

BAB IV
STUDI KASUS
PENGGANTIAN JEMBATAN KERETA API
BH.812 KM 161+601 DI BREBES

IV.1. Deskripsi Proyek

4.1.1. Gambaran Umum Proyek

Proyek yang menjadi studi kasus dalam tugas akhir ini, adalah proyek penggantian jembatan kereta api BH.812 Km 161+601 Lintas Brebes - Cirebon di Brebes. Nama proyek ini adalah Proyek Perbaikan dan Pemeliharaan Sungai Jawa Tengah dan Peninggian Jembatan KA.BH.812 Km 161+601 Lintas Brebes - Cirebon. Pada pelaksanaannya, proyek tersebut meliputi pembuatan fondasi, peninggian jembatan dan penggantian jembatan lama serta pembuatan 2 bentangan jembatan baru yang menggunakan rangka baja.

a. Kondisi lingkungan.

Kondisi lingkungan di sekitar lokasi proyek merupakan daerah pemukiman dengan kepadatan yang sedang. Di sebelah kanan dan kiri sungai terdapat tanggul yang juga sebagai jalan.

b. Kondisi sungai.

Jembatan kereta api yang dimaksudkan melintasi Kali Pemali. Sungai ini pada waktu musim penghujan tiba mempunyai debit air yang sangat tinggi, sehingga sering meluap menutupi kepala rel, dan arus air

sungai rata-rata adalah sedang. Pada proyek ini dilakukan peninggian jembatan baru 1,65 meter dari kepala rel lama.

c. Kondisi lalu lintas.

Jembatan kereta api ini dipakai untuk lalu lintas kereta api satu jalur dengan kondisi lalu lintas cukup tinggi, karena merupakan jalur "Pantura" (pantai utara P. Jawa) yang sangat padat. Selama proses pengerjaan proyek tersebut perjalanan kereta api tidak dihentikan.

4.1.2. Kondisi Jembatan Lama

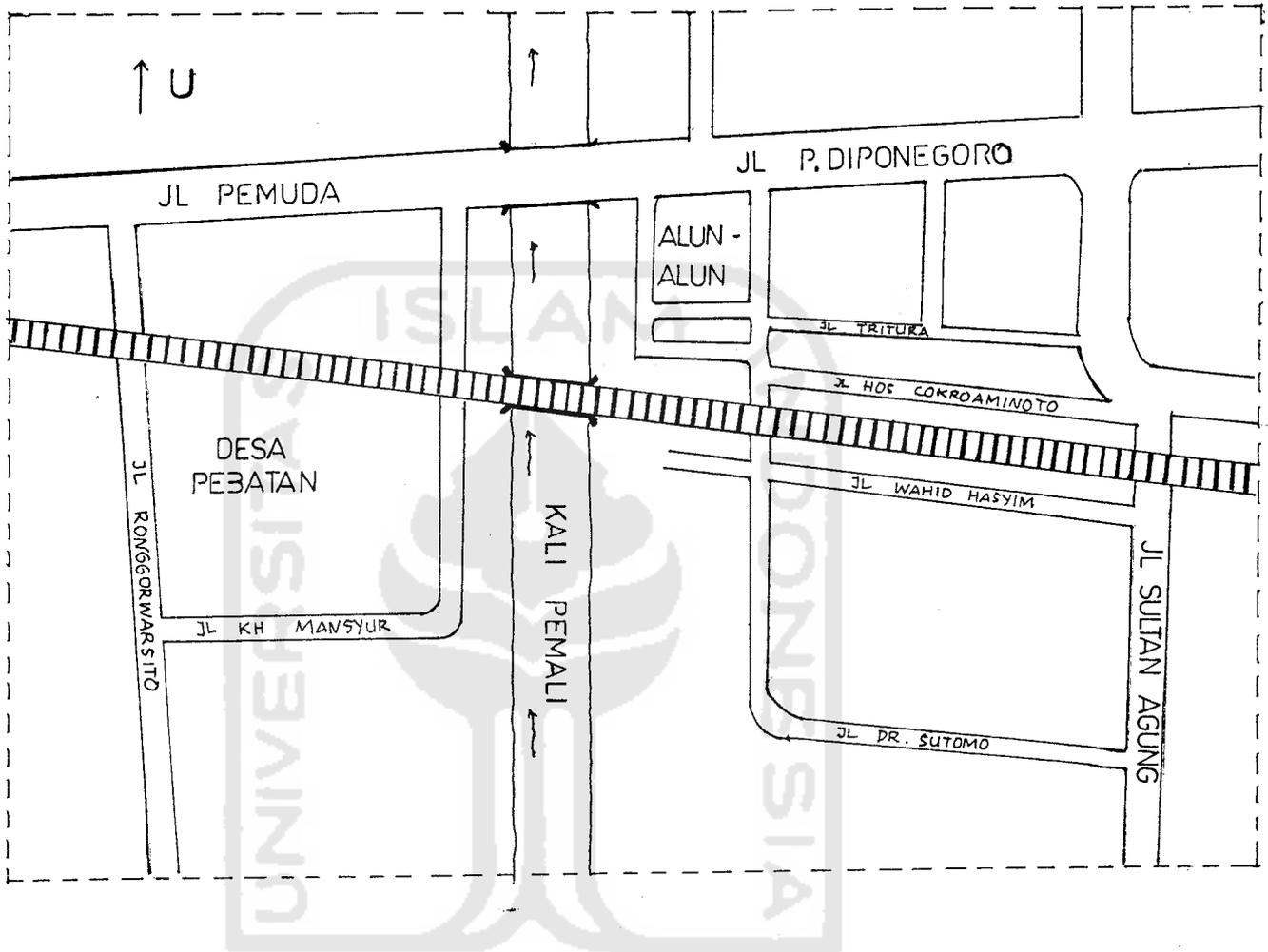
Keadaan fisik jembatan (keadaan fisik rangka-rangka batang jembatan) sudah banyak yang mengalami karatan dan keropos. Data jembatan lama adalah sebagai berikut ini.

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| a. Panjang jembatan | = 50 m. |
| b. Lebar jembatan | = 4,6 m. |
| c. Tinggi jembatan | = 8 m. |
| d. Konstruksi bagian atas | = rangka baja. |
| e. Konstruksi bagian bawah | = abutment pasangan batu. |
| f. Perletakan | = andas baja. |

4.1.3. Data Jembatan Baru

Jembatan baru sungai Pemali mempunyai data sebagai berikut ini.

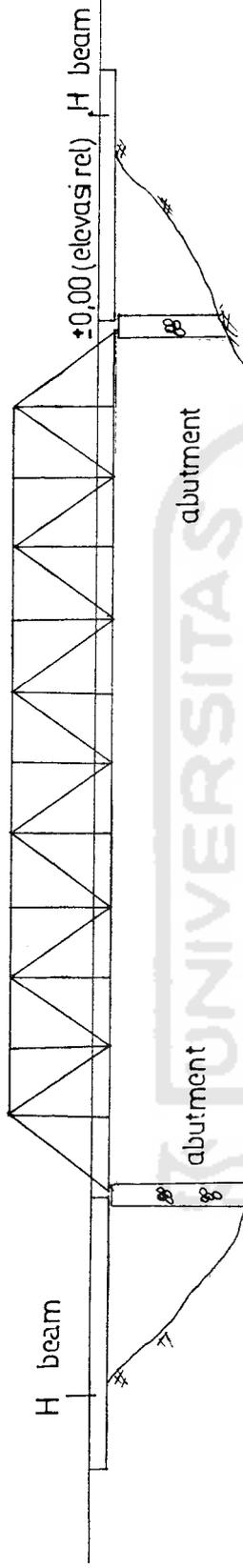
- | | |
|-----------------------|----------------------------|
| a. Bentangan jembatan | = 2 x 35 dan 1 x 50 meter. |
|-----------------------|----------------------------|



GAMBAR 4.1

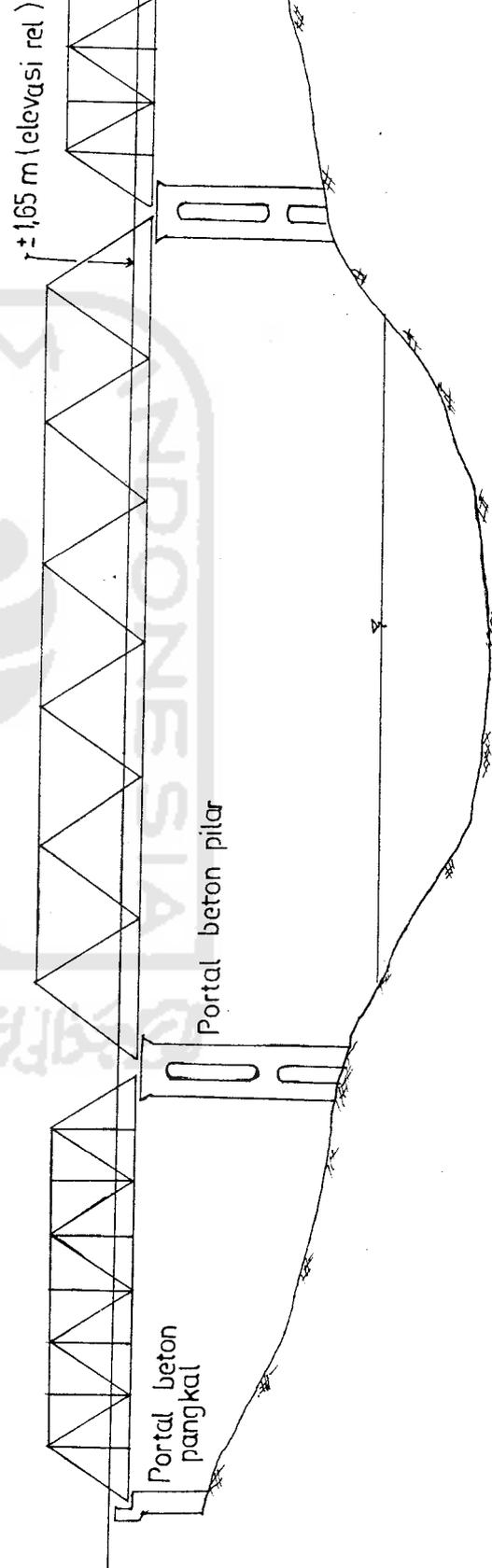
PETA LOKASI

JEMBATAN LAMA



50 m

JEMBATAN BARU



35 m

50 m

35 m

45 m

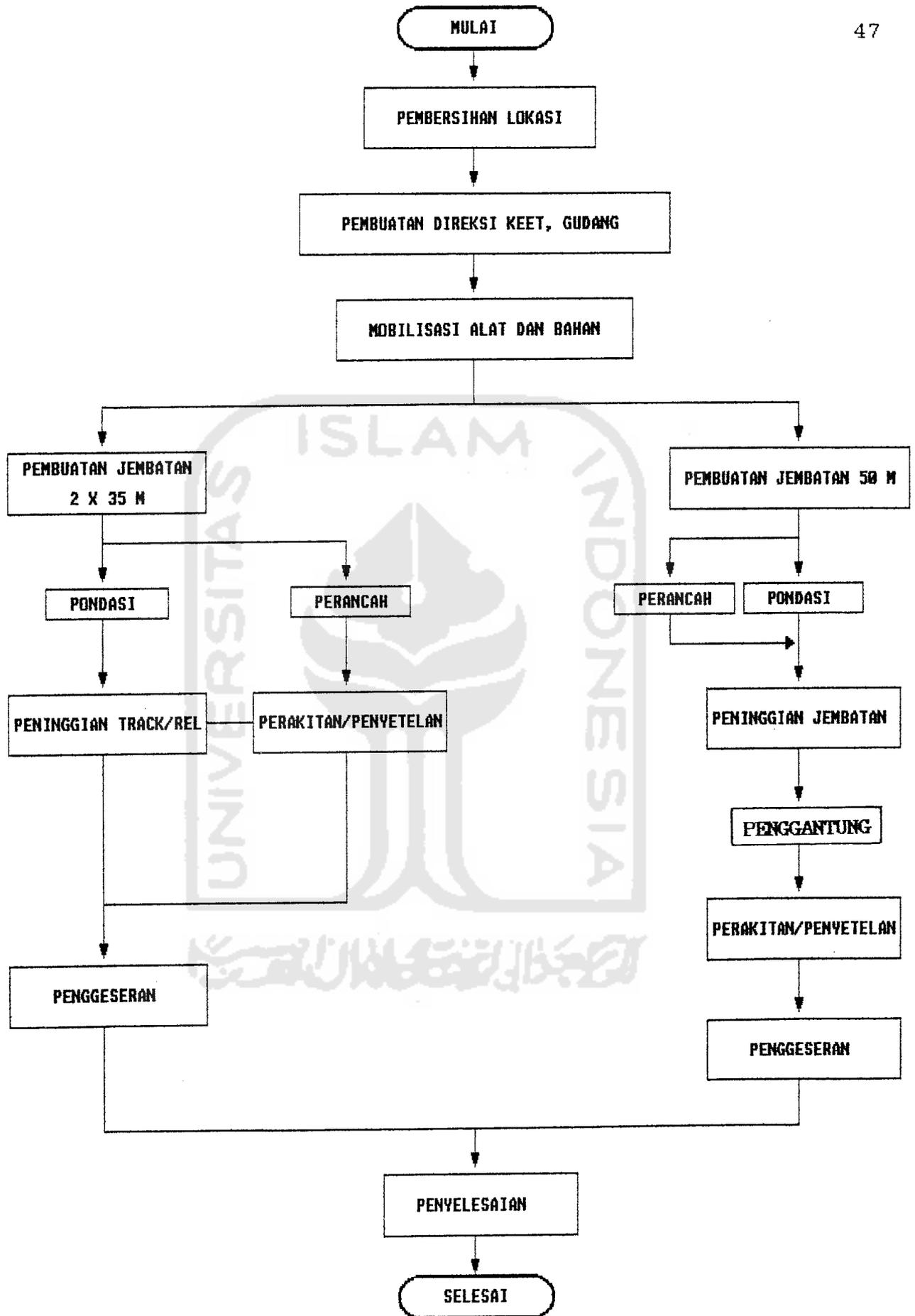
GAMBAR 4.2

- b. Lebar jembatan = 4,6 meter.
- c. Tinggi jembatan = untuk bentang 35 m, tinggi 7 meter. Untuk bentang 50 meter, tinggi 8 meter.
- d. Konstruksi bagian atas = rangka baja type B no. 439 A/NED (bentang 50 meter) dan type B no. 427 F (untuk bentang 35 meter).
- e. Konstruksi bagian bawah = - portal beton,
- fondasi tiang pancang.
- f. Jarak gelagar membujur = 1,1 meter.
- g. Perletakan = Andas baja.

IV.2. Metoda Pelaksanaan

Urutan pelaksanaan pekerjaan proyek ini diuraikan berikut ini.

1. Pendahuluan.
2. Pembuatan jembatan bentangan 2 x 35 meter:
 - a. pembuatan fondasi,
 - b. peninggian rel/"track",
 - c. perakitan jembatan,
 - d. penggeseran jembatan.
3. Pembuatan jembatan bentangan 50 meter:
 - a. pembuatan fondasi,
 - b. peninggian jembatan,
 - c. perakitan jembatan,
 - d. penggeseran jembatan.



Gambar 4.3. Bagan Alir Pelaksanaan Pekerjaan

4. Penyelesaian.

4.2.1. Pekerjaan Pendahuluan

Pekerjaan pendahuluan yang dimaksud adalah pekerjaan-pekerjaan yang pelaksanaannya harus dikerjakan sebelum pekerjaan penggantian jembatan dilakukan, mengingat pekerjaan tersebut merupakan pekerjaan pelengkap atau pendukung bagi kelancaran pekerjaan-pekerjaan berikutnya.

Yang termasuk dalam pekerjaan pendahuluan ini adalah:

- a. pekerjaan pembersihan,
- b. pembuatan direksi keet dan gudang,
- c. pembuatan tempat penimbunan barang,
- d. mobilisasi alat dan bahan.

4.2.2. Pembuatan Jembatan Bentangan 2 x 35 Meter

1. Pekerjaan Fondasi

Pekerjaan fondasi meliputi pemancangan tiang pancang, pembuatan "pile cap" dan pembuatan fondasi pilar dengan beton bertulang (lampiran no. 1, 3 dan 4).

1) Pemancangan Tiang Pancang

Pekerjaan pemancangan mencakup pekerjaan-pekerjaan sebagai berikut ini.

a. "Setting"

Yaitu penentuan letak titik-titik pada lapangan yang merupakan letak tiang akan dipancang.

b. Pemancangan

Pekerjaan pemancangan untuk setiap titik terdiri dari dua tiang pancang. Ujung tiang pancang bentuknya runcing sedangkan bagian atas berbentuk silinder. Panjang satu tiang pancang 12 meter, diameter 60 cm dan berongga dengan ketebalan 10 cm. Karena ada dua tiang tersebut, maka dalam pemancangan dilakukan penyambungan yaitu dengan las listrik.

Pemancangan menggunakan "Diesel Hammer.IDH 45" dan dibantu seorang Pemandu agar tiang pancang dalam keadaan vertikal. Pemancangan memerlukan waktu 15 - 30 menit untuk setiap titik.

2) Pembuatan "Pile Cap"

Pembuatan "pile cap" dilaksanakan setelah dilakukan pemotongan kepala tiang pancang. Setelah tiang pancang dipotong, maka dipasang angker untuk mengikat tiang pancang dengan "pile cap". Angker dipasang atau dimasukkan dalam rongga tiang pancang dengan kedalaman 1 meter. Angker ini menggunakan tulangan sebanyak 9 buah dengan diameter 25 mm. Pada bagian bawah angker diberi plat baja berbentuk piringan, tujuannya untuk menahan adukan beton agar tidak jenuh. Setelah pemasangan angker selesai dilaksanakan pemasangan tulangan "pile cap", "sloof" dan portal.

3) Pengecoran

Setelah semua tulangan selesai dipasang, maka

dilakukan pengecoran. Pengecoran menggunakan beton mutu K225.

2. Peninggian rel/"track"

Sebelum dilaksanakan pekerjaan penggeseran jembatan, elevasi rel/"track" dinaikkan terlebih dahulu yaitu dinaikkan 1,65 meter dari elevasi semula. Pengangkatan rel/"track" dilakukan secara bertahap setiap 20 cm dengan koordinasi pejabat lalu lintas PJKA agar perjalanan kereta api tidak terganggu. Pada bawah rel/"track" yang dinaikkan, dipasang balok-balok bantalan yang tersusun ("stapling"). Pemasangan "stapling" sepanjang 35 meter dan di atasnya dipasang baja profil ("H beam") sebagai jembatan darurat.

Dengan adanya peninggian rel ini, mengakibatkan jalan kereta api sebelum memasuki jembatan kereta api berubah untuk menyesuaikan kemiringan yang disyaratkan yaitu $\leq 5\%$. Untuk ini dilaksanakan penyesuaian elevasi sepanjang 800 meter dari ujung-ujung jembatan.

3. Perakitan Jembatan Bentangan 2 x 35 meter

Jembatan hasil pabrikasi yang dibawa ke lokasi masih dalam bentuk elemen-elemen penyusun bangunan atas jembatan, sehingga diperlukan proses perakitan elemen-elemen penyusun tersebut menjadi suatu struktur bangunan atas yang telah direncanakan. Pada proyek ini, untuk pekerjaan perakitan bangunan atas jembatan bentangan 2 x

35 meter dilaksanakan di sebelah selatan rel, dengan kedudukan kepala-kepala jembatan tepat pada pangkal/pilar. Perakitan menggunakan metoda perancah.

Pekerjaan pemasangan jembatan meliputi bagian-bagian seperti di bawah ini.

1) Dudukan Jembatan

Dudukan jembatan dibuat dari batang kelapa yang dihubungkan dengan rel-rel bekas dan balok-balok bantalan. Balok-balok bantalan disusun sampai mencapai ketinggian yang direncanakan. Permukaan balok harus rata.

2) Penyetelan Suku-suku Jembatan

Penyetelan jembatan dimulai dengan menyetel rusuk keping pertama (yang bagian luar) dan dimulai dengan rusuk tepi bawah. Kemudian penyetelan gelagar melintang dan membujur lalu batang-batang vertikal dan batang diagonal. Penyetelan sementara menggunakan alat bantu baut sebagai pengikat, sebelum digunakan paku keling.

3) Pengelingan

Setelah jembatan sudah distel dan permukaan jembatan sudah rata, kemudian dilakukan pengelingan. Panjang paku sumbat yang digunakan harus lebih panjang 1-1,5 x diameter paku sumbat dan dari tebal pelat yang akan dikeling. Diameter paku sumbat harus lebih kecil dari lubang yang akan dikeling.

Sebelum dikelingkan, paku harus dibakar sampai



memerah sehingga hasil pengelingan kepala paku sumbat sesuai dengan yang diijinkan, kepala kelingan atas dan bawah sentris dan kepala kelingan rapat dengan pelat yang dikeling. Setelah dikeling paku sumbat harus segera diberi lapisan cat dasar untuk mencegah timbulnya karat.

4. Penggeseran Jembatan Bentangan 2 x 35 Meter

Pekerjaan penggeseran jembatan bentangan 35 meter meliputi pekerjaan persiapan dan pelaksanaan penggeseran.

1) Persiapan

Pekerjaan ini diantaranya mengukur elevasi permukaan rel rencana (kepala rel pada jembatan) supaya sesuai tingginya dengan kepala rel jalan kereta api. Pekerjaan selanjutnya yaitu pemasangan plat tambahan ("sleeper plate") pada jembatan baru.

2) Penarikan Rel

Setelah semuanya siap dilakukan pekerjaan pelepasan "tirepon", sepanjang sambungan rel. Setelah semua "tirepon" dilepas maka semua rel ditarik dengan bantuan derek mesin ke arah jembatan lama (masuk jembatan lama).

3) Pembongkaran "Stapling"

Setelah semua rel ditarik ke arah jembatan lama, kemudian dilakukan pembongkaran "stapling". Sedangkan untuk jembatan darurat (profil baja) pembongkarannya

dengan cara digeser melintang arah utara jalan rel.

4) Penggeseran Jembatan

Penggeseran jembatan dilakukan setelah semua balok-balok susun dari jembatan lama sudah dibersihkan dari lokasi atau tempat jembatan baru akan diletakkan. Penggeseran jembatan ini dilakukan secara bersama-sama antara ujung yang satu dengan ujung yang lainnya. Untuk penggeseran ini dibantu dengan alat derek tangan, dan untuk mempermudah jalannya penggeseran pada bagian bawah setiap ujung jembatan diberi "roller" yang berjalan di atas "H beams".

4.2.3. Pembuatan Jembatan Bentangan 50 Meter

1. Pembuatan Fondasi

Urutan pembuatan fondasi pada jembatan bentangan 50 meter adalah sama dengan fondasi pada bentangan 2 x 35 meter.

2. Peninggian Jembatan

Untuk bentangan 50 meter, peninggiannya dilakukan dengan mengeluarkan andas baja dari jembatan lama. Setelah andas baja dikeluarkan maka posisinya digantikan dengan "stapling" bantalan. Untuk mengeluarkan andas baja dari jembatan lama, jembatan tersebut diangkat ke atas pada ujung jembatan secara bergantian. Untuk menyangga jembatan selama peninggian berlangsung digunakan perancah yang terbuat dari batang kelapa.

3. Perakitan Jembatan Bentangan 50 Meter

Perakitan/penyetelan jembatan bentangan 50 meter dilakukan di sebelah selatan jembatan lama, dengan menggunakan metoda gantungan. Pekerjaan penyetelan jembatan diuraikan berikut ini.

- 1) Pemasangan batang-batang penggantung pada batang tepi bawah jembatan lama. Batang-batang penggantung merupakan potongan-potongan rel bekas yang sudah tidak terpakai lagi dan dipasang dalam arah melintang batang tepi bawah jembatan lama. Batang-batang penggantung ini berfungsi sebagai landasan pada saat perakitan bangunan atas jembatan baru.

Pemasangan batang-batang penggantung pada batang tepi bawah jembatan lama dilakukan dengan jalan menggantungkan batang-batang tersebut dengan suatu konstruksi gantungan. Konstruksi gantungan terdiri dari potongan-potongan rel bekas, yang dihubungkan satu sama lainnya sehingga terbentuk suatu konstruksi yang berfungsi untuk menggantungkan batang-batang penggantung pada batang tepi bawah jembatan lama. Konstruksi tersebut harus kuat menahan beban yang dipikulnya selama proses perakitan berlangsung.

- 2) Pembuatan perancah di sebelah jembatan lama.

Perancah dibuat pada pangkal di kedua ujung jembatan, di samping kanan dan kiri jembatan lama. Hal ini berguna untuk persiapan pelaksanaan penyetelan jembatan baru dan juga persiapan untuk penerimaan

jembatan lama setelah penggeseran. Perancah dibuat dari batang-batang pohon kelapa yang dipancangkan ke dalam tanah dengan memakai alat pemancang. Pemancangan dari perancah harus cukup dalam, untuk menahan beban yang ada di atasnya tanpa bergoyang dan harus mampu menahan arus air pada saat banjir. Untuk membuat perancah-perancah tersebut betul-betul kaku, maka dipasang ikatan-ikatan angin yang mengikat batang-batang penyusun perancah tersebut.

Urutan pelaksanaan perakitan jembatan dengan bentangan 50 meter adalah sebagai berikut ini.

- 1) Merakit satu bentang penuh dinding jembatan sebelah luar (dari arah jembatan lama)(lampiran no. 5 dan 6). Penyetelan jembatan dimulai rusuk pokok tepi bawah, rusuk diagonal, kemudian ke rusuk bagian atas. Selama proses perakitan berlangsung, elemen-elemen itu diikatkan dengan jembatan lama agar kedudukan dari batang-batang tersebut tidak berubah. Untuk sementara penyambungan elemen-elemen jembatan ini menggunakan baut. Setelah seluruh elemen dirakit, maka baut akan diganti dengan paku keling.
- 2) Menggeser hasil rakitan ke samping dan diletakkan di atas perancah. Hasil rakitan yang telah selesai di atas, digeser ke samping dan ditempatkan di atas perancah yang telah disiapkan. Setelah rakitan tersebut digeser, maka rakitan itu diikat kembali dengan jembatan lama dengan menggunakan rel-rel

bekas.

- 3) Merakit satu bentang penuh dinding jembatan sebelah dalam. Urutan-urutan kegiatan perakitan sama dengan urutan-urutan kegiatan perakitan dinding jembatan sebelah luar.
- 4) Menggabungkan kedua hasil rakitan tersebut. Penggabungan kedua hasil rakitan tersebut dilakukan dengan memasang gelagar melintang, gelagar membujur serta ikatan angin atas dan bawah. Penggabungan elemen-elemen tersebut juga dengan memakai baut yang sifatnya sementara. Sebelum kegiatan ini dimulai perlu diperiksa lebih dahulu beberapa hal di bawah ini.
 - a. Kedudukan dari kedua dinding jembatan tersebut sesuai dengan lebar jembatan.
 - b. Kedudukan 4 buah titik tumpu ujung jembatan betul-betul sama tinggi (horisontal).
 - c. Kedudukan gelagar melintang tegak lurus sumbu jembatan.

Setelah semua pemeriksaan tersebut selesai, selanjutnya baru dilakukan kegiatan penggabungan dengan memasang gelagar melintang, gelagar membujur, ikatan angin bawah dan ikatan angin atas.

- 5) Mengecat bangunan atas jembatan baru.

Sebelum pengecatan dilakukan, maka bangunan tersebut dibersihkan dari kotoran-kotoran dan karat yang menempel.

- 6) Memasang bantalan pada bangunan atas jembatan baru.
Bantalan dipasang di atas gelagar memanjang kiri dan kanan dalam arah tegak lurus sumbu jembatan. Pemasangan bantalan ke gelagar melintang menggunakan baut.

4. Penggeseran Jembatan Bentangan 50 Meter

Persiapan penggeseran jembatan dengan bentangan 50 meter diuraikan berikut ini.

- 1) Memasang batang-batang penggantung pada jembatan baru.

Batang-batang penggantung dan konstruksi gantungan yang dipakai pada saat perakitan bangunan atas jembatan baru dibongkar, yang selanjutnya dipasang pada batang tepi bawah jembatan baru. Batang-batang penggantung ini akan dipakai untuk menerima beban dari jembatan lama pada saat dibongkar.

- 2) Menyingkirkan semua peralatan yang tidak dipakai lagi pada saat penggeseran.

- 3) Memasang konstruksi geseran.

Dalam memasang konstruksi geseran harus diperhatikan kekuatan dan kedudukan dari konstruksi tersebut harus betul-betul kuat dan kokoh.

Konstruksi geseran terdiri dari komponen-komponen:

- a. potongan-potongan bantalan ("stapling"),
- b. rusuk pemikul,
- c. rel geser,

d. "roller".

Sedangkan urutan pemasangan konstruksi geseran adalah sebagai berikut ini.

a. Memasang bantalan ("stapling") di atas perancah.

Bantalan ("stapling") berfungsi sebagai landasan untuk memasang rusuk-rusuk pemikul geseran serta untuk mendapatkan ketinggian jembatan yang disyaratkan. Penambatan bantalan di atas perancah tersebut menggunakan baut atau "tirepon".

b. Memasang rusuk pemikul di atas bantalan.

Rusuk pemikul dapat dibuat dari potongan-potongan rel bekas yang disusun dan ditambatkan pada bantalan dengan menggunakan baut atau "tirepon". Rusuk ini berfungsi sebagai pemikul beban jembatan pada saat penggeseran.

c. Memasang bantalan di atas rusuk pemikul.

Bantalan ini berfungsi sebagai pengikat rusuk pemikul supaya kokoh dan sebagai landasan untuk tempat pemasangan rel geseran.

d. Memasang rel geseran.

Rel geseran berupa baja profil "canal" yang dipasang di atas bantalan. Rel geseran ini berguna untuk tempat jalur/jalan "roller".

e. Memasang "roller".

"Roller" dipasang/dihubungkan pada batang tepi bawah dengan jalan mendongkrak jembatan ke atas untuk mengeluarkan "stapling" yang kemudian

posisinya diganti dengan "roller". Pemasangan "roller" harus tegak lurus dengan jembatan.

4) Memberi skala (pencantuman angka) pada rel geser yang menunjukkan jarak/panjangnya jalan "roller". Hal ini berguna sebagai kontrol pada saat penggeseran.

5) Menghubungkan kabel derek pada jembatan lama dan menggabungkan bangunan atas jembatan lama dengan jembatan baru. Penggabungan ini menggunakan batang-batang rel bekas yang dipasang pada ujung-ujung jembatan.

6) Memeriksa kedudukan derek, "takal" dan kabel.

Pemeriksaan terhadap kedudukan derek, "takal" dan kabel-kabel dimaksudkan untuk mengontrol apakah pemasangannya sudah sempurna atau belum. Untuk pemeriksaan ini dapat dilakukan sebagai berikut ini.

a. Matikan jembatan yang akan digeser terhadap rel geseran sehingga jembatan betul-betul terkunci. Untuk mendapatkan kondisi itu dapat dilakukan dengan menahan jalannya "roller" yaitu memasang balok penahan ("stop block") antara "roller" dengan rel geseran.

b. Putar derek satu demi satu sehingga derek tersebut sama sekali tidak bisa diputar lagi. Periksa kedudukan derek, "takal" serta kabel-kabel apakah ada perubahan atau tidak. Kalau tidak ada perubahan berarti sudah cukup kuat, tetapi kalau ada perubahan maka perlu segera diadakan

perbaikan.

- 7) Tentukan as jembatan baru tempat jembatan tersebut ditempatkan setelah penggeseran.

Pelaksanaan penggeseran Jembatan dapat diuraikan berikut ini.

- 1) Menempatkan satu orang di tengah jembatan untuk memberi komando pada orang yang memutar derek agar penggeseran dilakukan serentak pada kedua ujung jembatan.
- 2) Menempatkan satu orang pada setiap ujung jembatan untuk mengontrol posisi as jembatan ketika jembatan mendekati posisi rencana.
- 3) Jembatan digeser secara perlahan-lahan dengan kecepatan geser yang sama pada kedua ujung jembatan sampai pada posisi yang direncanakan.
- 4) Setelah jembatan baru sudah tepat pada kedudukannya, maka "roller" segera dilepas dan diganti dengan "stapling" bantalan secara bergantian untuk mencegah Bergeraknya jembatan ke arah samping.
- 5) Melepaskan batang-batang yang menggabungkan jembatan lama dengan jembatan baru.

4.2.4. Pekerjaan Penyelesaian

Dengan selesainya proses penggeseran jembatan baru pada asnya dengan sempurna, maka dilanjutkan dengan pekerjaan penyelesaian. Pekerjaan tersebut sebagai berikut ini.

1. Membongkar bangunan atas jembatan lama.

Bangunan atas jembatan lama dibongkar dengan hati-hati sehingga tidak ada elemen yang rusak atau bengkok. Urutan pekerjaan pembongkaran elemen-elemen jembatan tersebut adalah sama dengan urutan kegiatan pemasangan jembatan itu, hanya urutannya dibalik. Untuk melepaskan paku keling dilaksanakan dengan jalan memotong paku keling dengan menggunakan pahat. Paku keling dilepas satu persatu yang diselingi dengan "pas drip" sementara batang dilepas.

2. Membongkar batang-batang penggantung.

Setelah semua elemen-elemen jembatan lama selesai dibongkar, maka batang-batang penggantung yang dipakai untuk menahan beban hasil bongkaran jembatan lama tersebut dilepaskan dari batang tepi bawah jembatan baru dengan jalan membuka konstruksi gantungannya.

3. Transportasi hasil bongkaran jembatan lama dan peralatan.

4. Membongkar perancah-perancah.

Pembongkaran perancah dilakukan setelah pembuatan fondasi pilar selesai dilaksanakan. Untuk sementara perancah-perancah tersebut dipakai selama proses penyelesaian fondasi pilar.

5. Memasang andas baja pada jembatan baru.

Setelah fondasi pilar selesai dilaksanakan pemasangan andas baja. Pemasangan dilaksanakan dengan jalan

mendongkrak ujung-ujung jembatan tersebut secara bergantian untuk mengeluarkan "stapling" bantalan yang kemudian diganti dengan andas baja.

6. Membersihkan lokasi proyek dari prasarana-prasarana yang dipakai selama berlangsungnya proyek.

