

TUGAS AKHIR

PERENCANAAN KURVA S DAN PERHITUNGAN KEMBALI STRUKTUR BALOK, KOLOM DAN METODE PELAKSANAAN PADA BANGUNAN PLAZA RATAHAN

Diajukan Sebagai Persyaratan Untuk Menyelesaikan Studi Pada
Program Studi Diploma IV Konstruksi Bangunan Gedung
Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

Ariyanto Ismail Mobiliu
NIM. 12 012 038



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
POLITEKNIK NEGERI MANADO
JURUSAN TEKNIK SIPIL
2016

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pengendalian Biaya dan Waktu merupakan bagian dari manajemen proyek konstruksi secara keseluruhan. Selain penilaian dari segi kualitas, prestasi suatu proyek dapat pula dinilai dari segi biaya dan waktu. Biaya yang telah dikeluarkan dan waktu yang digunakan dalam menyelesaikan suatu pekerjaan harus diukur secara kontinyu penyimpangannya terhadap rencana. Adanya penyimpangan biaya dan waktu yang signifikan mengindikasikan pengelolaan proyek yang buruk. Dengan adanya indikator prestasi proyek dari segi biaya dan waktu ini memungkinkan tindakan pencegahan agar proyek berjalan sesuai dengan rencana. (Nurhayati,2010)

Suatu bangunan gedung beton bertulang yang berlantai banyak sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*strenght*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*), dan umur rencana bangunan (*durability*) (Hartono, 1999).

Beban-beban yang bekerja pada struktur seperti beban mati, beban hidup, beban gempa, dan beban angin menjadi bahan perhitungan awal dalam perencanaan struktur untuk mendapatkan besar dan arah gaya-gaya yang bekerja pada setiap komponen struktur, kemudian dapat dilakukan analisis struktur untuk mengetahui besarnya kapasitas penampang dan tulangan yang dibutuhkan oleh masing-masing struktur (Gideon dan Takim, 1993).

Proyek ini merupakan proyek pemerintah. Pemilik proyek (*owner*), merupakan pihak yang membutuhkan adanya pelaksanaan yang sekaligus juga menyediakan dana untuk membiayai proyek. Dan pihak perusahaan yang memenangkan *tender* yaitu PT. Samerot Tri Putra (pelaksana), selaku konsultan perencana PT. Elsadai Servo Cons, dan CV. Wastu Citra Pratama selaku konsultan pengawas,pada proyek pembangunan Plaza Ratahan ini, jenis pekerjaan yang dilakukan antara lain pekerjaan struktur bawah dan pekerjaan struktur atas.Secara administrasi lokasi pekerjaan Pembangunan Plaza Ratahan yang merupakan tempat

perbelanjaan yang terbesar di Ratahan. Pada tahun anggaran 2015, dana pekerjaan Pembangunan Plaza Ratahan di kelurahan Tosuraya ini yaitu sebesar sebesar Rp11.503.331.000,00 (Sebelas milyar lima ratus tiga juta tiga ratus tiga puluh satu ribu rupiah) dengan sumber pendanaan dari Anggaran Pendapatan Belanja Daerah.

Pada Proyek Pembangunan Plaza Ratahan di Minahasa Tenggara ini sebagai objek penelitian karena mengalami keterlambatan pada pelaksanaannya dan menganalisa kembali dimensi balok,kolom dan menguraikan metode pelaksanaan.

1.2 Maksud dan Tujuan Penulisan

Adapun maksud dan tujuan dari tugas akhir yaitu :

1. Mendesain biaya dan waktu yang pada proyek.
2. Menghitung kembali dimensi balok dan kolom yang aman pada proyek.
3. Menghitung kembali tulangan pada balok dan kolom.
4. Menguraikan metode pelaksanaan yang digunakan di proyek.

1.3 Pembatasan Masalah

Pada penyusunan tugas akhir ini, terdapat beberapa pembatasan masalah yang digunakan sebagai ruang lingkup pembahasan, diantaranya :

1. Perencanaan biaya,waktu dan kurva s.
2. Perhitungan kembali kekuatan dimensi balok,kolom dan tulangan dengan menggunakan *software* SAP 2000 v14.
3. Menguraikan metode pelaksanaan yang digunakan dilapangan pada proyek.

1.4 Metodologi Penelitian

Metode yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini antara lain :

1. Studi lapangan
Dengan cara mengumpulkan data-data pada lokasi.
2. Studi literatur
Dengan cara mengumpulkan data dari buku-buku literature yang terkait.
3. Konsultasi langsung dengan dosen pembimbing serta pihak-pihak terkait dengan penyusunan tugas akhir.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan tugas akhir “ Analisa Kurva S, Perencanaan Struktur Balok, Kolom dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Bangunan Plaza Ratahan ” adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan mengenai latar belakang, tujuan dan manfaat penulisan, pembatasan masalah serta sistematika penulisan yang digunakan.

BAB II DASAR TEORI

Pada bab ini diuraikan mengenai kajian pustaka mengenai topik pembahasan tugas akhir seperti kurva S,waktu dan biaya,kekuatan struktur serta SAP 2000 v 14 dan metode pelaksanaan.

BAB III PEMBAHASAN

Pada bab ini membahas tentang kurva S, hasil perhitungan dan metode pelaksanaan.

BAB IV PENUTUP

Pada bab ini berisi kesimpulan dan rekomendasi dari hasil penulisan tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Manajemen

Dalam keteknik sipil dikenal istilah manajemen proyek atau manajemen konstruksi. Secara etimologi, manajemen berarti proses perencanaan, perorganisasian, pelaksanaan dan pengawasan dan berarti rangkaian kegiatan khusus dengan target output tertentu. Proyek konstruksi adalah suatu upaya untuk mencapai suatu hasil dalam bentuk infrastruktur. Proyek konstruksi memiliki karakteristik yang tidak berulang, sehingga proses yang terjadi pada suatu proyek tidak akan berulang pada proyek lainnya (Ervianto, 2004). Sehingga secara harfiah, manajemen konstruksi adalah penerapan fungsi-fungsi manajemen (perencanaan, perorganisasian, pengarahan pengkoordinasian dan pengawasan) secara sistematis pada suatu proyek agar tercapai tujuan proyek secara optimal (Utomo, 2002).

2.2 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan merupakan tahapan menerjemahkan suatu perencanaan ke dalam suatu diagram-diagram yang sesuai dengan skala waktu. Penjadwalan menentukan kapan kegiatan-kegiatan akan dimulai, ditunda, dan diselesaikan, sehingga pengendalian sumber-sumber daya akan disesuaikan waktunya menurut kebutuhan yang ditentukan. Dalam proyek, penjadwalan sangat penting dalam memproyeksikan keperluan tenaga kerja, material, dan peralatan. Menjadwalkan adalah berpikir secara mendalam melalui berbagai persoalan-persoalan, menguji jalur-jalur yang logis, serta menyusun berbagai macam tugas, yang menghasilkan suatu kegiatan lengkap, dan menuliskan bermacam-macam kegiatan dalam kerangka yang logis dan rangkaian waktu yang tepat. (Luthan & Syafriandi, 2006)

Adapun tujuan penjadwalan adalah sebagai berikut :

- Mempermudah perumusan masalah proyek.
- Menentukan metode atau cara yang sesuai.
- Kelancaran kegiatan lebih terorganisir.

2.3 Pengendalian Proyek

Pengendalian menurut R. J. Mockler sebagaimana dikutip Soeharto (1999: 228) adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar menganalisa kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran. Proses pengendalian berjalan sepanjang daur hidup proyek guna mewujudkan performa yang baik di dalam setiap tahap. Perencanaan dibuat sebagai bahan acuan bagi pelaksanaan pekerjaan. Bahan acuan tersebut selanjutnya akan menjadi standar pelaksanaan pada proyek yang bersangkutan, meliputi spesifikasi teknik, jadwal, dan anggaran. Maka untuk dapat melakukan pengendalian perlu adanya perencanaan.

Dalam pengendalian proyek dikenal beberapa alat untuk mengendalikan pelaksanaan pekerjaan konstruksi, diantaranya adalah:

Kurva S

Kurva S adalah gambaran yang menjelaskan tentang seluruh jenis pekerjaan, volume pekerjaan dalam satuan waktu dan ordinatnya adalah jumlah presentase (%) kegiatan pada garis waktu.

Pengendalian Waktu Proyek

Lamanya waktu penyelesaian proyek berpengaruh besar dengan pertambahan biaya proyek secara keseluruhan. Maka dari itu dibutuhkan laporan progress harian/ mingguan/ bulanan untuk melaporkan hasil pekerjaan dan waktu penyelesaian untuk setiap item pekerjaan proyek. Dan dibandingkan dengan waktu penyelesaian rencana agar waktu penyelesaian dapat terkontrol setiap periodenya (Asiyanto (2005).

Pengendalian Biaya Proyek

Biaya-biaya konstruksi proyek perlu dikelompokkan agar dalam analisa perhitungan ***earned value***. Menurut Asiyanto (2005), Biaya konstruksi memiliki unsur utama dan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam kegiatan pengendalian. Unsur utama dari biaya konstruksi adalah biaya material, biaya upah dan biaya alat.

2.4 Analisa Keterlambatan Dalam Pelaksanaan Proyek

Membuat jadwal pelaksanaan pekerjaan adalah inti dalam membuat rencana dan pelaksanaan pekerjaan. Oleh sebab itu setiap manajer lapangan/manajer proyek bahkan setiap tenaga teknis dianjurkan untuk menguasai pembuatan jadwal pelaksanaan pekerjaan. Kunci pokok dalam hal ini adalah saat membuat kurva “S” karena melalui kurva “S” ini kegiatan dipantau setiap saat (Sumber: Trisnowardono, 2002). Pemakaian diagram kurva menitikberatkan pada analisa kemajuan proyek secara keseluruhan, dari segi waktu, biaya, dan prestasi kerja. Kurva S Diambil contoh waktu *bar chart* pada pekerjaan jalan. Untuk dapat menghitung progress kita perlu mengetahui biaya yang diperlukan tiap kegiatan. Kemudian prosentase setiap kegiatan dihitung dengan cara membagi harga tiap kegiatan dengan jumlah total. Misalnya untuk kegiatan pembuatan direksi keet. Total biaya Konstruksi

Harga Kegiatan = $1946 \div 1000 = 0,51387 \%$ dibulatkan 0,514 %

Jadi prosentase untuk pekerjaan tersebut 0,514 ditulis (0,514) dibelakang bar chart. Nilai tersebut dibagi dengan jumlah minggu, maka kita dapat mengetahui kegiatan dalam minggu. Prosentase tersebut tiap minggu dijumlahkan. Kemudian progress rencana tiap mingguan dapat diketahui yaitu jumlah komulatif dari prosentase mingguan diatas. Jika panjang kolom dari gambar bar chart dibagi 100 (0% sampai dengan 100%) maka kita akan melakukan plotting untuk setiap minggu progress untuk dapat menggambarkan kurva ‘S’ (Sumber: Trisnowardono, 2002).

2.5 Manajemen Biaya

Menurut Mulyana (2009) Manajemen biaya merupakan suatu sistem yang didesain untuk menyediakan informasi baik bersifat keuangan (pendapatan dan biaya) maupun non keuangan (kualitas dan produktivitas) bagi manajemen untuk identifikasi peluang-peluang penyempurnaan, perencanaan strategik dan pembuatan keputusan operasional mengenai pengadaan dan penggunaan sumber-sumber yang diperlukan oleh organisasi. Manajemen biaya juga merupakan suatu sistem yang terintegrasi yang menunjukkan adanya hubungan dengan sistem lainnya seperti sistem desain dari pengembangan, sistem pembelian dan produksi, sistem pelayanan konsumen serta sistem pemasaran dan distribusi.

Manfaat manajemen biaya bagi manajemen, yaitu:

1. Perencanaan dan pengendalian
2. Membantu manajemen dalam meningkatkan ketertelusuran biaya
3. Membantu manajemen dalam mengoptimalkan kinerja daur hidup secara total
4. Membantu manajemen dalam pembuatan keputusan
5. Membantu manajemen dalam proses manajemen investasi
6. Membantu manajemen dalam mengintegrasikan kriteria pengukuran kinerja non keuangan ke dalam kinerja keuangan agar terjamin konsistensinya
7. Membantu manajemen dalam mengorganisasi berbagai tingkat otomasi.

Perkiraan biaya adalah memperkirakan kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia (Soeharto, 1999). Perkiraan biaya memegang peranan penting dalam penyelenggaraan proyek. Pada taraf pertama dipergunakan untuk mengetahui berapa besar biaya yang diperlukan untuk membangun proyek. Selanjutnya, perkiraan biaya memiliki fungsi dengan spektrum yang amat luas yaitu merencanakan dan mengendalikan sumber daya seperti material, tenaga kerja, pelayanan, maupun waktu. Meskipun kegunaanya sama, namun penekanannya berbeda-beda untuk masing-masing organisasi peserta proyek. Bagi pemilik, angka yang menunjukkan jumlah perkiraan biaya akan menjadi salah satu patokan untuk menentukan kelayakan investasi. Bagi kontraktor, keuntungan finansial yang akan diperoleh tergantung pada seberapa jauh kecakapan membuat perkiraan biaya. Bila penawaran harga

yang diajukan di dalam proses lelang terlalu tinggi, kemungkinan besar kontraktor yang bersangkutan akan mengalami kekalahan. Sebaiknya bila memenangkan lelang dengan harga terlalu rendah, kontraktor akan mengalami kesulitan di kemudian hari. Sedangkan bagi konsultan, angka tersebut diajukan kepada pemilik sebagai usulan jumlah biaya terbaik untuk berbagai kegunaan sesuai perkembangan proyek.

Seluruh urutan kegiatan proyek perlu memiliki standar kinerja biaya proyek yang dibuat dengan akurat dengan cara membuat format perencanaan seperti dibawah ini.

1. Kurva S, selain dapat mengetahui progres waktu proyek, kurva S berguna juga untuk mengendalikan kinerja biaya, hal ini ditunjukkan dari bobot pengeluaran kumulatif masing-masing kegiatan yang dapat dikontrol dengan membandingkannya dengan *baseline* periode tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek.
2. Diagram *Cash Flow*, diagram yang menunjukkan rencana aliran pengeluaran dan pemasukan biaya selama proyek berlangsung. Diagram ini diharapkan dapat mengendalikan keseluruhan biaya proyek secara detail sehingga tidak mengganggu keseimbangan kas proyek.
3. Kurva *Earned Value* yang menyatakan nilai uang yang telah dikeluarkan pada *baseline* tertentu sesuai dengan kemajuan aktual proyek. Bila ada indikasi biaya yang dikeluarkan melebihi rencana, maka biaya itu dikoreksi dengan melakukan penjadwalan ulang dan meramalkan seberapa besar biaya yang harus dikeluarkan sampai akhir proyek karena penyimpangan tersebut.
4. *Balance Sheet*, yang menyatakan besarnya aktiva dan pasiva keuangan perusahaan selama periode satu tahun dengan keseluruhan proyek yang telah dikerjakan beserta aset-aset yang dimiliki perusahaan.

(Sumber: Husen, 2011)

Keempat hal tersebut dibuat dalam laporan periodik dengan maksud agar dari waktu ke waktu dapat dievaluasi serta dikendalikan dan menjadi rujukan dalam membuat keputusan terkait dengan tindakan koreksi bila terjadi penyimpangan.

2.6 Rencana Anggaran Biaya

Rencana anggaran biaya adalah biaya suatu bangunan atau biaya proyek, sedangkan rencana anggaran biaya material adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan material yang digunakan pada bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya material pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan. Biaya (anggaran) adalah jumlah dari masing-masing hasil perkiraan volume dengan harga satuan pekerjaan yang bersangkutan (Aiman, 2014). Secara umum dapat disimpulkan sebagai berikut :

$$\text{RAB} = \Sigma (\text{Volume}) \times \text{Harga Satuan Pekerjaan}$$

Rencana anggaran biaya suatu bangunan atau proyek adalah perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan untuk bahan dan upah serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut (Ibrahim, 2007). Pada dasarnya anggaran biaya ini merupakan bagian terpenting dalam menyelenggarakan pembuatan bangunan itu. Membuat anggaran biaya berarti menaksir atau memperkirakan harga dari suatu barang, bangunan atau benda.

Dalam menyusun anggaran biaya dalam penelitian ini dilakukan dengan cara anggaran biaya teliti. Anggaran biaya teliti ialah bangunan atau proyek yang dihitung dengan teliti dan cermat, sesuai dengan ketentuan dan syarat-syarat penyusunan anggaran biaya.

Perhitungan anggaran biaya biasanya terdiri dari 5 hal pokok, yaitu :

- a. Menghitung banyaknya bahan yang dipakai dan harganya
- b. Menghitung jam kerja buruh (jumlah dan harga) yang diperlukan
- c. Menghitung jenis dan banyaknya peralatan
- d. Menghitung biaya-biaya yang tidak terduga perlu diadakan
- e. Menghitung prosentase keuntungan, waktu, tempat dan jenis pekerjaan

2.7 Metode Perencanaan dan Persyaratan

Peraturan dan Standar Perencanaan Struktur Beton Bertulang :

Peraturan dan standar persyaratan struktur bangunan pada hakekatnya ditujukan untuk kesejahteraan umat manusia, untuk mencegah korban manusia. Oleh karena itu, peraturan struktur bangunan harus menetapkan syarat minimum yang berhubungan dengan segi keamanan. Dengan demikian perlu disadari bahwa suatu peraturan bangunan bukanlah hanya diperlukan sebagai petunjuk praktis yang disarankan untuk dilaksanakan, bukan hanya merupakan buku pegangan pelaksanaan, bukan pula dimaksudkan untuk menggantikan pengetahuan, pertimbangan teknik, serta pengalaman-pengalaman di masa lalu. Suatu peraturan bangunan tidak membebaskan tanggung jawab pihak perencana untuk menghasilkan struktur bangunan yang ekonomis dan yang lebih penting, adalah keamanan.

Di Indonesia, peraturan atau pedoman standar yang mengatur perencanaan dan pelaksanaan bangunan beton bertulang telah beberapa kali mengalami perubahan dan pembaharuan, sejak Peraturan Beton Indonesia 1955 (PBI 1955) kemudian PBI 1971, kemudian Standar Tata Cara Penghitungan Struktur Beton SK SNI T-15-1991-03, dan diperbaharui dengan Standar Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung SK-SNI-03-2487-2002. Pembaharuan tersebut tiada lain ditujukan untuk memenuhi kebutuhan dalam upaya mengimbangi pesatnya laju perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi khususnya yang berhubungan dengan beton ataupun beton bertulang(Wiryanto Dewobroto , 2005).

2.8 Struktur Kolom Beton

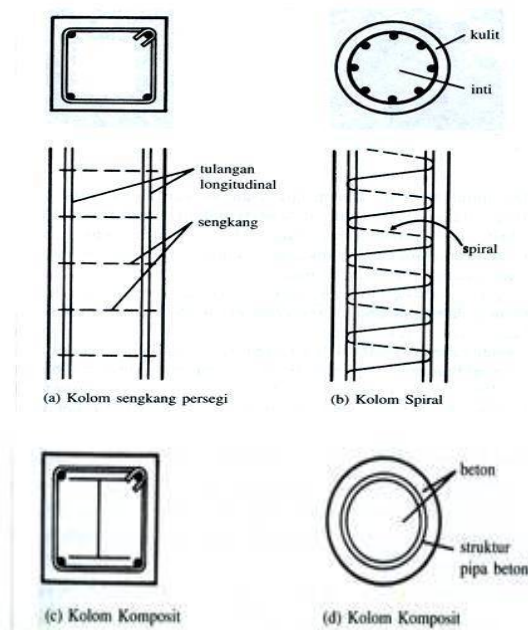
Kolom adalah komponen struktur vertical yang menerima dan menyalurkan gaya tekan axial bersamaan atau tidak dengan gaya momen. Dikarenakan resiko keruntuhan kolom lebih berbahaya dibandingkan struktur lantai, baik pelat atau balok, karena kolom lebih banyak memikul bagian struktur dibanding balok sehingga bila kolom runtuh akan lebih banyak bagian dari bangunan yang hancur dibanding bila balok yang runtuh. Oleh

karena itu dalam mendesain kolom harus mengandung dasar filosofi perencanaan kolom yaitu "strong column weak beam" (Ir. Muhammad Amilulla MT).

2.9 Jenis Kolom

Kolom dari karakteristik/sifat-sifat property, pembebanan dan lainnya dapat dikategorikan sebagai berikut :

- **Kolom tekan pendek**, seperti pedestal, umumnya beban aksial yang besar dan momen yang kecil atau diabaikan, kolom tipe ini bias didesain tanpa tulangan walaupun penulangan hanya tulangan minimum.
- **Kolom pendek**, struktur yang kokoh dengan fleksibilitas yang kecil.
- **Kolom langsing/panjang**, dengan bertambahnya rasio kelangsingan, deformasi lentur bertambah. Apabila kolom langsing menerima momen, sumbu kolom akan berdefleksi secara lateral, akibat akan ada beban tambahan yaitu beban kolom dikalikan defleksi lateral, hal ini disebut momen sakunder, atau momen $P\Delta$.
- **Kolom sengkang spiral**, kolom dengan tulangan sengkang melingkar.
- **Kolom komposit**, kolom yang diberi tulangan longitudinal dengan profil baja struktur.



Gambar 2.1 Jenis kolom

2.10 Perilaku Kolom Sengkang Persegi Dan Spiral

Tulangan sengkang pada kolom berfungsi mencegah tulangan longitudinal menekuk keluar dan menahan ekspansi lateral beton inti akibat menerima beban aksial(Ir.Muhammad Amilulla MT).

Pada kolom sengkang persegi, tulangan sengkang mempunyai jarak tertentu yang berarti juga yang berarti juga merupakan jarak sokongan tulangan longitudinal, apabila kolom persegi diberi beban aksial sampai runtuh, mula-mula beton pembungkus (beton diluar tulangan sengkang) akan pecah dan setelah itu tulangan longitudinal akan menekuk keluar karena beton pembungkus yang berfungsi sebagai sokongan lateral sudah hancur, tulangan sengkang juga akan bengkok keluar karena beton mengalami ekspansi keluar akibat beban aksial, yang pada akhirnya akan menyebabkan kolom runtuh, kejadian ini seringkali terjadi tiba-tiba pada struktur kolom persegi(Ir.Muhammad Amilulla MT).

2.11 Faktor Keamanan Untuk Kolom

Nilai faktor keamanan ϕ untuk mendesain kolom jauh lebih kecil disbanding nilai factor keamanan untuk balok lentur dan geser, dimana untuk balok adalah 0,9 untuk lentur dan 0,85 untuk geser, sedangkan factor keamanan untuk kolom sengkang persegi adalah 0,70 dan kolom sengkang spiral adalah 0,75.

Perbedaan nilai factor keamanan ini, intinya adalah kehancuran kolom lebih berbahaya terhadap bangunan disbanding kehancuran balok dan juga kuat tekan beton pada saat uji kuat tekan laboratorium sangat mungkin berbeda dengan actual konstruksi(Ir.Muhammad Amilulla MT).

2.12 Persyaratan Peraturan Untuk Kolom

- Persentasi tulangan minimum longitudinal tidak boleh kurang dari 1% dari luas bruto penampang kolom.
- Persentasi tulangan maksimum longitudinal tidak boleh melebihi 8% dari luas bruto penampang kolom.

- Jumlah minimum tulangan longitudinal yang diizinkan untuk batang tekan adalah 4 untuk kolom sengkang persegi, 3 untuk sengkang segitiga dan 6 untuk tulangan sengkang spiral.
- Jarak sengkang spiral kolom tidak boleh kurang dari 1 inch dan tidak boleh melebihi dari 3 inch. Apabila sambungan harus di las, atau dengan lapping tulangan dengan kawat sepanjang 48 kali diameter sengkang atau 12 inch.

2.13 Tinggi Balok

SNI beton 2002 menyajikan tinggi minimum balok sbb,

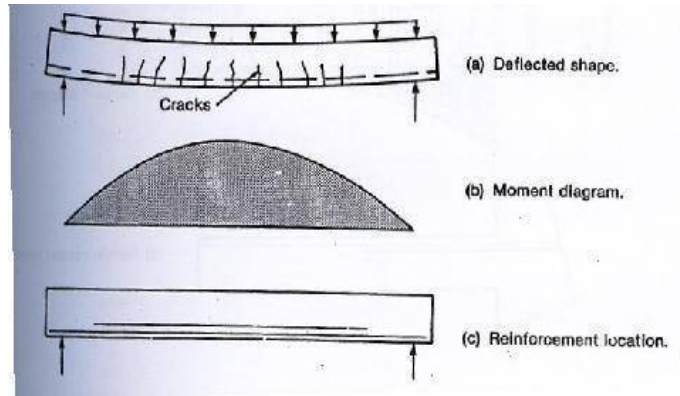
- Balok di atas dua tumpuan : $h_{min} = L/16$.
- Balok dengan satu ujung menerus : $h_{min} = L/18, 5$.
- Balok dengan kedua ujung menerus : $h_{min} = L/21$.
- Balok kantilever : $h_{min} = L/8$.

L = panjang bentang dari tumpuan ke tumpuan.

Jika nilai tinggi minimum ini dipenuhi pengecekan lendutan tidak perlu dilakukan (Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS).

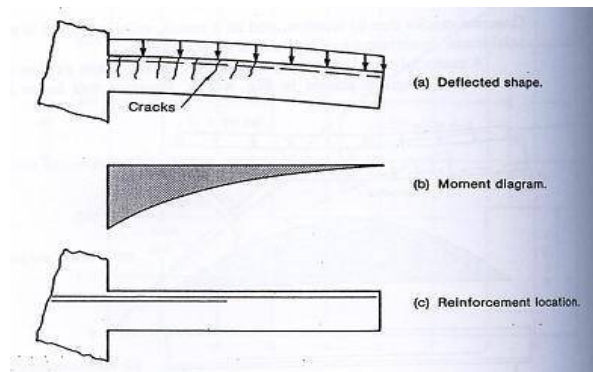
2.14 Lokasi Tulangan

Tulangan dipasang di bagian struktur yang membutuhkan, yakni pada lokasi dimana beton tidak sanggup melakukan perlawanan akibat beban, yakni di daerah tarik (ingat beton lemah menerima tarik). Sehingga untuk balok sederhana di atas dua tumpuan, maka dibutuhkan tulangan di bagian bawah struktur, atau pada serat yang tertarik.



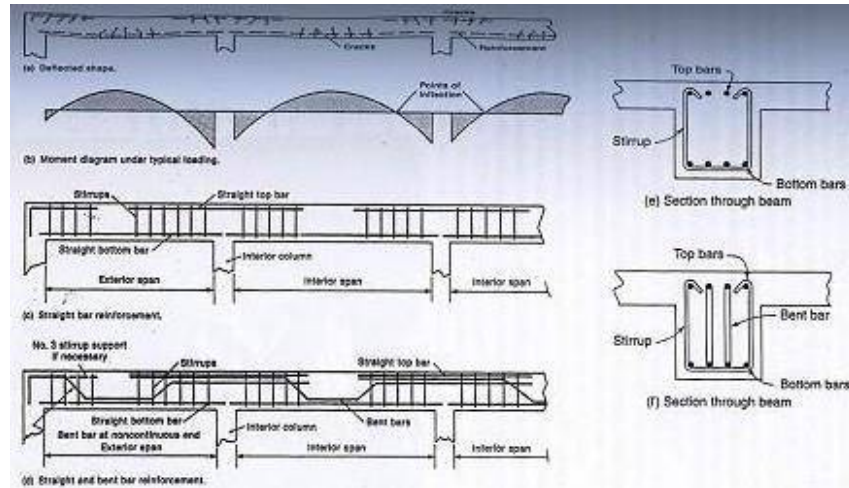
Gambar 2.2 Balok di Atas dua Tumpuan

Sedangkan untuk balok kantilever pada gambar III.2 dibutuhkan tulangan pada bagian atas, karena serat yang tertarik ada di bagian atas.



Gambar 2.3 Balok Kantilever

Untuk balok menerus di atas beberapa tumpuan seperti pada Gambar 2.4, maka di daerah lapangan dibutuhkan tulangan di bagian bawah, sedangkan di daerah tumpuan dibutuhkan tulangan utama di bagian atas balok (Dr. Ir. Resmi Bestari Muin, MS).

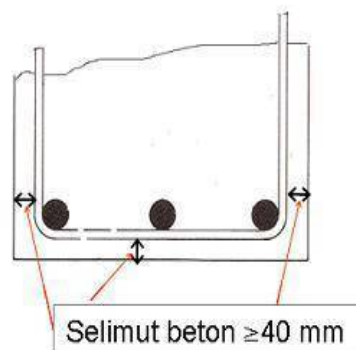


Gambar 2.4 Balok Menerus

2.15 Selimut Beton dan Jarak Tulangan

Selimut beton adalah bagian beton terkecil yang melindungi tulangan. Selimut beton ini diperlukan untuk :

- Memberikan daya lekat tulangan ke beton.
- Melindungi tulangan dari korosi.
- Melindungi tulangan dari panas tinggi jika terjadi kebakaran. (Panas tinggi dapat menyebabkan menurun/hilangnya kekuatan baja tulangan).



Gambar 2.5 Selimut Beton

2.16 Aplikasi Menggunakan SAP 2000

Analisa struktur pada perencanaan struktur gedung ini dilakukan dengan menggunakan program SAP 2000 yang merupakan salah satu program analisis struktur yang telah dikenal luas dalam dunia teknik sipil dan juga merupakan program versi terakhir yang paling lengkap dari seri-seri program analisis struktur SAP. Program SAP 2000 ini merupakan perangkat lunak untuk analisis dan desain struktur ini menggunakan operasi windows (Haryanto, 2001).

Graphis user interface dari SAP 2000 digunakan untuk merancang, menganalisa, mendesain, dan menampilkan geometri struktur, property dan hasil analisis. Prosedur dari analisis ini dapat dibagi ke dalam 3 (tiga) bagian, yaitu : (Haryanto, 2001)

1. *Preprocessing* (Pra Proses).
2. *Solving* (Penyelesaian).
3. *Post Processing* (Pasca Proses).

2.17 ANALISA PENAMPANG

Analisa penampang yang dilakukan pada perencanaan struktur gedung ini meliputi analisa balok, kolom, plat, dan tangga yang mengacu pada Standar Tata Cara Penghitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SK-SNI T-15-03-1991), dan didasarkan pada hasil dari analisa struktur yang telah dilakukan sebelumnya dengan menggunakan program SAP2000.

2.18 BALOK

Balok merupakan komponen struktur yang berfungsi untuk meratakan beban plat atau dinding dan sebagai pengikat antar kolom. Seluruh beban yang diterima balok akan dilimpahkan ke kolom dan selanjutnya ke pondasi bangunan.

Penampang balok yang digunakan pada struktur gedung ini adalah balok persegi (*Rectangular Beam*), dan balok T (*Tee Beam*). Pada balok tersebut, penulangan yang direncanakan, yaitu:

1. Penulangan balok terlentur
2. Penulangan Geser

2.19 Faktor Reduksi Kekuatan untuk Balok

Ketidakpastian kekuatan bahan terhadap pembebanan pada komponen struktur dianggap sebagai faktor reduksi kekuatan, yang nilainya ditentukan menurut pasal 11.3 SNI 03-2847-2002 sebagai berikut :

1. Struktur lentur tanpa beban aksial (balok), faktor reduksi = 0,8
2. Beban aksial dan beban aksial lentur
 - ☐ aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur : 0,8
 - ☐ aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur
1. komponen struktur dengan tulangan spiral atau sengkang ikat : 0,7
2. Komponen struktur dengan tulangan sengkang biasa : 0,65

2.20 Analisis Struktur Beton Bertulang menggunakan SAP 2000 v14

Langkah-langkah analisis struktur beton bertulang menggunakan SAP 2000 v14 adalah:

- a. Mendefinisikan mutu beton dan tulangan. Karena satuan MPa setara dengan Nmm, maka terlebih dahulu satuannya diganti menjadi Nmm, kemudian menginput data ke **Define – Material – CONC - Modify/Show Material**.

Material Property Data

General Data

Material Name and Display Color: CONC

Material Type: Concrete

Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 2.354E-05

Mass per Unit Volume: 2.399E-09

Units: N/mm, G/mm

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 18203.022

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.900E-06

Shear Modulus, G: 7584.5324

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 15

☒ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

☐ Switch To Advanced Property Display

OK Cancel

Material Property Data

General Data
 Material Name and Display Color: REBAR BALOK
 Material Type: Rebar
 Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass
 Weight per Unit Volume: 7.85E-09
 Mass per Unit Volume: 7.849E-09
 Units: N, mm, C

Isotropic Property Data
 Modulus of Elasticity, E: 199947.98
 Poisson's Ratio, U: 0.3
 Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05
 Shear Modulus, G: 76903.07

Other Properties for Rebar Materials
 Minimum Yield Stress, Fy: 360
 Minimum Tensile Stress, Fu: 600
 Expected Yield Stress, Fye: 360
 Expected Tensile Stress, Fue: 600

☐ Switch To Advanced Property Display
 OK Cancel

Material Property Data

General Data
 Material Name and Display Color: SENKANG BALOK
 Material Type: Rebar
 Material Notes: Modify/Show Notes...

Weight and Mass
 Weight per Unit Volume: 7.85E-09
 Mass per Unit Volume: 7.849E-09
 Units: N, mm, C

Isotropic Property Data
 Modulus of Elasticity, E: 199947.98
 Poisson's Ratio, U: 0.3
 Coefficient of Thermal Expansion, A: 1.170E-05
 Shear Modulus, G: 76903.07

Other Properties for Rebar Materials
 Minimum Yield Stress, Fy: 300
 Minimum Tensile Stress, Fu: 450
 Expected Yield Stress, Fye: 300
 Expected Tensile Stress, Fue: 450

☐ Switch To Advanced Property Display
 OK Cancel

TulanganBalok

b. Mendefinisikan penampang : **Define – Section Properties – Frame Sections.**

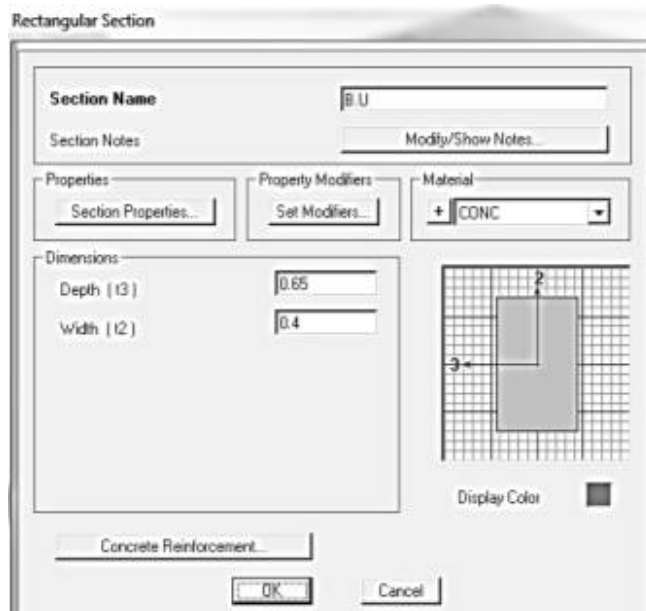
Frame Properties

Properties
 Find this property:
 B.A
 B.U
 BA.ESC
 BU.ESC
 K1
 K2
 K3
 K4
 K5
 K.ESC
 KC
 KR

Click to:
 Import New Property...
 Add New Property...
 Add Copy of Property...
 Modify/Show Property...
 Delete Property

OK Cancel

c. Memodelkan penampang : **Define - Frame Sections - Add Rectangular.**



Rectangular Section

Section Name: BU

Section Notes: Modify/Show Notes...

Properties: Section Properties...

Property Modifiers: Set Modifiers...

Material: + CONC

Dimensions:

Depth (I3): 0.65

Width (I2): 0.4

Concrete Reinforcement...

OK Cancel



Reinforcement Data

Rebar Material:

Longitudinal Bars: + REBAR BALOK

Confinement Bars (Ties): + SENGKANG BALOK

Design Type:

☐ Column (P-M2-M3 Design)

☒ Beam (M3 Design Only)

Concrete Cover to Longitudinal Rebar Center:

Top: 0.04

Bottom: 0.04

Reinforcement Overrides for Ductile Beams:

	Left	Right
Top	0	0
Bottom	0	0

OK Cancel

d. Memasang beban pada model : **Assign - Frame Loads - Distributed**

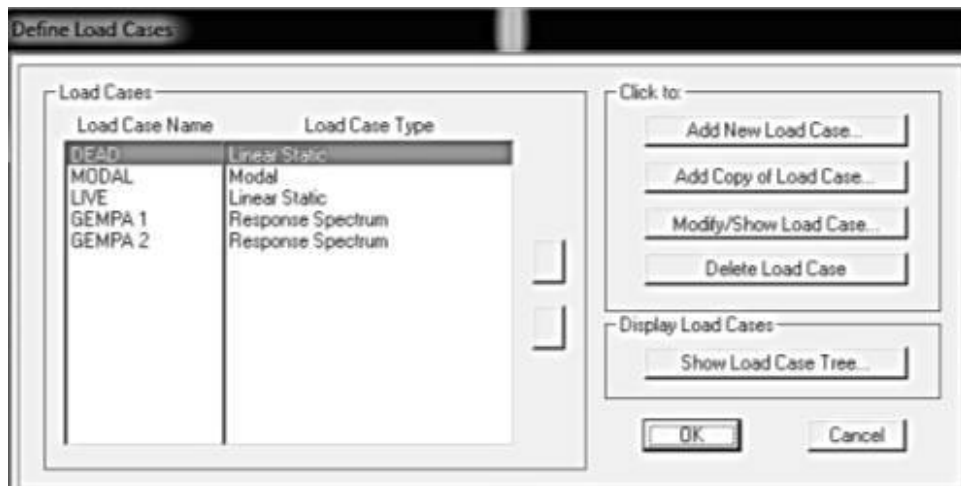
Beban yang dimasukkan dalam bentuk beban terfaktor. Sedangkan berat sendiri penampang diperhitungkan.

☐ Perhitungan berat sendiri akan secara otomatis (*default*) dilakukan oleh SAP 2000 dengan memastikan parameter Self Weight Multiplier = 1

□ Beban dinding diambil 780 kg/m³ (Menggunakan bata ringan pada seluruh balok induk dan balok anak. Dengan tebal 15 cm diperoleh beban = 0.468 t/m'.)

- Beban mati plat atap diambil 100 kg/m dan plat lantai 100 kg/m
- Beban hidup untuk lantai gedung toko, toserba menurut PBI 1981 sebesar 250 kg/ m
- Beban gempa diambil zona II (SNI - 1726 - 2002)

e. Selanjutnya mendefenisikan jenis beban : **Define - Load Case - Define**



f. Mengatur kombinasi pembebanan : **Define – Load Combinations.**

g. Beban-beban tersebut dimasukkan ke dalam frame atau titik yang telah ditentukan dengan terlebih dahulu menyeleksi area, frame atau yang akan diberi beban :

Assign – Frame Loads

h. Melakukan analisis model (*running*) : **Analyze – Run Analysis – Run Now.** Pastikan tidak ada pesan warning yang tampil.

2.21 Struktur Bangunan Gedung

Terdapat tiga klasifikasi struktur sebagai berikut:

1. Geometri

Terdiri dari elemen garis atau batang dan elemen bidang. Elemen garis atau batang meliputi struktur rangka kaku (*frame*), struktur rangka (*truss*), dan struktur pelengkung. Sedangkan elemen bidang meliputi pelat (*plate*), cangkang (*shell*), pelat lipat (*folding plate*), Kubah (*dome*), dinding geser (*shear wall*).

2. Kekakuan

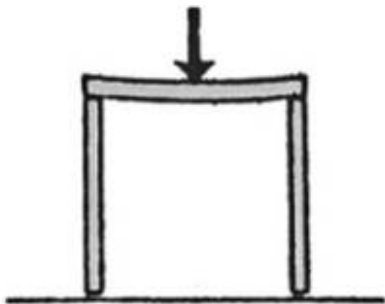
Terdiri dari struktur kaku dan struktur tidak kaku. Struktur kaku merupakan struktur yang tidak mengalami perubahan bentuk yang berarti akibat pengaruh pembebanan, misalnya struktur balok (*beam*), dan *frame*. Sedangkan struktur tidak kaku merupakan struktur yang mengalami perubahan bentuk tergantung pada kondisi pembebanan, misalnya struktur kabel.

3. Material

Material struktur terdiri dari struktur beton bertulang, struktur baja, struktur kayu, struktur komposit.

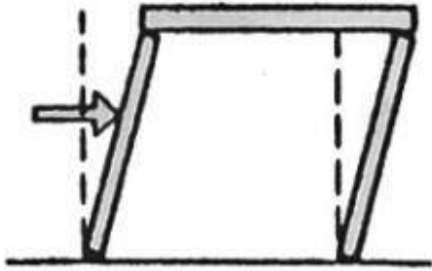
Sebuah struktur harus direncanakan dapat memikul beban – beban yang bekerja pada arah vertikal maupun arah horisontal, untuk itu struktur harus stabil. Macam – macam struktur yang tidak stabil sebagai berikut:

a. Ketidakstabilan susunan kolom balok



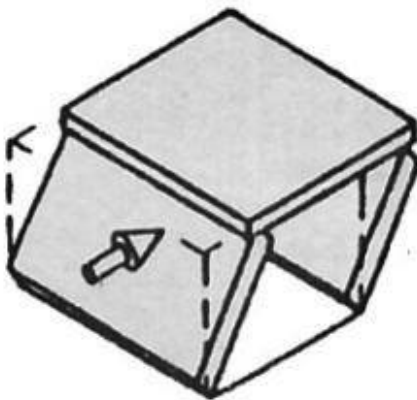
Gambar 2.6 Susunan Kolom Balok

b. Ketidakstabilan terhadap beban horisontal



Gambar 2.7 Ketidakstabilan Terhadap Beban Horisontal

c. Ketidakstabilan susunan pelat dan dinding



Gambar 2.8 Ketidakstabilan Susunan Pelat dan Dinding

Jika suatu struktur dalam keadaan keseimbangan, maka harus dipenuhi syarat keseimbangan gaya sebagai berikut:

$$\sum R_x = 0 \quad \sum M_x = 0$$

$$\sum R_y = 0 \quad \sum M_y = 0$$

$$\sum R_z = 0 \quad \sum M_z = 0$$

Apabila salah satu syarat keseimbangan tidak dipenuhi, struktur dalam kondisi labil dan dapat mengalami keruntuhan.

2.22 Perancangan Balok Beton Bertulang

Asumsi Desain

Program SAP2000 akan menghitung dan melaporkan luas tulangan baja perlu untuk lentur dan geser berdasarkan harga momen dan geser maksimum dari kombinasi beban dan juga kriteria-kriteria perencanaan lain yang ditetapkan untuk setiap Code yang diikuti. Tulangan yang diperlukan tadi akan dihitung berdasarkan titik-titik yang dapat dispesifikasikan dalam setiap panjang element. Semua balok hanya dirancang terhadap momen lentur dan geser pada sumbu mayor saja, sedangkan dalam arah minor balok dianggap menyatu dengan lantai sehingga tidak dihitung. Jika dalam kenyataannya perlu perancangan lentur dalam arah minor (penampang bi-aksial) maka perencana harus menghitung tersendiri, termasuk jika timbul torsi. Dalam mendesain tulangan lentur sumbu mayor, tahapan yang dilakukan adalah mencari momen terfaktor maksimum (untuk kombinasi beban lebih dari satu) dan menghitung kebutuhan tulangan lenturnya. Penampang balok didesain terhadap momen positif M_u+ dan momen negatif M_u- maksimum dari hasil momen terfaktor *envelopes* yang diperoleh dari semua kombinasi pembebanan yang ada. Momen negatif pada balok menghasilkan tulangan atas, dalam kasus tersebut maka balok selalu dianggap sebagai penampang persegi. Momen positif balok menghasilkan tulangan bawah, dalam hal tersebut balok dapat direncanakan sebagai penampang persegi atau penampang balok-T.

Identifikasi elemen Beam dan Kolom

Program SAP2000 adalah program analisa struktur yang didasarkan dari metode elemen hingga, dalam hal tersebut struktur balok atau kolom diidealisasikan sebagai elemen *FRAME*. Tetapi dalam desain, penampang balok memerlukan tahapan yang berbeda dari penampang kolom sehingga pada saat pemasukan data untuk *frame section* perlu informasi khusus apakah penampang tersebut digolongkan sebagai balok atau sebagai kolom.

2.23 Metode Pelaksanaan

Aspek teknologi sangat berperan dalam suatu proyek konstruksi. Umumnya, aplikasi teknologi ini banyak diterapkan dalam metode – metode pelaksanaan pekerjaan konstruksi. Penggunaan metode yang tepat, praktis, cepat dan aman, sangat membantu dalam penyelesaian pekerjaan pada suatu proyek konstruksi. Sehingga, target 3T yaitu tepat mutu/kualitas, tepat biaya/kuantitas dan tepat waktu sebagaimana ditetapkan, dapat tercapai. Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, adakalanya juga diperlukan suatu metode terobosan untuk menyelesaikan pekerjaan lapangan. Khususnya pada saat menghadapi kendala–kendala yang diakibatkan oleh kondisi lapangan yang tidak sesuai dengan dugaan sebelumnya. Untuk itu, penerapan metode pelaksanaan konstruksi yang sesuai kondisi lapangan, akan sangat membantu dalam penyelesaian proyek konstruksi bersangkutan. Konstruksi bangunan pantai memerlukan teknik khusus dalam pembuatannya. Oleh sebab itu, maka metode pelaksanaan bangunan sangat diperlukan untuk mengatasi masalah–masalah dalam pembangunan konstruksi bangunan tersebut(Asiyanto.2008.)

2.24 Material atau Bahan

Bahan–bahan bangunan merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi di dalam mendirikan atau membuat suatu bangunan. Pemilihan bahan–bahan tersebut harus benar–benar mendapat perhatian demi kelancaran pelaksanaan pembangunan dan mendapatkan kualitas bangunan yang baik. Material yang diperlukan dalam perencanaan konstruksi PPI Menganti Kebumen adalah sebagai berikut:

1. Batu Pecah

Batu pecah digunakan sebagai lapis pelindung bagian inti, lapis pelindung 2 dan juga sebagai pelindung kaki bangunan (*toe protection*) pada bangunan *jetty* dan *seawall*.

2. Adukan Beton Siap Pakai (*Ready Mixed Concrete*)

Adukan beton *ready mixed* adalah adukan beton siap pakai yang dibuat dan diolah sesuai dengan mutu pesanan sehingga pemesan dapat langsung menggunakan untuk keperluan pengecoran. Pada proyek ini, beton *ready mixed* digunakan untuk membuat tetrapod dan pada lantai dermaga dengan mutu beton K-300.