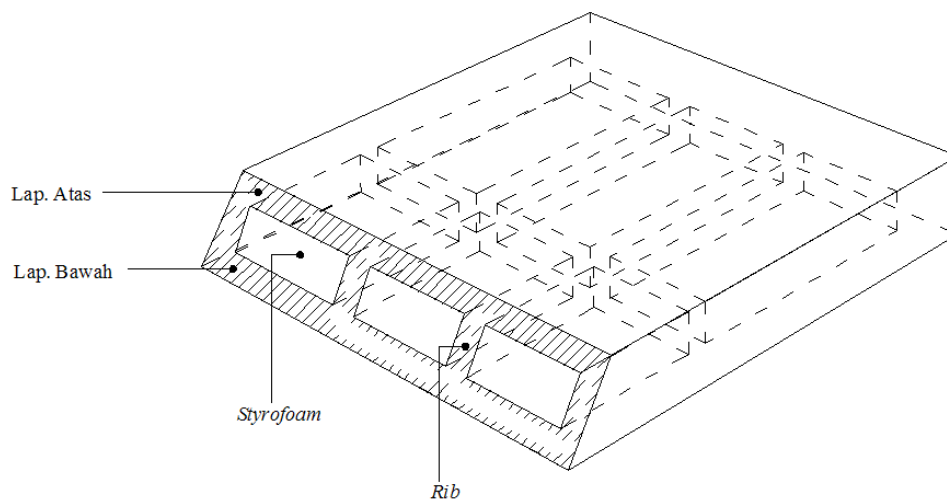


BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Pada bab ini dibahas mengenai hal – hal yang berhubungan dengan panel seluler dan faktor – faktor pendukungnya. Selain itu dibahas juga mengenai penelitian panel *sandwich* serupa yang telah dilaksanakan oleh peneliti sebelumnya. Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, panel yang diteliti tidak menggunakan rib. Dalam penelitian ini, panel seluler yang diteliti akan diberi rib – rib yang merupakan kunci utama pada panel seluler yang diasumsikan sebagai konektor antar lapisan panel sehingga dapat menahan gaya geser horizontal yang terjadi antara lapisan atas dan lapisan bawah. Selain itu optimasi antara reduksi beban akibat pembentukan ruang oleh *styrofoam* dengan kemampuan panel dalam menahan kuat tekan juga sangat mempengaruhi hasil penelitian ini.



Gambar 2.1. Potongan panel seluler

2.2. Beton bertulang

Beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah tulangan yang tidak kurang dari nilai minimum, yang disyaratkan dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja bersama-sama dalam menahan gaya yang bekerja.

2.3. Beton ringan struktur

Beton ringan struktur adalah beton yang mengandung agregat ringan yang mempunyai berat isi tidak lebih dari 1900 kg/m³.

Menurut Murdock L.J. dan Brook K.M., dalam Bahan dan Praktek Beton, ada banyak cara yang dilakukan untuk menghasilkan beton ringan, tetapi ini semua tergantung adanya rongga udara dalam agregat atau pembentukan rongga udara dalam pasta semen dengan menambahkan beberapa bahan yang menyebabkan busa, dan pada beberapa jenis beton ringan, kedua cara tersebut dapat dikombinasikan. Beton ringan juga tidak hanya diperhitungkan karena memiliki berat yang ringan, tetapi juga karena isolasi suhu yang tinggi dibandingkan beton biasa. Umumnya pengurangan kepadatan diikuti oleh kenaikan isolasi suhu, meskipun tentu saja diikuti pula oleh penurunan kekuatan.

Menurut Mindes, 2003, beton ringan (*lightweight concrete / LWC*) dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. *Structural Lightweight Concrete* digunakan untuk tujuan struktural

b. *Ultra Lightweight Concrete* digunakan untuk tujuan non-struktural

ACI *Committe* 213 mengklasifikasikan LWC berdasarkan kekuatan dan beratnya, yaitu :

a. *Low Density Concrete*

b. *Low Strength Concrete*, digunakan sebagai peredam.

c. *Moderate Lightweight Concrete*, digunakan sebagai *concrete block* serta bentuk lain yang memiliki kekuatan yang cukup besar.

d. *Structural Lightweight Concrete*

2.4. Hollow Core Slab

Penggunaan produk *precast concrete* sebagai pelat lantai, relatif sudah banyak dijumpai disini. Dengan digunakan *precast* maka pemakaian bekisting dan perancah akan berkurang drastis sehingga dapat menghemat waktu pelaksanaan. Salah satu produk *precast* untuk lantai adalah *precast hollow core slab*.

Sistem *precast hollow core slab* menggunakan sistem *pre-tensioning* dimana kabel prategang ditarik terlebih dahulu pada suatu kedudukan khusus yang telah disiapkan dan kemudian dilakukan pengecoran. Oleh karena itu pembuatan produk *precast* ini harus ditempat fabrikasi khusus yang menyediakan kedudukan yang dimaksud. Adanya lobang dibagian tengah pelat secara efektif mengurangi berat sendirinya tanpa mengurangi kapasitas lenturnya. Jadi *precast* ini relatif ringan dibanding *solid slab* bahkan karena digunakannya *pre-stressing* maka kapasitasnya dukungngya lebih besar.

Keberadaan lubang pada slab tersebut sangat berguna jika diaplikasikan pada bangunan tinggi karena mengurangi massa lantai. Pada plat lantai dengan dimensi yang sama akan lebih efisien apabila massa plat A lebih kecil daripada plat B. Dengan kemampuan menahan beban yang sama, maka plat A akan mampu menahan beban hidup jauh lebih besar daripada plat B. Hal tersebut dikarenakan kemampuan menahan beban plat B lebih banyak digunakan untuk menahan beban sendiri. Berat struktur yang semakin besar akan berakibat pada besarnya gaya gempa. Jadi apabila berat lantai berkurang maka beban gempa rencananya juga kurang.

Dengan demikian penggunaan lantai precast yang ringan juga mengurangi resiko bahaya gempa.

2.5. Plat satu arah

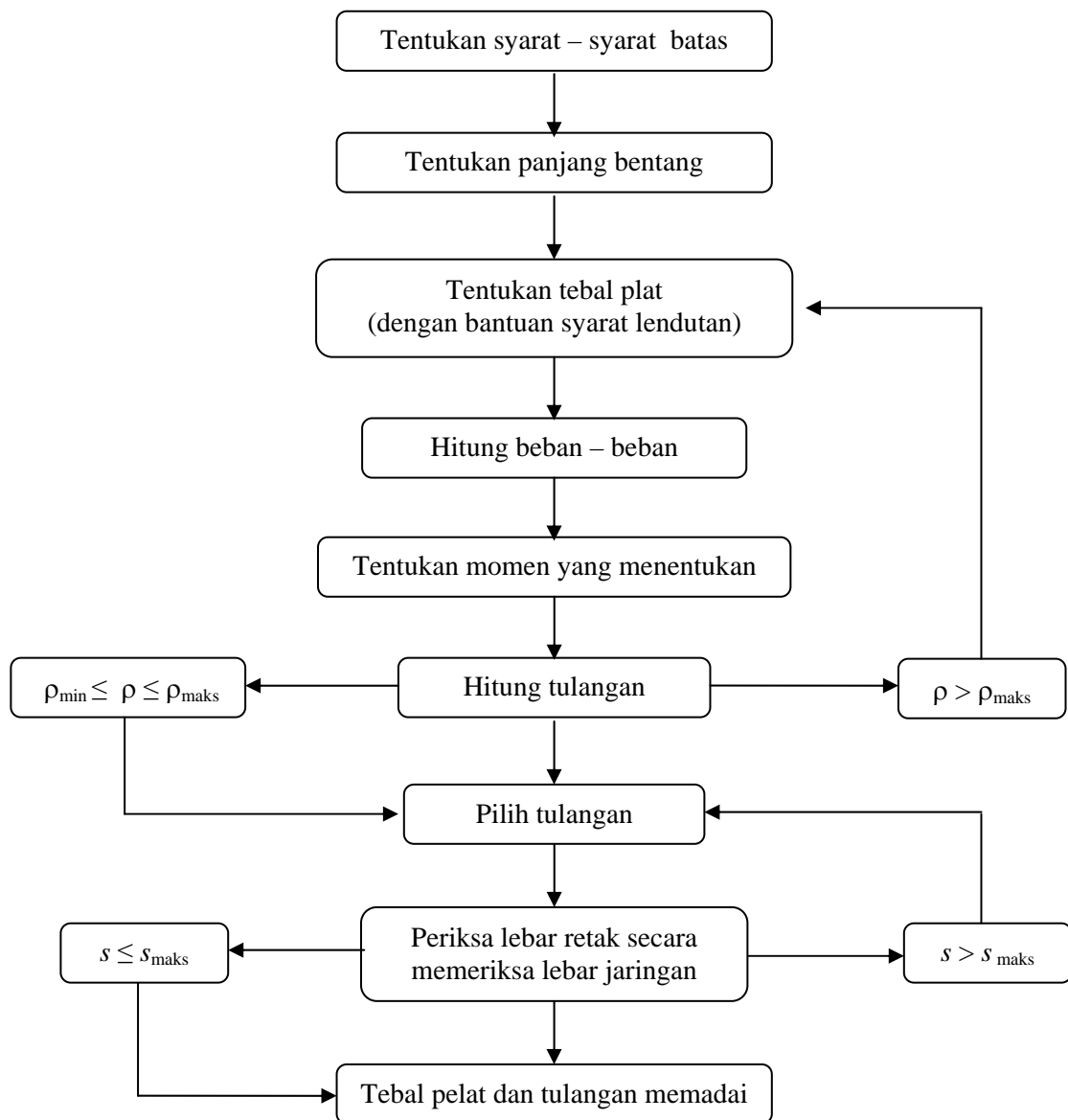
Plat adalah struktur planar kaku yang secara khas terbuat dari material monolit yang tingginya kecil dibandingkan dengan dimensi-dimensi lainnya. Beban yang umum bekerja pada plat mempunyai sifat banyak arah dan tersebar. Sejak digunakannya beton bertulang modern untuk plat hampir

semua gedung menggunakan material ini sebagai elemen plat. Plat dapat ditumpu diseluruh tepinya, atau hanya pada titik-titik tertentu (misalnya oleh kolom-kolom), atau campuran antara tumpuan menerus dan titik. Kondisi tumpuan dapat berbentuk sederhana atau jepit. Adanya kemungkinan variasi kondisi tumpuan menyebabkan plat dapat digunakan untuk berbagai keadaan.

Diantara semua sistem beton bertulang, yang paling sederhana adalah *slab* satu arah konvensional. Salah satu keuntungan sistem demikian adalah mudah pelaksanaannya. Sistem dengan tinggi konstan ini khususnya cocok untuk bentang kecil. Untuk bentang besar, berat sendiri *slab* menjadi sangat besar sehingga akan lebih efisien kalau menggunakan slab ber-rusuk.

Sistem *joist pan* satu bentang adalah *slab* ber-rusuk yang dibuat dengan mengecor (menuang) beton pada perancah baja atau *fiberglass* berbentuk khusus. Balok *transversal* (melintang) dengan berbagai tinggi dapat dengan mudah dicor di tempat sehingga pada sistem ini pola denah kolom sangat bervariasi. Balok longitudinal (memanjang) juga dapat dengan mudah dicor di tempat, yaitu dengan mengatur jarak *pan*. *Slab* ber-rusuk ini dapat mempunyai bentang lebih besar dibandingkan *slab* masif, terlebih lagi kalau slab ber-rusuk itu diberi pasca tegangan (*post-tensioned*). Penumpu vertikal pada sistem ini dapat berupa kolom-kolom atau dinding bata pemikul beban. Elemen beton pracetak dibuat tidak di lokasi bangunan, dan harus diangkut ke lokasi apabila akan digunakan. Elemen ini umumnya berupa elemen yang membentang satu arah, yang pada umumnya diberi pratarik. Banyak bentuk penampang melintang yang dapat dibuat untuk berbagai kondisi bentang dan beban. Elemen struktur pracetak ini hampir selalu ditumpu sederhana.

Hubungan yang mampu memikul momen dapat diperoleh dengan menggunakan konstruksi khusus, tetapi hal ini umumnya sulit dilakukan. Dengan demikian, penggunaan elemen ini sebagai kantilever dengan bentang yang besar juga akan mengalami kesulitan. Penggunaan elemen pracetak akan sangat terasa untuk bagian yang berulang.



Gambar 2.2. Diagram alir untuk menghitung tulangan

2.6. Styrofoam

Menurut Crawford, 1998, *Styrofoam* adalah sebutan untuk suatu material ringan yang dikenal sebagai suatu format karet sintetis busa pembungkus yang secara luas digunakan untuk pengemasan materi elektronik. Karet sintetis sendiri diproduksi dari *styrene* ($C_6H_5CH=CH_2$), yang mempunyai kelompok *fenil* (*six-member* cincin karbon) yang dipasang penempatan

acak sepanjang tulang punggung karbon dari molekul. pemasangan *benzen* yang acak mencegah molekul menjadi tersusun rapi. Sebagai hasilnya, karet sintetis adalah suatu yang tak berbentuk, yang transparan, dan sedikit banyak rapuh.

Styrofoam termasuk dalam kategori polimer sintetik dengan berat molekul tinggi. Polimer sintetik berbahan baku monomer berbasis *etilena* yang berasal dari perengkahan minyak bumi. *Styrofoam* hanya sebuah nama dalam dunia perdagangan, nama sesungguhnya adalah *polystyrene* atau *poli (feniletena)* dalam bentuk *foam*. *Feniletena* atau *styrene* dapat dipolimerkan dengan menggunakan panas, sinar ultra violet, atau katalis. *Poli (feniletena)* merupakan bahan termo plastik yang bening (kecuali jika ditambahkan pewarna atau pengisi), dan dapat dilunakkan pada suhu sekitar 100°C. *Poli (feniletena)* tahan terhadap asam, basa dan zat pengarat (korosif) lainnya, tetapi mudah larut dalam hidrokarbon aromatik dan berklor. Dalam propanon (aseton), *poli (feniletena)* hanya mengembang. Penyinaran dalam waktu yang lama oleh sinar ultra ungu, sinar putih, atau panas, sedikit mempengaruhi kekuatan dan ketahanan polimer terhadap panas. *Poli (feniletena)* berbusa atau *styrofoam* diperoleh dari pemanasan *poli (feniletena)* yang menyerap hidrokarbon *volatil*. Ketika dipanasi oleh kukus (*steam*) butiran akan melunak, dan penguapan hidrokarbon di dalam butiran akan menyebabkan butiran mengembang (Cowd,1991).

2.7. Sandwich Panel

Panel *sandwich* beton terdiri dari beton mutu tinggi di permukaan dan beton aerasi pada bagian inti. Lapisan beton mutu tinggi diberi tulangan untuk meningkatkan kekuatan dan daktilitas panel sebagai elemen struktur agar dapat menahan beban lentur. Persyaratan panel *sandwich* untuk dapat memikul beban lentur adalah kompatibilitas antara beban dan deformasi. Untuk itu, panel harus dapat bekerja sebagai elemen komposit monolit, yaitu deformasi lateral yang terjadi pada setiap komponen pembentuknya bernilai sama. Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan didapatkan

reduksi berat sekitar 8% dengan degradasi kekuatan panel *sandwich* beton terhadap beton normal sebesar 23,33%, sedangkan daktilitasnya sebesar 18,32 (Angela dan Putu Sasmoyo F., 2007).

2.8. Permasalahan dan Pemecahan

Dari berbagai jenis model panel yang sudah ada, terdapat beberapa kekurangan yang membuat panel tersebut menjadi kurang optimal. Kekurangan tersebut antara lain :

1. Pada panel dengan beton konvensional atau beton bertulang, massa struktur akibat penggunaan beton menjadi sangat besar. Selain itu, waktu pelaksanaan banyak terbuang pada saat menunggu umur beton. Dengan demikian biaya yang digunakan akan menjadi lebih besar.
2. Pada panel dengan penggunaan beton ringan, kekuatan struktur yang didapatkan cenderung mengalami degradasi. Hal itu disebabkan oleh kepadatan beton yang berkurang akibat penambahan busa dan rongga udara.
3. Panel tipe *Hollow* mempunyai tingkat kesulitan yang tinggi pada saat pelaksanaan. Faktor utama yang mempengaruhi adalah adanya beberapa jenis tipe *hollow* yang menggunakan sistem pratekan.
4. *Sandwich panel* yang diteliti oleh Angela dan Putu Sasmoyo F. mampu mereduksi massa hingga 8 %, namun kekuatan strukturnya mengalami penurunan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan oleh ikatan antar lapisan yang kurang optimal dan proses pemadatan yang kurang bagus.

Dari beberapa uraian di atas, maka direncanakan panel seluler yang diharapkan mampu mengatasi kekurangan pada panel sebelumnya. Diantaranya dengan penggunaan *styrofoam* sebagai pengganti pada tubuh panel beton sehingga terjadi reduksi massa panel yang cukup signifikan. Dengan penggunaan *styrofoam* pada tubuh beton akan terbentuk rib – rib yang bisa diasumsikan sebagai balok. Rib tersebut berfungsi sebagai penahan gaya geser, penghubung (konektor) lapisan atas dan bawah serta membuat panel menjadi stabil. Dengan demikian kekuatan panel yang

dihasilkan akan relatif sama dengan panel beton konvensional. Untuk kemudahan pelaksanaan di lapangan, maka panel ini dirancang sebagai panel pracetak yang diproduksi di pabrik. Hal tersebut akan berimbas kepada waktu pelaksanaan yang lebih cepat karena tidak perlu menunggu umur beton sehingga pekerjaan selanjutnya bisa langsung dikerjakan.