>Tower Crane</i>	31
Tabel 4.2 Koordinat Titik <i>Supply</i>	31
Tabel 4.3 Koordinat Titik Demand	31
Tabel 4.4 Delay	32
Tabel 4.5 Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkutan	32
Tabel 4.6 Koordinat Titik Supply Lanjutan (SL)	35
Tabel 4.7 Koordinat titik <i>demand</i> yang akan digunakan sebagai titik <i>supply</i> lanjutan (SL)	38
Tabel 4.8 Waktu pekerjaan titik <i>demand</i> yang akan digunakan sebagai <i>supply</i> lanjutan	41
Tabel 4.9 Titik Koordinat Baru Tower Crane pada Perencanaan 1	44
Tabel 4.10 Waktu pekerjaan titik <i>demand</i> yang akan digunakan sebagai <i>supply</i> lanjutan pada perencanaan 1	45
Tabel 4.11 Titik Koordinat Baru Tower Crane pada Perencanaan 2	48
Tabel 4.12 Waktu pekerjaan titik <i>demand</i> yang akan digunakan sebagai <i>supply</i> lanjutan pada perencanaan 2	49
Tabel 4.13 Selisih waktu perjalanan Tower Crane dari lantai 8 hingga lantai 17..	52
Tabel 4.14 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Pengangkatan Material Oleh Tower Crane 1	53
Tabel 4.15 Rekapitulasi Perhitungan Volume Pekerjaan Pengangkatan Material Oleh Tower Crane 2	54
Tabel 4.16 Waktu Siklus pada Tower Crane 1	54
Tabel 4.17 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Pada Tower Crane 1	55
Tabel 4.18 Waktu Siklus pada Tower Crane 2	56

Tabel 4.19 Rekapitulasi Perhitungan Waktu Siklus Pada Tower Crane 2	57
Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Produktivitas Tower Crane 1	58
Tabel 4.21 Rekapitulasi Perhitungan Produktivitas Tower Crane 2	59



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 <i>Jib Section</i>	8
Gambar 2.1 <i>Counter Jib</i>	8
Gambar 2.3 Cabin	9
Gambar 2.4 <i>Mast Section</i>	10
Gambar 2.5 Pondasi dan <i>Fine Angel</i>	10
Gambar 2.6 <i>Slewing Mechanism</i>	11
Gambar 2.7 Tower Top	11
Gambar 2.8 Sabuk Pengaman	12
Gambar 2.9 <i>Feasible Area</i>	14
Gambar 2.10 <i>Overlap Feasible Area</i>	14
Gambar 2.11 Waktu perjalanan pengait	16
Gambar 3.1 Lokasi Penelitian	19
Gambar 3.2 Flowchart Optimalisasi Penempatan Tower Crane	27
Gambar 4.1 Denah Koordinat Eksisting	30
Gambar 4.2 Layout Distribusi Bekisting (S1)	33
Gambar 4.3 Layout Distribusi Besi (S2)	34
Gambar 4.4 Layout Distribusi Beton (S3)	34
Gambar 4.5 Aksesibilitas TC terhadap Pekerja	35
Gambar 4.6 Layout <i>Supply</i> lanjutan 1 Distribusi Bekisting (SL1)	36
Gambar 4.7 Layout <i>Supply</i> lanjutan 2 Distribusi Besi (SL2)	37

Gambar 4.8 Layout <i>Supply</i> lanjut Distribusi Beton (SL3)	37
Gambar 4.9 Aksesibilitas TC terhadap Pekerjaan	38
Gambar 4.10 Denah Titik Koordinat Baru Tower Crane pada Perencanaan 1 ...	42
Gambar 4.11 Layout Distribusi Bekisting Setelah Dimodifikasi pada Perencanaan 1	42
Gambar 4.12 Layout Distribusi Besi Setelah Dimodifikasi pada Perencanaan 1	43
Gambar 4.13 Layout Distribusi Beton Setelah Dimodifikasi pada Perencanaan 1	43
Gambar 4.14 Aksesibilitas Pekerjaan Tower Crane Setelah Dimodifikasi pada Perencanaan 1	44
Gambar 4.15 Denah Titik Koordinat Baru Tower Crane pada Perencanaan 2 ...	46
Gambar 4.16 Layout Distribusi Bekisting Setelah Dimodifikasi pada Perencanaan 2	46
Gambar 4.17 Layout Distribusi Besi Setelah Dimodifikasi pada Perencanaan 2	47
Gambar 4.18 Layout Distribusi Beton Setelah Dimodifikasi pada Perencanaan 2	47
Gambar 4.19 Aksesibilitas Pekerjaan Tower Crane Setelah Dimodifikasi	48
Gambar 4.20 Potongan Bangunan Tower Caspian	50

DAFTAR LAMPIRAN

- A. Site Plan GRAND SUNGKONO LAGOON.
- B. Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkutan Titik Supply ke Titik Demand.
- C. Tabel Waktu Pekerjaan Pengangkutan Bekisting, Besi, dan Beton Segar Sebelum Lokasi Tower Crane di Modifikasi.
- D. Tabel Waktu Pekerjaan Pengangkutan Bekisting, Besi, dan Beton Segar Setelah Lokasi Tower Crane di Tentukan Pada Perencanaan 1.
- E. Tabel Waktu Pekerjaan Pengangkutan Bekisting, Besi, dan Beton Segar Setelah Lokasi Tower Crane di Tentukan Pada Perencanaan 2.
- F. Elemen Waktu Gerak Pada Tower Crane.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan infrastruktur yang semakin berkembang di Indonesia, membuat banyak perusahaan jasa konstruksi meningkatkan kualitas dan kuantitas performa perusahaan, termasuk dalam hal meningkatkan produktivitas, pengeluaran biaya yang lebih efektif. Menurut Rostiyanti (2014 : 1) pada saat suatu proyek akan dimulai, kontraktor akan memilih alat berat yang akan digunakan di proyek tersebut, pemilihan alat berat yang akan dipakai merupakan salah satu faktor penting dalam keberhasilan suatu proyek, dimana alat berat yang dipilih haruslah tepat baik jenis, ukuran maupun jumlahnya, ketepatan dalam pemilihan alat berat akan melancarkan suatu jalannya proyek, kesalahan dalam pemilihan alat berat dapat mengakibatkan proyek menjadi tidak lancar, dengan demikian keterlambatan penyelesaian proyek dapat terjadi, hal ini pada akhirnya dapat menyebabkan biaya proyek membengkak, dimana produktivitas yang kecil dan tenggang waktu yang dibutuhkan waktu pengerjaan alat lain yang lebih sesuai merupakan hal yang menyebabkan biaya yang lebih besar.

Untuk dapat mengetahui tingkat efektivitas sebuah alat berat diperlukan besaran yang dinyatakan dengan produktivitas alat dimana banyak faktor yang mempengaruhi alat berat itu sendiri seperti kondisi alat, keterampilan operator, cuaca dan medan, maka diperlukan pengamatan lapangan terhadap aktivitas alat berat untuk dapat memperoleh produktivitas alat selama jam kerja alat berat tersebut terus bekerja sesuai dengan fungsi dan tujuan alat tersebut.

Kebutuhan akan suatu hunian setiap tahun semakin lama semakin meningkat, seperti halnya pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon yang dibangun untuk memenuhi kebutuhan masyarakat akan hunian. Pada proyek ini terdiri dari 55 lantai dimana pada pekerjaan struktur atas menggunakan

metode konvensional yang pengerjaannya langsung dikerjakan dilokasi proyek dan membutuhkan tenaga kerja serta waktu yang cukup besar, melihat lokasi proyek yang berada di pusat kota serta berada di area permukiman masyarakat.

Salah satu alat berat yang berperan aktif pada proses pembangunan gedung bertingkat yaitu alat berat Tower Crane (TC). Fungsi dari alat tersebut yaitu sebagai alat pengangkut material (*material handling equipment*) atau bahan maupun konstruksi bangunan dari bawah menuju bagian yang ada di atas baik secara horizontal maupun secara vertical. Alat ini juga banyak di gunakan pada bangunan bertingkat karena dianggap membuat pekerjaan pengangkatan material menjadi jauh lebih mudah dan hemat waktu, dan ketinggian Tower Crane dapat disesuaikan dengan tinggi bangunan dan juga memiliki jangkauan yang luas.

Permasalahan yang sering dihadapi oleh kontraktor dalam pemakaian Tower Crane yaitu penurunan produktivitas kerja Tower Crane, akibat dari penurunan tersebut dapat mengakibatkan bertambahnya durasi pelaksanaan pekerjaan yang berakibat pula pada efektifitas kerja di dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi bangunan bertingkat, untuk itu pemilihan alat berat yang efektif sangat dibutuhkan dalam proyek ini, dan metode yang digunakan yaitu metode konvensional.

Berdasarkan masalah tersebut, penelitian kali ini akan membahas mengenai Optimalisasi dan Produktivitas alat berat Tower Crane pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon, dimana Optimalisasi dilakukan dengan menentukan titik Optimum Tower Crane yang benar dan diharapkan dapat meningkatkan efektivitas waktu kerja Tower Crane, sedangkan untuk Produktivitas dilakukan untuk dapat mengetahui tingkat Produktivitas Tower Crane kondisi eksisting pada saat sedang bekerja, sehingga keterlambatan pekerjaan dapat diminimalkan dengan mempertimbangkan kapasitas produksi yang dapat dicapai serta mempertimbangkan faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas alat.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan latar belakang yang telah diuraikan, maka diperoleh rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian yaitu :

- 1.1 Dimanakah letak titik optimum Tower Crane pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon ?
- 2.1 Berapakah besar produktivitas alat berat Tower Crane pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon?
- 3.1 Berapakah besar biaya operasional alat berat Tower Crane Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan adanya rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

- 1.1 Untuk mendapatkan titik optimum Tower Crane yang memiliki keseimbangan beban kerja antar Tower Crane paling kecil sampai mendapatkan titik yang terbaik untuk penempatan Tower Crane.
- 2.1 Untuk mengetahui produktivitas alat berat Tower Crane pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon pada saat kondisi eksisting.
- 3.1 Untuk mengetahui biaya operasional yang dibutuhkan Tower Crane pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak :

- 1.1 Penelitian ini diharapkan bisa menambah wawasan di dunia ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya pada perhitungan titik optimum dan produktivitas Tower Crane di lingkungan akademis maupun aplikasi di lapangan pada bidang jasa konstruksi.

2.1 Sebagai dasar wawasan dalam mengembangkan karya ilmiah atau artikel yang sejenis dengan tugas akhir ini, dan juga sebagai modal pengalaman dalam menentukan titik optimum dan produktivitas Tower Crane.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini meliputi :

- 1.1 Penelitian dilakukan pada pada Proyek Caspian Tower Grand Sungkono Lagoon.
- 2.1 Optimasi yang dilakukan adalah optimasi penempatan Tower Crane dengan memperhatikan keseimbangan beban kerja antar Tower Crane terkecil hingga mendapatkan titik yang terbaik untuk penempatan Tower Crane.
- 3.1 Faktor yang mempengaruhi kinerja Tower Crane seperti *overlap* dan waktu tempuh untuk pergantian pekerjaan diabaikan.
- 4.1 Tahapan persiapan lahan dalam penggunaan alat tidak menjadi komponen pada produktivitas alat.
- 5.1 Spesifikasi Tower Crane telah ditentukan.
- 6.1 Waktu persiapan pada alat diabaikan (dikondisikan siap beroperasi).

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian mengenai analisis produktivitas alat berat sebelumnya, sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti pada suatu wilayah yang berbeda. Penelitian tersebut digunakan sebagai acuan dalam penulisan ini, contoh penelitian antara lain :

1.1 Netanel Bangun (2014) dalam penelitiannya menggunakan alat berat Tower Crane pada pekerjaan pengangkutan pasir dengan waktu 5 jam didapatkan hasil pekerjaan 18,75 m³/jam, pengangkutan semen dengan waktu 5 jam didapatkan hasil pekerjaan 14,076 m³/jam, dan pengangkutan batu bata dengan waktu 5 jam didapatkan hasil pekerjaan 2,8125 m³/jam.

2.1 Muhammad Haekal (2016) melakukan penelitian menggunakan Tower Crane, dimana pada waktu siklus rata-rata pada pengangkatan besi pada pekerjaan pelat lantai adalah 87,48 detik dan waktu yang diperlukan rata-rata Tower Crane dalam mengangkat barang adalah 14,17 detik, dengan waktu swing 34,10 detik, waktu turunkan barang 11,89 detik dan waktu kembali adalah 27,31 detik.

3.1 Bima Anggaruci (2015) melakukan penelitian mengenai evaluasi penempatan Tower Crane, dimana lokasi Tower Crane yang semula mempunyai koordinat di (64,778; 3,9119), Tower Crane 2 di (103,38; 99,32) dan Tower Crane 3 di (21,281; 91,886) lalu diperbaharui menjadi Tower Crane 1 (103,38; 99,32), Tower Crane 2 (87,681; 40794), Tower Crane 3 (99,856; 99,586) dapat menekan nilai keseimbangan beban kerja menjadi lebih kecil yaitu sebesar 127,94 menit dari lokasi Tower Crane yang sebelumnya yaitu sebesar 111,3 menit.

2.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi merupakan suatu usaha yang dilakukan dengan menghasilkan suatu produk atau jasa dalam bentuk bangunan maupun infrastruktur. Menurut Ahmad Kholil (2012 : 4) pada setiap proyek atau pekerjaan ada keunikan dimana tidak semua alat berat perlu dipakai diproyek tersebut dimana jenis-jenis proyek pada umumnya menggunakan alat berat yaitu proyek gedung, pelabuhan, jalan, dam, irigasi, dan lain-lain.

2.3 Tower Crane

Menurut Rostiyanti (2002 : 88), Tower Crane merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertical dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak terbatas . Tower Crane banyak digunakan pada proyek pembangunan gedung-gedung tinggi atau gedung bertingkat, karena dalam penggunaannya dapat membantu pekerjaan lebih cepat dan mudah dibandingkan dengan menggunakan system konvensional.

Mekanisme pergerakan Tower Crane cukup lengkap, mulai dari kemampuan mengangkat muatan (*lifting*), menggeser (*trolleying*), hingga menahannya tetap di atas apabila diperlukan dan membawa muatan ke tempat yang ditentukan (*slewing dan travelling*). Pada Tower Crane sendiri terdapat dua buah limit switch, dimana :

- a. Switch beban maksimum, yang berfungsi untuk memonitor pada kabel dan memastikan tidak terjadinya overload.
- b. Switch momen beban, yang berfungsi untuk memastikan operator tidak melebihi rating on-meter bagi crane ketika beban bergerak pada jib, sebuah alat dinamakan “cat head assembly” pada slewing unit, dan dapat mendeteksi secara dini bila terjadi overload.

2.3.11 Tipe – Tipe Tower Crane

Menurut Rostiyanti (2002:89), jenis jenis Tower Crane dibagi berdasarkan cara kerja crane tersebut berdiri, yaitu :

a. *Free Standing Crane*

Free Standing Crane atau Tower Crane yang dapat berdiri bebas diatas pondasi yang khusus dipersiapkan untuk alat tersebut, dan jika ingin berdiri pada ketinggian yang cukup besar biasanya pada Tower Crane diberikan pondasi dalam seperti tiang pancang.

b. *Rail Mounted Crane*

Rail Mounted Crane atau Tower Crane diatas rel digunakan untuk mempermudah alat untuk bergerak sepanjang rel tersebut, agar dapat tetap seimbang gerakan crane tidak dapat terlalu cepat, kelemahan dari crane tipe ini yaitu harga rel yang cukup mahal, rel harus diletakkan pada permukaan yang datar sehingga tidak menjadi miring. *Rail Mounted Crane* digerakkan dengan menggunakan motor penggerak, dan jika kemiringan tiang melebihi $1/200$ maka motor peggerak tidak mampu menggerakkan crane.

c. *Climbing Crane*

Climbing Crane diletakkan didalam struktur bangunan yaitu pada core atau inti bangunan, dan bergerak naik bersamaan dengan struktur naik. Pengangkatan crane dimungkinkan dengan adanya dongkrak hidrolis atau hidrolik jacks, dan pada proyek pembangunan dengan lahan terbatas maka dapat digunakan alternative dengan menggunakan crane climbing.

d. *Tied-in Crane*

Tied-in Crane atau Crane yang ditambahkan pada bangunan mampu berdiri bebas pada ketinggian kurang dari 100 meter, dan jika diperlukan crame dengan ketinggian lebih dari 100 meter, maka crane harus ditambatkan atau dijangkar pada struktur bangunan, dan fungsi dari crane tersebut yaitu untuk menahan gaya horizontal.

2.3.21 Bagian – Bagian Tower Crane

Tower Crane terbagi atas beberapa bagian, berikut merupakan penjelasan mengenai bagian-bagian Tower Crane dan penggunaannya :

a.1 *Jib* atau *Boom*

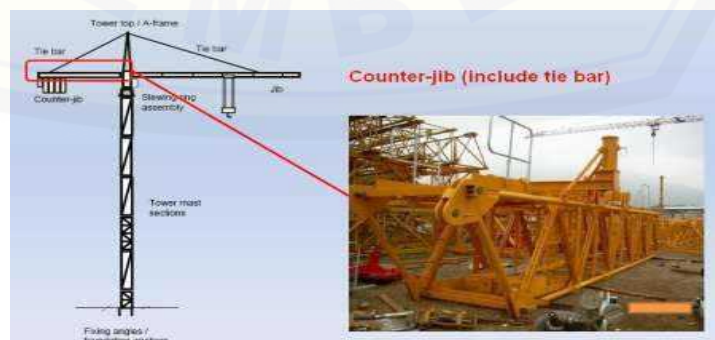
Jib atau *Boom* merupakan bagian dari Tower Crane yang berupa lengan dan terdiri dari elemen-elemen besi yang tersusun menjadi satu bagian rangka batang, dan dapat berputar secara horizontal sebesar 360° baik menjauhi atau mendekati pusat crane, dimana fungsinya yaitu untuk mengangkat material atau alat bantu pada proyek.



Gambar 2.1 *Jib Section*
(Sumber : <http://en.jnhytj.com>)

b.1 *Counter Jib* dan *Counter Weight*

Counter jib berfungsi sebagai *jib* penyeimbang *jib* terhadap *boom* yang terpasang. *Counter jib* dilengkapi dengan *Counter Weight* yang berfungsi sebagai penyeimbang beban, atau berupa beton pemberat yang terdapat pada bagian belakang Tower Crane yang berfungsi untuk memberikan keseimbangan pada Tower Crane.



Gambar 2.2 *Counter Jib*
(Sumber : <http://en.jnhytj.com>)

c.1 Hoist, Trolley dan Sling

Hoist merupakan bagian Tower Crane yang berfungsi sebagai alat angkut arah vertical, sedangkan Trolley merupakan bagian dari Tower Crane yang berfungsi sebagai alat angkut Tower Crane arah horizontal, kemudian Seling merupakan bagian Tower Crane yang berupa kabel baja dan menjadi bagian dari hoist dimana pada pemakaian seling dapat diubah-ubah diameternya atau dapat ditambahkan (*double-seling*), tergantung pada kebutuhan yang ada dilapangan.

d.1 Cabin (*Joint Pin*)

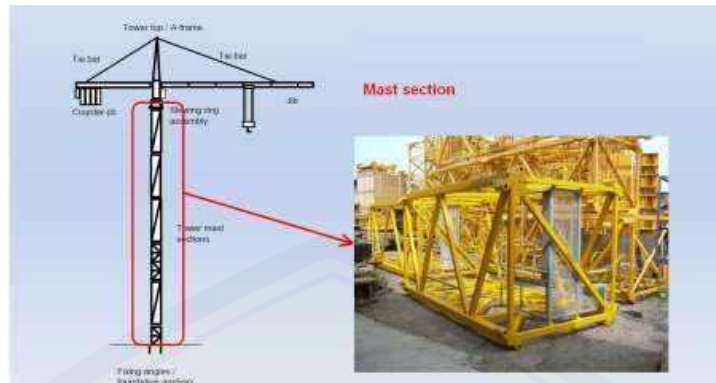
Cabin (*Joint Pin*) merupakan bagian Tower Crane yang menggunakan tempat operator mengoperasikan Tower Crane. Pada bagian cabin harus memiliki jendela yang besar dimana fungsinya yaitu untuk memastikan operator dapat memiliki pandangan yang penuh terhadap lokasi pembangunan atau konstruksi.



Gambar 2.3 Cabin (*joint pin*)
(Sumber : www.ilmusipil.com)

e. *Mast Section*

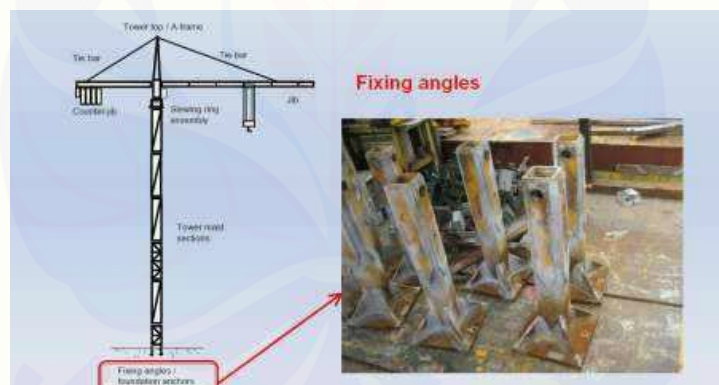
Mast Section merupakan bagian dari Tower Crane yang berfungsi untuk menentukan ukuran ketinggian dari Tower Crane, dimana pemasangan tiap – tiap *Mast Section* dibantu dengan alat hidrolik untuk menyusun *Mast Section* tersebut kearah vertical.



Gambar 2.4 Mast Section
(Sumber : <http://en.jnhytj.com>)

f.1 *Base Section dan Fine Angel*

Base Section dan Fine Angel merupakan bagian terpenting pada konstruksi Tower Crane yang di tanam pada pondasi beton cor yang besar dan kuat, dan berfungsi untuk menopang berdirinya Tower Crane sehingga dapat berdiri dengan kokoh.



Gambar 2.5 Pondasi dan Fine Angel
(Sumber : <http://en.jnhytj.com>)

g. *Slewing Mechanism*

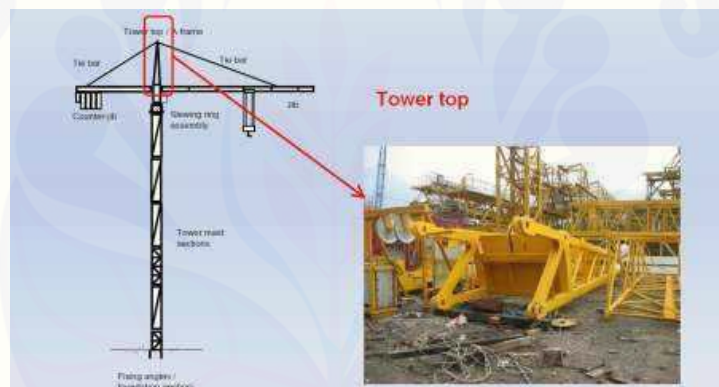
Slewing Mechanism merupakan bagian yang berfungsi sebagai pemutar pada Tower Crane. Ada dua *Slewing*, yang pertama *slewing ring* merupakan *mast* yang ikut berputar 360° dan berperan dalam mekanisme putar, dan yang kedua *slewing mast* merupakan *mast* yang ikut berputar bersama *jib* dan terletak dibawah *cat head*.



Gambar 2.6 Slewing Mechanism
(Sumber : <http://en.jnhytj.com>)

h.1 Tower Top

Tower Top merupakan bagian dari puncak Tower Crane.



Gambar 2.7 Tower Top
(Sumber : <http://en.jnhytj.com>)

i.1 Sabuk Pengaman

Sabuk pengaman (*Collar frame* atau *anchorage frame*) biasa dipasang setiap 20 meter pada bagian antara satu section dengan section lainnya, yang berfungsi sebagai pengaman Tower Crane pada saat ketinggiannya melampaui batas free standing yang diijinkan oleh pabrik pembuat dan dipasang pasang sabuk pengaman (*tie beam*) yang diikatkan pada bangunan (kolom).



Gambar 2.8 Sabuk Pengaman
(Sumber : <http://en.jnhytj.com>)

2.3.31 Faktor- faktor yang mempengaruhi penggunaan Tower Crane.

Menurut Rostiyanti (2002 : 93) kapasitas crane tergantung dari beberapa factor, yang perlu diperhatikan adalah bahwa jika material yang diangkat oleh crane melebihi kapasitasnya maka akan terjungkir, oleh sebab itu berat material yang diangkat harus diperhatikan sesuai dengan kapasitas alat, Berikut faktor yang mempengaruhi pemilihan Tower Crane.

a.1 Kriteria Pemilihan Tower Crane

Pemilihan jenis Tower Crane yang akan digunakan harus sesuai dengan mempertimbangkan situasi proyek, mulai dari bentuk struktur bangunan, serta kemudahan operasional baik pada saat pemasangan maupun pada saat pembongkaran, sedangkan untuk pemilihan kapasitas Tower Crane berdasarkan berat, dimensi, dan daya jangkau pada beban terberat, ketinggian maksimum alat, perkiraan alat diproyek.

b.1 Kapasitas Tower Crane

Kapasitas Tower Crane tergantung dari panjang boomnya, semakin panjang boom maka kapasitas angkatnya di bagian paling ujung akan semakin kecil. Secara garis besar, pada saat menghitung beban sebaiknya perhitungan total beban dilakukan dengan menambahkan 5% dari total sebagai faktor keamanan. Oleh sebab itu kriteria material yang diangkat adalah sebagai berikut :

a.1 Pada mesin beroda crawler adalah 75% dari kapasitas alat.

b.1 Pada mesin beroda ban adalah 85% dari kapasitas alat.

c.1 Pada mesin yang memiliki kaki (*outrigger*) adalah 85% dari kapasitas alat.

Faktor luar juga harus diperhatikan dalam menentukan kapasitas alat, mulai dari kekuatan angin terhadap alat, kecepatan memindahkan material, ayunan beban pada saat dipindahkan, hingga pengereman mesin dalam pergerakannya.

2.3.4 Faktor-faktor posisi Tower Crane.

Faktor-faktor yang mempengaruhi posisi Tower Crane (Rostiyanti, 2002):

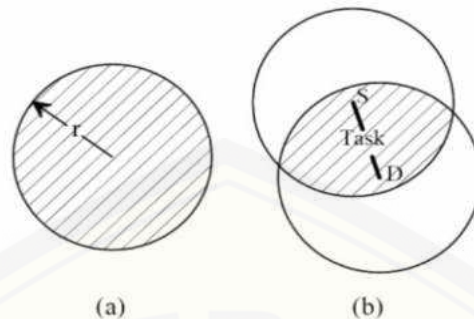
- a. Keamanan : Untuk kepentingan keamanan dan efisiensi maka posisi Tower Crane diletakkan sejauh mungkin dari Tower Crane yang lain.
- b. Kapasitas Crane : Kapasitas angkat Crane ditentukan dari kurva radius beban dimana semakin besar beban maka semakin kecil radius operasinya.
- c. Ruang kerja : Semakin kecil ruang kerja maka meningkatkan kemungkinan terjadinya hambatan dan tabrakan.
- d. Lokasi *Supply* dan *Demand* : Lokasi penyediaan (*Supply*) material dan lokasi yang membutuhkan (*Demand*) harus ditentukan terlebih dahulu.
- e. *Feasible Area* : *Feasible Area* merupakan area yang paling memungkinkan untuk menempatkan Tower Crane.

2.4 Optimalisasi Tower Crane

2.4.1 Menentukan lokasi awal Tower Crane untuk memperkirakan kelompok pekerjaan setiap Tower Crane.

a.1 Menentukan kapasitas angkatan dan *Feasible Area*.

Kapasitas angkatan pada Tower Crane dapat ditentukan dari kurva radius beban, dimana beban lebih besar, maka radiusnya lebih pendek. Bila titik penyediaan/ supply (S) dan titik kebutuhan/ demans (D) digambarkan sebagai berikut :



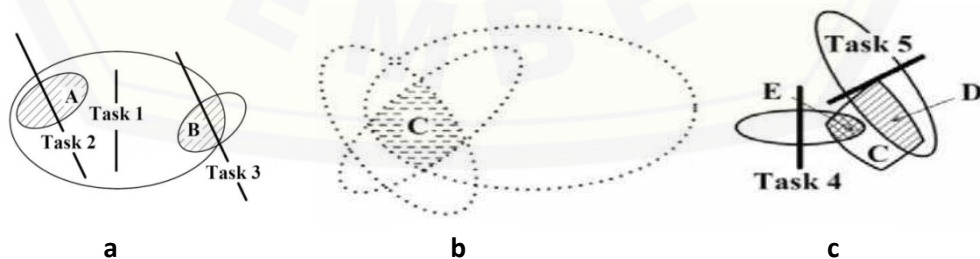
Gambar 2.9 Feasible Area

(Sumber : Sebt, et al, 2008)

Dari gambar bagian a, didapatkan bahwa Tower Crane tidak bisa mengangkut beban (w) kecuali pada saat berada dalam lingkaran radius (r). Sedangkan untuk mengangkut beban dari titik penyediaan (S) ke titik kebutuhan (D), Tower Crane harus ditempatkan dalam area yang merupakan potongan dari dua lingkaran seperti pada gambar bagian b. Area ini disebut *Feasible Area*, dimana luas area tergantung jarak antara S dan D berat dari beban dan kapasitas angkut Tower Crane, sehingga semakin besar *Feasible Area* maka semakin mudah dalam menangani pekerjaan (Sebt, et al, 2008).

b.1 Menentukan *Feasible Area*.

Tiga hubungan geometris muncul untuk menentukan *Feasible Area* yang berdekatan.



Gambar 2.10 Overlap Feasible Area

(Sumber : Sebt, et al, 2008)

Dari gambar bagian a, didapatkan dengan menempatkan di area A, Tower Crane bisa menangani pekerjaan (*task*) 1 dan 2, demikian juga bila di dalam area B bisa menangani pekerjaan 1 dan 3. Disamping itu kasus (a) menunjukkan bahwa pekerjaan 2 dan 3 tidak berdekatan sehingga Tower Crane tunggal tidak bisa menangani keduanya tanpa memindahkannya, jadi dibutuhkan lebih dari satu Tower Crane atau Tower Crane dengan kapasitas pengangkutan yang lebih besar. Pada gambar bagian b, area C merupakan *Feasible Area* dari tiga pekerjaan. Kemudian pada gambar bagian c, apabila terdapat dua pilihan setelah area C di *overlap* dua pekerjaan, maka yang dipilih adalah *Feasible Area* yang terbesar yaitu area D. Sedangkan untuk pekerjaan 4 masuk area lainnya atau dilayani Tower Crane lainnya (Sebt, et al, 2008).

c.1 Mengelompokkan pekerjaan ke dalam kelas terpisah.

Apabila tidak terjadi *Overlap* yang terjadi diantara *Feasible Area* maka dua buah Tower Crane dibutuhkan untuk dapat menangani setiap pekerjaan secara terpisah. Tetapi jika tetap menggunakan satu buah Tower Crane maka dapat menggunakan alternative lain, seperti menggunakan Tower Crane dengan kapasitas angkat yang lebih besar.

d.1 Menentukan lokasi awal Tower Crane.

Pada saat kelompok pekerjaan telah dibuat, *Area Overlap* bisa digambarkan dan setelah itu dapat langsung menetapkan lokasi awal pusat di geometris *Feasible Area* atau dimanapun dalam *Feasible Area*.

2.4.2 Menentukan posisi optimal tiap Tower Crane dengan mengaplikasikan model optimasi Tower Crane tunggal pada setiap Tower Crane.

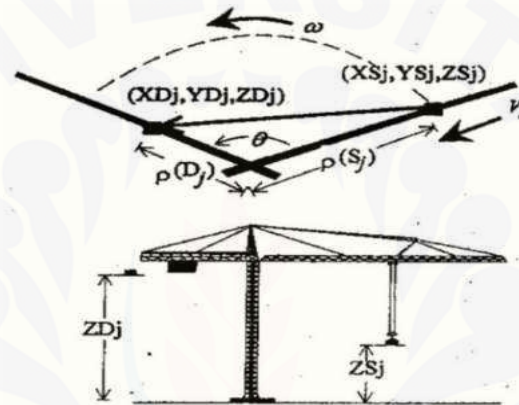
a.1 Model lokasi Tower Crane Tunggal

Pada setiap pekerjaan atau *task* dikeleompokkan secara khusus, bersama dengan beban kerja yang seimbang dan kemungkinan terjadi gangguan yang minimal, dimana setelah kelompok pekerjaan terbentuk, lokasi awal yang menjadi acuan untuk perhitungan penentuan kelompok pekerjaan diabaikan, dan pada

tahap ini dicari lokasi yang paling optimal diantara titik *Feasible Area*. Titik yang memiliki konflik indek dan keseimbangan beban kerja (δ) antara Tower crane yang paling kecil merupakan titik yang paling optimal.

b.1 Waktu perjalanan pengait untuk melakukan pekerjaan.

Untuk perhitungan waktu perjalanan pengait dalam melakukan pekerjaan dapat dilihat pada gambar 2.12, dimana optimasi penempatan Tower crane dapat dilakukan dengan menghubungkan dua sub model dengan mencari NC, σ paling kecil dan setiap titik dalam *Feasible Area*.



Gambar 2.12 Waktu perjalanan pengait.

(Sumber : Tam dan Leung, 2008)

2.5 Produktivitas Alat

2.5.1 Volume Pekerjaan

Volume pekerjaan merupakan jumlah kapasitas pekerjaan yang diselesaikan pada masing-masing tiap Tower Crane.

2.5.2 Waktu Siklus

Waktu siklus merupakan waktu yang diperlukan pada saat alat sedang beroperasi pada pekerjaan yang sama secara berulang, dimana waktu siklus berpengaruh terhadap kapasitas produksi dan koefisien alat.

$$CT = LT + HT + DT + RT + ST \dots\dots\dots 1$$

Dimana :

CT = Waktu Siklus atau *Cycle Time*

LT = Waktu Muat atau *Loading Time*

HT = Waktu Angkut atau *Hauling Time*

DT = Waktu Pembongkaran atau *Dumping Time*

RT = Waktu Kembali atau *Return Time*

ST = Waktu Tunggu atau *Spotting Time*

2.5.3 Produktivitas Tower Crane

Analisis produktivitas merupakan perbandingan antara hasil perbandingan (*output*) terhadap komponen produksi (*input*) (seperti: tenaga kerja, bahan, peralatan, dan waktu), dimana apabila waktu dan input kecil maka output semakin besar sehingga produktivitas semakin tinggi.

Produktivitas Tower Crane tergantung pada pekerjaan yang dilakukan, dimana sangat dipengaruhi oleh waktu siklus, dimana waktu tempuh yang diperlukan pada Tower Crane untuk melakukan satu kali putaran terdiri dari gerakan horizontal (*trolley*), vertical (*hoist*), dan berputar (*swing*). Menurut Sunur dan Kurniawan (2007 : 7) waktu siklus meliputi waktu tetap (*fixed time*) dan waktu variable (*variable time*), dimana waktu variable tergantung pada waktu tempuh vertical tergantung tinggi angkat, waktu tempuh rotasi tergantung sudut putar, dan waktu tempuh horizontal tergantung pada jarak titik tujuan dari sumber material.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \dots\dots\dots 2$$

Dimana :

Output = Volume Material (kg)

Input = Waktu Siklus (jam)

2.6 Perhitungan Biaya Operasional Tower Crane

Perhitungan biaya operasional Tower Crane didapatkan pada saat waktu kerja alat tersebut digunakan atau pada saat kondisi eksisting, dimana biaya operasional Tower Crane dapat meliputi :

a.1 Biaya Sewa Alat, merupakan biaya yang dikeluarkan oleh tiap proyek yang tidak memiliki Tower Crane sendiri, dimana :

$$\text{Harga Sewa Tower Crane} = \frac{\text{Harga Sewa Tower Crane}}{\text{Durasi Pemakaian Tower Crane dalam 1 bulan}} \dots\dots\dots 3$$

b.1 Biaya Listrik, dapat berupa biaya yang dikeluarkan oleh tiap proyek apabila sumber daya yang digunakan berasal dari PLN, dimana :

$$\text{KWH Pemakaian Listrik} = \text{daya alat listrik} \times \text{lama pemakaian (dalam jam)} \dots\dots 4$$

$$\text{Biaya Listrik} = \text{Pemakaian (KWH)} \times \text{Tarif Dasar Listrik} \dots\dots\dots 5$$

c.1 Biaya Pelumas, didapat dari banyaknya pemakaian pelumas yang digunakan Tower Crane selama 1 bulan.

d.1 Biaya Operator Alat, dapat berupa biaya sumber daya manusia dalam mengoperasikan alat, dimana :

$$\text{Biaya Operator} = \frac{\text{Biaya Operator}}{\text{Jumlah Kerja Tower Crane dalam 1 bulan}} \dots\dots\dots 6$$

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Konsep Penelitian

Pada penelitian ini studi kasus dipusatkan pada optimalisasi dan produktivitas alat berat Tower Crane pada Proyek Caspian Tower Pembangunan Grand Sungkono Lagoon Surabaya. Jenis penelitian ini dilakukan dengan metode observasi langsung pada lapangan serta interviu (wawancara) dengan proses tanya-jawab yang dilakukan secara lisan pada pekerja yang bersangkutan.

3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

3.2.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada lokasi proyek pembangunan Grand Sungkono Lagoon Surabaya yang bertempat di Jl. KH Abdul Wahab Siamin Blok RA Kav 9, Surabaya. Lokasi spesifik penelitian dapat di lihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Pembangunan Grand Sungkono Lagoon Surabaya.

(Sumber : <https://www.google.co.id/maps>)

3.2.2 Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan antara bulan Februari 2018 – Maret 2018.

Tabel 3.1 Rancangan Penyelesaian Tugas Akhir

NO	URAIAN KEGIATAN	BULAN																															
		November				Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Menentukan Pemmasalahan pada Proyek	■	■																														
2	Studi Literatur dan Konsultasi ke Dosen Ahli			■	■																												
3	Konsultasi Proposal yang akan diajukan					■	■	■	■																								
4	Seminar Proposal									■																							
5	Revisi Proposal										■	■																					
6	Pengumpulan dan Pengolahan Data													■	■	■	■																
7	Bimbingan Penelitian																	■	■	■	■												
8	Seminar Hasil																									■	■						
9	Revisi Seminar Hasil																										■	■	■				
10	Sidang Tugas Akhir																												■				

Sumber : Data Pribadi

3.3 Penentuan Sumber Data

Penentuan sumber data serta pengumpulan data digunakan dalam memproses data-data dalam analisis penelitian. Adapun beberapa jenis data yang akan di proses berupa data primer dan data sekunder, dimana pada data primer proses pengambilan data dilakukan secara langsung ke lapangan, sedangkan pada data sekunder diperoleh dari proses pengumpulan catatan sumber-sumber tertulis yang disajikan oleh orang lain seperti literature dan jurnal yang terkait dengan penelitian serta spesifikasi alat berat yang didapat langsung dari pihak kontraktor pelaksana PT. PP Konstruksi.

3.3.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang didapatkan secara langsung ke lapangan dengan cara mengamati dan menganalisa alat berat Tower Crane atau dengan melakukan wawancara serta diskusi kepada staff pekerja yang bertanggung jawab. Adapun data primer yang dibutuhkan sebagai berikut :

- a. Data yang berada dalam dokumen kontrak pada pembangunan Grand Sungkono Lagoon, berupa data umum proyek, time schedule, *Site Facilities*, data jenis pekerjaan.
- b. Kondisi alat berat Tower Crane (kapasitas alat, merek alat, tipe alat dan tahun pembuatan alat).
- c. Volume pekerjaan yang menggunakan alat berat Tower Crane.
- d. Metode Pelaksanaan, dimana dilakukan melalui tahapan proses wawancara terhadap pihak yang mengerti mengenai pelaksanaan Tower Crane meliputi penempatan lokasi Tower Crane dan faktor-faktor koreksi dari pemakaian crane.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang dikumpulkan secara tidak langsung atau diperoleh dari berbagai sumber. Adapun data sekunder yang dibutuhkan dapat berupa tinjauan kepustakaan dengan mendapatkan informasi dan data mengenai teori-teori yang terkait dengan pokok permasalahan yang diperoleh baik dari jurnal, literature, media internet dan media lainnya.

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu jenis instrument non-test karena salah satu teknik pengumpulan data yang digunakan metode observasi, studi literature serta wawancara.

Hasil awal yang dibutuhkan untuk memulai proses analisis penempatan Tower Crane yaitu hasil penempatan *supply point* dari Tower Crane Tunggal, dimana antara *supply point* dan *demand point* membentuk suatu pekerjaan (*task*) yang kemudian akan dianalisis kedekatannya sehingga membentuk suatu kelompok pekerjaan dan apabila diantara pekerjaan yang satu dengan yang lain terlalu jauh, maka ditempatkan pada Tower Crane yang berbeda berdasarkan pada grup pekerjaan yang terbentuk sehingga akan terbentuk *feasible area* untuk penempatan Tower Crane dan grup pekerjaanyang ditinjau dan kemudian

dilanjutkan dengan analisis letak group Tower Crane yang dapat memberikan hasil optimal. Ada 3 tahap untuk memperoleh titik optimal Tower Crane yang harus dilakukan, yaitu sebagai berikut :

a. Tahap 1

Menetapkan titik koordinat *Supply*, *demand*, dan Tower Crane pada kondisi actual lapangan sesuai data dengan radius pada masing- masing Tower Crane.

b. Tahap 2

Memperbaiki penempatan Tower Crane dengan metode *try and error* dan menentukan distribusi pekerjaan yang baru pada kondisi titik Tower Crane yang telah di modifikasi penempatannya.

c. Tahap 3

Memeriksa nilai keseimbangan beban kerja dengan perhitungan standar deviasi, apakah lokasi Tower Crane yang baru sudah cukup baik.

d. Selisih waktu pengangkutan Tower Crane per lantai

Tahapan ini tidak digunakan untuk memodifikasi penempatan Tower Crane, tetapi digunakan untuk dapat mengetahui seberapa besar selisih waktu pengangkutan Tower Crane per lantai.

3.4.2 Variabel Penelitian.

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan optimasi Tower Crane dapat dilihat pada table 3.2, dimana terdapat tiga variabel yaitu Perhitungan Standart Deviasi (σ) Keseimbangan Beban Kerja pada masing-masing waktu pengangkutan untuk setiap crane, Perhitungan Waktu Pengangkutan pengait crane ke-I, dan Perhitungan Waktu Perjalanan Pengait untuk melakukan pekerjaan.

Tabel 3.2 Persamaan Analisis Perhitungan Optimalisasi yang digunakan.

No.	Variabel	Analisa Perhitungan	Sumber
1.	Perhitungan Waktu Perjalanan Pengait untuk melakukan pekerjaan.	$\rho(D_j) = \sqrt{(XD_j - x)^2 + (YD_j - y)^2}$ $\rho(S_j) = \sqrt{(XS_j - x)^2 + (YS_j - y)^2}$ $I_j = \sqrt{(XD_j - XS_j)^2 + (YD_j - YS_j)^2}$ $Tv0 = (ZD_j - ZS_j) / Vv(\text{kosong})$ $Tv1 = (ZD_j - ZS_j) / Vv(\text{penuh})$ $t1_{ij} = \max(Th, Tv0) + b \min(Th, Tv0)$ $t2_{ij} = \max(Th, Tv1) + b \min(Th, Tv1)$ $Ta = \frac{ \rho(D_j) - \rho(S_j) }{Va}$ $T\omega = \frac{1}{\omega} * \text{Arc cos} \left(\frac{I_j^2 - \rho(D_j)^2 - \rho(S_j)^2}{2 * \rho(D_j) * \rho(S_j)} \right)$ $(0 \leq \text{Arc cos}(\theta) \leq \pi)$ $Th = \max(Ta, T\omega) + a \min(Ta, T\omega)$	Tam dan Leung (2008)
2.	Perhitungan Waktu Pengangkutan pengait crane ke-i.	$T_i = \sum_{j=1}^J \delta_{ij} \cdot Q_j (t1_{ij} + t2_{ij} + t3_{ij} + t4_{ij})$ <p>Dimana :</p> <p>T_i = Waktu pengangkutan pengait crane ke-I δ_{ij} = Variable binary Q_j = Jumlah angkatan untuk pekerjaan j $t1_{ij}$ = Waktu perjalanan pengait dengan beban $t2_{ij}$ = Waktu perjalanan pengait tanpa beban $t3_{ij}$ = Waktu jeda rata-rata pengangkutan $t4_{ij}$ = Waktu jeda rata-rata pembongkaran</p>	Tam dan Leung (2008)
3.	Perhitungan Standart Deviasi (σ) Keseimbangan Beban Kerja pada masing-masing waktu pengangkutan untuk setiap crane.	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i (\bar{T} - T_i)^2}{1}}$ <p>Dimana :</p> <p>σ = Kriteria Penentuan Pekerjaan \bar{T} = Waktu rata-rata pengangkutan dari semua Crane T_i = Waktu Pengangkutan pengait Crane ke-i</p>	Tam dan Leung (2008)

3.5 Analisis Data

3.5.1 Optimalisasi Tower Crane

a. Penentuan Lokasi Awal Tower Crane.

Ada empat tahap yang dilakukan untuk penentuan awal lokasi awal Tower Crane yang berfungsi untuk memperkirakan kelompok pekerjaan pada setiap Tower Crane, yaitu :

1. Menentukan kapasitas angkatan dan *Feasible Area*.
2. Menentukan *Feasible Area*.
3. Mengelompokkan pekerjaan kedalam kelas yang terpisah.
4. Menentukan Lokasi Awal Tower Crane.

b. Penentuan Kelompok Pekerjaan yang mampu Meringankan Beban.

Kerja Pada Tower Crane. Ada dua tahap yang dilakukan dalam penentuan kelompok pekerjaan, yaitu:

1. Kriteria Penentuan Pekerjaan.
2. Penentuan Pekerjaan.

c. Optimalisasi Tower Crane Tunggal diterapkan pada setiap Tower Crane.

Ada tiga tahap yang dilakukan untuk optimalisasi Tower Crane yang berfungsi untuk memilih waktu perjalanan pengait rata-rata Tower Crane yang kecil, yaitu :

1. Model Lokasi Tower Crane Tunggal.
2. Waktu perjalanan pengait untuk melakukan pekerjaan.
3. Optimasi lokasi penempatan Tower Crane.

d. Tahapan Iterasi.

Proses tahapan Iterasi dilakukan untuk mencari nilai Keseimbangan Beban (σ) Kerja Tower Crane, adapun tahapan iterasi dapat dilihat pada Gambar 3.2.

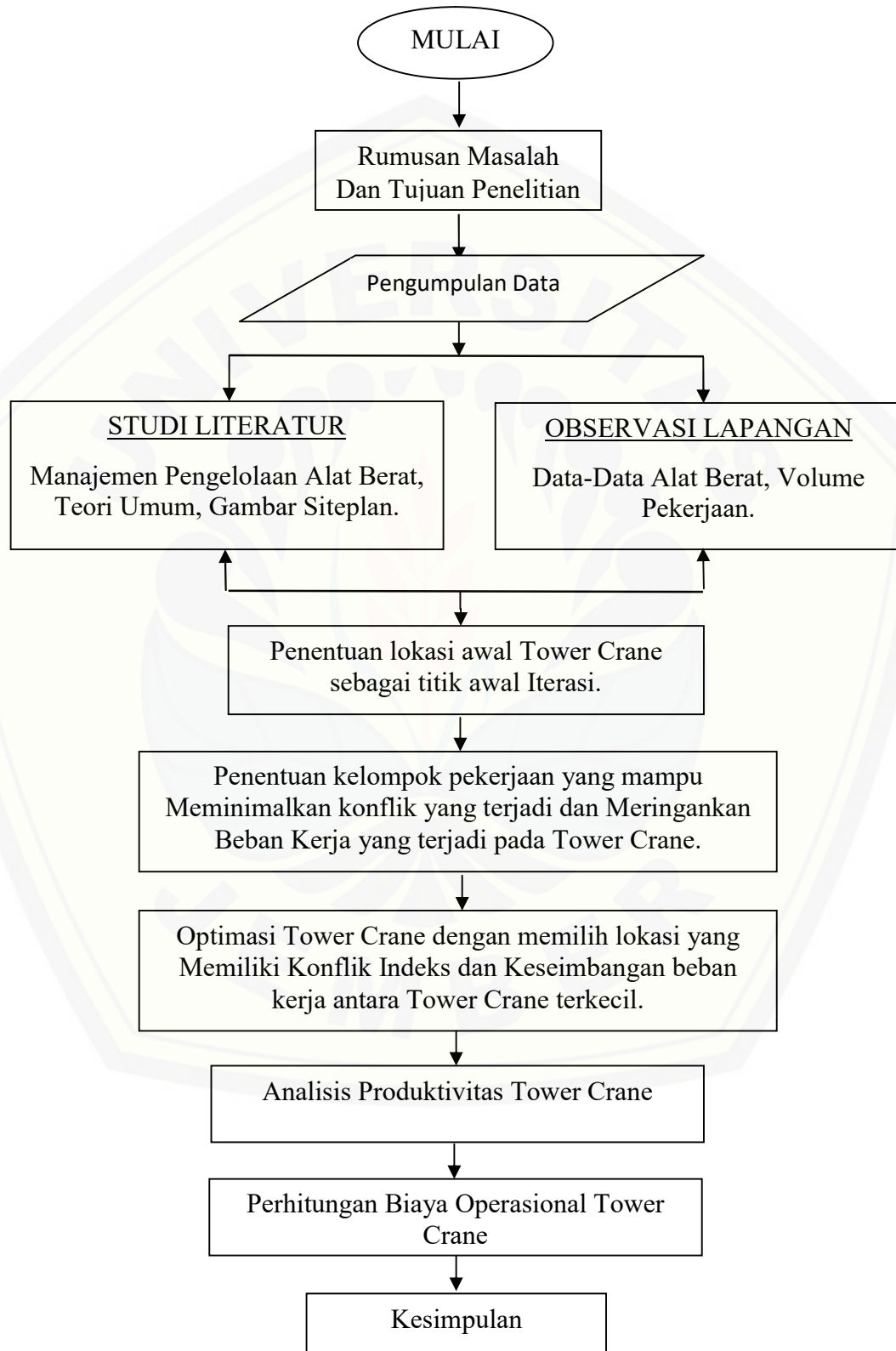
3.5.2 Perhitungan Produktivitas Alat Berat

Perhitungan produktivitas yang dilakukan yaitu dengan melakukan pengamatan gerak Tower Crane pada kondisi eksisting, dimana hasil pengamatan digunakan untuk mencari besar produktivitas pada masing-masing Tower Crane. Tahapan pertama untuk mencari besar produktivitas yaitu, menghitung volume pekerjaan, kemudian dilanjutkan dengan menghitung waktu siklus pelaksanaan Tower Crane pada saat kondisi eksisting, dan yang terakhir menghitung produktivitas Tower Crane.

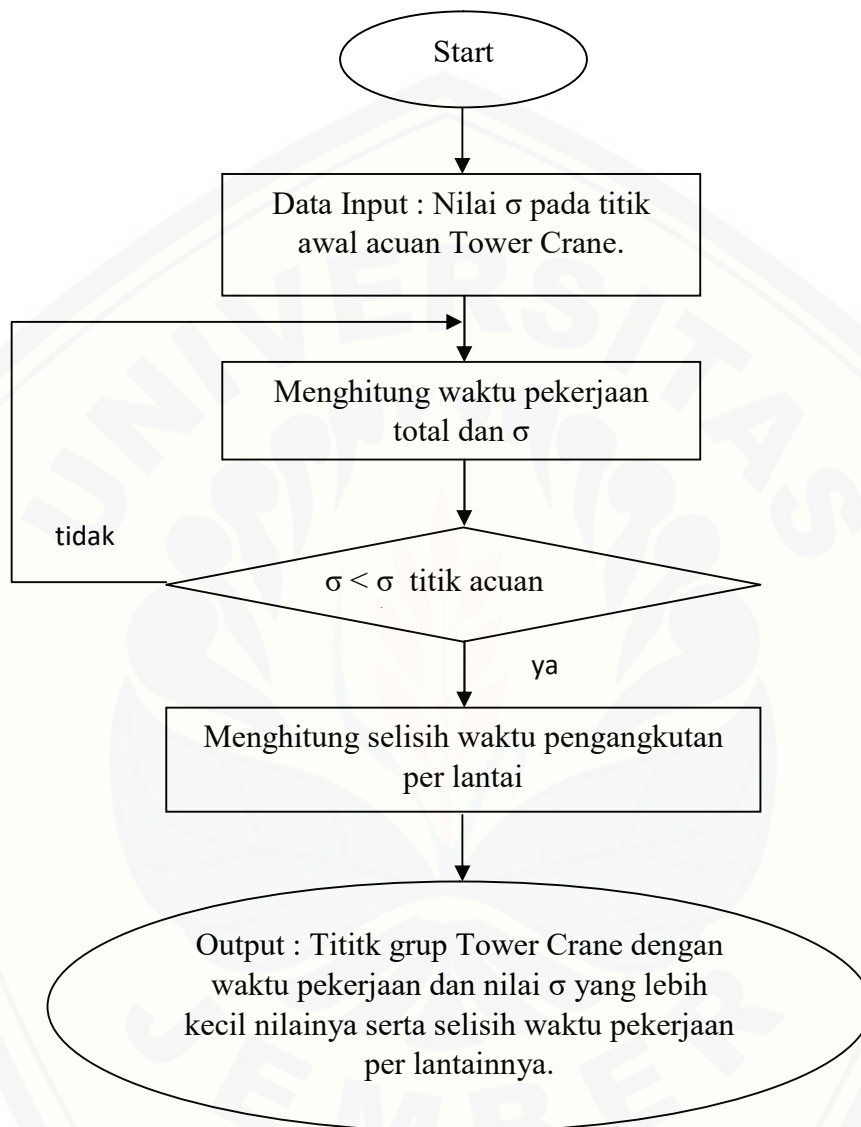
3.5.3 Perhitungan Biaya Operasional Tower Crane

Perhitungan biaya operasional Tower Crane bertujuan untuk mengetahui besar biaya operasional Tower Crane pada saat kondisi eksisting, yang dapat meliputi: Biaya Sewa Alat, Biaya Operator Alat, Biaya Pelumas, dan Biaya Listrik.

3.6 Diagram Alir Metodologi



Flowchart tahapan iterasi yang digunakan untuk mencari keseimbangan beban kerja Tower Crane dalam Optimalisasi penempatan Tower Crane.



Gambar 3.2 Flowchart Optimalisasi Penempatan Tower Crane.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan disarankan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut :

- 1.1 Menentukan titik optimal Tower Crane menggunakan software lain agar proses pengerjaan lebih cepat.
- 2.1 Dalam melakukan pengamatan Produktivitas Tower Crane dilapangan sebaiknya 1 Tower Crane diamati oleh 3 orang atau lebih.
- 3.1 Menghitung biaya mobilisasi dan demobilisasi Tower Crane sehingga dapat diketahui keseluruhan biaya total Tower Crane.
- 4.1 Sebelum melakukan penelitian dilapangan, peneliti harus memastikan sejak awal mengenai kondisi dan *schedule* pelaksanaan dilapangan dengan pihak pelaksana dan pihak terkait lainnya agar tidak terjadi kesalahan pada saat penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, Sofia Dewi dan Didiek Purwadi. 2017. *Analisis Produktivitas Tower Crane pada Proyek Pembangunan Gedung Tunjungan Plaza 6 Surabaya*. Jurnal Ilmiah Teknik Sipil. Universitas Negri Surabaya.
- Amir, Muhammad Haekal. 2016. *Produktivitas Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Masjid Biturrahman di Kota Banda*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil. Universitas Syiah Kuala.
- Hartono, Paulus Eric, Noviyanti, dan Ratna S. Alifen. 2013. *Program Perhitungan Efektivitas Waktu Dan Biaya Pemakaian Tower Crane*. Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil. Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Kholil, Ahmad. 2012. *Alat Berat*. Bandung: PT REMAJA ROSDAKARYA.
- Pratama, Ary Rahmady dan Dwi Retno Andriani, 2015. *Analisis faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas kerja pemetik teh di PTPN XII (PERSERO) kebun Wonosari*. Jurusan Sosial Ekonomi. Universitas Brawijaya Malang.
- Rochmanhadi. 1992. *Alat – Alat Berat dan Penggunaannya*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- Rostiyanti, Susy Fatena. 2002. *Alat Berat untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: PT RINEKA CIPTA.
- Septiawan, Ahmad Puguh dan Caghyono Bintang Nurcahyo. 2017. *Optimasi Penempatan Group Tower Crane pada Proyek Pembangunan My Tower Surabaya*. Jurusan Teknik Sipil. Universitas Institut Teknologi Sepuluh November.
- Sunur, Robertus R dan Adi Kurniawan. 2007. *Program Perhitungan efektivitas penggunaan tower crane pada bangunan bertingkat*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil. Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Susanto, Kelvin Rudy, Michael Halmar dan Andi. 2014. *Produktivitas alat berat pada pekerjaan galian gedung P1-P2 UK Petra*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil. Universitas Kristen Petra Surabaya.
- Tam and Leung. 2008. *Genetic Algorithm Modeling Aided with 3D Visualization in Optimizing Construction Site Facility Layout*. International Departemen of Building and Construction and Division of Building Science and Technology, City University of Hong Kong.
- Yudha, Bima Anggaruci B. 2015. *Evaluasi Penempatan Tower Crane Pada Proyek Pembangunan Jember Icon*. Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil . Universitas Jember.



LAMPIRAN - LAMPIRAN



Lampiran A


Site Plan GRAND SUNGKONO LAGOON



Lampiran B

Daftar Pekerjaan dan Frekuensi Angkatan Titik Supply ke Titik Demand

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).

**Pekerjaan dan Frekuensi Angkutan Titik Supply ke Titik Demand
Sebelum SL ditentukan**

Task	S	D	Q	Task	S	D	Q	Task	S	D	Q
1	S1	A-3	1	49	S2	A-3	1	97	S3	A-3	1
2	S1	A-4	1	50	S2	A-4	1	98	S3	A-4	1
3	S1	A-5	1	51	S2	A-5	1	99	S3	A-5	1
4	S1	A-6	1	52	S2	A-6	1	100	S3	A-6	1
5	S1	A-7	1	53	S2	A-7	1	101	S3	A-7	1
6	S1	A-8	1	54	S2	A-8	1	102	S3	A-8	1
7	S1	B-3	1	55	S2	B-3	1	103	S3	B-3	1
8	S1	B-4	1	56	S2	B-4	1	104	S3	B-4	1
9	S1	B-5	1	57	S2	B-5	1	105	S3	B-5	1
10	S1	B-6	1	58	S2	B-6	1	106	S3	B-6	1
11	S1	B-7	1	59	S2	B-7	1	107	S3	B-7	1
12	S1	B-8	1	60	S2	B-8	1	108	S3	B-8	1
13	S1	C-3	1	61	S2	C-3	1	109	S3	C-3	1
14	S1	C-4	1	62	S2	C-4	1	110	S3	C-4	1
15	S1	C-5	1	63	S2	C-5	1	111	S3	C-5	1
16	S1	C-6	1	64	S2	C-6	1	112	S3	C-6	1
17	S1	C-7	1	65	S2	C-7	1	113	S3	C-7	1
18	S1	C-8	1	66	S2	C-8	1	114	S3	C-8	1
19	S1	D-3	1	67	S2	D-3	1	115	S3	D-3	1
20	S1	D-4	1	68	S2	D-4	1	116	S3	D-4	1
21	S1	D-5	1	69	S2	D-5	1	117	S3	D-5	1
22	S1	D-6	1	70	S2	D-6	1	118	S3	D-6	1
23	S1	D-7	1	71	S2	D-7	1	119	S3	D-7	1
24	S1	D-8	1	72	S2	D-8	1	120	S3	D-8	1
25	S1	E-3	1	73	S2	E-3	1	121	S3	E-3	1
26	S1	E-4	1	74	S2	E-4	1	122	S3	E-4	1
27	S1	E-5	1	75	S2	E-5	1	123	S3	E-5	1
28	S1	E-6	1	76	S2	E-6	1	124	S3	E-6	1
29	S1	E-7	1	77	S2	E-7	1	125	S3	E-7	1
30	S1	E-8	1	78	S2	E-8	1	126	S3	E-8	1
31	S1	F-3	1	79	S2	F-3	1	127	S3	F-3	1
32	S1	F-4	1	80	S2	F-4	1	128	S3	F-4	1
33	S1	F-5	1	81	S2	F-5	1	129	S3	F-5	1
34	S1	F-6	1	82	S2	F-6	1	130	S3	F-6	1
35	S1	F-7	1	83	S2	F-7	1	131	S3	F-7	1
36	S1	F-8	1	84	S2	F-8	1	132	S3	F-8	1
37	S1	G-3	1	85	S2	G-3	1	133	S3	G-3	1
38	S1	G-4	1	86	S2	G-4	1	134	S3	G-4	1
39	S1	G-5	1	87	S2	G-5	1	135	S3	G-5	1
40	S1	G-6	1	88	S2	G-6	1	136	S3	G-6	1
41	S1	G-7	1	89	S2	G-7	1	137	S3	G-7	1
42	S1	G-8	1	90	S2	G-8	1	138	S3	G-8	1
43	S1	H-3	1	91	S2	H-3	1	139	S3	H-3	1
44	S1	H-4	1	92	S2	H-4	1	140	S3	H-4	1
45	S1	H-5	1	93	S2	H-5	1	141	S3	H-5	1
46	S1	H-6	1	94	S2	H-6	1	142	S3	H-6	1
47	S1	H-7	1	95	S2	H-7	1	143	S3	H-7	1
48	S1	H-8	1	96	S2	H-8	1	144	S3	H-8	1

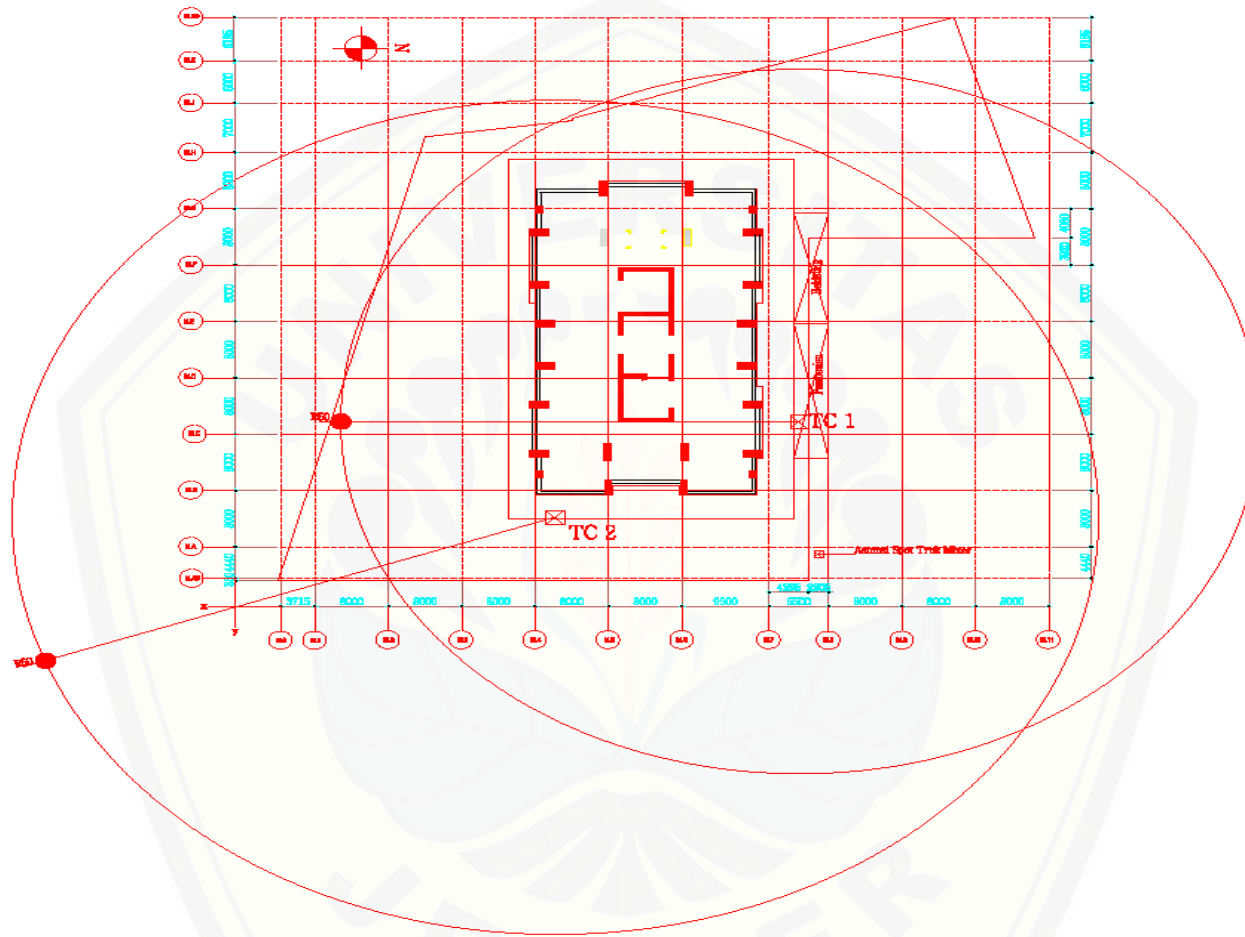
Daftar pekerjaan dan frekuensi setelah SL ditentukan

Task	S	D	Q	Task	S	D	Q	Task	S	D	Q
1	SL1	A-3	1	49	SL2	A-3	1	97	SL3	A-3	1
2	SL1	A-4	1	50	SL2	A-4	1	98	SL3	A-4	1
3	S1	A-5	1	51	S2	A-5	1	99	S3	A-5	1
4	S1	A-6	1	52	S2	A-6	1	100	S3	A-6	1
5	S1	A-7	1	53	S2	A-7	1	101	S3	A-7	1
6	S1	A-8	1	54	S2	A-8	1	102	S3	A-8	1
7	SL1	B-3	1	55	SL2	B-3	1	103	SL3	B-3	1
8	SL1	B-4	1	56	SL2	B-4	1	104	SL3	B-4	1
9	S1	B-5	1	57	S2	B-5	1	105	S3	B-5	1
10	S1	B-6	1	58	S2	B-6	1	106	S3	B-6	1
11	S1	B-7	1	59	S2	B-7	1	107	S3	B-7	1
12	S1	B-8	1	60	S2	B-8	1	108	S3	B-8	1
13	SL1	C-3	1	61	SL2	C-3	1	109	SL3	C-3	1
14	SL1	C-4	1	62	SL2	C-4	1	110	SL3	C-4	1
15	S1	C-5	1	63	S2	C-5	1	111	S3	C-5	1
16	S1	C-6	1	64	S2	C-6	1	112	S3	C-6	1
17	S1	C-7	1	65	S2	C-7	1	113	S3	C-7	1
18	S1	C-8	1	66	S2	C-8	1	114	S3	C-8	1
19	SL1	D-3	1	67	SL2	D-3	1	115	SL3	D-3	1
20	SL1	D-4	1	68	SL2	D-4	1	116	SL3	D-4	1
21	S1	D-5	1	69	S2	D-5	1	117	S3	D-5	1
22	S1	D-6	1	70	S2	D-6	1	118	S3	D-6	1
23	S1	D-7	1	71	S2	D-7	1	119	S3	D-7	1
24	S1	D-8	1	72	S2	D-8	1	120	S3	D-8	1
25	SL1	E-3	1	73	SL2	E-3	1	121	SL3	E-3	1
26	SL1	E-4	1	74	SL2	E-4	1	122	SL3	E-4	1
27	S1	E-5	1	75	S2	E-5	1	123	S3	E-5	1
28	S1	E-6	1	76	S2	E-6	1	124	S3	E-6	1
29	S1	E-7	1	77	S2	E-7	1	125	S3	E-7	1
30	S1	E-8	1	78	S2	E-8	1	126	S3	E-8	1
31	SL1	F-3	1	79	SL2	F-3	1	127	SL3	F-3	1
32	SL1	F-4	1	80	SL2	F-4	1	128	SL3	F-4	1
33	S1	F-5	1	81	S2	F-5	1	129	S3	F-5	1
34	S1	F-6	1	82	S2	F-6	1	130	S3	F-6	1
35	S1	F-7	1	83	S2	F-7	1	131	S3	F-7	1
36	S1	F-8	1	84	S2	F-8	1	132	S3	F-8	1
37	SL1	G-3	1	85	SL2	G-3	1	133	SL3	G-3	1
38	SL1	G-4	1	86	SL2	G-4	1	134	SL3	G-4	1
39	S1	G-5	1	87	S2	G-5	1	135	S3	G-5	1
40	S1	G-6	1	88	S2	G-6	1	136	S3	G-6	1
41	S1	G-7	1	89	S2	G-7	1	137	S3	G-7	1
42	S1	G-8	1	90	S2	G-8	1	138	S3	G-8	1
43	SL1	H-3	1	91	SL2	H-3	1	139	SL3	H-3	1
44	SL1	H-4	1	92	SL2	H-4	1	140	SL3	H-4	1
45	S1	H-5	1	93	S2	H-5	1	141	S3	H-5	1
46	S1	H-6	1	94	S2	H-6	1	142	S3	H-6	1
47	S1	H-7	1	95	S2	H-7	1	143	S3	H-7	1
48	S1	H-8	1	96	S2	H-8	1	144	S3	H-8	1



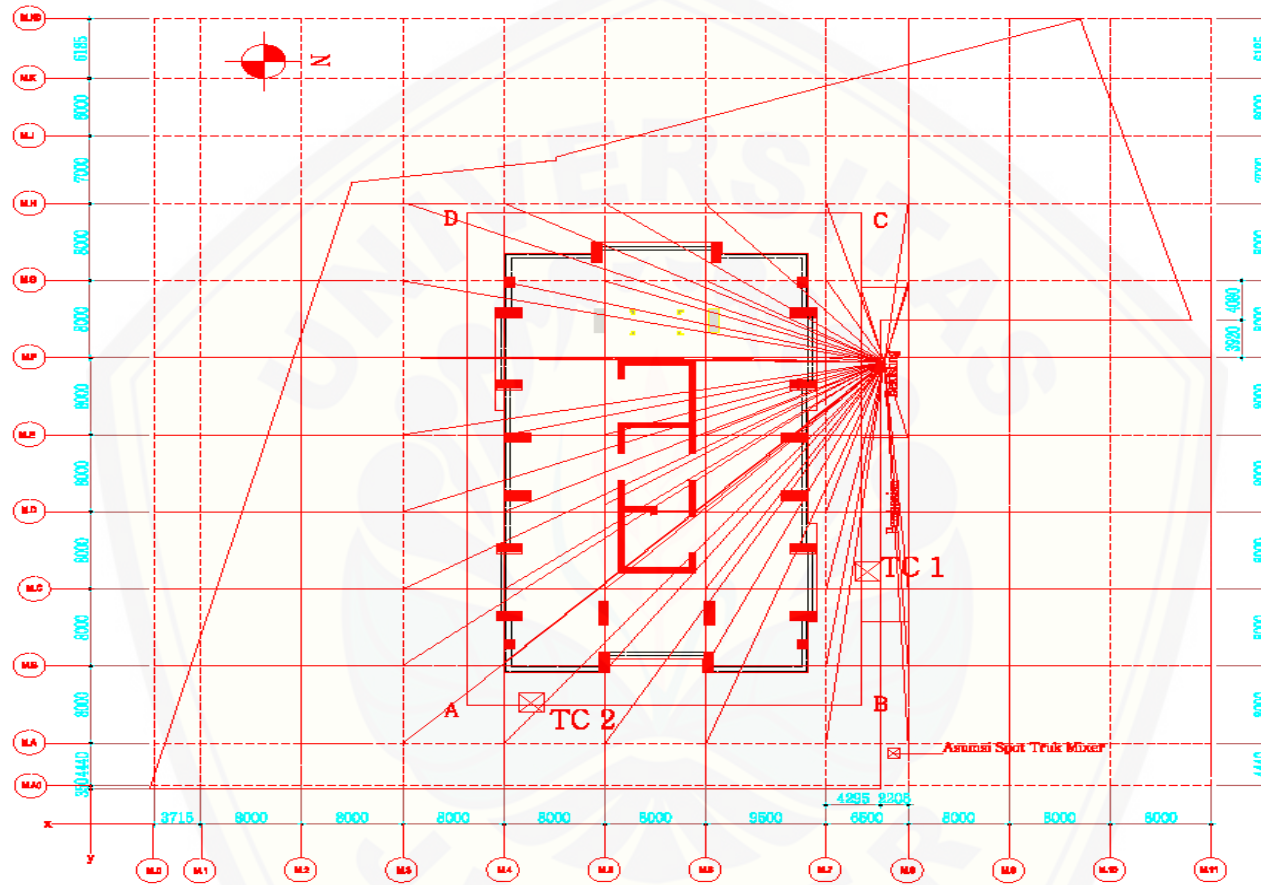
Lampiran C

Tabel Waktu Pekerjaan Pengangkutan
Bekisting, Besi, dan Beton Segar
Sebelum Lokasi Tower Crane
di Modifikasi



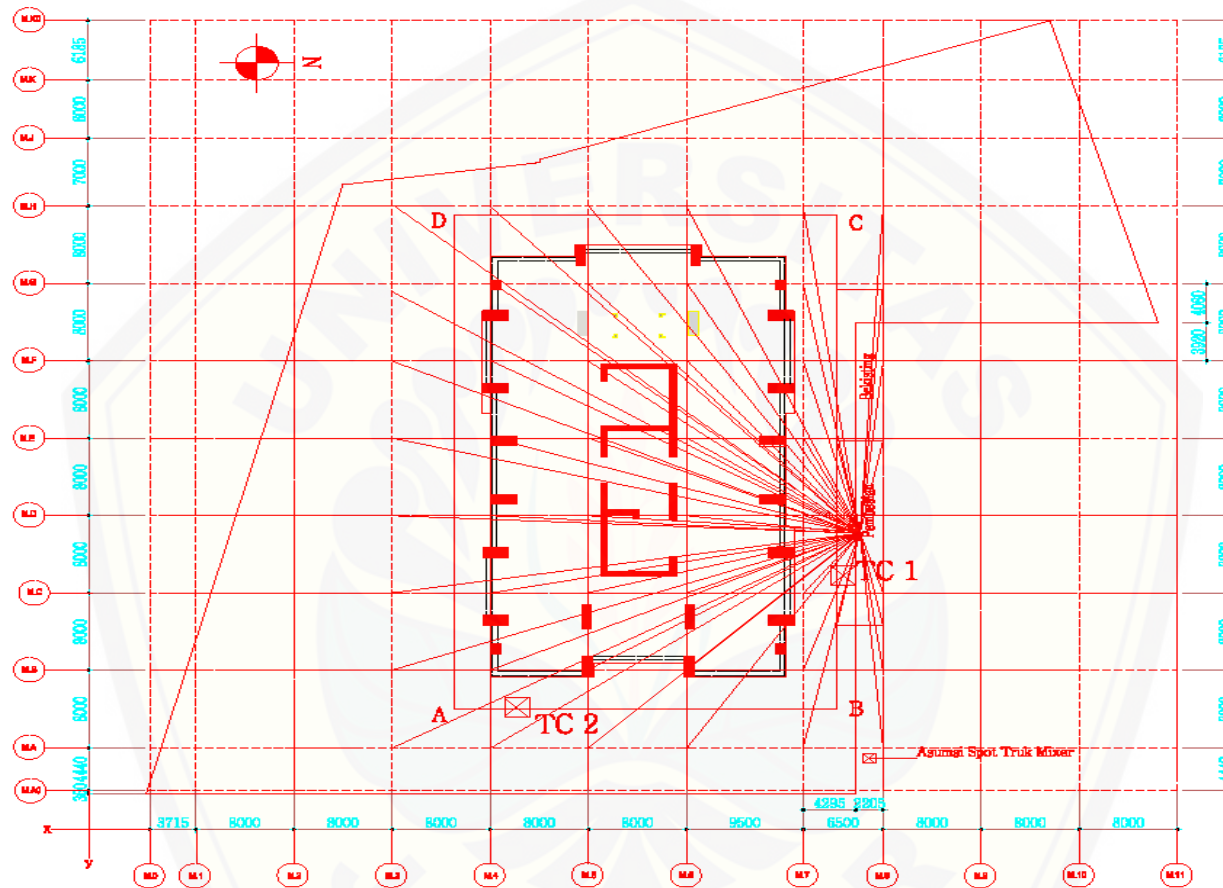
Letak Tower Crane Pada Kodisi Eksisting

UPT Perpustakaan Universitas Jember

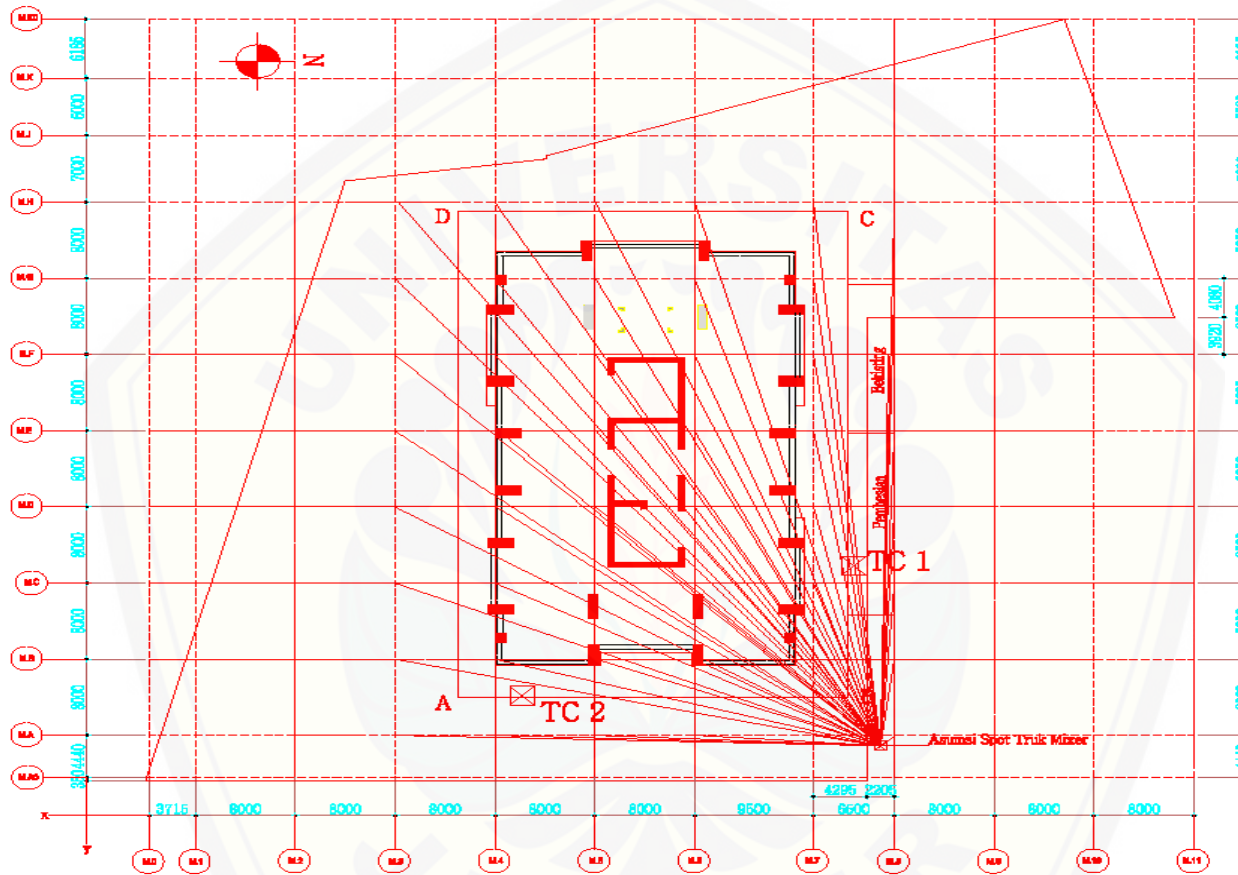


Letak *Supply* 1 (Bekisting) Pada Kodisi Eksisting

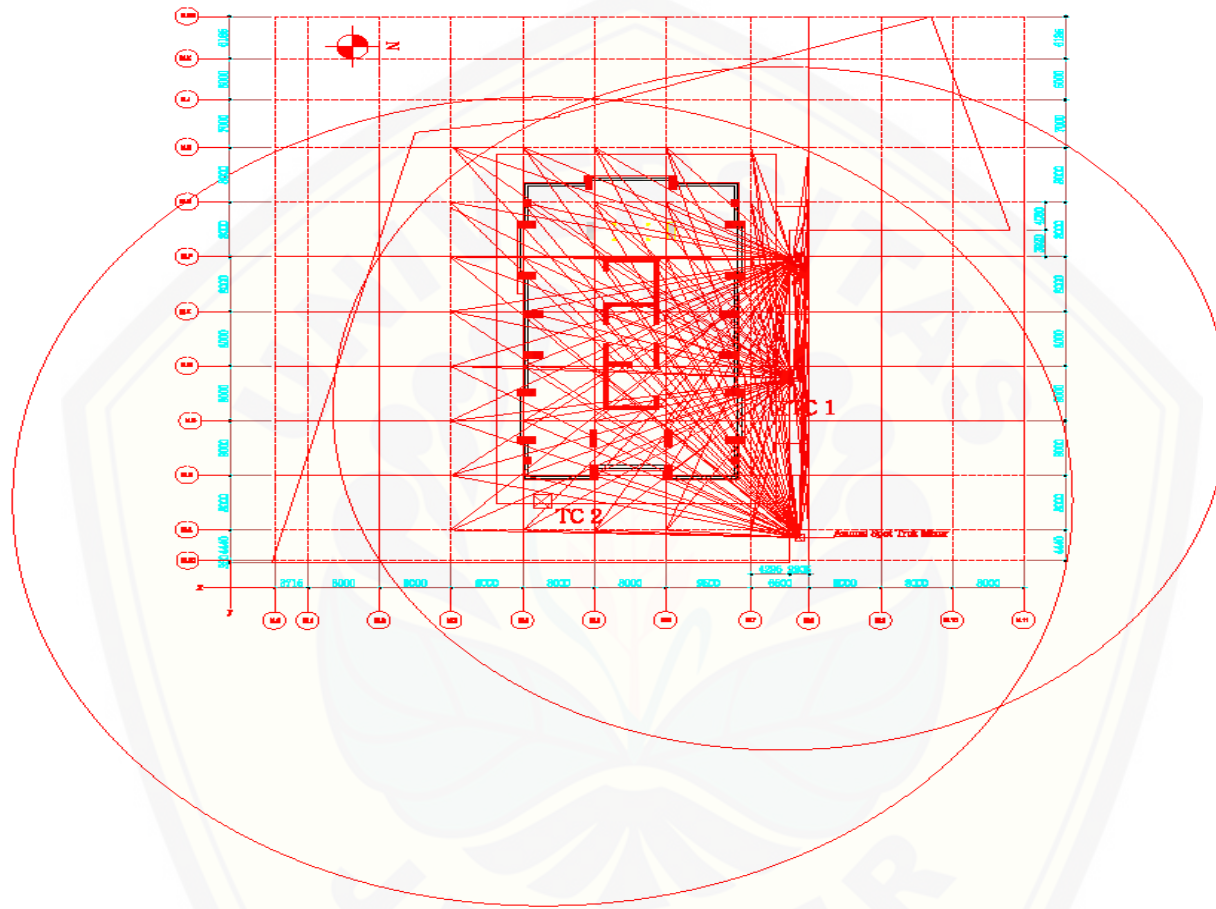
UPT Perpustakaan Universitas Jember



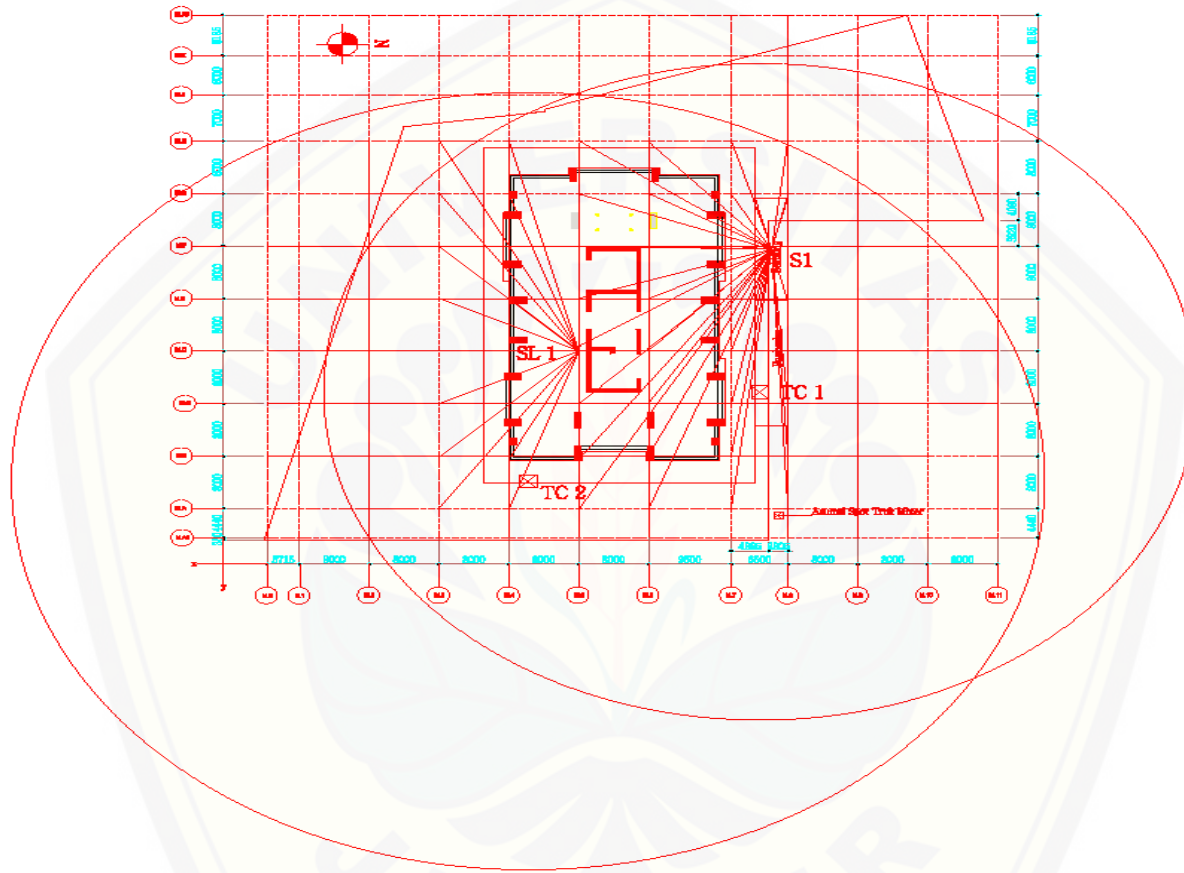
Letak *Supply 2* (Besi) Pada Kodisi Eksisting



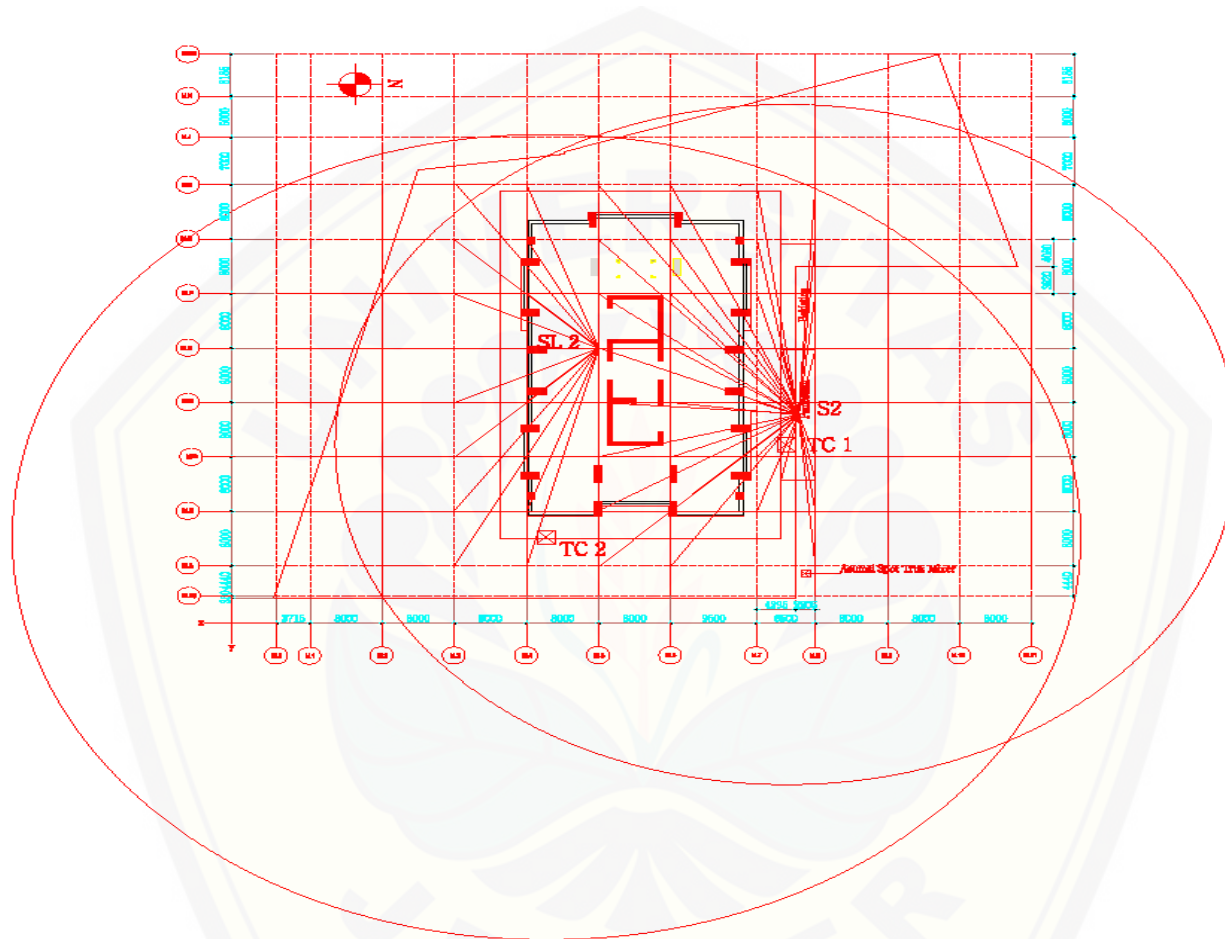
Letak Supply 3 (Beton Segar) Pada Kondisi Eksisting



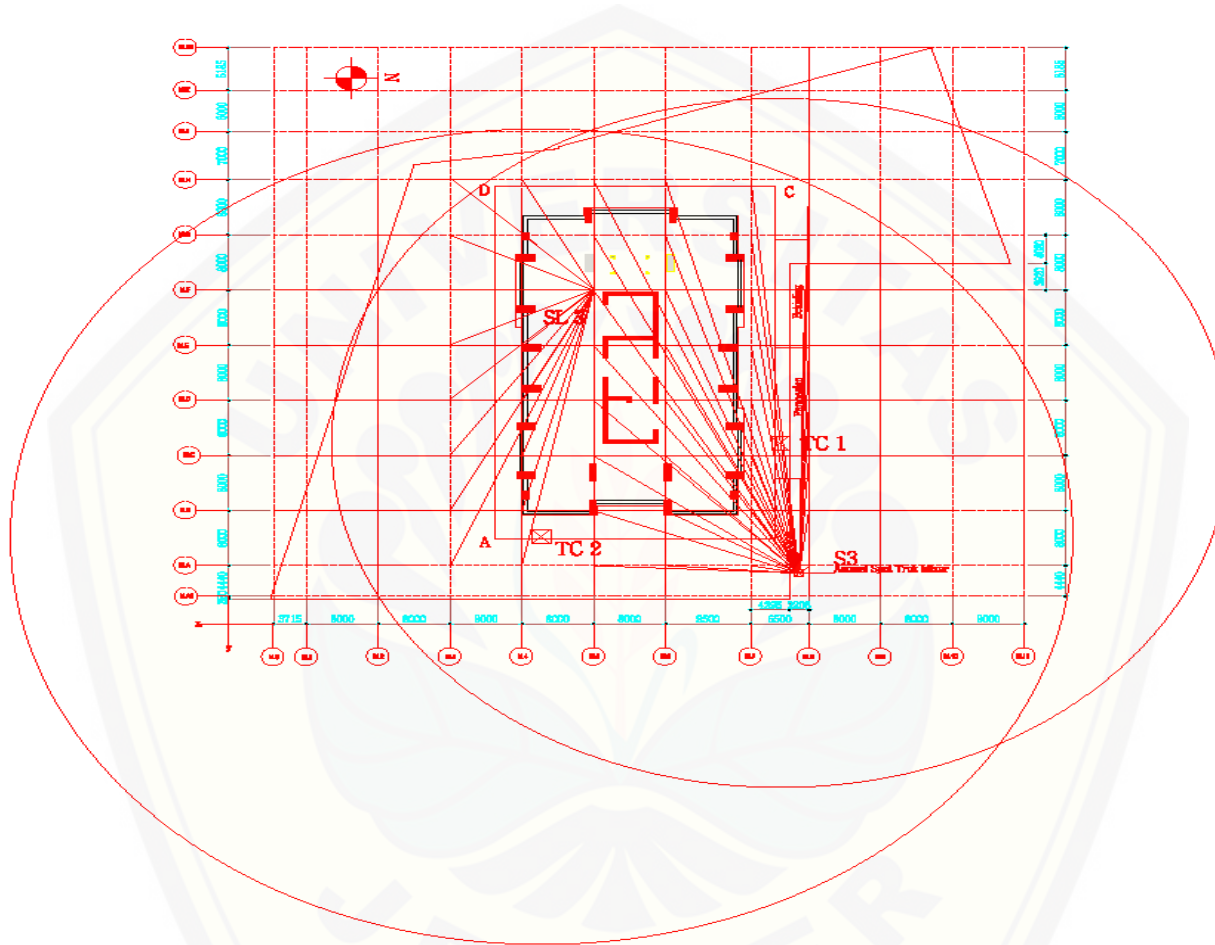
Aksesibilitas Pekerjaan Tower Crane Pada Kondisi Eksisting



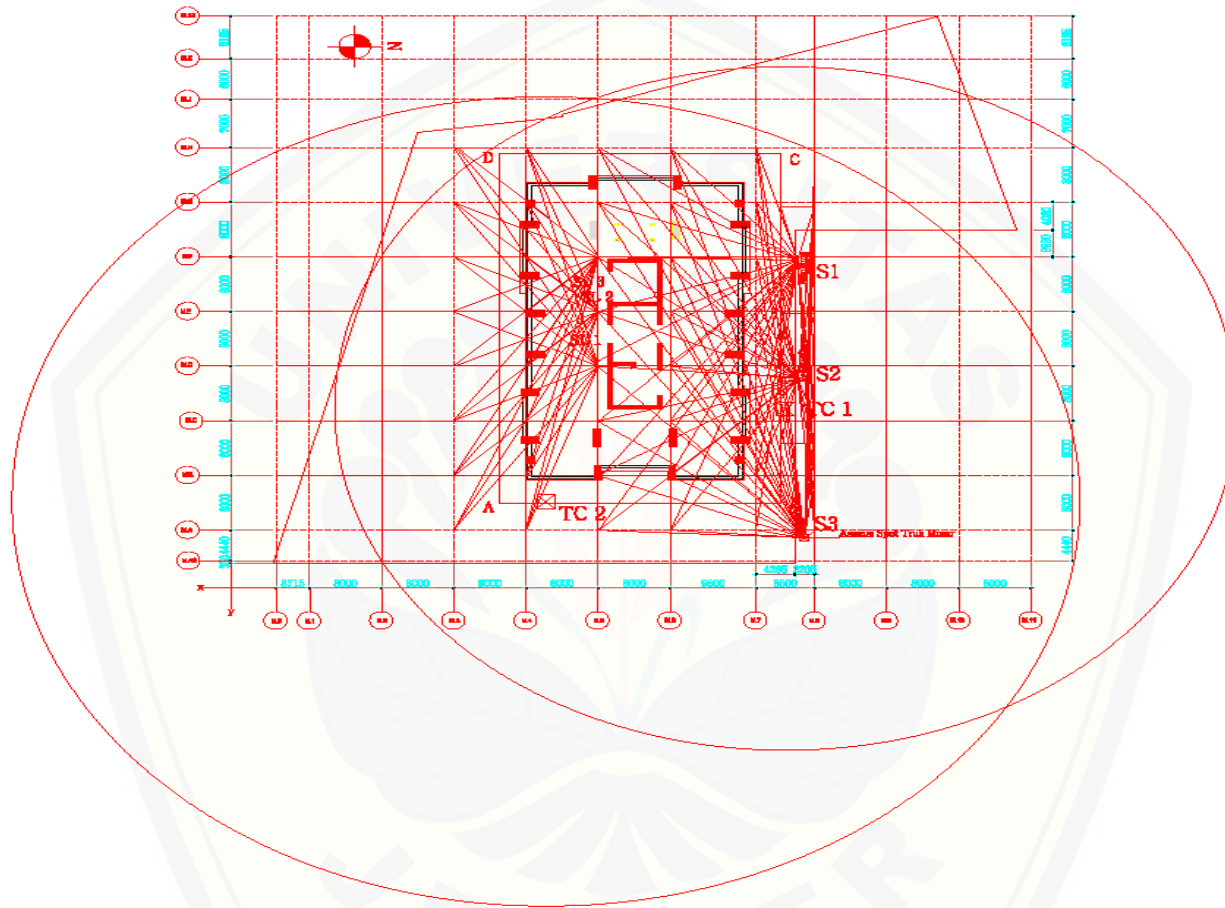
Letak *Supply* Lanjutan 1 Pada Kodisi Eksisting



Letak *Supply* Lanjutan 2 Pada Kodisi Eksisting



Letak *Supply* Lanjutan 3 Pada Kodisi Eksisting



Aksesibilitis Pekerja Tower Crane Pada Kodisi Eksisting


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BEKISTING
SEBELUM LOKASI TOWER CRANE DI MODIFIKASI**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 1		ρ(D)	ρ(S)	lj	Ta	Tω	Th	Ti
	x	y			x	y	x	y							
A-3	19,715	4,44	1	2	29,915	8,640	35,715	28,44	11,031	20,632	28,844	0,166	0,020	0,170	7,341
A-4	27,715	4,44	2	2	29,915	8,640	35,715	28,44	4,741	20,632	25,298	0,274	0,004	0,275	7,550
A-5	35,715	4,44	3	1	56,510	22,240	57,832	43,964	27,373	21,764	45,291	0,089	0,020	0,094	7,188
A-6	43,715	4,44	4	1	56,510	22,240	57,832	43,964	21,921	21,764	41,969	0,002	0,014	0,015	7,029
A-7	53,215	4,44	5	1	56,510	22,240	57,832	43,964	18,102	21,764	39,793	0,058	0,003	0,059	7,118
A-8	59,715	4,44	6	1	56,510	22,240	57,832	43,964	18,086	21,764	39,569	0,058	0,006	0,060	7,120
B-3	19,715	12,44	7	2	29,915	8,640	35,715	28,44	10,885	20,632	22,627	0,168	0,036	0,177	7,354
B-4	27,715	12,44	8	2	29,915	8,640	35,715	28,44	4,391	20,632	17,889	0,280	0,051	0,293	7,585
B-5	35,715	12,44	9	1	56,510	22,240	57,832	43,964	22,989	21,764	38,509	0,019	0,027	0,032	7,063
B-6	43,715	12,44	10	1	56,510	22,240	57,832	43,964	16,117	21,764	34,541	0,090	0,021	0,095	7,190
B-7	53,215	12,44	11	1	56,510	22,240	57,832	43,964	10,339	21,764	31,860	0,181	0,007	0,183	7,366
B-8	59,715	12,44	12	1	56,510	22,240	57,832	43,964	10,311	21,764	31,580	0,182	0,009	0,184	7,368
C-3	19,715	20,44	13	2	29,915	8,640	35,715	28,44	15,597	20,632	17,889	0,087	0,047	0,098	7,197
C-4	27,715	20,44	14	2	29,915	8,640	35,715	28,44	12,003	20,632	11,314	0,149	0,058	0,163	7,327
C-5	35,715	20,44	15	1	56,510	22,240	57,832	43,964	20,873	21,764	32,288	0,014	0,035	0,039	7,078
C-6	43,715	20,44	16	1	56,510	22,240	57,832	43,964	12,921	21,764	27,435	0,140	0,034	0,149	7,298
C-7	53,215	20,44	17	1	56,510	22,240	57,832	43,964	3,755	21,764	23,973	0,286	0,025	0,292	7,584
C-8	59,715	20,44	18	1	56,510	22,240	57,832	43,964	3,676	21,764	23,599	0,287	0,028	0,294	7,588
D-3	19,715	28,44	19	2	29,915	8,640	35,715	28,44	22,273	20,632	16,000	0,028	0,052	0,059	7,118
D-4	27,715	28,44	20	2	29,915	8,640	35,715	28,44	19,922	20,632	8,000	0,012	0,060	0,063	7,126
D-5	35,715	28,44	21	1	56,510	22,240	57,832	43,964	21,700	21,764	27,021	0,001	0,045	0,045	7,090
D-6	43,715	28,44	22	1	56,510	22,240	57,832	43,964	14,218	21,764	20,983	0,120	0,049	0,132	7,264
D-7	53,215	28,44	23	1	56,510	22,240	57,832	43,964	7,021	21,764	16,196	0,234	0,065	0,250	7,500
D-8	59,715	28,44	24	1	56,510	22,240	57,832	43,964	6,979	21,764	15,638	0,235	0,068	0,252	7,503
E-3	19,715	36,44	25	2	29,915	8,640	35,715	28,44	29,612	20,632	17,889	0,155	0,055	0,168	7,337
E-4	27,715	36,44	26	2	29,915	8,640	35,715	28,44	27,887	20,632	11,314	0,125	0,061	0,140	7,280
E-5	35,715	36,44	27	1	56,510	22,240	57,832	43,964	25,181	21,764	23,362	0,054	0,053	0,067	7,135
E-6	43,715	36,44	28	1	56,510	22,240	57,832	43,964	19,114	21,764	15,997	0,042	0,058	0,069	7,138
E-7	53,215	36,44	29	1	56,510	22,240	57,832	43,964	14,577	21,764	8,828	0,114	0,071	0,132	7,264
E-8	59,715	36,44	30	1	56,510	22,240	57,832	43,964	14,557	21,764	7,756	0,114	0,074	0,133	7,266
F-3	19,715	44,44	31	2	29,915	8,640	35,715	28,44	37,225	20,632	22,627	0,286	0,056	0,300	7,600
F-4	27,715	44,44	32	2	29,915	8,640	35,715	28,44	35,868	20,632	17,889	0,263	0,061	0,278	7,556
F-5	35,715	44,44	33	1	56,510	22,240	57,832	43,964	30,418	21,764	22,122	0,137	0,058	0,152	7,304
F-6	43,715	44,44	34	1	56,510	22,240	57,832	43,964	25,623	21,764	14,125	0,061	0,064	0,079	7,158
F-7	53,215	44,44	35	1	56,510	22,240	57,832	43,964	22,443	21,764	4,641	0,011	0,073	0,076	7,152
F-8	59,715	44,44	36	1	56,510	22,240	57,832	43,964	22,430	21,764	1,942	0,011	0,076	0,079	7,158

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	37	2	29,915	8,640	35,715	28,44	44,972	20,632	28,844	0,420	0,057	0,434	7,868
G-4	27,715	52,44	38	2	29,915	8,640	35,715	28,44	43,855	20,632	25,298	0,400	0,061	0,416	7,831
G-5	35,715	52,44	39	1	56,510	22,240	57,832	43,964	36,667	21,764	23,686	0,237	0,062	0,252	7,504
G-6	43,715	52,44	40	1	56,510	22,240	57,832	43,964	32,799	21,764	16,466	0,175	0,067	0,192	7,384
G-7	53,215	52,44	41	1	56,510	22,240	57,832	43,964	30,379	21,764	9,652	0,137	0,074	0,155	7,311
G-8	59,715	52,44	42	1	56,510	22,240	57,832	43,964	30,370	21,764	8,683	0,137	0,077	0,156	7,312
H-3	19,715	60,44	43	2	29,915	8,640	35,715	28,44	52,795	20,632	35,777	0,555	0,058	0,569	8,138
H-4	27,715	60,44	44	2	29,915	8,640	35,715	28,44	51,847	20,632	32,985	0,538	0,061	0,554	8,107
H-5	35,715	60,44	45	1	56,510	22,240	57,832	43,964	43,493	21,764	27,579	0,345	0,064	0,361	7,722
H-6	43,715	60,44	46	1	56,510	22,240	57,832	43,964	40,286	21,764	21,697	0,294	0,069	0,311	7,622
H-7	53,215	60,44	47	1	56,510	22,240	57,832	43,964	38,342	21,764	17,111	0,263	0,075	0,282	7,564
H-8	59,715	60,44	48	1	56,510	22,240	57,832	43,964	38,334	21,764	16,583	0,263	0,078	0,282	7,565
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan															354,221

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BESI
SEBELUM LOKASI TOWER CRANE DI MODIFIKASI**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 2		ρ(D)	ρ(S)	Ij	Ta	Tω	Th	Ti
	x	y			x	y	x	y							
A-3	19,715	4,44	49	2	29,915	8,640	35,715	36,44	11,031	28,399	35,777	0,299	0,021	0,305	9,610
A-4	27,715	4,44	50	2	29,915	8,640	35,715	36,44	4,741	28,399	32,985	0,408	0,006	0,409	9,819
A-5	35,715	4,44	51	1	56,510	22,240	57,831	26,605	27,373	4,561	31,311	0,362	0,014	0,366	9,731
A-6	43,715	4,44	52	1	56,510	22,240	57,831	26,605	21,921	4,561	26,278	0,276	0,008	0,278	9,555
A-7	53,215	4,44	53	1	56,510	22,240	57,831	26,605	18,102	4,561	22,641	0,215	0,003	0,216	9,431
A-8	59,715	4,44	54	1	56,510	22,240	57,831	26,605	18,086	4,561	22,245	0,215	0,012	0,218	9,435
B-3	19,715	12,44	55	2	29,915	8,640	35,715	36,44	10,885	28,399	28,844	0,302	0,038	0,311	9,623
B-4	27,715	12,44	56	2	29,915	8,640	35,715	36,44	4,391	28,399	25,298	0,414	0,053	0,427	9,854
B-5	35,715	12,44	57	1	56,510	22,240	57,831	26,605	22,989	4,561	26,263	0,293	0,021	0,298	9,595
B-6	43,715	12,44	58	1	56,510	22,240	57,831	26,605	16,117	4,561	19,998	0,183	0,016	0,187	9,375
B-7	53,215	12,44	59	1	56,510	22,240	57,831	26,605	10,339	4,561	14,898	0,092	0,001	0,092	9,184
B-8	59,715	12,44	60	1	56,510	22,240	57,831	26,605	10,311	4,561	14,290	0,091	0,015	0,095	9,190
C-3	19,715	20,44	61	2	29,915	8,640	35,715	36,44	15,597	28,399	22,627	0,221	0,048	0,233	9,466
C-4	27,715	20,44	62	2	29,915	8,640	35,715	36,44	12,003	28,399	17,889	0,283	0,060	0,298	9,595
C-5	35,715	20,44	63	1	56,510	22,240	57,831	26,605	20,873	4,561	22,959	0,259	0,030	0,266	9,533
C-6	43,715	20,44	64	1	56,510	22,240	57,831	26,605	12,921	4,561	15,404	0,133	0,028	0,140	9,280
C-7	53,215	20,44	65	1	56,510	22,240	57,831	26,605	3,755	4,561	7,702	0,013	0,019	0,023	9,045
C-8	59,715	20,44	66	1	56,510	22,240	57,831	26,605	3,676	4,561	6,446	0,014	0,034	0,037	9,074
D-3	19,715	28,44	67	2	29,915	8,640	35,715	36,44	22,273	28,399	17,889	0,106	0,054	0,119	9,238
D-4	27,715	28,44	68	2	29,915	8,640	35,715	36,44	19,922	28,399	11,314	0,146	0,062	0,162	9,323
D-5	35,715	28,44	69	1	56,510	22,240	57,831	26,605	21,700	4,561	22,192	0,272	0,039	0,282	9,564
D-6	43,715	28,44	70	1	56,510	22,240	57,831	26,605	14,218	4,561	14,235	0,153	0,043	0,164	9,328
D-7	53,215	28,44	71	1	56,510	22,240	57,831	26,605	7,021	4,561	4,967	0,039	0,059	0,069	9,137
D-8	59,715	28,44	72	1	56,510	22,240	57,831	26,605	6,979	4,561	2,630	0,038	0,074	0,083	9,167
E-3	19,715	36,44	73	2	29,915	8,640	35,715	36,44	29,612	28,399	16,000	0,021	0,056	0,062	9,123
E-4	27,715	36,44	74	2	29,915	8,640	35,715	36,44	27,887	28,399	8,000	0,009	0,062	0,065	9,129
E-5	35,715	36,44	75	1	56,510	22,240	57,831	26,605	25,181	4,561	24,204	0,327	0,047	0,339	9,678
E-6	43,715	36,44	76	1	56,510	22,240	57,831	26,605	19,114	4,561	17,204	0,231	0,053	0,244	9,488
E-7	53,215	36,44	77	1	56,510	22,240	57,831	26,605	14,577	4,561	10,864	0,159	0,065	0,175	9,351
E-8	59,715	36,44	78	1	56,510	22,240	57,831	26,605	14,557	4,561	10,014	0,159	0,076	0,178	9,356
F-3	19,715	44,44	79	2	29,915	8,640	35,715	36,44	37,225	28,399	17,889	0,152	0,058	0,167	9,333
F-4	27,715	44,44	80	2	29,915	8,640	35,715	36,44	35,868	28,399	11,314	0,129	0,063	0,144	9,289
F-5	35,715	44,44	81	1	56,510	22,240	57,831	26,605	30,418	4,561	28,411	0,410	0,052	0,423	9,847
F-6	43,715	44,44	82	1	56,510	22,240	57,831	26,605	25,623	4,561	22,745	0,334	0,058	0,349	9,698
F-7	53,215	44,44	83	1	56,510	22,240	57,831	26,605	22,443	4,561	18,423	0,284	0,067	0,301	9,601
F-8	59,715	44,44	84	1	56,510	22,240	57,831	26,605	22,430	4,561	17,934	0,284	0,075	0,302	9,605

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	85	2	29,915	8,640	35,715	36,44	44,972	28,399	22,627	0,286	0,059	0,301	9,601
G-4	27,715	52,44	86	2	29,915	8,640	35,715	36,44	43,855	28,399	17,889	0,266	0,063	0,282	9,564
G-5	35,715	52,44	87	1	56,510	22,240	57,831	26,605	36,667	4,561	34,008	0,510	0,056	0,524	10,047
G-6	43,715	52,44	88	1	56,510	22,240	57,831	26,605	32,799	4,561	29,440	0,448	0,061	0,463	9,927
G-7	53,215	52,44	89	1	56,510	22,240	57,831	26,605	30,379	4,561	26,244	0,410	0,068	0,427	9,854
G-8	59,715	52,44	90	1	56,510	22,240	57,831	26,605	30,370	4,561	25,904	0,410	0,074	0,428	9,856
H-3	19,715	60,44	91	2	29,915	8,640	35,715	36,44	52,795	28,399	28,844	0,421	0,060	0,436	9,871
H-4	27,715	60,44	92	2	29,915	8,640	35,715	36,44	51,847	28,399	25,298	0,404	0,063	0,420	9,840
H-5	35,715	60,44	93	1	56,510	22,240	57,831	26,605	43,493	4,561	40,422	0,618	0,059	0,633	10,265
H-6	43,715	60,44	94	1	56,510	22,240	57,831	26,605	40,286	4,561	36,662	0,567	0,063	0,583	10,166
H-7	53,215	60,44	95	1	56,510	22,240	57,831	26,605	38,342	4,561	34,148	0,536	0,069	0,553	10,107
H-8	59,715	60,44	96	1	56,510	22,240	57,831	26,605	38,334	4,561	33,887	0,536	0,073	0,554	10,109
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan															458,856

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BETON SEGAR
SEBELUM LOKASI TOWER CRANE DI MODIFIKASI**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 3		p(D)	p(S)	Ij	Ta	Tω	Th	Tv0	Tv1
	x	y			x	y	x	y								
A-3	19,715	4,44	97	2	29,915	8,640	35,715	44,44	11,031	36,267	43,081	0,435	0,022	0,441	0,378	0,757
A-4	27,715	4,44	98	2	29,915	8,640	35,715	44,44	4,741	36,267	40,792	0,544	0,007	0,545	0,378	0,757
A-5	35,715	4,44	99	1	56,510	22,240	58,602	3,354	27,373	19,002	22,913	0,133	0,054	0,146	0,555	1,332
A-6	43,715	4,44	100	1	56,510	22,240	58,602	3,354	21,921	19,002	14,927	0,046	0,060	0,072	0,555	1,332
A-7	53,215	4,44	101	1	56,510	22,240	58,602	3,354	18,102	19,002	5,495	0,014	0,071	0,075	0,555	1,332
A-8	59,715	4,44	102	1	56,510	22,240	58,602	3,354	18,086	19,002	1,555	0,015	0,077	0,080	0,555	1,332
B-3	19,715	12,44	103	2	29,915	8,640	35,715	44,44	10,885	36,267	35,777	0,438	0,039	0,447	0,378	0,757
B-4	27,715	12,44	104	2	29,915	8,640	35,715	44,44	4,391	36,267	32,985	0,550	0,054	0,563	0,378	0,757
B-5	35,715	12,44	105	1	56,510	22,240	58,602	3,354	22,989	19,002	24,625	0,063	0,047	0,075	0,555	1,332
B-6	43,715	12,44	106	1	56,510	22,240	58,602	3,354	16,117	19,002	17,441	0,046	0,053	0,064	0,555	1,332
B-7	53,215	12,44	107	1	56,510	22,240	58,602	3,354	10,339	19,002	10,563	0,137	0,067	0,154	0,555	1,332
B-8	59,715	12,44	108	1	56,510	22,240	58,602	3,354	10,311	19,002	9,154	0,138	0,073	0,156	0,555	1,332
C-3	19,715	20,44	109	2	29,915	8,640	35,715	44,44	15,597	36,267	28,844	0,356	0,049	0,369	0,378	0,757
C-4	27,715	20,44	110	2	29,915	8,640	35,715	44,44	12,003	36,267	25,298	0,418	0,061	0,434	0,378	0,757
C-5	35,715	20,44	111	1	56,510	22,240	58,602	3,354	20,873	19,002	28,561	0,030	0,039	0,046	0,555	1,332
C-6	43,715	20,44	112	1	56,510	22,240	58,602	3,354	12,921	19,002	22,662	0,097	0,040	0,106	0,555	1,332
C-7	53,215	20,44	113	1	56,510	22,240	58,602	3,354	3,755	19,002	17,915	0,242	0,049	0,254	0,555	1,332
C-8	59,715	20,44	114	1	56,510	22,240	58,602	3,354	3,676	19,002	17,122	0,243	0,055	0,257	0,555	1,332
D-3	19,715	28,44	115	2	29,915	8,640	35,715	44,44	22,273	36,267	22,627	0,241	0,055	0,255	0,378	0,757
D-4	27,715	28,44	116	2	29,915	8,640	35,715	44,44	19,922	36,267	17,889	0,282	0,063	0,297	0,378	0,757
D-5	35,715	28,44	117	1	56,510	22,240	58,602	3,354	21,700	19,002	33,958	0,043	0,029	0,050	0,555	1,332
D-6	43,715	28,44	118	1	56,510	22,240	58,602	3,354	14,218	19,002	29,171	0,076	0,025	0,082	0,555	1,332
D-7	53,215	28,44	119	1	56,510	22,240	58,602	3,354	7,021	19,002	25,658	0,190	0,009	0,193	0,555	1,332
D-8	59,715	28,44	120	1	56,510	22,240	58,602	3,354	6,979	19,002	25,111	0,191	0,015	0,194	0,555	1,332
E-3	19,715	36,44	121	2	29,915	8,640	35,715	44,44	29,612	36,267	17,889	0,115	0,057	0,129	0,378	0,757
E-4	27,715	36,44	122	2	29,915	8,640	35,715	44,44	27,887	36,267	11,314	0,144	0,063	0,160	0,378	0,757
E-5	35,715	36,44	123	1	56,510	22,240	58,602	3,354	25,181	19,002	40,231	0,098	0,021	0,103	0,555	1,332
E-6	43,715	36,44	124	1	56,510	22,240	58,602	3,354	19,114	19,002	36,281	0,002	0,016	0,016	0,555	1,332
E-7	53,215	36,44	125	1	56,510	22,240	58,602	3,354	14,577	19,002	33,522	0,070	0,003	0,071	0,555	1,332
E-8	59,715	36,44	126	1	56,510	22,240	58,602	3,354	14,557	19,002	33,105	0,071	0,008	0,073	0,555	1,332
F-3	19,715	44,44	127	2	29,915	8,640	35,715	44,44	37,225	36,267	16,000	0,017	0,059	0,063	0,378	0,757
F-4	27,715	44,44	128	2	29,915	8,640	35,715	44,44	35,868	36,267	8,000	0,007	0,064	0,065	0,378	0,757
F-5	35,715	44,44	129	1	56,510	22,240	58,602	3,354	30,418	19,002	47,031	0,181	0,016	0,185	0,555	1,332
F-6	43,715	44,44	130	1	56,510	22,240	58,602	3,354	25,623	19,002	43,700	0,105	0,010	0,108	0,555	1,332
F-7	53,215	44,44	131	1	56,510	22,240	58,602	3,354	22,443	19,002	41,438	0,055	0,001	0,055	0,555	1,332
F-8	59,715	44,44	132	1	56,510	22,240	58,602	3,354	22,430	19,002	41,101	0,054	0,006	0,056	0,555	1,332

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	133	2	29,915	8,640	35,715	44,44	44,972	36,267	17,889	0,150	0,060	0,165	0,378	0,757	0,544	0,922	8,465
G-4	27,715	52,44	134	2	29,915	8,640	35,715	44,44	43,855	36,267	11,314	0,131	0,064	0,147	0,378	0,757	0,525	0,904	8,429
G-5	35,715	52,44	135	1	56,510	22,240	58,602	3,354	36,667	19,002	54,159	0,280	0,012	0,283	0,555	1,332	0,838	1,615	9,454
G-6	43,715	52,44	136	1	56,510	22,240	58,602	3,354	32,799	19,002	51,294	0,219	0,007	0,221	0,555	1,332	0,776	1,553	9,329
G-7	53,215	52,44	137	1	56,510	22,240	58,602	3,354	30,379	19,002	49,381	0,181	0,000	0,181	0,555	1,332	0,736	1,513	9,248
G-8	59,715	52,44	138	1	56,510	22,240	58,602	3,354	30,370	19,002	49,099	0,180	0,005	0,182	0,555	1,332	0,737	1,514	9,251
H-3	19,715	60,44	139	2	29,915	8,640	35,715	44,44	52,795	36,267	22,627	0,285	0,061	0,300	0,378	0,757	0,679	1,057	8,736
H-4	27,715	60,44	140	2	29,915	8,640	35,715	44,44	51,847	36,267	17,889	0,269	0,064	0,285	0,378	0,757	0,663	1,041	8,705
H-5	35,715	60,44	141	1	56,510	22,240	58,602	3,354	43,493	19,002	61,503	0,389	0,010	0,391	0,555	1,332	0,946	1,723	9,669
H-6	43,715	60,44	142	1	56,510	22,240	58,602	3,354	40,286	19,002	58,995	0,338	0,005	0,339	0,555	1,332	0,894	1,671	9,565
H-7	53,215	60,44	143	1	56,510	22,240	58,602	3,354	38,342	19,002	57,340	0,307	0,001	0,307	0,555	1,332	0,862	1,639	9,501
H-8	59,715	60,44	144	1	56,510	22,240	58,602	3,354	38,334	19,002	57,097	0,307	0,005	0,308	0,555	1,332	0,863	1,640	9,503
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan																			433,648

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).

TOTAL WAKTU KERJA = 354,221 + 458,856 + 433,648 = 1246,725 menit

RATA-RATA WAKTU KERJA = 415,575 menit

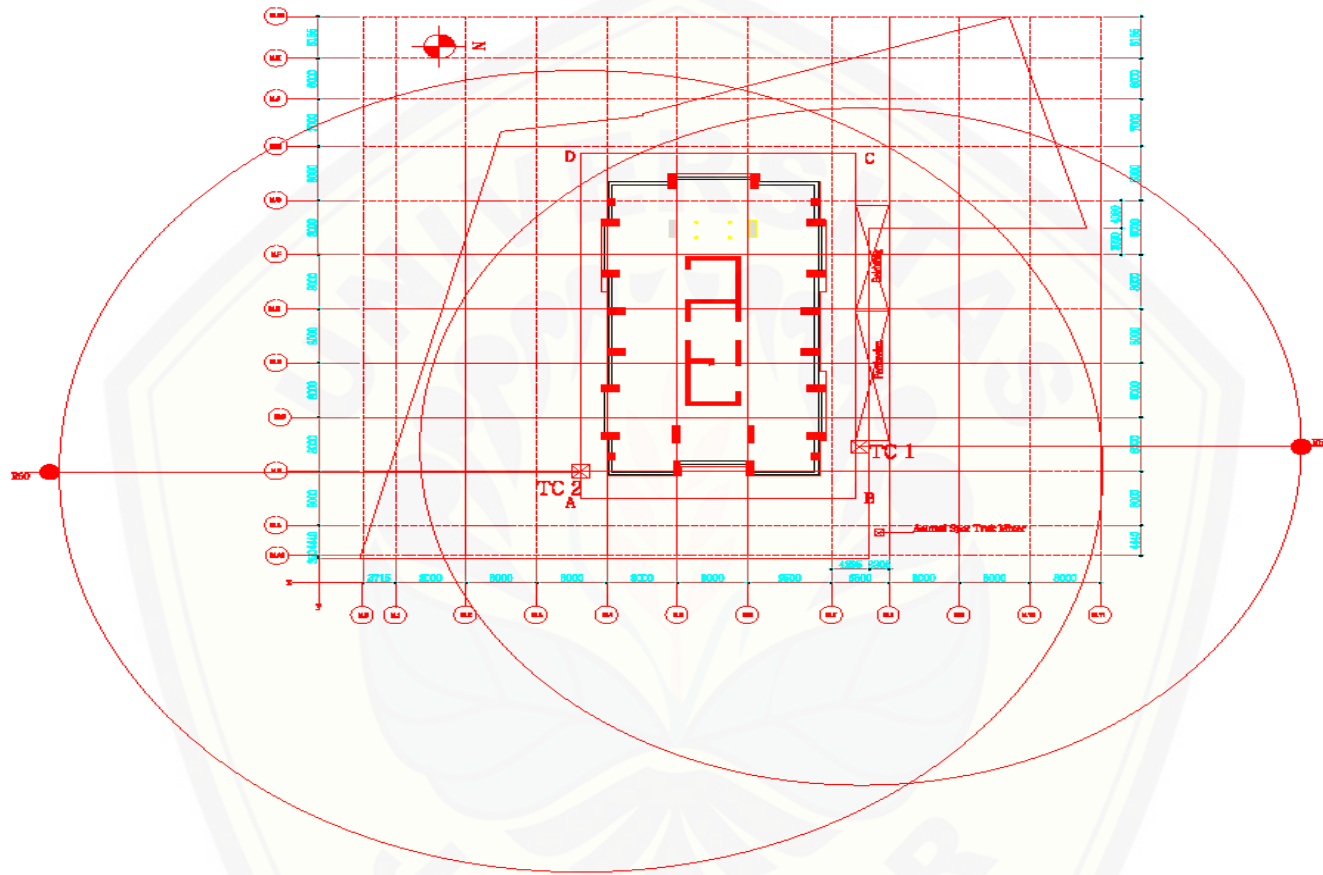
Keseimbangan = **25,743** menit



Lampiran D

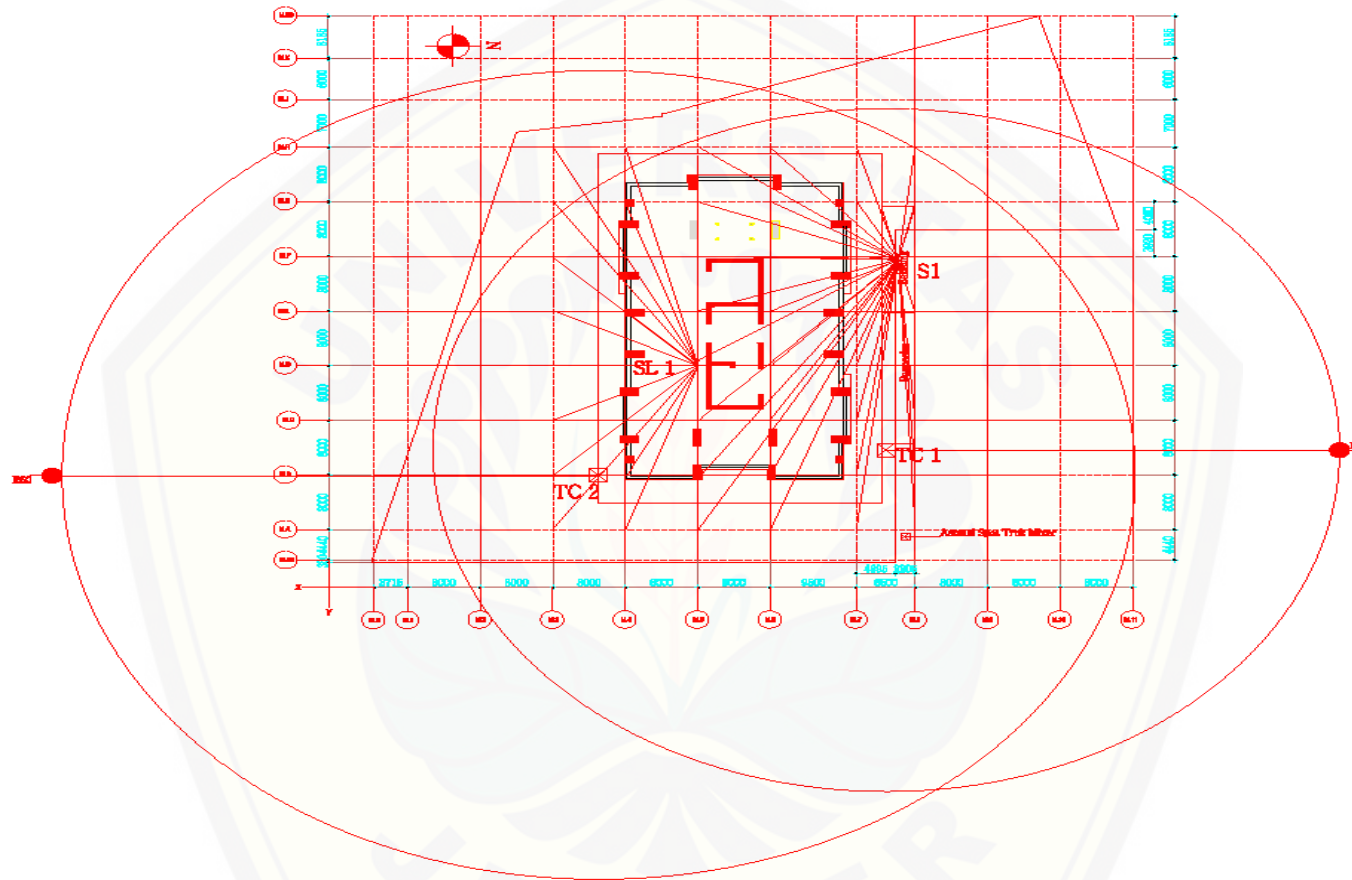
Tabel Waktu Pekerjaan Pengangkutan
Bekisting, Besi, dan Beton Segar
Setelah Lokasi Tower Crane di
Tentukan Pada Perencanaan 1

UPT Perpustakaan Universitas Jember

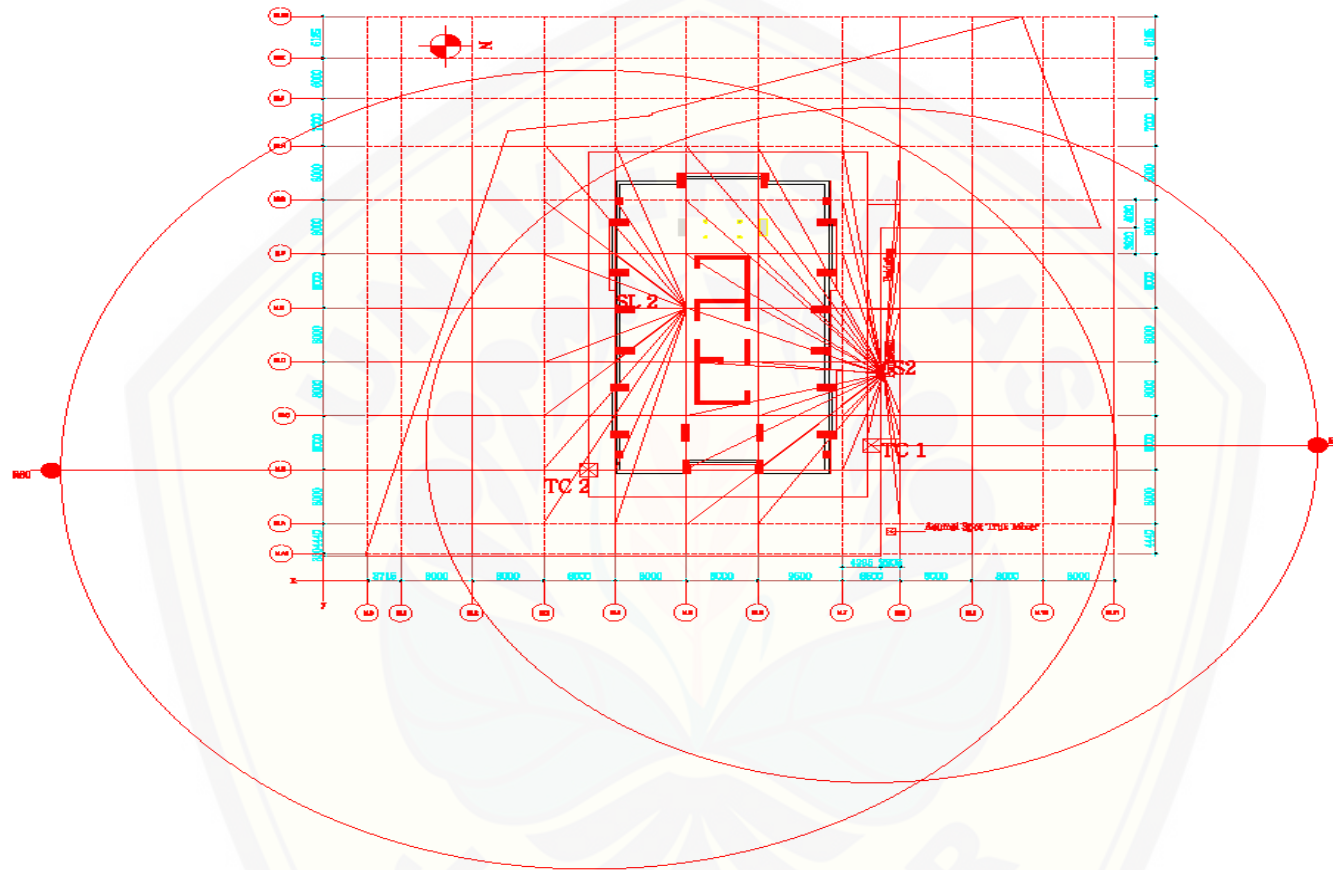


Letak Tower Crane Pada Perencanaan 1

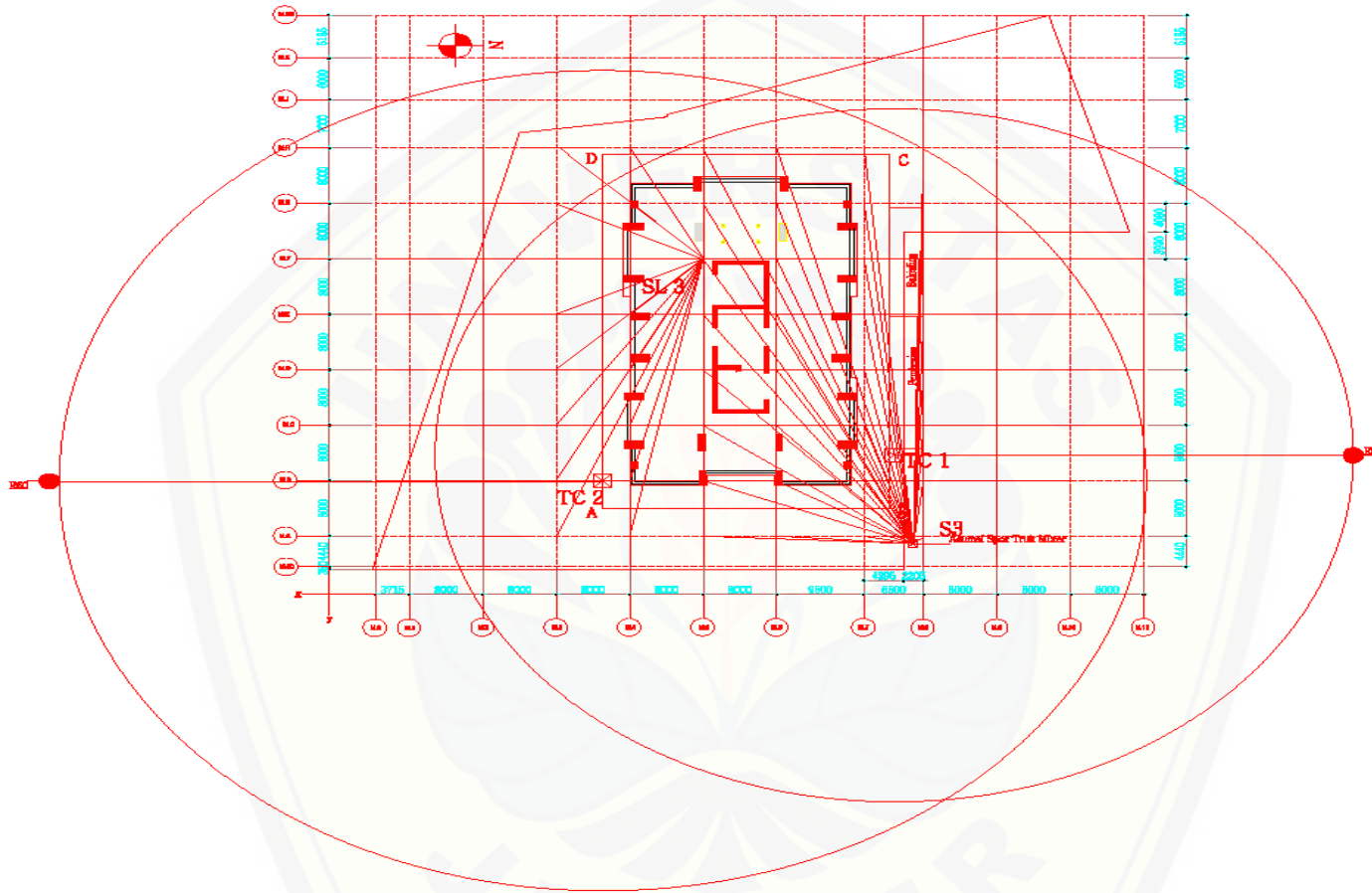
UPT Perpustakaan Universitas Jember



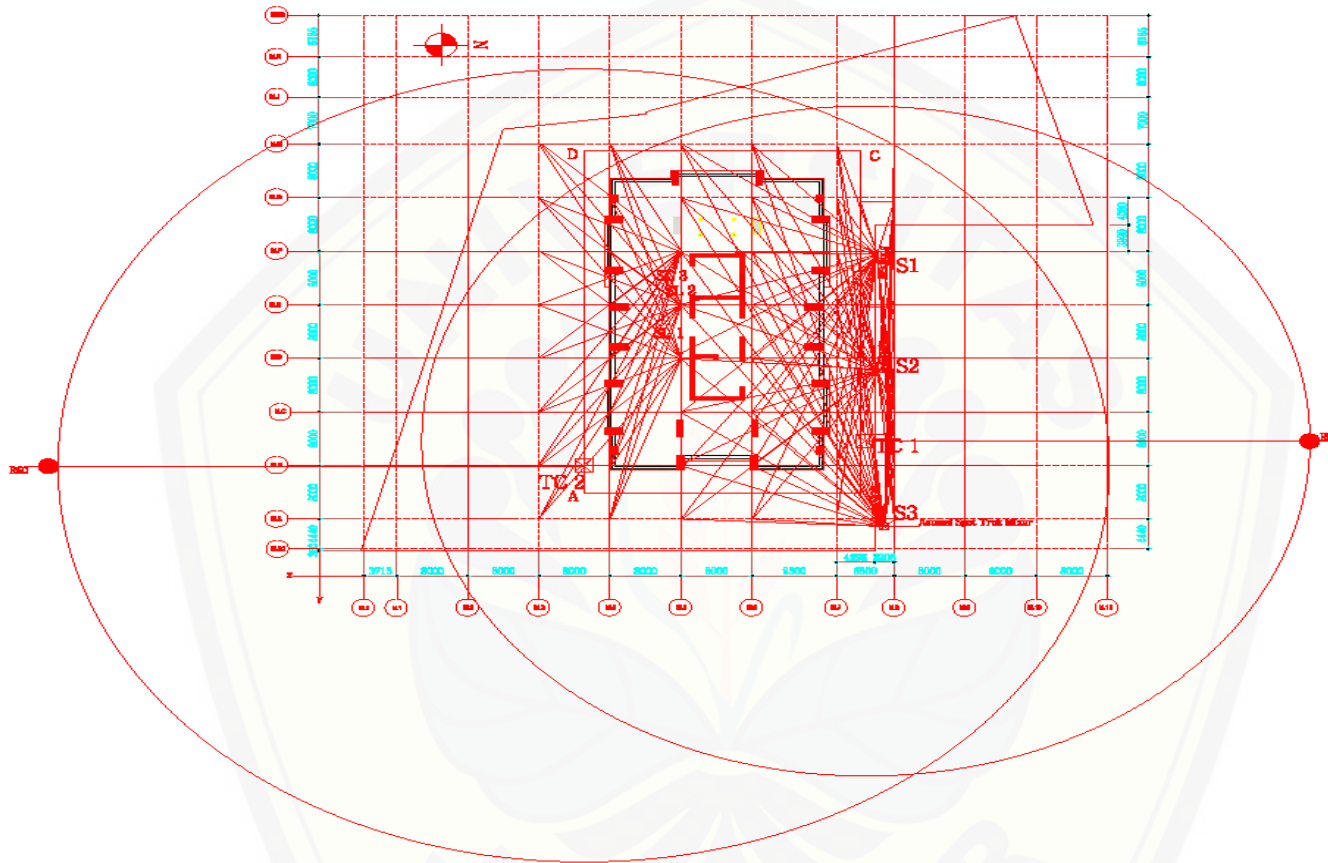
Letak *Supply* 1 (Bekisting) Pada Perencanaan 1



Letak *Supply* 2 (Besi) Pada Perencanaan 1



Letak *Supply* 3 (Beton Segar) Pada Perencanaan 1



Aksesibilitis Pekerjaan Tower Crane Pada Perencanaan 1


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BEKISTING
SETELAH LOKASI TOWER CRANE DI TENTUKAN PADA PERENCANAAN 1**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 1		ρ(D)	ρ(S)	Ij	Ta	Tω	Th	Ti
	x	y			x	y	x	y							
A-3	19,715	4,44	1	2	24,755	12,440	35,715	28,440	9,455	19,394	28,844	0,171	0,001	0,172	7,343
A-4	27,715	4,44	2	2	24,755	12,440	35,715	28,440	8,530	19,394	25,298	0,187	0,021	0,193	7,385
A-5	35,715	4,44	3	1	56,510	16,077	57,832	43,964	23,829	27,919	45,291	0,065	0,025	0,071	7,142
A-6	43,715	4,44	4	1	56,510	16,077	57,832	43,964	17,295	27,919	41,969	0,169	0,020	0,174	7,347
A-7	53,215	4,44	5	1	56,510	16,077	57,832	43,964	12,094	27,919	39,793	0,251	0,006	0,253	7,505
A-8	59,715	4,44	6	1	56,510	16,077	57,832	43,964	12,070	27,919	39,569	0,252	0,008	0,254	7,507
B-3	19,715	12,44	7	2	24,755	12,440	35,715	28,440	5,040	19,394	22,627	0,247	0,021	0,253	7,506
B-4	27,715	12,44	8	2	24,755	12,440	35,715	28,440	2,960	19,394	17,889	0,283	0,047	0,295	7,590
B-5	35,715	12,44	9	1	56,510	16,077	57,832	43,964	21,111	27,919	38,509	0,108	0,034	0,116	7,233
B-6	43,715	12,44	10	1	56,510	16,077	57,832	43,964	13,302	27,919	34,541	0,232	0,031	0,240	7,480
B-7	53,215	12,44	11	1	56,510	16,077	57,832	43,964	4,907	27,919	31,860	0,365	0,017	0,370	7,739
B-8	59,715	12,44	12	1	56,510	16,077	57,832	43,964	4,847	27,919	31,580	0,366	0,019	0,371	7,742
C-3	19,715	20,44	13	2	24,755	12,440	35,715	28,440	9,455	19,394	17,889	0,171	0,043	0,182	7,364
C-4	27,715	20,44	14	2	24,755	12,440	35,715	28,440	8,530	19,394	11,314	0,187	0,063	0,203	7,406
C-5	35,715	20,44	15	1	56,510	16,077	57,832	43,964	21,248	27,919	32,288	0,106	0,043	0,117	7,233
C-6	43,715	20,44	16	1	56,510	16,077	57,832	43,964	13,519	27,919	27,435	0,229	0,046	0,240	7,480
C-7	53,215	20,44	17	1	56,510	16,077	57,832	43,964	5,468	27,919	23,973	0,356	0,061	0,372	7,743
C-8	59,715	20,44	18	1	56,510	16,077	57,832	43,964	5,414	27,919	23,599	0,357	0,064	0,373	7,746
D-3	19,715	28,44	19	2	24,755	12,440	35,715	28,440	16,775	19,394	16,000	0,045	0,049	0,060	7,120
D-4	27,715	28,44	20	2	24,755	12,440	35,715	28,440	16,272	19,394	8,000	0,054	0,059	0,073	7,146
D-5	35,715	28,44	21	1	56,510	16,077	57,832	43,964	24,193	27,919	27,021	0,059	0,051	0,072	7,144
D-6	43,715	28,44	22	1	56,510	16,077	57,832	43,964	17,792	27,919	20,983	0,161	0,057	0,175	7,350
D-7	53,215	28,44	23	1	56,510	16,077	57,832	43,964	12,795	27,919	16,196	0,240	0,071	0,258	7,515
D-8	59,715	28,44	24	1	56,510	16,077	57,832	43,964	12,772	27,919	15,638	0,240	0,073	0,259	7,517
E-3	19,715	36,44	25	2	24,755	12,440	35,715	28,440	24,523	19,394	17,889	0,088	0,051	0,101	7,202
E-4	27,715	36,44	26	2	24,755	12,440	35,715	28,440	24,182	19,394	11,314	0,083	0,058	0,097	7,194
E-5	35,715	36,44	27	1	56,510	16,077	57,832	43,964	29,105	27,919	23,362	0,019	0,057	0,062	7,124
E-6	43,715	36,44	28	1	56,510	16,077	57,832	43,964	24,050	27,919	15,997	0,061	0,063	0,078	7,157
E-7	53,215	36,44	29	1	56,510	16,077	57,832	43,964	20,628	27,919	8,828	0,116	0,073	0,134	7,268
E-8	59,715	36,44	30	1	56,510	16,077	57,832	43,964	20,614	27,919	7,756	0,116	0,076	0,135	7,270
F-3	19,715	44,44	31	2	24,755	12,440	35,715	28,440	32,394	19,394	22,627	0,224	0,052	0,237	7,474
F-4	27,715	44,44	32	2	24,755	12,440	35,715	28,440	32,137	19,394	17,889	0,220	0,057	0,234	7,468
F-5	35,715	44,44	33	1	56,510	16,077	57,832	43,964	35,170	27,919	22,122	0,115	0,061	0,130	7,261
F-6	43,715	44,44	34	1	56,510	16,077	57,832	43,964	31,116	27,919	14,125	0,051	0,067	0,079	7,158
F-7	53,215	44,44	35	1	56,510	16,077	57,832	43,964	28,554	27,919	4,641	0,010	0,074	0,077	7,153
F-8	59,715	44,44	36	1	56,510	16,077	57,832	43,964	28,544	27,919	1,942	0,010	0,077	0,079	7,158

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	37	2	24,755	12,440	35,715	28,440	40,316	19,394	28,844	0,361	0,053	0,374	7,748
G-4	27,715	52,44	38	2	24,755	12,440	35,715	28,440	40,109	19,394	25,298	0,357	0,057	0,371	7,743
G-5	35,715	52,44	39	1	56,510	16,077	57,832	43,964	41,890	27,919	23,686	0,222	0,064	0,238	7,476
G-6	43,715	52,44	40	1	56,510	16,077	57,832	43,964	38,549	27,919	16,466	0,169	0,069	0,186	7,372
G-7	53,215	52,44	41	1	56,510	16,077	57,832	43,964	36,512	27,919	9,652	0,136	0,075	0,155	7,310
G-8	59,715	52,44	42	1	56,510	16,077	57,832	43,964	36,504	27,919	8,683	0,136	0,077	0,156	7,311
H-3	19,715	60,44	43	2	24,755	12,440	35,715	28,440	48,264	19,394	35,777	0,498	0,053	0,511	8,022
H-4	27,715	60,44	44	2	24,755	12,440	35,715	28,440	48,091	19,394	32,985	0,495	0,057	0,509	8,018
H-5	35,715	60,44	45	1	56,510	16,077	57,832	43,964	48,995	27,919	27,579	0,335	0,066	0,351	7,702
H-6	43,715	60,44	46	1	56,510	16,077	57,832	43,964	46,172	27,919	21,697	0,290	0,070	0,307	7,615
H-7	53,215	60,44	47	1	56,510	16,077	57,832	43,964	44,486	27,919	17,111	0,263	0,075	0,282	7,564
H-8	59,715	60,44	48	1	56,510	16,077	57,832	43,964	44,479	27,919	16,583	0,263	0,078	0,282	7,565
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan															356,619

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BESI
SETELAH LOKASI TOWER CRANE DI TENTUKAN PADA PERENCANAAN 1**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 2		ρ(D)	ρ(S)	lj	Ta	Tω	Th	Ti
	x	y			x	y	x	y							
A-3	19,715	4,44	49	2	24,755	12,440	35,715	36,440	9,455	26,384	35,777	0,292	0,003	0,293	9,585
A-4	27,715	4,44	50	2	24,755	12,440	35,715	36,440	8,530	26,384	32,985	0,308	0,017	0,312	9,624
A-5	35,715	4,44	51	1	56,510	16,077	57,831	26,605	23,829	10,611	31,311	0,210	0,023	0,216	9,431
A-6	43,715	4,44	52	1	56,510	16,077	57,831	26,605	17,295	10,611	26,278	0,106	0,018	0,111	9,221
A-7	53,215	4,44	53	1	56,510	16,077	57,831	26,605	12,094	10,611	22,641	0,024	0,004	0,024	9,049
A-8	59,715	4,44	54	1	56,510	16,077	57,831	26,605	12,070	10,611	22,245	0,023	0,010	0,026	9,051
B-3	19,715	12,44	55	2	24,755	12,440	35,715	36,440	5,040	26,384	28,844	0,368	0,025	0,374	9,748
B-4	27,715	12,44	56	2	24,755	12,440	35,715	36,440	2,960	26,384	25,298	0,404	0,044	0,415	9,830
B-5	35,715	12,44	57	1	56,510	16,077	57,831	26,605	21,111	10,611	26,263	0,167	0,032	0,175	9,349
B-6	43,715	12,44	58	1	56,510	16,077	57,831	26,605	13,302	10,611	19,998	0,043	0,029	0,050	9,100
B-7	53,215	12,44	59	1	56,510	16,077	57,831	26,605	4,907	10,611	14,898	0,091	0,015	0,094	9,189
B-8	59,715	12,44	60	1	56,510	16,077	57,831	26,605	4,847	10,611	14,290	0,091	0,021	0,097	9,194
C-3	19,715	20,44	61	2	24,755	12,440	35,715	36,440	9,455	26,384	22,627	0,292	0,047	0,304	9,607
C-4	27,715	20,44	62	2	24,755	12,440	35,715	36,440	8,530	26,384	17,889	0,308	0,067	0,325	9,649
C-5	35,715	20,44	63	1	56,510	16,077	57,831	26,605	21,248	10,611	22,959	0,169	0,041	0,179	9,358
C-6	43,715	20,44	64	1	56,510	16,077	57,831	26,605	13,519	10,611	15,404	0,046	0,044	0,057	9,114
C-7	53,215	20,44	65	1	56,510	16,077	57,831	26,605	5,468	10,611	7,702	0,082	0,059	0,096	9,193
C-8	59,715	20,44	66	1	56,510	16,077	57,831	26,605	5,414	10,611	6,446	0,082	0,066	0,099	9,198
D-3	19,715	28,44	67	2	24,755	12,440	35,715	36,440	16,775	26,384	17,889	0,166	0,053	0,179	9,358
D-4	27,715	28,44	68	2	24,755	12,440	35,715	36,440	16,272	26,384	11,314	0,174	0,063	0,190	9,380
D-5	35,715	28,44	69	1	56,510	16,077	57,831	26,605	24,193	10,611	22,192	0,216	0,049	0,228	9,456
D-6	43,715	28,44	70	1	56,510	16,077	57,831	26,605	17,792	10,611	14,235	0,114	0,055	0,128	9,256
D-7	53,215	28,44	71	1	56,510	16,077	57,831	26,605	12,795	10,611	4,967	0,035	0,069	0,077	9,155
D-8	59,715	28,44	72	1	56,510	16,077	57,831	26,605	12,772	10,611	2,630	0,034	0,075	0,084	9,167
E-3	19,715	36,44	73	2	24,755	12,440	35,715	36,440	24,523	26,384	16,000	0,032	0,055	0,063	9,125
E-4	27,715	36,44	74	2	24,755	12,440	35,715	36,440	24,182	26,384	8,000	0,038	0,062	0,071	9,143
E-5	35,715	36,44	75	1	56,510	16,077	57,831	26,605	29,105	10,611	24,204	0,294	0,055	0,307	9,615
E-6	43,715	36,44	76	1	56,510	16,077	57,831	26,605	24,050	10,611	17,204	0,213	0,061	0,229	9,457
E-7	53,215	36,44	77	1	56,510	16,077	57,831	26,605	20,628	10,611	10,864	0,159	0,071	0,177	9,354
E-8	59,715	36,44	78	1	56,510	16,077	57,831	26,605	20,614	10,611	10,014	0,159	0,078	0,178	9,356
F-3	19,715	44,44	79	2	24,755	12,440	35,715	36,440	32,394	26,384	17,889	0,104	0,056	0,118	9,235
F-4	27,715	44,44	80	2	24,755	12,440	35,715	36,440	32,137	26,384	11,314	0,099	0,061	0,114	9,229
F-5	35,715	44,44	81	1	56,510	16,077	57,831	26,605	35,170	10,611	28,411	0,390	0,059	0,405	9,809
F-6	43,715	44,44	82	1	56,510	16,077	57,831	26,605	31,116	10,611	22,745	0,325	0,065	0,342	9,683
F-7	53,215	44,44	83	1	56,510	16,077	57,831	26,605	28,554	10,611	18,423	0,285	0,072	0,303	9,606
F-8	59,715	44,44	84	1	56,510	16,077	57,831	26,605	28,544	10,611	17,934	0,285	0,078	0,304	9,608

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	85	2	24,755	12,440	35,715	36,440	40,316	26,384	22,627	0,240	0,056	0,254	9,509
G-4	27,715	52,44	86	2	24,755	12,440	35,715	36,440	40,109	26,384	17,889	0,237	0,061	0,252	9,504
G-5	35,715	52,44	87	1	56,510	16,077	57,831	26,605	41,890	10,611	34,008	0,496	0,062	0,512	10,024
G-6	43,715	52,44	88	1	56,510	16,077	57,831	26,605	38,549	10,611	29,440	0,443	0,067	0,460	9,920
G-7	53,215	52,44	89	1	56,510	16,077	57,831	26,605	36,512	10,611	26,244	0,411	0,073	0,429	9,859
G-8	59,715	52,44	90	1	56,510	16,077	57,831	26,605	36,504	10,611	25,904	0,411	0,077	0,430	9,861
H-3	19,715	60,44	91	2	24,755	12,440	35,715	36,440	48,264	26,384	28,844	0,377	0,057	0,391	9,783
H-4	27,715	60,44	92	2	24,755	12,440	35,715	36,440	48,091	26,384	25,298	0,374	0,061	0,389	9,779
H-5	35,715	60,44	93	1	56,510	16,077	57,831	26,605	48,995	10,611	40,422	0,609	0,064	0,625	10,251
H-6	43,715	60,44	94	1	56,510	16,077	57,831	26,605	46,172	10,611	36,662	0,564	0,068	0,582	10,163
H-7	53,215	60,44	95	1	56,510	16,077	57,831	26,605	44,486	10,611	34,148	0,538	0,073	0,556	10,112
H-8	59,715	60,44	96	1	56,510	16,077	57,831	26,605	44,479	10,611	33,887	0,538	0,077	0,557	10,114
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan															456,360

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BETON SEGAR
SETELAH LOKASI TOWER CRANE DI TENTUKAN PADA PERENCANAAN 1**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 3		ρ(D)	ρ(S)	Ij	Ta	Tω	Th	Tv0	Tv1
	x	y			x	y	x	y								
A-3	19,715	4,44	97	2	24,755	12,440	35,715	44,440	9,455	33,825	43,081	0,420	0,005	0,421	0,378	0,757
A-4	27,715	4,44	98	2	24,755	12,440	35,715	44,440	8,530	33,825	40,792	0,436	0,015	0,440	0,378	0,757
A-5	35,715	4,44	99	1	56,510	16,077	58,602	3,354	23,829	12,893	22,913	0,174	0,048	0,186	0,555	1,332
A-6	43,715	4,44	100	1	56,510	16,077	58,602	3,354	17,295	12,893	14,927	0,070	0,053	0,083	0,555	1,332
A-7	53,215	4,44	101	1	56,510	16,077	58,602	3,354	12,094	12,893	5,495	0,013	0,067	0,071	0,555	1,332
A-8	59,715	4,44	102	1	56,510	16,077	58,602	3,354	12,070	12,893	1,555	0,013	0,076	0,079	0,555	1,332
B-3	19,715	12,44	103	2	24,755	12,440	35,715	44,440	5,040	33,825	35,777	0,496	0,027	0,503	0,378	0,757
B-4	27,715	12,44	104	2	24,755	12,440	35,715	44,440	2,960	33,825	32,985	0,532	0,041	0,543	0,378	0,757
B-5	35,715	12,44	105	1	56,510	16,077	58,602	3,354	21,111	12,893	24,625	0,130	0,039	0,140	0,555	1,332
B-6	43,715	12,44	106	1	56,510	16,077	58,602	3,354	13,302	12,893	17,441	0,006	0,042	0,044	0,555	1,332
B-7	53,215	12,44	107	1	56,510	16,077	58,602	3,354	4,907	12,893	10,563	0,127	0,056	0,141	0,555	1,332
B-8	59,715	12,44	108	1	56,510	16,077	58,602	3,354	4,847	12,893	9,154	0,128	0,064	0,144	0,555	1,332
C-3	19,715	20,44	109	2	24,755	12,440	35,715	44,440	9,455	33,825	28,844	0,420	0,049	0,432	0,378	0,757
C-4	27,715	20,44	110	2	24,755	12,440	35,715	44,440	8,530	33,825	25,298	0,436	0,068	0,453	0,378	0,757
C-5	35,715	20,44	111	1	56,510	16,077	58,602	3,354	21,248	12,893	28,561	0,133	0,030	0,140	0,555	1,332
C-6	43,715	20,44	112	1	56,510	16,077	58,602	3,354	13,519	12,893	22,662	0,010	0,027	0,029	0,555	1,332
C-7	53,215	20,44	113	1	56,510	16,077	58,602	3,354	5,468	12,893	17,915	0,118	0,012	0,121	0,555	1,332
C-8	59,715	20,44	114	1	56,510	16,077	58,602	3,354	5,414	12,893	17,122	0,119	0,020	0,124	0,555	1,332
D-3	19,715	28,44	115	2	24,755	12,440	35,715	44,440	16,775	33,825	22,627	0,294	0,055	0,308	0,378	0,757
D-4	27,715	28,44	116	2	24,755	12,440	35,715	44,440	16,272	33,825	17,889	0,303	0,065	0,319	0,378	0,757
D-5	35,715	28,44	117	1	56,510	16,077	58,602	3,354	24,193	12,893	33,958	0,179	0,022	0,185	0,555	1,332
D-6	43,715	28,44	118	1	56,510	16,077	58,602	3,354	17,792	12,893	29,171	0,078	0,016	0,082	0,555	1,332
D-7	53,215	28,44	119	1	56,510	16,077	58,602	3,354	12,795	12,893	25,658	0,002	0,002	0,003	0,555	1,332
D-8	59,715	28,44	120	1	56,510	16,077	58,602	3,354	12,772	12,893	25,111	0,002	0,010	0,011	0,555	1,332
E-3	19,715	36,44	121	2	24,755	12,440	35,715	44,440	24,523	33,825	17,889	0,160	0,057	0,175	0,378	0,757
E-4	27,715	36,44	122	2	24,755	12,440	35,715	44,440	24,182	33,825	11,314	0,166	0,064	0,182	0,378	0,757
E-5	35,715	36,44	123	1	56,510	16,077	58,602	3,354	29,105	12,893	40,231	0,257	0,016	0,261	0,555	1,332
E-6	43,715	36,44	124	1	56,510	16,077	58,602	3,354	24,050	12,893	36,281	0,177	0,010	0,180	0,555	1,332
E-7	53,215	36,44	125	1	56,510	16,077	58,602	3,354	20,628	12,893	33,522	0,123	0,000	0,123	0,555	1,332
E-8	59,715	36,44	126	1	56,510	16,077	58,602	3,354	20,614	12,893	33,105	0,123	0,008	0,125	0,555	1,332
F-3	19,715	44,44	127	2	24,755	12,440	35,715	44,440	32,394	33,825	16,000	0,025	0,058	0,064	0,378	0,757
F-4	27,715	44,44	128	2	24,755	12,440	35,715	44,440	32,137	33,825	8,000	0,029	0,063	0,071	0,378	0,757
F-5	35,715	44,44	129	1	56,510	16,077	58,602	3,354	35,170	12,893	47,031	0,354	0,012	0,357	0,555	1,332
F-6	43,715	44,44	130	1	56,510	16,077	58,602	3,354	31,116	12,893	43,700	0,289	0,006	0,291	0,555	1,332
F-7	53,215	44,44	131	1	56,510	16,077	58,602	3,354	28,554	12,893	41,438	0,249	0,001	0,249	0,555	1,332
F-8	59,715	44,44	132	1	56,510	16,077	58,602	3,354	28,544	12,893	41,101	0,248	0,007	0,250	0,555	1,332

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	133	2	24,755	12,440	35,715	44,440	40,316	33,825	17,889	0,112	0,059	0,127	0,378	0,757	0,505	0,883	8,388
G-4	27,715	52,44	134	2	24,755	12,440	35,715	44,440	40,109	33,825	11,314	0,108	0,063	0,124	0,378	0,757	0,502	0,881	8,383
G-5	35,715	52,44	135	1	56,510	16,077	58,602	3,354	41,890	12,893	54,159	0,460	0,009	0,462	0,555	1,332	1,017	1,794	9,812
G-6	43,715	52,44	136	1	56,510	16,077	58,602	3,354	38,549	12,893	51,294	0,407	0,004	0,408	0,555	1,332	0,963	1,740	9,704
G-7	53,215	52,44	137	1	56,510	16,077	58,602	3,354	36,512	12,893	49,381	0,375	0,002	0,375	0,555	1,332	0,930	1,707	9,638
G-8	59,715	52,44	138	1	56,510	16,077	58,602	3,354	36,504	12,893	49,099	0,375	0,006	0,376	0,555	1,332	0,931	1,708	9,640
H-3	19,715	60,44	139	2	24,755	12,440	35,715	44,440	48,264	33,825	22,627	0,249	0,059	0,264	0,378	0,757	0,642	1,021	8,663
H-4	27,715	60,44	140	2	24,755	12,440	35,715	44,440	48,091	33,825	17,889	0,246	0,063	0,262	0,378	0,757	0,640	1,018	8,658
H-5	35,715	60,44	141	1	56,510	16,077	58,602	3,354	48,995	12,893	61,503	0,573	0,007	0,575	0,555	1,332	1,130	1,907	10,037
H-6	43,715	60,44	142	1	56,510	16,077	58,602	3,354	46,172	12,893	58,995	0,528	0,003	0,529	0,555	1,332	1,084	1,861	9,945
H-7	53,215	60,44	143	1	56,510	16,077	58,602	3,354	44,486	12,893	57,340	0,501	0,002	0,502	0,555	1,332	1,057	1,834	9,891
H-8	59,715	60,44	144	1	56,510	16,077	58,602	3,354	44,479	12,893	57,097	0,501	0,006	0,503	0,555	1,332	1,058	1,835	9,893
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan																			438,214

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).

TOTAL WAKTU KERJA = 356,619 + 456,360 + 438,214 = 1251,192 menit

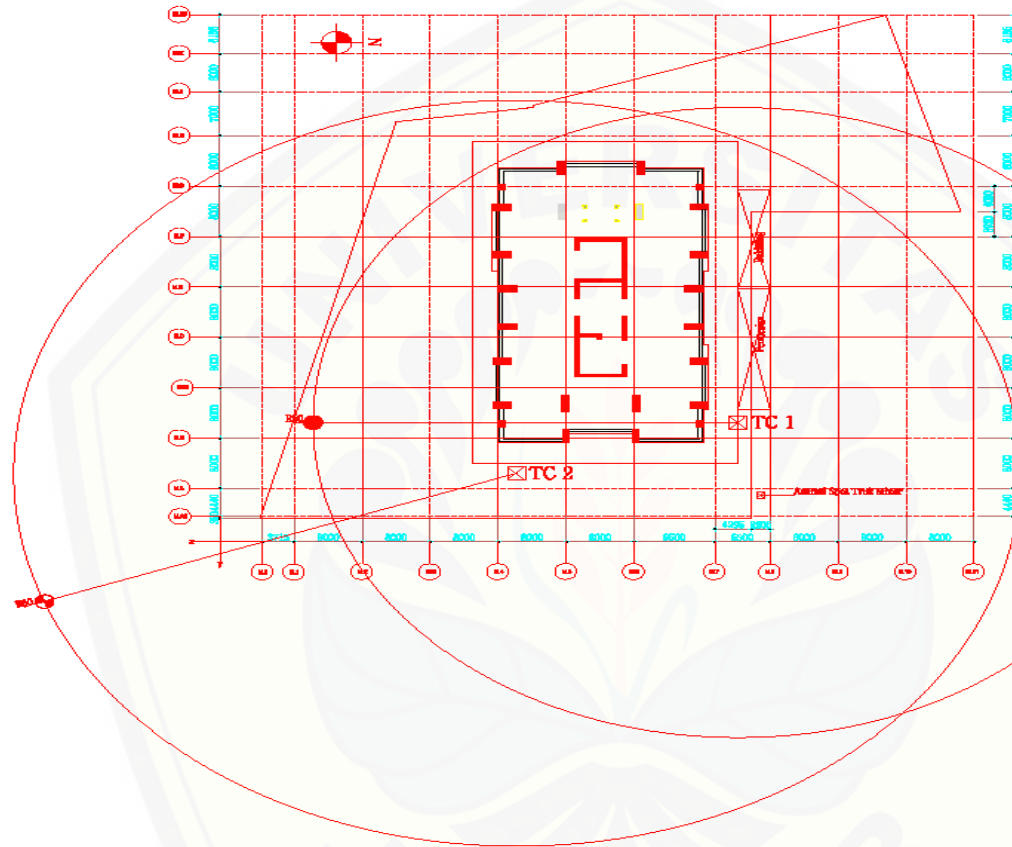
RATA-RATA WAKTU KERJA = 417,064 menit

Keseimbangan = **25,045** menit

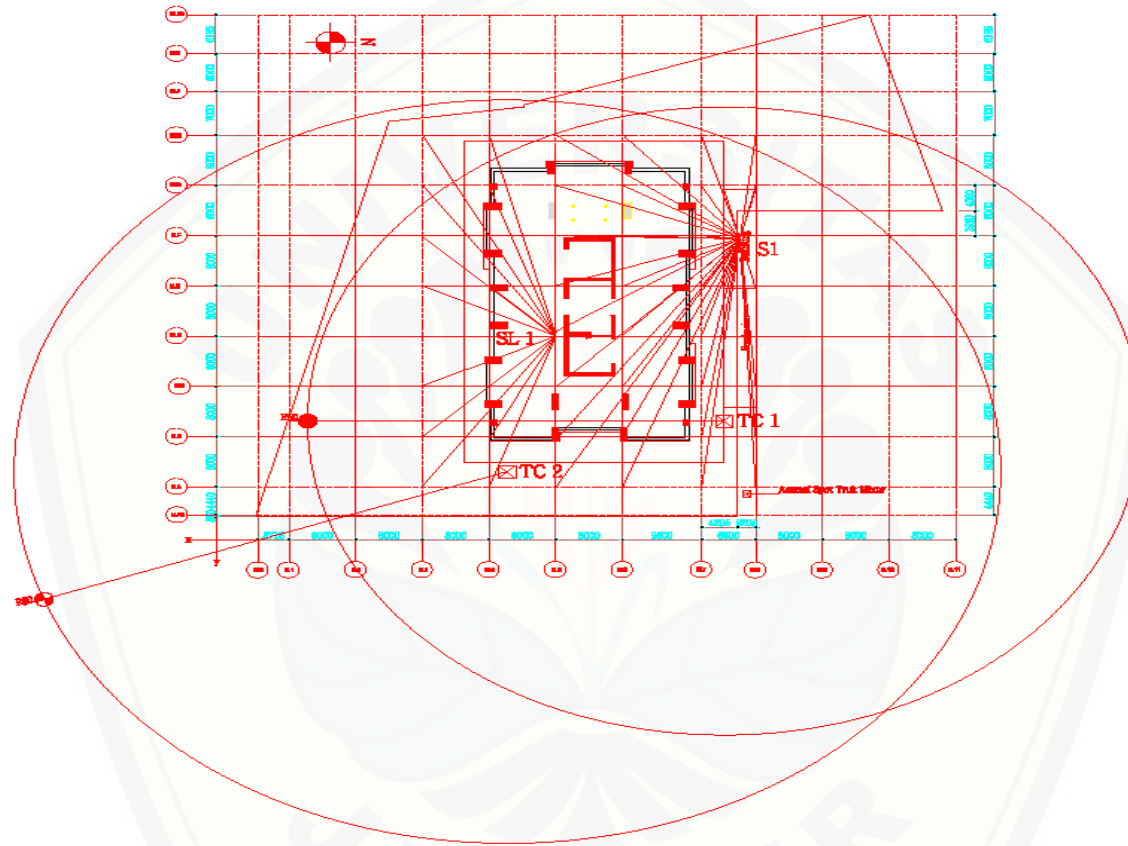


Lampiran E

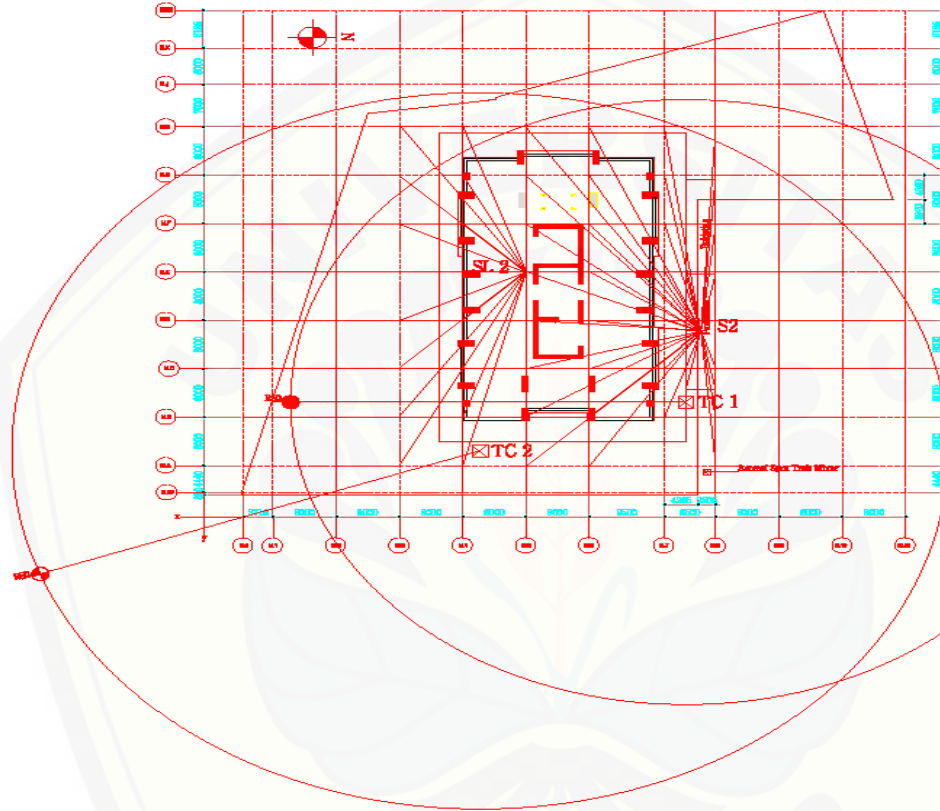
Tabel Waktu Pekerjaan Pengangkutan
Bekisting, Besi, dan Beton Segar
Setelah Lokasi Tower Crane di
Tentukan Pada Perencanaan 2



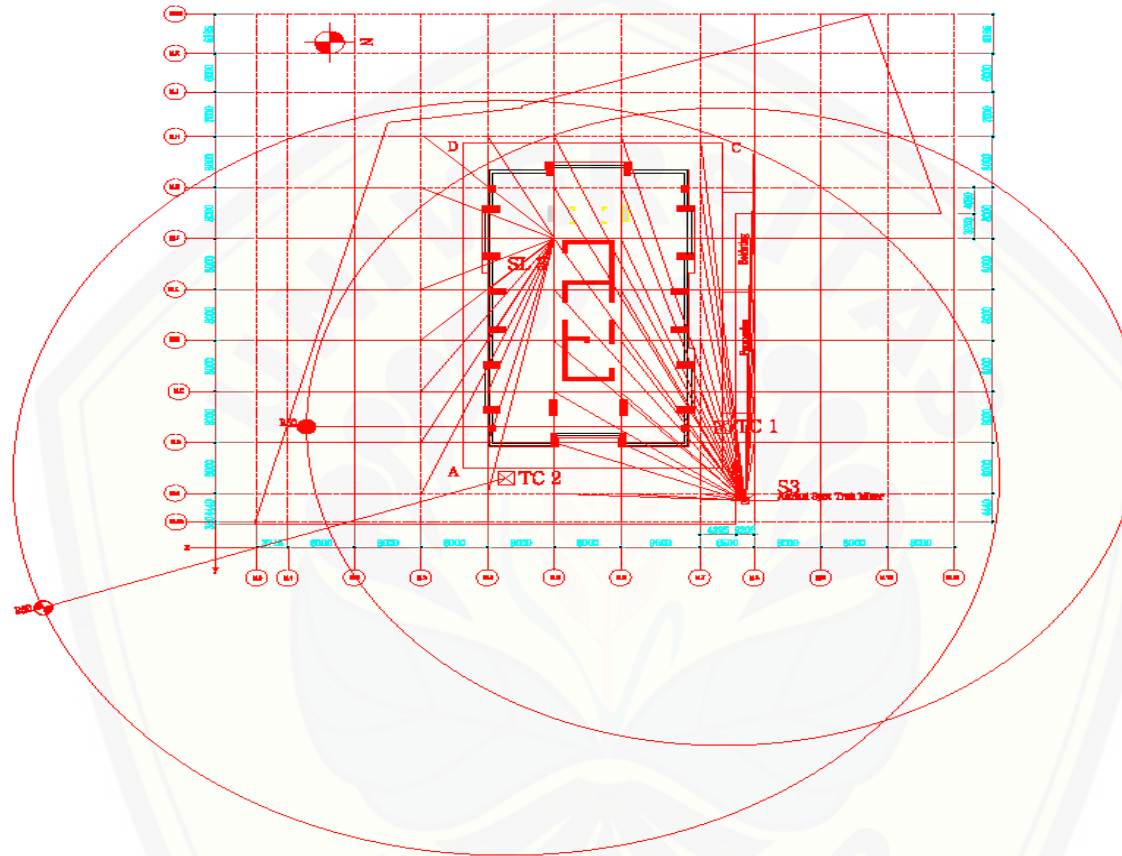
Letak Tower Crane Pada Perencanaan 2



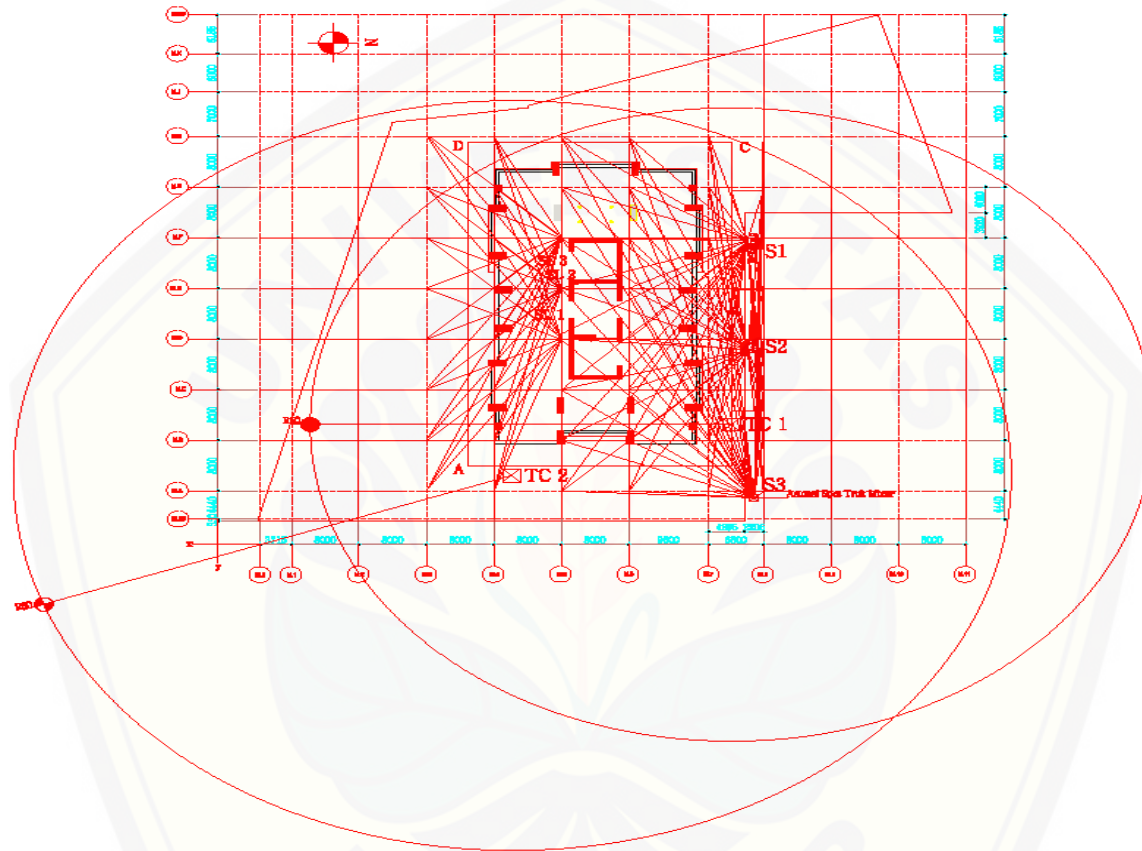
Letak *Supply* 1 (Bekisting) Pada Perencanaan 2



Letak *Supply 2* (Besi) Pada Perencanaan 2



Letak *Supply 3* (Beton Segar) Pada Perencanaan 2



Aksesibilitas Pekerjaan Tower Crane Pada Perencanaan 2


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BEKISTING
SETELAH LOKASI TOWER CRANE DI TENTUKAN PADA PERENCANAAN 2**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 1		ρ(D)	ρ(S)	Ij	Ta	Tω	Th	Ti
	x	y			x	y	x	y							
A-3	19,715	4,44	1	2	29,915	6,863	35,715	28,44	10,484	22,343	28,844	0,204	0,023	0,210	7,421
A-4	27,715	4,44	2	2	29,915	6,863	35,715	28,44	3,273	22,343	25,298	0,329	0,010	0,331	7,663
A-5	35,715	4,44	3	1	55,948	14,914	57,832	43,964	22,783	29,111	45,291	0,100	0,026	0,107	7,214
A-6	43,715	4,44	4	1	55,948	14,914	57,832	43,964	16,104	29,111	41,969	0,206	0,020	0,211	7,423
A-7	53,215	4,44	5	1	55,948	14,914	57,832	43,964	10,824	29,111	39,793	0,290	0,005	0,291	7,583
A-8	59,715	4,44	6	1	55,948	14,914	57,832	43,964	11,131	29,111	39,569	0,285	0,010	0,288	7,576
B-3	19,715	12,44	7	2	29,915	6,863	35,715	28,44	11,625	22,343	22,627	0,185	0,039	0,195	7,389
B-4	27,715	12,44	8	2	29,915	6,863	35,715	28,44	5,995	22,343	17,889	0,282	0,055	0,296	7,591
B-5	35,715	12,44	9	1	55,948	14,914	57,832	43,964	20,384	29,111	38,509	0,139	0,034	0,147	7,294
B-6	43,715	12,44	10	1	55,948	14,914	57,832	43,964	12,481	29,111	34,541	0,264	0,033	0,272	7,544
B-7	53,215	12,44	11	1	55,948	14,914	57,832	43,964	3,686	29,111	31,860	0,404	0,019	0,408	7,817
B-8	59,715	12,44	12	1	55,948	14,914	57,832	43,964	4,506	29,111	31,580	0,391	0,026	0,397	7,794
C-3	19,715	20,44	13	2	29,915	6,863	35,715	28,44	16,982	22,343	17,889	0,092	0,049	0,105	7,209
C-4	27,715	20,44	14	2	29,915	6,863	35,715	28,44	13,754	22,343	11,314	0,148	0,059	0,163	7,326
C-5	35,715	20,44	15	1	55,948	14,914	57,832	43,964	20,974	29,111	32,288	0,129	0,044	0,140	7,280
C-6	43,715	20,44	16	1	55,948	14,914	57,832	43,964	13,423	29,111	27,435	0,249	0,048	0,261	7,522
C-7	53,215	20,44	17	1	55,948	14,914	57,832	43,964	6,165	29,111	23,973	0,364	0,065	0,381	7,761
C-8	59,715	20,44	18	1	55,948	14,914	57,832	43,964	6,688	29,111	23,599	0,356	0,065	0,372	7,744
D-3	19,715	28,44	19	2	29,915	6,863	35,715	28,44	23,867	22,343	16,000	0,026	0,053	0,060	7,119
D-4	27,715	28,44	20	2	29,915	6,863	35,715	28,44	21,689	22,343	8,000	0,011	0,061	0,063	7,127
D-5	35,715	28,44	21	1	55,948	14,914	57,832	43,964	24,338	29,111	27,021	0,076	0,052	0,089	7,178
D-6	43,715	28,44	22	1	55,948	14,914	57,832	43,964	18,238	29,111	20,983	0,173	0,058	0,187	7,374
D-7	53,215	28,44	23	1	55,948	14,914	57,832	43,964	13,800	29,111	16,196	0,243	0,072	0,261	7,522
D-8	59,715	28,44	24	1	55,948	14,914	57,832	43,964	14,041	29,111	15,638	0,239	0,073	0,257	7,515
E-3	19,715	36,44	25	2	29,915	6,863	35,715	28,44	31,286	22,343	17,889	0,154	0,056	0,168	7,336
E-4	27,715	36,44	26	2	29,915	6,863	35,715	28,44	29,659	22,343	11,314	0,126	0,061	0,141	7,283
E-5	35,715	36,44	27	1	55,948	14,914	57,832	43,964	29,543	29,111	23,362	0,007	0,058	0,060	7,119
E-6	43,715	36,44	28	1	55,948	14,914	57,832	43,964	24,759	29,111	15,997	0,069	0,064	0,085	7,170
E-7	53,215	36,44	29	1	55,948	14,914	57,832	43,964	21,699	29,111	8,828	0,118	0,074	0,136	7,272
E-8	59,715	36,44	30	1	55,948	14,914	57,832	43,964	21,853	29,111	7,756	0,115	0,076	0,134	7,268
F-3	19,715	44,44	31	2	29,915	6,863	35,715	28,44	38,937	22,343	22,627	0,286	0,057	0,300	7,601
F-4	27,715	44,44	32	2	29,915	6,863	35,715	28,44	37,641	22,343	17,889	0,264	0,062	0,279	7,558
F-5	35,715	44,44	33	1	55,948	14,914	57,832	43,964	35,794	29,111	22,122	0,106	0,062	0,121	7,243
F-6	43,715	44,44	34	1	55,948	14,914	57,832	43,964	31,960	29,111	14,125	0,045	0,067	0,078	7,156
F-7	53,215	44,44	35	1	55,948	14,914	57,832	43,964	29,652	29,111	4,641	0,009	0,074	0,077	7,153
F-8	59,715	44,44	36	1	55,948	14,914	57,832	43,964	29,766	29,111	1,942	0,010	0,077	0,079	7,159

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	37	2	29,915	6,863	35,715	28,44	46,705	22,343	28,844	0,420	0,058	0,435	7,869
G-4	27,715	52,44	38	2	29,915	6,863	35,715	28,44	45,630	22,343	25,298	0,402	0,062	0,417	7,834
G-5	35,715	52,44	39	1	55,948	14,914	57,832	43,964	42,633	29,111	23,686	0,215	0,064	0,231	7,461
G-6	43,715	52,44	40	1	55,948	14,914	57,832	43,964	39,470	29,111	16,466	0,164	0,069	0,182	7,363
G-7	53,215	52,44	41	1	55,948	14,914	57,832	43,964	37,626	29,111	9,652	0,135	0,075	0,154	7,308
G-8	59,715	52,44	42	1	55,948	14,914	57,832	43,964	37,715	29,111	8,683	0,137	0,077	0,156	7,312
H-3	19,715	60,44	43	2	29,915	6,863	35,715	28,44	54,539	22,343	35,777	0,555	0,059	0,570	8,140
H-4	27,715	60,44	44	2	29,915	6,863	35,715	28,44	53,622	22,343	32,985	0,539	0,062	0,555	8,110
H-5	35,715	60,44	45	1	55,948	14,914	57,832	43,964	49,820	29,111	27,579	0,329	0,066	0,345	7,691
H-6	43,715	60,44	46	1	55,948	14,914	57,832	43,964	47,141	29,111	21,697	0,286	0,070	0,304	7,607
H-7	53,215	60,44	47	1	55,948	14,914	57,832	43,964	45,608	29,111	17,111	0,262	0,075	0,281	7,561
H-8	59,715	60,44	48	1	55,948	14,914	57,832	43,964	45,682	29,111	16,583	0,263	0,078	0,282	7,565
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan															358,126

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BESI
SETELAH LOKASI TOWER CRANE DI TENTUKAN PADA PERENCANAAN 2**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 2		ρ(D)	ρ(S)	Ij	Ta	Tω	Th	Ti
	x	y			x	y	x	y							
A-3	19,715	4,44	49	2	29,915	6,863	35,715	36,44	10,484	30,140	35,777	0,339	0,025	0,345	9,690
A-4	27,715	4,44	50	2	29,915	6,863	35,715	36,44	3,273	30,140	32,985	0,463	0,012	0,466	9,932
A-5	35,715	4,44	51	1	14,914	15,506	57,831	26,605	23,562	44,329	31,311	0,330	0,060	0,345	9,689
A-6	43,715	4,44	52	1	14,914	15,506	57,831	26,605	30,854	44,329	26,278	0,214	0,063	0,230	9,459
A-7	53,215	4,44	53	1	14,914	15,506	57,831	26,605	39,868	44,329	22,641	0,071	0,065	0,087	9,174
A-8	59,715	4,44	54	1	14,914	15,506	57,831	26,605	46,148	44,329	22,245	0,029	0,066	0,073	9,146
B-3	19,715	12,44	55	2	29,915	6,863	35,715	36,44	11,625	30,140	28,844	0,319	0,041	0,329	9,659
B-4	27,715	12,44	56	2	29,915	6,863	35,715	36,44	5,995	30,140	25,298	0,416	0,056	0,430	9,861
B-5	35,715	12,44	57	1	14,914	15,506	57,831	26,605	21,026	44,329	26,263	0,370	0,068	0,387	9,774
B-6	43,715	12,44	58	1	14,914	15,506	57,831	26,605	28,964	44,329	19,998	0,244	0,069	0,261	9,522
B-7	53,215	12,44	59	1	14,914	15,506	57,831	26,605	38,424	44,329	14,898	0,094	0,070	0,111	9,222
B-8	59,715	12,44	60	1	14,914	15,506	57,831	26,605	44,906	44,329	14,290	0,009	0,070	0,073	9,145
C-3	19,715	20,44	61	2	29,915	6,863	35,715	36,44	16,982	30,140	22,627	0,227	0,050	0,239	9,479
C-4	27,715	20,44	62	2	29,915	6,863	35,715	36,44	13,754	30,140	17,889	0,283	0,061	0,298	9,595
C-5	35,715	20,44	63	1	14,914	15,506	57,831	26,605	21,378	44,329	22,959	0,364	0,078	0,384	9,767
C-6	43,715	20,44	64	1	14,914	15,506	57,831	26,605	29,221	44,329	15,404	0,240	0,076	0,259	9,518
C-7	53,215	20,44	65	1	14,914	15,506	57,831	26,605	38,618	44,329	7,702	0,091	0,075	0,109	9,219
C-8	59,715	20,44	66	1	14,914	15,506	57,831	26,605	45,072	44,329	6,446	0,012	0,075	0,078	9,155
D-3	19,715	28,44	67	2	29,915	6,863	35,715	36,44	23,867	30,140	17,889	0,108	0,055	0,122	9,244
D-4	27,715	28,44	68	2	29,915	6,863	35,715	36,44	21,689	30,140	11,314	0,146	0,062	0,161	9,322
D-5	35,715	28,44	69	1	14,914	15,506	57,831	26,605	24,494	44,329	22,192	0,315	0,071	0,333	9,665
D-6	43,715	28,44	70	1	14,914	15,506	57,831	26,605	31,572	44,329	14,235	0,202	0,074	0,221	9,442
D-7	53,215	28,44	71	1	14,914	15,506	57,831	26,605	40,426	44,329	4,967	0,062	0,076	0,092	9,184
D-8	59,715	28,44	72	1	14,914	15,506	57,831	26,605	46,631	44,329	2,630	0,037	0,078	0,087	9,173
E-3	19,715	36,44	73	2	29,915	6,863	35,715	36,44	31,286	30,140	16,000	0,020	0,057	0,062	9,124
E-4	27,715	36,44	74	2	29,915	6,863	35,715	36,44	29,659	30,140	8,000	0,008	0,063	0,065	9,129
E-5	35,715	36,44	75	1	14,914	15,506	57,831	26,605	29,511	44,329	24,204	0,235	0,065	0,251	9,503
E-6	43,715	36,44	76	1	14,914	15,506	57,831	26,605	35,605	44,329	17,204	0,138	0,069	0,156	9,311
E-7	53,215	36,44	77	1	14,914	15,506	57,831	26,605	43,649	44,329	10,864	0,011	0,072	0,075	9,150
E-8	59,715	36,44	78	1	14,914	15,506	57,831	26,605	49,451	44,329	10,014	0,081	0,074	0,100	9,199
F-3	19,715	44,44	79	2	29,915	6,863	35,715	36,44	38,937	30,140	17,889	0,152	0,059	0,166	9,333
F-4	27,715	44,44	80	2	29,915	6,863	35,715	36,44	37,641	30,140	11,314	0,129	0,063	0,145	9,290
F-5	35,715	44,44	81	1	14,914	15,506	57,831	26,605	35,635	44,329	28,411	0,138	0,061	0,153	9,306
F-6	43,715	44,44	82	1	14,914	15,506	57,831	26,605	40,825	44,329	22,745	0,056	0,065	0,079	9,158
F-7	53,215	44,44	83	1	14,914	15,506	57,831	26,605	48,001	44,329	18,423	0,058	0,068	0,083	9,166
F-8	59,715	44,44	84	1	14,914	15,506	57,831	26,605	53,332	44,329	17,934	0,143	0,070	0,160	9,321

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	85	2	29,915	6,863	35,715	36,44	46,705	30,140	22,627	0,286	0,059	0,300	9,601
G-4	27,715	52,44	86	2	29,915	6,863	35,715	36,44	45,630	30,140	17,889	0,267	0,063	0,283	9,566
G-5	35,715	52,44	87	1	14,914	15,506	57,831	26,605	42,388	44,329	34,008	0,031	0,058	0,066	9,132
G-6	43,715	52,44	88	1	14,914	15,506	57,831	26,605	46,836	44,329	29,440	0,040	0,062	0,072	9,144
G-7	53,215	52,44	89	1	14,914	15,506	57,831	26,605	53,208	44,329	26,244	0,141	0,065	0,157	9,315
G-8	59,715	52,44	90	1	14,914	15,506	57,831	26,605	58,062	44,329	25,904	0,218	0,067	0,235	9,470
H-3	19,715	60,44	91	2	29,915	6,863	35,715	36,44	54,539	30,140	28,844	0,421	0,060	0,436	9,871
H-4	27,715	60,44	92	2	29,915	6,863	35,715	36,44	53,622	30,140	25,298	0,405	0,063	0,421	9,841
H-5	35,715	60,44	93	1	14,914	15,506	57,831	26,605	49,515	44,329	40,422	0,082	0,056	0,096	9,193
H-6	43,715	60,44	94	1	14,914	15,506	57,831	26,605	53,372	44,329	36,662	0,144	0,060	0,158	9,317
H-7	53,215	60,44	95	1	14,914	15,506	57,831	26,605	59,042	44,329	34,148	0,234	0,063	0,249	9,499
H-8	59,715	60,44	96	1	14,914	15,506	57,831	26,605	63,452	44,329	33,887	0,304	0,065	0,320	9,640
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan															451,618

Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).


**TABEL WAKTU PEKERJAAN PENGANGKUTAN BETON SEGAR
SETELAH LOKASI TOWER CRANE DI TENTUKAN PADA PERENCANAAN 2**

D	SL		Task	TC	TC		Supply Point 3		ρ(D)	ρ(S)	Ij	Ta	Tω	Th	Tv0	Tv1
	x	y			x	y	x	y								
A-3	19,715	4,44	97	2	29,915	6,863	35,715	44,44	10,484	38,022	43,081	0,475	0,026	0,481	0,378	0,757
A-4	27,715	4,44	98	2	29,915	6,863	35,715	44,44	3,273	38,022	40,792	0,599	0,013	0,602	0,378	0,757
A-5	35,715	4,44	99	1	55,948	14,914	58,602	3,354	22,783	11,860	22,913	0,173	0,045	0,185	0,555	1,332
A-6	43,715	4,44	100	1	55,948	14,914	58,602	3,354	16,104	11,860	14,927	0,067	0,051	0,080	0,555	1,332
A-7	53,215	4,44	101	1	55,948	14,914	58,602	3,354	10,824	11,860	5,495	0,016	0,066	0,070	0,555	1,332
A-8	59,715	4,44	102	1	55,948	14,914	58,602	3,354	11,131	11,860	1,555	0,012	0,075	0,078	0,555	1,332
B-3	19,715	12,44	103	2	29,915	6,863	35,715	44,44	11,625	38,022	35,777	0,455	0,042	0,466	0,378	0,757
B-4	27,715	12,44	104	2	29,915	6,863	35,715	44,44	5,995	38,022	32,985	0,552	0,057	0,566	0,378	0,757
B-5	35,715	12,44	105	1	55,948	14,914	58,602	3,354	20,384	11,860	24,625	0,135	0,037	0,144	0,555	1,332
B-6	43,715	12,44	106	1	55,948	14,914	58,602	3,354	12,481	11,860	17,441	0,010	0,038	0,041	0,555	1,332
B-7	53,215	12,44	107	1	55,948	14,914	58,602	3,354	3,686	11,860	10,563	0,130	0,052	0,143	0,555	1,332
B-8	59,715	12,44	108	1	55,948	14,914	58,602	3,354	4,506	11,860	9,154	0,117	0,059	0,132	0,555	1,332
C-3	19,715	20,44	109	2	29,915	6,863	35,715	44,44	16,982	38,022	28,844	0,363	0,051	0,376	0,378	0,757
C-4	27,715	20,44	110	2	29,915	6,863	35,715	44,44	13,754	38,022	25,298	0,418	0,062	0,434	0,378	0,757
C-5	35,715	20,44	111	1	55,948	14,914	58,602	3,354	20,974	11,860	28,561	0,145	0,027	0,151	0,555	1,332
C-6	43,715	20,44	112	1	55,948	14,914	58,602	3,354	13,423	11,860	22,662	0,025	0,023	0,031	0,555	1,332
C-7	53,215	20,44	113	1	55,948	14,914	58,602	3,354	6,165	11,860	17,915	0,090	0,006	0,092	0,555	1,332
C-8	59,715	20,44	114	1	55,948	14,914	58,602	3,354	6,688	11,860	17,122	0,082	0,021	0,087	0,555	1,332
D-3	19,715	28,44	115	2	29,915	6,863	35,715	44,44	23,867	38,022	22,627	0,244	0,056	0,258	0,378	0,757
D-4	27,715	28,44	116	2	29,915	6,863	35,715	44,44	21,689	38,022	17,889	0,282	0,063	0,297	0,378	0,757
D-5	35,715	28,44	117	1	55,948	14,914	58,602	3,354	24,338	11,860	33,958	0,198	0,019	0,203	0,555	1,332
D-6	43,715	28,44	118	1	55,948	14,914	58,602	3,354	18,238	11,860	29,171	0,101	0,013	0,104	0,555	1,332
D-7	53,215	28,44	119	1	55,948	14,914	58,602	3,354	13,800	11,860	25,658	0,031	0,001	0,031	0,555	1,332
D-8	59,715	28,44	120	1	55,948	14,914	58,602	3,354	14,041	11,860	25,111	0,035	0,012	0,038	0,555	1,332
E-3	19,715	36,44	121	2	29,915	6,863	35,715	44,44	31,286	38,022	17,889	0,116	0,058	0,131	0,378	0,757
E-4	27,715	36,44	122	2	29,915	6,863	35,715	44,44	29,659	38,022	11,314	0,144	0,064	0,160	0,378	0,757
E-5	35,715	36,44	123	1	55,948	14,914	58,602	3,354	29,543	11,860	40,231	0,281	0,013	0,284	0,555	1,332
E-6	43,715	36,44	124	1	55,948	14,914	58,602	3,354	24,759	11,860	36,281	0,205	0,007	0,207	0,555	1,332
E-7	53,215	36,44	125	1	55,948	14,914	58,602	3,354	21,699	11,860	33,522	0,156	0,002	0,157	0,555	1,332
E-8	59,715	36,44	126	1	55,948	14,914	58,602	3,354	21,853	11,860	33,105	0,159	0,010	0,161	0,555	1,332
F-3	19,715	44,44	127	2	29,915	6,863	35,715	44,44	38,937	38,022	16,000	0,016	0,059	0,063	0,378	0,757
F-4	27,715	44,44	128	2	29,915	6,863	35,715	44,44	37,641	38,022	8,000	0,007	0,064	0,066	0,378	0,757
F-5	35,715	44,44	129	1	55,948	14,914	58,602	3,354	35,794	11,860	47,031	0,380	0,009	0,382	0,555	1,332
F-6	43,715	44,44	130	1	55,948	14,914	58,602	3,354	31,960	11,860	43,700	0,319	0,004	0,320	0,555	1,332
F-7	53,215	44,44	131	1	55,948	14,914	58,602	3,354	29,652	11,860	41,438	0,282	0,003	0,283	0,555	1,332
F-8	59,715	44,44	132	1	55,948	14,914	58,602	3,354	29,766	11,860	41,101	0,284	0,009	0,286	0,555	1,332

UPT Perpustakaan Universitas Jember

G-3	19,715	52,44	133	2	29,915	6,863	35,715	44,44	46,705	38,022	17,889	0,150	0,060	0,165	0,378	0,757	0,543	0,922	8,465
G-4	27,715	52,44	134	2	29,915	6,863	35,715	44,44	45,630	38,022	11,314	0,131	0,064	0,147	0,378	0,757	0,526	0,904	8,430
G-5	35,715	52,44	135	1	55,948	14,914	58,602	3,354	42,633	11,860	54,159	0,488	0,007	0,490	0,555	1,332	1,045	1,822	9,867
G-6	43,715	52,44	136	1	55,948	14,914	58,602	3,354	39,470	11,860	51,294	0,438	0,002	0,439	0,555	1,332	0,994	1,771	9,765
G-7	53,215	52,44	137	1	55,948	14,914	58,602	3,354	37,626	11,860	49,381	0,409	0,004	0,410	0,555	1,332	0,965	1,742	9,707
G-8	59,715	52,44	138	1	55,948	14,914	58,602	3,354	37,715	11,860	49,099	0,410	0,008	0,412	0,555	1,332	0,967	1,744	9,712
H-3	19,715	60,44	139	2	29,915	6,863	35,715	44,44	54,539	38,022	22,627	0,285	0,061	0,300	0,378	0,757	0,678	1,057	8,735
H-4	27,715	60,44	140	2	29,915	6,863	35,715	44,44	53,622	38,022	17,889	0,269	0,064	0,285	0,378	0,757	0,663	1,042	8,705
H-5	35,715	60,44	141	1	55,948	14,914	58,602	3,354	49,820	11,860	61,503	0,603	0,005	0,604	0,555	1,332	1,159	1,936	10,094
H-6	43,715	60,44	142	1	55,948	14,914	58,602	3,354	47,141	11,860	58,995	0,560	0,001	0,560	0,555	1,332	1,115	1,892	10,007
H-7	53,215	60,44	143	1	55,948	14,914	58,602	3,354	45,608	11,860	57,340	0,536	0,004	0,537	0,555	1,332	1,092	1,869	9,960
H-8	59,715	60,44	144	1	55,948	14,914	58,602	3,354	45,682	11,860	57,097	0,537	0,008	0,539	0,555	1,332	1,094	1,871	9,965
Total Waktu Pekerjaan Pengangkutan																			439,504

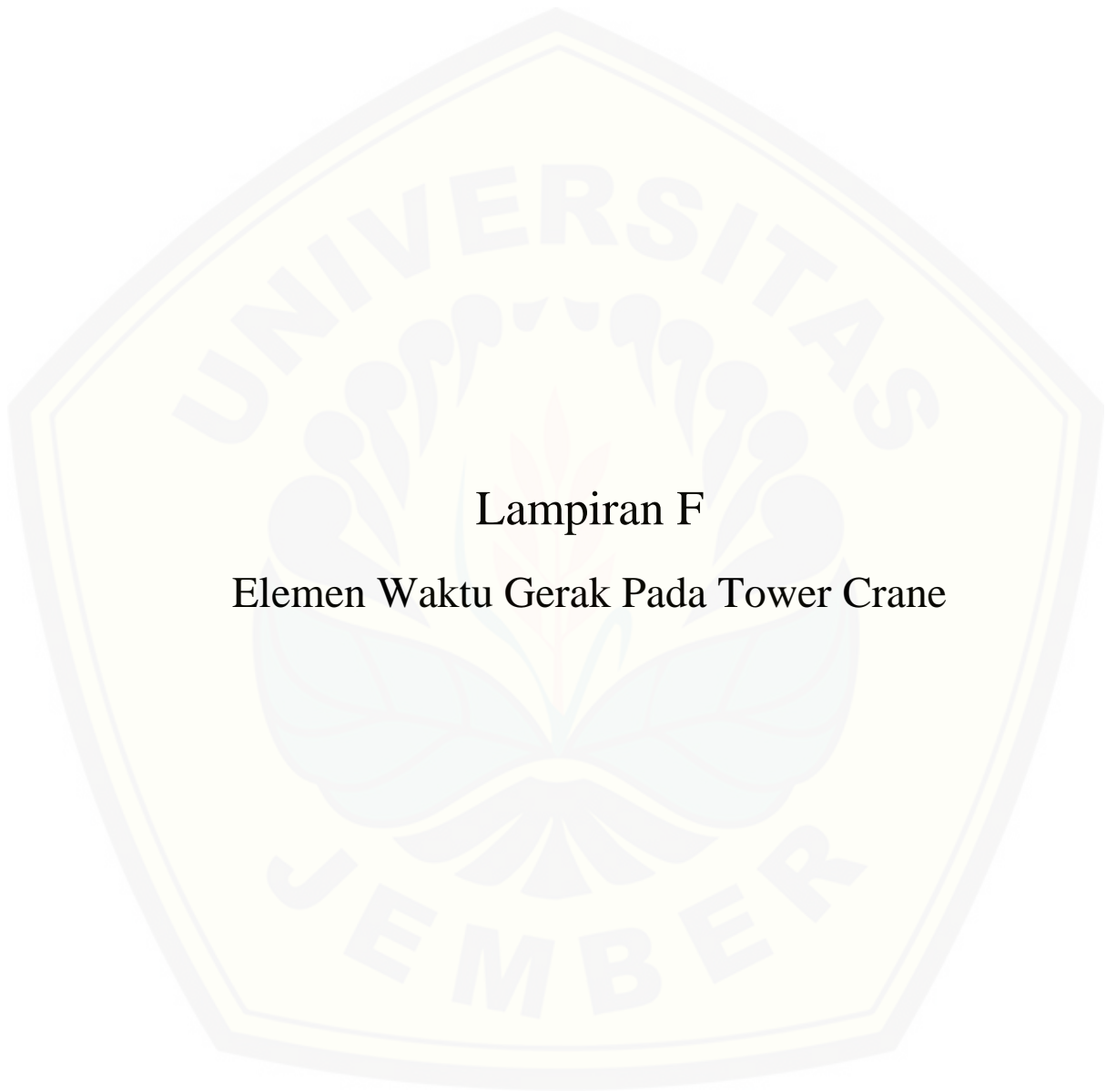
Keterangan Warna :

 : Sel ini merupakan titik yang digunakan sebagai titik *supply* lanjutan (SL).

TOTAL WAKTU KERJA = 358,126 + 451,618 + 439,504 = 1249,247 Menit

RATA-RATA WAKTU KERJA = 416,416 menit

Keseimbangan = **23,967** menit



Lampiran F

Elemen Waktu Gerak Pada Tower Crane

UPT Perpustakaan Universitas Jember

TC 1															
Tanggal	Jam	No.	Jenis Pekerjaan	Volume yang diangkat (kg)	Elemen Gerak Tower Crane									Waktu Siklus (menit)	
					Waktu Muat Barang (menit)	Waktu Angkut Barang (menit)	Waktu Tunggu Angkut Barang (menit)	Waktu Swing (menit)	Waktu Tunggu Swing (menit)	Waktu Turun Barang (menit)	Waktu Tunggu Turun Barang (menit)	Waktu Bongkar Barang (menit)	Waktu Kembali (menit)		
Selasa, 6 maret	10.00 - 12.00	1.	Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00	
		2.	Beksting	300	1,45	0,50	0,00	0,57	0,00	1,15	0,00	2,12	1,72	7,51	
		3.	Tulangan Kolom	800	1,35	0,35	0,00	0,45	0,00	1,10	0,00	1,10	1,55	5,90	
		4.	Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00	
		5.	Tanah	1300	1,00	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,15	1,65	6,55	
		6.	Tanah	1300	2,10	0,55	0,00	0,55	0,00	1,00	0,00	1,30	1,55	7,05	
		7.	Tanah	1300	1,32	0,51	0,00	0,51	0,00	0,55	0,00	1,00	1,06	4,95	
		8.	Besi	80	2,31	0,14	0,00	0,52	0,00	0,16	0,00	3,14	0,68	6,95	
Rabu, 7 maret	8.43- 10.43	1.	Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00	
		2.	Tanah	1300	1,00	1,10	0,00	2,92	0,00	1,10	0,00	1,40	4,02	11,54	
		3.	Besi	200	2,00	1,00	0,00	0,24	0,00	0,20	0,00	2,00	0,44	5,88	
		4.	Bekisting	300	1,41	0,40	0,00	0,42	0,00	0,40	0,00	1,35	0,82	4,80	
		5.	Hollow	1500	1,55	0,45	0,00	0,42	0,00	0,45	0,00	1,00	0,87	4,74	
		6.	Hollow	1500	1,30	1,30	0,00	0,24	0,00	0,50	0,00	1,55	0,74	5,63	
		7.	Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00	
		8.	Besi	150	3,01	0,05	0,00	0,30	0,00	0,05	0,00	2,19	0,35	5,95	
		9.	Besi	150	5,11	0,06	0,00	0,44	0,00	0,05	0,00	1,05	0,49	7,20	
Kamis, 8 maret	13.30- 15.30	1.	Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00	
		2.	Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,50	0,50	1,10	0,00	1,30	2,10	7,90	
		3.	Compressor	600	1,20	0,50	0,00	1,00	2,00	0,50	0,00	1,20	3,50	9,90	
		4.	Besi	600	0,35	0,50	0,00	0,24	0,00	0,20	0,00	0,35	0,44	2,08	
		5.	Besi	1000	1,47	1,00	0,00	0,39	0,00	0,50	0,00	1,47	0,89	5,72	
		6.	Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00	
		7.	Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00	
		8.	Besi	600	1,00	0,50	0,00	1,24	0,40	0,40	0,00	1,00	2,04	6,58	
		9.	Compressor	600	1,20	0,50	0,00	0,57	0,00	0,50	0,00	1,20	1,07	5,04	

UPT Perpustakaan Universitas Jember

Senin, 12 maret	10.00-	12.00	1. Tanah	1300	1,30	0,19	0,00	0,57	0,00	0,19	0,00	3,50	0,76	6,51
			2. Bekisting	300	3,04	0,50	0,00	0,50	0,00	0,57	0,00	1,19	1,07	6,87
			3. Besi	150	1,10	0,10	0,00	0,10	0,00	0,10	0,00	1,00	0,20	2,60
			4. Besi	150	1,30	0,10	0,00	0,15	0,00	0,10	0,00	1,00	0,25	2,90
			5. Besi	300	2,00	0,30	0,00	1,10	0,00	0,40	0,00	2,00	1,50	7,30
			6. Hollow	1000	1,36	0,32	0,00	0,23	0,00	0,31	0,00	1,43	0,54	4,19
			7. Tanah	1300	1,30	0,25	0,00	0,55	0,00	0,27	0,00	2,00	0,82	5,19
			8. Tanah	1300	1,30	0,22	0,00	1,00	0,00	0,22	0,00	1,50	1,22	5,46
			9. Besi	100	2,00	1,00	0,00	0,81	0,00	0,08	0,00	1,15	0,89	5,93
			10. Besi	1300	1,30	1,12	2,50	0,58	0,00	1,11	0,00	1,30	1,69	9,60
			11. Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00
Selasa, 14 maret	09.30-	11.30	1. Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00
			2. Tanah	1300	1,30	0,25	0,00	0,50	0,00	0,35	0,00	1,18	0,85	4,43
			3. Besi	500	1,01	0,23	0,00	0,15	0,00	0,23	0,00	1,10	0,38	3,10
			4. Besi	100	1,28	0,09	0,00	0,30	2,55	0,09	0,00	1,40	2,94	7,45
			5. Besi	500	2,45	0,05	0,00	0,57	0,00	0,05	0,00	2,45	0,62	6,19
			6. Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,59	0,37	0,00	1,30	1,51	6,72
			7. Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	1,00	0,00	0,35	0,00	1,20	1,35	6,30
			8. Besi	500	2,45	0,05	0,00	0,57	0,00	0,05	0,00	2,45	0,62	6,19
			9. Besi	500	2,45	0,05	0,00	0,57	0,00	0,05	0,00	2,15	0,62	5,89
			10. Besi	50	0,31	0,23	0,00	0,60	0,00	0,07	0,00	0,31	0,67	2,19
			11. Bekisting	500	1,35	1,08	0,00	1,30	0,00	0,05	0,00	1,35	1,35	6,48
			12. Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00
Senin, 19 maret	13.50-	15.50	1. Besi	1000	1,10	0,59	0,00	0,13	0,00	0,36	0,00	2,15	0,49	4,82
			2. Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,51	0,00	1,10	0,00	1,21	1,61	6,83
			3. Bekisting	600	6,35	0,32	0,00	1,11	0,00	0,14	0,00	3,20	1,25	12,37
			4. Besi	60	0,68	0,31	0,00	0,58	0,00	0,38	0,00	0,31	0,96	3,22
			5. Kayu	550	0,50	0,35	0,00	1,30	0,00	0,57	0,00	1,30	1,87	5,89
			6. Besi	250	1,46	0,10	0,00	1,10	0,00	0,22	0,00	0,44	1,32	4,64
			7. Besi	250	1,10	0,07	0,00	0,13	0,00	0,10	0,00	1,15	0,23	2,78
			8. Besi	300	1,25	0,07	0,00	0,13	0,00	0,10	0,00	1,20	0,23	2,98
			9. Besi	500	2,52	0,05	0,00	0,57	0,00	0,05	0,00	2,15	0,62	5,96
			10. Besi	30	1,10	0,30	0,00	0,59	0,00	0,10	0,00	0,53	0,69	3,31
			11. Besi	200	0,45	0,10	0,00	0,15	0,00	0,11	0,00	0,52	0,26	1,59
			12. Tanah	1300	1,30	1,10	0,00	0,55	0,00	1,10	0,00	1,30	1,65	7,00
			13. Besi	500	2,44	0,05	0,00	0,57	0,00	0,06	0,00	2,45	0,63	6,20
			14. Besi	250	0,42	0,07	0,00	1,05	0,00	0,10	0,00	0,42	1,15	3,21
Selasa, 20 maret	9.20-	11.20	1. Besi	50	3,40	0,16	0,00	1,44	0,00	0,06	0,08	2,57	1,58	9,29
			2. Bekisting	200	1,02	0,03	0,00	0,44	0,00	0,05	0,00	0,46	0,49	2,49
			3. Bekisting	200	1,48	0,04	0,00	0,55	0,00	0,09	0,00	0,50	0,64	3,30
			4. Bekisting	250	1,33	0,03	0,00	0,48	0,00	0,03	0,00	0,28	0,51	2,66
			5. Bekisting	250	1,11	0,03	0,00	0,58	0,00	0,06	0,00	0,40	0,64	2,82
			6. Besi	100	0,26	0,30	0,00	0,44	0,00	0,10	0,14	0,21	0,68	2,13
			7. Besi	100	2,13	0,47	0,00	6,02	0,00	0,55	0,46	1,58	7,03	18,24
			8. Besi	150	0,45	0,11	0,00	1,22	0,00	0,09	0,00	1,16	1,31	4,34
			9. Tanah	1300	2,45	0,05	0,00	0,57	0,00	0,05	0,00	2,45	0,62	6,19
Jumlah			51320	111,23	36,74	2,50	49,48	6,04	32,59	0,68	98,77	88,79	425,62	
Rata-rata (hari)			712,78	1,54	0,51	2,50	0,69	0,86	0,45	0,17	1,37	1,23	5,91	

UPT Perpustakaan Universitas Jember

TC 2												
Tanggal	Jam	No.	Jenis Pekerjaan	Volume yang diangkat (kg)	Elemen Gerak Tower Crane							Waktu Siklus (menit)
					Waktu Muat Barang (menit)	Waktu Angkut Barang (menit)	Waktu Swing (menit)	Waktu Tunggu Swing (menit)	Waktu Turun Barang (menit)	Waktu Bongkar Barang (menit)	Waktu Kembali (menit)	
Selasa, 6 maret	10.00 - 12.00	1.	Hollow	1500	1,52	0,11	0,13	0,00	0,13	1,52	0,26	3,67
		2.	Besi	50	1,35	0,15	0,30	0,20	1,10	1,35	1,60	6,05
		3.	Hollow	1500	3,14	0,33	0,58	0,00	0,28	2,10	0,86	7,29
		4.	Climbing	1000	5,22	0,19	0,15	0,00	0,48	1,54	0,63	8,21
		5.	Besi	50	1,06	0,10	0,90	0,00	0,11	0,47	1,01	3,65
		6.	Climbing	1000	3,14	0,59	0,19	0,00	0,19	4,38	0,38	8,87
		7.	Besi	500	1,52	0,22	0,29	0,00	0,18	1,02	0,47	3,70
		8.	Bekisting	100	4,59	0,10	0,21	0,00	0,30	1,34	0,51	7,05
		9.	Bekisting	300	1,11	0,10	0,12	0,00	0,22	1,00	0,34	2,89
		10.	Bekisting kolom	800	5,53	0,59	0,20	0,00	1,00	3,27	1,20	11,79
		11.	Bekisting	100	1,31	0,14	1,15	2,38	1,18	2,26	4,71	13,13
		12.	Bekisting	500	2,33	0,22	1,40	0,00	0,14	1,40	1,54	7,03
Rabu, 7 maret	8.43- 10.43	1.	Besi	300	3,51	0,31	0,30	0,00	0,30	2,22	0,60	7,24
		2.	Hollow	1000	5,36	0,57	0,38	0,00	0,17	3,16	0,55	10,19
		3.	Besi	50	0,10	0,09	0,24	0,00	0,31	0,46	0,55	1,75
		4.	Besi	100	1,24	0,27	0,37	0,00	0,17	0,52	0,54	3,11
		5.	Bekisting Kolom	400	4,31	0,16	1,06	0,00	0,40	3,15	1,46	10,54
		6.	Bekisting	200	3,31	0,10	0,16	0,00	0,22	2,59	0,38	6,76
		7.	Hollow	500	3,12	0,15	0,05	0,00	0,56	1,25	0,61	5,74
		8.	Bekisting	300	1,40	0,21	0,15	0,00	0,06	3,33	0,21	5,36
		9.	Bekisting	100	3,21	0,06	0,03	0,00	0,08	1,49	0,11	4,98
		10.	Semen	500	0,53	1,14	0,53	0,00	0,59	2,42	1,12	6,33
		11.	Besi	50	1,24	0,23	0,53	0,00	0,28	0,51	0,81	3,60
		12.	Besi	300	3,23	0,16	0,07	0,00	0,04	1,02	0,11	4,63
Kamis, 8 maret	13.30- 15.30	1.	Bucket Cor	2300	15,16	0,54	0,28	0,00	1,20	2,08	1,48	20,74
		2.	Bucket Cor	2300	2,22	1,00	0,37	0,00	0,30	1,41	0,67	5,97
		3.	Bucket Cor	2500	2,48	1,16	0,12	0,00	0,29	1,42	0,41	5,88
		4.	Bucket Cor	2500	3,05	1,10	1,19	0,00	0,10	2,49	1,29	9,22
		5.	Bekisting Kolom	800	6,13	0,24	0,06	0,00	0,28	2,07	0,34	9,12
		6.	Bekisting Kolom	800	2,10	0,09	0,30	0,00	1,02	3,18	1,32	8,01
		7.	Bekisting	200	1,13	0,24	0,07	0,00	0,39	1,13	0,46	3,42
		8.	Bekisting Kolom	800	2,31	0,17	0,31	0,00	1,05	3,38	1,36	8,58
		9.	Bekisting	200	0,38	0,27	0,21	0,00	0,36	1,52	0,57	3,31
		10.	Besi	150	2,14	0,18	1,21	0,00	0,14	3,07	1,35	8,09
		11.	Besi	50	0,36	0,06	0,16	0,00	0,21	1,50	0,37	2,66
		12.	Besi	150	1,31	0,31	0,14	0,00	0,26	2,03	0,40	4,45
Senin, 12 maret	10.00- 12.00	1.	Bekisting	800	1,35	1,43	0,19	0,00	2,03	1,50	2,22	8,72
		2.	Climbing	100	1,05	0,35	0,25	0,00	0,32	0,51	0,57	3,05
		3.	Besi Tulangan	500	3,45	1,01	0,41	0,00	0,20	4,10	0,61	9,78
		4.	Besi	100	1,48	0,10	1,01	0,00	0,43	1,20	1,44	5,66
		5.	Compressor	600	1,18	0,35	0,38	0,00	0,39	0,55	0,77	3,62

UPT Perpustakaan Universitas Jember

			6.	Besi Tulangan	300	5,28	0,07	1,09	0,00	0,15	4,34	1,24	12,17
			7.	Bekisting Kolom	800	2,45	1,04	0,34	0,00	1,21	3,14	1,55	9,73
			8.	Kabel	50	1,09	0,29	1,05	0,00	0,18	0,38	1,23	4,22
			9.	Kotak besi	300	4,26	0,23	0,10	0,00	0,06	2,06	0,16	6,87
Selasa, 14 maret	09.30-	11.30	1.	Besi	150	1,35	0,50	0,34	0,00	0,46	1,30	0,80	4,75
			2.	Bekisting	100	1,54	1,01	0,14	0,00	0,13	2,02	0,27	5,11
			3.	Bekisting	500	3,49	0,51	0,05	0,00	0,18	1,21	0,23	5,67
			4.	Besi	50	4,21	0,17	0,41	0,00	0,43	3,04	0,84	9,10
			5.	Besi	60	1,10	0,32	0,15	0,00	1,01	1,50	1,16	5,24
			6.	Besi	50	0,48	0,23	0,30	0,00	0,48	0,48	0,78	2,75
			7.	Besi	50	4,03	0,57	1,15	0,00	1,35	1,59	2,50	11,19
			8.	Besi	500	5,06	0,55	0,49	0,00	0,25	4,14	0,74	11,23
			9.	Hebel	500	1,45	0,38	0,03	0,00	0,04	1,17	0,07	3,14
Senin, 19 maret	13.50-	15.50	1.	Besi	50	2,12	0,51	1,03	0,00	1,10	1,35	0,52	6,63
			2.	Bekisting	100	3,10	1,49	0,34	0,00	0,18	1,19	0,35	6,65
			3.	Kayu	50	1,21	0,13	0,08	0,00	0,12	0,59	0,18	2,31
			4.	Bekisting Kolom	300	1,19	1,16	0,10	0,00	0,16	2,25	0,24	5,10
			5.	Besi	50	2,58	0,09	0,53	0,00	0,23	1,42	0,35	5,20
			6.	Besi Ground anch	1000	5,54	0,47	0,16	0,00	1,28	1,27	0,65	9,37
			7.	Besi Ground anch	1000	4,06	0,21	0,37	0,00	0,25	4,07	0,52	9,48
			8.	Tanah	1200	4,34	1,15	1,29	0,00	1,34	1,10	1,15	10,37
			9.	Tanah	1200	5,28	0,17	1,05	0,00	0,52	1,20	1,02	9,24
			10.	Bekisting	100	1,20	0,05	0,02	0,00	0,10	2,22	0,12	3,71
			11.	Besi	80	2,56	0,39	1,29	0,00	0,17	4,34	0,48	9,23
			12.	Bekisting Kolom	800	2,09	1,24	0,06	0,00	1,41	2,25	1,00	8,05
Selasa, 20 maret	9.20-	11.20	1.	Besi	50	0,54	0,10	0,17	0,00	0,48	0,42	0,65	2,36
			2.	Besi	150	1,24	0,47	1,11	0,00	0,45	0,41	1,15	4,83
			3.	Bekisting	50	3,55	0,39	0,32	0,00	0,07	1,29	0,39	6,01
			4.	Bekisting	500	2,14	0,35	0,45	0,00	0,39	3,23	0,84	7,40
			5.	Sherwall	200	1,10	1,37	0,51	0,00	0,35	1,03	0,86	5,22
			6.	Besi	100	0,51	0,54	0,52	0,00	0,40	1,38	0,92	4,27
			7.	Besi	100	1,53	0,17	0,50	0,00	1,24	0,52	1,22	5,18
			8.	Besi	150	1,01	0,24	1,00	0,00	0,55	1,04	1,05	4,89
			9.	Tanah	1200	3,46	2,01	0,53	0,00	1,03	0,42	1,16	8,61
			10.	Besi	100	1,40	0,08	0,12	0,00	0,10	1,40	0,22	3,32
			11.	Besi	50	0,38	1,22	0,39	0,00	0,18	0,53	0,57	3,27
			12.	Besi	50	0,37	0,21	0,38	0,00	0,40	0,26	0,78	2,40
			13.	Besi	25	1,15	0,44	0,40	0,00	0,21	1,34	0,61	4,15
			14.	Besi	80	2,15	0,37	0,25	0,00	0,55	1,55	0,80	5,67
			15.	Besi	100	1,48	0,23	1,09	0,00	0,24	2,52	1,33	6,89
			16.	Besi	50	1,17	0,14	0,25	0,00	0,18	1,01	0,43	3,18
			17.	Besi	650	1,28	0,20	1,02	0,00	0,27	0,43	1,29	4,49
				Jumlah	38995	205,18	36,35	37,12	2,58	37,34	145,31	68,61	532,49
				Rata-rata	469,82	2,47	0,44	0,45	1,29	0,45	1,75	0,83	6,42