

# METODE PELAKSANAAN KONSTRUKSI PEKERJAAN BAGIAN BAWAH JEMBATAN LALOW KABUPATEN BOLAANG MONGONDOW PROVINSI SULAWESI UTARA

Gerry J. J. Pokay

Ariestides K. T. Dundu, Mochtar Sibi

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado

email: [gerry.pokay@gmail.com](mailto:gerry.pokay@gmail.com)

## ABSTRAK

*Jembatan adalah suatu struktur konstruksi yang memungkinkan rute transportasi melalui sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api dan lain-lain. Konstruksi jembatan terdiri dari bagian bawah jembatan (sub structures) dan bagian atas jembatan (upper structures). Bagian bawah jembatan berguna untuk menerima segala beban dari bagian atas jembatan dan disalurkan ke pondasi.*

*Penelitian tentang metode pelaksanaan konstruksi bagian bawah jembatan ini dilakukan pada jembatan Lalow Bolaang Mongondow Sulawesi Utara. Jembatan direncanakan dengan bentang 9.35 m dan lebar 19.6 m, dengan pondasi tiang pancang spun pile dan struktur box culvert.*

*Dari hasil penelitian metode pelaksanaan konstruksi bagian bawah jembatan yang meliputi pekerjaan tiang pancang dan pekerjaan box culvert di dapati faktor-faktor yang mempengaruhi pekerjaan, untuk pekerjaan tiang pancang yaitu: Penyelidikan tanah; penentuan alat pancang; penentuan hammer; penentuan titik-titik yang akan di pancang; dan pemancangan. Dan untuk box culvert yaitu: pekerjaan plat lantai; kebersihan tempat pengecoran; mutu beton; pekerjaan bekisting; pekerjaan penulangan; dan pengecoran.*

**Kata kunci:** *Metode pelaksanaan konstruksi, tiang pancang, box culvert*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Metode konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan pelaksanaan konstruksi yang mengikuti prosedur serta telah dirancang sesuai dengan pengetahuan atau standar yang telah diuji cobakan. Cara atau metode tersebut tidak terlepas dari penggunaan teknologi sebagai pendukung dan mempercepat proses pembuatan suatu bangunan, agar kegiatan pembangunan dapat berjalan sebagai mana mestinya sesuai dengan yang diharapkan dan lebih ekonomis dalam biaya pemakaian bahan

Jembatan adalah suatu struktur konstruksi yang memungkinkan rute transportasi melalui sungai, danau, kali, jalan raya, jalan kereta api dan lain-lain. Jembatan adalah suatu struktur konstruksi yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya rintangan-rintangan seperti lembah yang dalam, alur sungai saluran irigasi dan pembuang

Pondasi tiang pancang (pile foundation) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan mentransfer (menyalurkan) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang

terletak pada kedalaman tertentu

Bagian bawah jembatan adalah bangunan yang berada di bagian bawah jembatan yang berfungsi sebagai pemikul seluruh beban hidup seperti beban angin, kendaraan, dll dan beban mati seperti beban gelagar, lantai kendaraan, dll pada jembatan.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini, penulis mengambil rumusan masalah sebagai berikut: Bagaimana step-step dari metode pelaksanaan kerja tiang pancang dan pekerjaan box culvert pada jembatan ?

### Batasan Penelitian

Berdasarkan uraian di atas maka pada penelitian ini, penulis mengambil rumusan masalah sebagai berikut:

1. Pengamatan hanya pada pekerjaan metode konstruksi pemasangan tiang pancang dan box culvert saja.
2. Tidak menghitung kapasitas daya dukung tanah.
3. Tidak menghitung kuat tarik dan kuat tekan beton.

4. Tidak menghitung biaya yang diperlukan dalam proses pengerjaan.

### Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan step demi step tentang metode kerja pelaksanaan tiang pancang dan pelaksanaan pembuatan box culvert pada jembatan Lalow Bolaang Mongondow

### Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diambil dari penelitian ini yakni kita dapat mengetahui cara atau metode kerja pemasangan tiang pancang dan pembuatan box culvert pada jembatan dan dapat menjadi acuan pada perencanaan maupun pelaksanaan tiang pancang dan box culvert.

## LANDASAN TEORI

### Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah sebuah disiplin keilmuan dalam hal perencanaan, pengorganisasian, pengelolaan (menjalankan serta pengendalian), untuk dapat mencapai tujuan-tujuan proyek. Proyek adalah sebuah kegiatan yang bersifat sementara yang telah ditetapkan awal pekerjaannya dan waktu selesainya (dan biasanya selalu dibatasi oleh waktu, dan seringkali juga dibatasi oleh sumber pendanaan), untuk mencapai tujuan dan hasil yang spesifik dan unik dan pada umumnya untuk menghasilkan sebuah perubahan yang bermanfaat atau yang mempunyai nilai tambah. (Dipohusodo, 1996).

### Metode Pelaksanaan Konstruksi

Metode konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan pelaksanaan konstruksi yang mengikuti prosedur dan telah dirancang sesuai dengan pengetahuan maupun standar yang telah diujicobakan. Dalam setiap pelaksanaan konstruksi dibutuhkan inovasi teknologi, agar berbagai kegiatan pembangunan dapat berjalan secara efisien dan efektif, serta diperoleh produk konstruksi yang lebih berkualitas.

### Konstruksi Bagian Bawah Jembatan

Konstruksi bawah pada umumnya terletak disebelah bawah bangunan atas. Fungsinya untuk menerima beban-beban yang diberikan bangunan atas dan kemudian menyalurkan ke pondasi, beban tersebut selanjutnya oleh pondasi disalurkan ke tanah.

Konstruksi bagian bawah jembatan meliputi:

- Pangkal jembatan (*abutment*) dan pondasi
- Pilar jembatan (*pier*) dan pondasi
- *Box culvert* dan pondasi

### Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang (*pile foundation*) adalah bagian dari struktur yang digunakan untuk menerima dan menyalurkan (*mentransfer*) beban dari struktur atas ke tanah penunjang yang terletak pada kedalaman tertentu. Tiang pancang bentuknya panjang dan langsing yang menyalurkan beban ke tanah yang lebih dalam. Bahan utama dari tiang adalah kayu, baja (*steel*) dan beton. Tiang pancang yang terbuat dari bahan ini adalah dipukul, di bor atau di dongkrak ke dalam tanah dan dihubungkan dengan *Pile cap* (poer). (Sardjono, 1988).

Tujuan pondasi tiang pancang adalah:

- Untuk menyalurkan beban pondasi ke tanah keras
- Untuk menahan beban *vertical*, *lateral* dan beban *uplift*

### Tiang Pancang Spun pile

Tiang pancang spun pile ini adalah tiang pancang berbentuk bulat berongga pada bagian tengah. Tiang pancang bulat ini dibuat dengan menggunakan proses spinning agar bisa menciptakan kepadatan dan homogenitas

### Guide Rod Diesel Pile Hammer

Drop Hammer merupakan palu berat yang diletakan pada ketinggian tertentu di atas tiang palu tersebut kemudian dilepaskan dan jatuh mengenai bagian atas tiang. Untuk menghindari menjadi rusak akibat tumbukan ini, pada kepala tiang dipasangkan semacam topi atau cap sebagai penahan energi atau shock absorber. Biasanya cap dibuat dari kayu.

Cara kerja *Guide rod diesel pile hammer* adalah penumbuk (*hammer*) ditarik ke atas menggunakan kait yang terhubung dengan kabel sampai mencapai tinggi jatuh tertentu, kemudian penumbuk (*hammer*) tersebut jatuh bebas menimpa kepala tiang pancang. Untuk menghindari kerusakan pada tiang pancang maka pada kepala tiang dipasang topi / *cap* (*shock absorber*), cap ini biasanya terbuat dari kayu.

### Metode Pelaksanaan Pondasi Tiang Pancang

Tiang pancang harus dirancang, dicor dan dirawat untuk memperoleh kekuatan yang diperlukan sehingga tahan terhadap pengangkutan,

penanganan, dan tekan akibat pemancangan tanpa kerusakan.

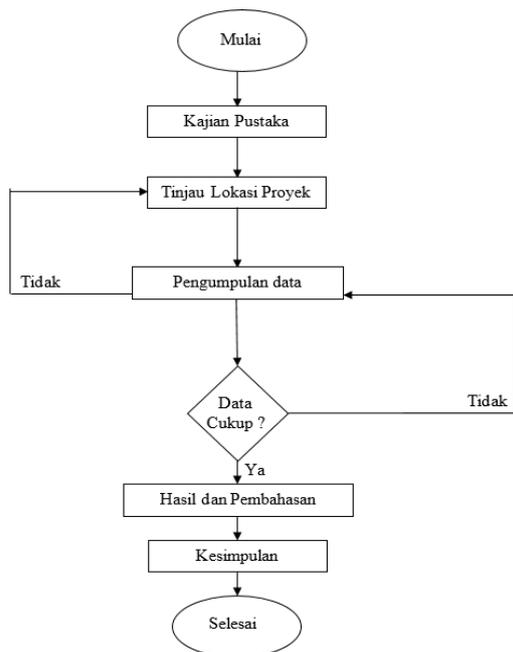
Mawira dkk (2019), telah melakukan penelitian terhadap metode pelaksanaan konstruksi pada Jembatan Jambu Sarang Kab, Bolaang Mongondow.

**Metode Pelaksanaan Pekerjaan Box Culvert**

*Box Culvert* adalah salah satu jenis beton *precast* atau *cast-in-situ* yang bentuknya segi empat dan memiliki *spigot* dan *socket*. Kegunaan dari *spigot* dan *socket* tersebut untuk menjadikan *box culvert* ini kedap terhadap masuknya air tanah dan bisa menyatu saat terjadi pergeseran tanah. Cover biasanya digunakan untuk saluran drainase dan dapat digunakan sebagai saluran air ataupun gorong-gorong pada jembatan. Bowles (1991).

**METODOLOGI PENELITIAN**

Adapun diagram alir penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

**Teknik Analisis Data**

Berikut ini akan diuraikan mengenai dasar pola pikir analisis berdasarkan kepentingan tujuan penelitian. Hal yang pertama-tama dilakukan yakni menentukan lokasi proyek yang proyeknya menggunakan pondasi tiang pancang pada jembatan karena akan dipakai di dalam proses analisis.

Penetapan lokasi proyek merupakan bagian awal terpenting di dalam proses analisis. Hal ini disebabkan karena penentuan lokasi proyek diharapkan mampu mewakili atau merepresentasi pondasi bangunan, dalam hal ini box culvert pondasi tiang pancang pada jembatan.

**Sumber Data**

Data penelitian terbagi atas 2 jenis, yaitu: data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh peneliti selama berada dilokasi penelitian. Dalam penelitian ini data diperoleh dari pengamatan langsung pelaksanaan pekerjaan pelebaran jalan dan jembatan lalow kabupaten bolaang mongondow, serta wawancara langsung kepada pihak yang berkaitan dengan pembangunan proyek.

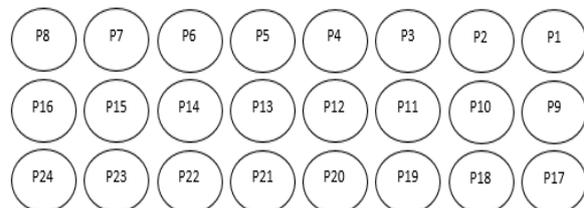
Data sekunder adalah data yang diperoleh penulis dari berbagai sumber bacaan atau referensi yang telah ada

**ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

**Data Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang**

Pada pelaksanaan pemancangan tiang pancang pada jembatan Lalow yang berlokasi di desa Lalow, kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara.

- Tiang pancang yang digunakan adalah tiang pancang *prestressed concrete spun pile*  $\phi$  400 mm
- Arah Kaiya panjang tiang pancangnya adalah 16 m (*Bottom* = 9 m, *Upper* = 7 m) dan jumlah titik tiang pancang sebanyak 24 titik
- Alat pancang yang digunakan adalah alat pancang *Guide rod diesel pile hammer*
- Koordinat atau Notasi Tiang Pancang



Gambar 2 Koordinat atau Notasi Tiang Pancang

**Analisis Proses Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang pada Jembatan**

Tabel 1 memberikan jenis-jenis pekerjaan pada proses pemancangan tiang pancang.

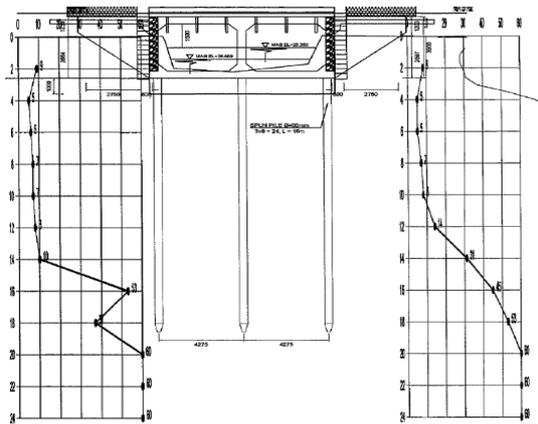
Tabel 1. Proses Pekerjaan Pemancangan Tiang Pancang pada Jembatan

No	Pekerjaan
1	Penyelidikan tanah
2	Pembersihan lahan
3	Penentuan titik-titik yang akan dipancang
4	Mobilisasi tiang pancang
5	Penurunan tiang pancang
6	Pembongkaran beton pemancangan
7	

Berikut ini penjelasan proses pemancangan tiang pancang pada jembatan akan dilakukan:

### 1. Penyelidikan Tanah

Dalam rangka untuk memenuhi design perencanaan jembatan Lalow maka penyelidikan tanah akan menjadi dasar perencanaan pondasi yang akan digunakan.



Gambar 3. Data Tanah Perencanaan Pemancangan

### 2. Pembersihan Lahan

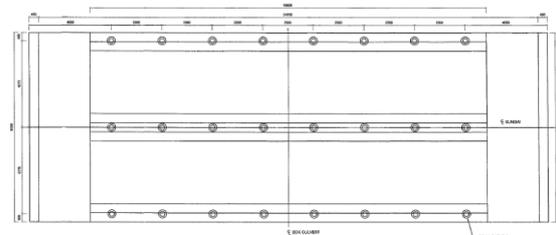
Proses pembersihan lahan ini dilakukan agar pada saat pengerjaan pemancangan, pohon-pohon atau tumbuhan yang berada di sekitar titik pemancangan tidak mengganggu proses pemancangan.



Gambar 4 Pembersihan Lahan

### 3. Penentuan Titik-Titik Yang Akan Dipancang

Penentuan titik-titik yang akan dipancang ini harus sesuai dengan gambar konstruksi yang telah ditentukan oleh perencana. Jika sudah fix titik mana yang akan dipancang, maka pada saat itu pelaksanaan pekerjaan tiang pancang sudah bisa dilakukan.



Gambar 5. Titik-Titik Pemancangan Tiang Pancang Pada Gambar Konstruksi

### 4. Mobilisasi Tiang Pancang

Mobilisasi Tiang Pancang adalah proses perjalanan tiang pancang dari lokasi awal ke tujuan akhir di lalow jalan Kaiya Maelang, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi utara dengan menggunakan kendaraan mobil tronton.



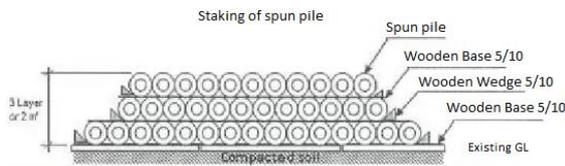
Gambar 6 Mobilisasi Tiang Pancang

### 5. Penurunan Tiang Pancang

Setelah tiang pancang sampai ke lokasi lokasi tujuan, tiang pancang tersebut segera diturunkan agar supaya menghemat waktu. Penurunan tiang pancang menggunakan alat excavator dan diletakan dilokasi yang terdekat agar supaya pada proses pemancangan nanti pengambilan tiang pancang mudah atau dekat untuk diambil.

Tiang pancang akan disusun di sekitaran lokasi pemancangan. Tiang pancang harus di

susun seperti piramida dan dialasi dengan kayu 5/10. Penyusunan dikelompokkan sesuai dengan type, diameter atau dimensi yang sama.



Gambar 7. Penyusunan Tiang Pancang



Gambar 8. Proses Pemancangan

## 6. Pembongkaran Beton

Proses pembongkaran beton dilakukan dikarenakan pada titik pemancangan masih ada yang lama yang akan di buat jembatan yang baru dan menggunakan alat *excavator braker*.

## 7. Pemancangan

Pemancangan dilakukan mengikuti koordinat yang telah ditetapkan, yaitu terlebih dahulu di lakukan di titik P1.

Alat pancang akan di tempatkan di titik-titik pemancangan.

- 1) Pemancangan akan di mulai di titik P1 dengan mengangkat atau mengambil tiang pancang berukuran 9 m (Bottom).
- 2) Tiang pancang akan diletakan di dekat alat pancang menggunakan excavator dengan bagian kepala tiang pancang menghadap alat pancang agar lebih mudah pada saat memasukan kepala tiang pancang ke bantalan/topi.
- 3) Tiang pancang diikat dengan tali yang terhubung dengan *Leader* ditarik dan tiang pancang akan membentuk sudut agar lebih mudah di masuk ke dalam bantalan/topi.
- 4) Setelah tiang pancang dimasukan kedalam bantalan/topi posisi tiang pancang harus sejajar dengan *leader*.
- 5) Selanjutnya tiang pancang akan ditempatkan di titik pemancangan di bantu oleh pekerja yang mengarahkan tiang pancang ke titik-titik pemancangan.
- 6) Setelah tiang pancang berada di titik yang akan di pancang maka pengait akan menarik hammer dan akan ada petugas yang melepaskan hammer dengan ketinggian tertentu secara manual dengan menggunakan tali yang terhubung ke pengait.
- 7) Pemancangan dimulai.

- 8) Tiang pancang *bottom* akan di pancang terlebih dahulu yang panjangnya 9 m dan tidak boleh di pancang seluruhnya ke dalam tanah, karena akan di lakukan penyambungan tiang pancang *upper*, jadi harus di sisakan  $\pm 1$  m agar dapat di lakukan pengelasan.
- 9) Setelah pemancangan *bottom* telah selesai maka proses selanjutnya adalah mengambil atau mengangkat tiang pancang *upper* yang panjangnya 7 m.
- 10) Proses pengangkatan tiang pancang *upper* sama dengan proses pengangkatan tiang pancang *bottom*.
- 11) Kepala tiang pancang *upper* juga harus masuk atau berada di dalam topi / bantalan tiang pancang.
- 12) Tiang pancang *upper* harus sejajar dengan *ladder*.
- 13) Setelah tiang pancang *upper* tegak lurus dengan *ladder*, tiang pancang *upper* harus sejajar dengan tiang pancang *bottom* yang telah di sisakan agar dapat di lakukan penyambungan.
- 14) Proses pengelasan tiang pancang *bottom* dan tiang pancang *upper* harus sejajar maka di perlukan pekerja yang akan berkomunikasi dengan operator alat pemancang agar dapat di arahkan, setelah tiang pancan *bottom* dan *upper* benar-benar sejajar maka baru proses pengalasan baru bisa dilakukan
- 15) Proses pengelasan dilaksanakan menggunakan mesin las, dan kawat las, pertama di lakukan pembersihan di kedua ujung tiang pancang yang akan di lakukan penyambungan. Ujung bawah bagian tiang pancang *upper* akan di dudukan di atas kepala tiang pancang *bottom* sehingga sisi-sisi pelat sambung kedua tiang pancang berhimpit dan menempel sehingga dapat dilakukan proses pengelasan.



Gambar 9. Proses Pengelasan

- 16) Setelah proses pengelasan telah selesai maka proses pemancangan di mulai kembali
- 17) Selanjutnya dilakukan proses kalendring. Kalendring tes ini digunakan pada pekerjaan pemancangan tiang pancang baik itu beton maupun pipa baja, tujuan tes kalendring ini untuk mengetahui daya dukung tanah secara empiris melalui perhitungan yang dihasilkan oleh proses pemukulan tiang pancang. Pelaksanaan kalendring ini pertama menyiapkan spidol, kertas milimeter blok, selotip, dan kayu pengarah agar spidol tetap pada posisinya
- 18) Saat kalendring ditentukan, pemancangan akan dihentikan untuk sementara. Kertas milimeter blok akan di pasang ke tiang pancang menggunakan selotip. Selanjutnya menyiapkan spidol yang di tumpu pada kayu kemudian menempelkan ujung spidol pada kertas milimeter blok.
- 19) Pemancangan di mulai kembali. Satu orang akan melakukan kalendring dan satu orang akan mengawasi serta menghitung jumlah pukulan. Setelah 10 pukulan kertas milimeter akan di ambil. Tahap ini dilakukan 2 - 3 kali agar memperoleh grafik yang bagus.



Gambar 10. Proses Pembacaan Kalendring

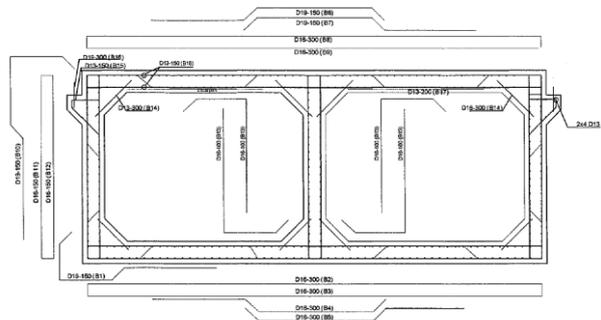
20) Jika proses pemancangan telah sampai ke kedelaman yang di rencanakan maka proses pemancangan akan dihentikan dan dilanjutkan ke titik pemancangan berikutnya .

21) Selanjutnya dilakukan proses pemancangan pada titik-titik selanjutnya sampai pada titik terakhir titik ke-24, proses pemancangan di titik-titik selanjutnya prosesnya sama dengan proses pemancangan pada titik pertama

### Data Pengerjaan Box Culvert

Pada saat pengerjaan *Box Culvert* di jembatan Lalow, Kabupaten Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara, di dapatkan data sebagai berikut:

1. *Box culvert* berukuran 3x4 m *double* dengan panjang total struktur *Box Culvert* 9,35 m dan lebar struktur total stuktur *Box Culvert* 19,6 m
2. Kekuatan beton yang di rencanakan yaitu  $f_c'30$  MPa untuk umum dan  $f_c'10$  MPa untuk lantai kerja/non-struktural
3. Penulangan yang di pakai di *Box Culvert* sebagai berikut:



Gambar 11. Tipikal Tulangan Box Culvert

### Analisis Proses Pekerjaan Struktur Box Culvert Pada Jembatan

Tabel 2. Proses Pekerjaan Struktur Box Culvert

No	Pekerjaan
1	Penggalian elevasi rencana
2	Pembersihan lahan
3	Pekerjaan lapisan pasir dasar
4	Pekerjaan lantai kerja
5	<i>Pile head cutting</i> dan penambahan tulangan <i>auxiliary steel bars</i>
6	Pekerjaan <i>Box Culvert</i>

Berikut ini penjelasan daftar tabel proses pekerjaan bagian struktur *Box Culvert* pada jembatan akan dilakukan:

### 1. Penggalian elevasi rencana

Proses ini dilakukan karena mengingat pada saat selesai pemancangan masih ada sisa-sisa tanah yang belum diangkat dari kedalaman elevasi rencana yang telah direncanakan. Proses ini menggunakan alat *excavator* dan juga teodolit.

### 2. Pembersihan Lahan

Proses ini dilakukan karena mengingat adanya aliran sungai yang melewati area pengecoran nantinya. Maka dibuat penghalang sementara dengan menggunakan tanah yang telah digali untuk elevasi rencana sebelumnya yang menyumbat bagian hulu dan hilir sungai tersebut dan dilakukan proses *dewatering*. Proses ini menggunakan *excavator*.

Setelah bagian area tersebut telah disumbat hulu dan hilirnya maka dilakukan pengurasan air di bagian tersebut, jika masih tersisa genangan air, jika tidak maka tidak perlu. Proses ini menggunakan alat alkon air.

### 3. Pekerjaan Lapis Pasir Dasar

Awal proses ini pertama diadakan bekisting agar pada saat proses pengerjaan lapisan pasir dasar tersebut dapat memenuhi ukuran dan bentuk rencana setebal 10 cm, Selanjutnya yaitu *excavator* akan mengambil pasir dan akan diletakkan di bagian yang telah disiapkan untuk dijadikan lapis pasir dasar.



Gambar 12. Proses Pengerjaan Lapis Pasir Dasar

Pasir akan disiram dengan air sampai kondisi pasir jenuh untuk mendapatkan hasil yang baik, air yang meresap ke bawah akan membangkitkan daya hisap pada lapisan tanah. Proses ini menggunakan alat *excavator* dan tenaga pekerja.

### 4. Pekerjaan Lantai Kerja

Setelah selesai pengerjaan lapisan pasir dasar maka dilanjutkan dengan pengecoran lantai kerja.

- 1) Pekerja akan mencampur adukan semen beton secara manual menggunakan molen atau *concrete mixer*.
- 2) Agregat beton dituangkan ke mal yang telah disediakan dikarenakan pencampuran beton dilakukan di bagian atas,
- 3) Adukan agregat beton akan disalurkan dari mal ke gerobak dorong. Agregat akan dituangkan dan diratakan menggunakan cetokan atau lembaran papan yang sudah dimodifikasi agar mudah melakukan perataan.

Lantai dasar ini dikerjakan sesuai dengan perencanaan setebal 10 cm dan dengan kekuatan beton  $f_c'10$  MPa.

### 5. Pile head cutting dan penambahan tulangan auxiliary steel bars

*Pile head cutting* atau yang sering juga disebut pembobokan ini dilakukan dengan cara menghancurkan bagian kepala tiang pancang dengan cara manual oleh pekerja-pekerja.

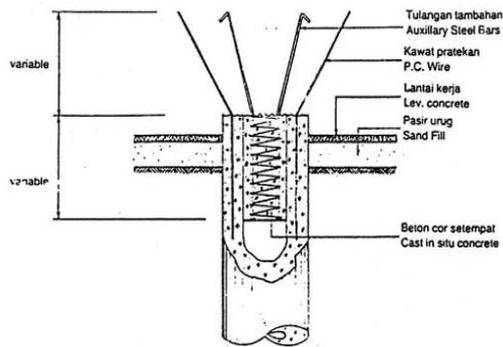
- 1) Pemotongan kepala tiang pancang harus rapi dan rata permukaannya, dengan memperhitungkan ketinggiannya terhadap lantai kerja.
- 2) Potong bagian atas dengan pahat atau gurinda.
- 3) Lakukan pemotongan pada *cut off level* sampai terlihat PC wire
- 4) Beton dipecahkan dengan pahat, palu ataupun gurinda sampai panjang stek yang di syaratkan.



Gambar 13. Proses Pembobokan

- 5) Bersihkan sisa pemotongan
- 6) Besi stek dari pondasi tiang pancang harus disisakan sesuai peraturan yang berlaku sepanjang 40x diameter ukuran besi yang ada.
- 7) Selanjutnya ialah penambahan besi tulangan spiral atau *auxiliary steel bars* ke bagian dalam seluruh tiang pancang *spun*

*pile* dengan kedalaman 5 meter diukur dari bagian *Cutting off pile head*,



Gambar 14. Sketsa detail pile head beserta tulangan tambahan spiral



Gambar 15. Proses memasukkan tulangan spiral ke dalam tiang pancang spun pile

- 8) Setelah itu dilakukan pekerjaan pengecoran dengan cara *cast in situ* di seluruh bagian dalam tiang pancang yang telah ditambahkan tulangan spiral atau *auxiliary steel bars* dengan kekuatan beton rencana K-350 atau  $f_c'30$  MPa atau setara.

## 6. Pekerjaan Box Culvert

*Box culvert* ini menggunakan metode *cast in situ* dikarenakan adanya tiang pancang sebagai pondasi yang digunakan. Berikut ini adalah proses pengerjaan *Box Culvert*.

### 1) Penulangan Box Culvert

Pekerjaan pertama yaitu para pekerja akan merakit tulangan-tulangan yang akan dipakai di bagian struktur *box culvert* ini sesuai dengan perencanaan. Pembentukan sudut-sudut tulangan dilakukan dengan cara manual di mal yang sudah disiapkan.

Setelah itu pekerjaan penulangan ini dilakukan dalam beberapa fase. Fase pertama

yaitu penulangan bagian dasar dan dinding *box culvert*. Pemasangan tulangan harus sesuai dengan jumlah dan jarak yang ditentukan dalam gambar rencana. Tulangan akan diikat dengan bendrat. Tulangan harus ditempatkan dengan teliti pada posisi sesuai dengan rencana, dan juga harus dijaga jarak antara tulangan dengan tulangan, jarak antara tulangan dengan bekisting untuk mendapatkan tebal selimut beton yang direncanakan.



Gambar 16. Penulangan Bagian Bawah Box Culvert

Setelah proses penulangan bagian dasar dan dinding *box culvert* telah selesai dikerjakan maka dilanjutkan dengan pembuatan bekisting agar selimut beton yang direncanakan dapat terpenuhi setelah itu dilakukan pengecoran bagian dasar *box culvert*.

### 2) Pengecoran Bagian Bawah Box Culvert

Proses pengecoran dilakukan dengan menggunakan truk pengaduk beton atau *concrete mixer truck* dengan mutu beton yang direncanakan yaitu  $f_c'30$  Mpa.

Setelah itu pengecoran pertama bagian *box Culvert* siap dilakukan. Adukan beton akan disalurkan dari truk pengaduk menuju ke bagian pengecoran. Segera setelah beton dituangkan di area pengecoran, adukan agregat beton harus segera dipadatkan.



Gambar 17. Proses Pengecoran

Pembongkaran bekisting dapat dilakukan jika umur beton sudah mencapai 28 hari.

### 3) Pengecoran Bagian dinding Box Culvert

Pengecoran selanjutnya dilakukan jika umur beton sudah memenuhi. Setelah umur beton bagian bawah *box culvert* telah mencapai maka dilanjutkan dengan pengecoran bagian dinding.

Bekisting akan dipasang dengan ukuran dan sesuai dengan gambar rencana agar selimut beton yang direncanakan dapat memenuhi.

Agregat beton akan disalurkan melalui alat *concrete pump truck*, setelah agregat dituangkan segera dilakukan proses pemadatan menggunakan alat *concrete vibrator*.



Gambar 18. Proses Pengecoran Bagian Dinding Box Culvert

Pembongkaran bekisting ini dapat dilakukan jika umur beton sudah memenuhi. Jika bekisting sudah dibongkar maka pekerjaan selanjutnya dapat dikerjakan.

### 4) Penulangan bagian atas dan *wingwall* Box Culvert

Tulangan akan di pasang sesuai dengan dengan teliti dan di ikat dengan kawat bendrat, jarak antar tulangan harus diperhatikan sesuai gambar rencana.

Setelah penulangan dan bekisting selesai dikerjakan maka pengecoran bagian badan atas dan *wingwall* dapat dikerjakan.

#### 1. Pengecoran bagian badan atas dan sayap box culvert

Proses pengecoran bagian ini sama dengan proses pengecoran bagian badan atas *box culvert* menggunakan alat yang sama yaitu *concrete cump truck* dan *self-loading concrete mixer* sebagai alat untuk mencampur adukan agregat beton. Dengan kekuatan beton rencana yaitu

$f_c'30$  Mpa. Kebersihan pada saat pengecoran juga harus selalu di teliti. Proses selanjutnya adalah pembongkaran bekisting. Pembongkaran bekisting ini dapat dilakukan jika umur beton rencana sudah memenuhi. Selanjutnya pembongkaran bekisting, pembongkaran bekisting dapat dilakukan jika umur beton sudah mencapai 28 hari.

## PENUTUP

### Kesimpulan

Dengan melihat hasil analisis dalam bentuk tabel, maka dapat ditarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis, maka step-step yang mempengaruhi proses pelaksanaan bagian bawah jembatan Lalow dibagi menjadi 2 yaitu:

#### 1. Proses pemancangan

Step-step proses pekerjaan tiang pancang pada jembatan adalah sebagai berikut:

- 1) Penyelidikan tanah
- 2) Pembersihan lahan
- 3) Penentuan titik-titik yang akan dipancang
- 4) Mobilisasi tiang pancang
- 5) Penurunan tiang pancang
- 6) Pembongkaran beton
- 7) pemancangan

#### 2. Proses pengerjaan bagian *box culvert*

Step-step proses pekerjaan *Box culvert* pada jembatan adalah sebagai berikut:

- 1) Penggalian elevasi rencana
- 2) Pembersihan lahan
- 3) Pekerjaan lapis dasar
- 4) Pekerjaan lantai kerja
- 5) Pekerjaan pile head cutting dan penambahan tulangan spiral
- 6) Pekerjaan Box Culvert

### Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan dapat diberikan saran yang diharapkan berguna untuk diterapkan yaitu:

1. Pada saat memindahkan tiang pancang pada proses penurunan maupun pemindahan ke titik pemancangan sebaiknya menggunakan metode pengangkatan tiang pancang dengan dua tumpuan dengan menggunakan crane.
2. Sebaiknya dalam pekerjaan pengecoran *Box Culvert*, agregat campuran beton dapat ditambahkan zat *additive* agar umur beton dapat dipercepat dan tidak perlu menunggu selama 28 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*. Jakarta.
- Bowles, J. E., 1991. *Analisa dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid I*, Erlangga, Jakarta.
- Bowles, J. E., 1991. *Analisa dan Desain Pondasi, Edisi keempat Jilid II*, Erlangga, Jakarta.
- Dipohusodo, Istimawan., 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi*, Yogyakarta
- Direktorat Bina Program Jalan, *Standar gorong-gorong persegi beton bertulang (Box Culvert) Tipe Double*, Direktorat Jenderal Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Mawira, M. K., Mangare, J. B., Tjakra, J., 2019. *Metode Kerja Pemasangan Tiang Pancang pada Jembatan (Studi Kasus: Jembatan Jambu Sarang Bolaang Mongondow Utara)*. Jurnal Sipil Statik Vol.7 No.6 Juni 2019 (689-702) ISSN: 2337-6732 Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Sardjono, H. S., 1988. *Pondasi Tiang Pancang, Jilid 1*, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.
- Sardjono, H. S., 1988. *Pondasi Tiang Pancang, Jilid 2*, Penerbit Sinar Jaya Wijaya, Surabaya.