

PENGANTAR DISAIN KEKUATAN BATAS PADA STRUKTUR BETON BERTULANG

1.1. Fungsi utama dari pemakaian struktur beton bertulang secara sederhana adalah untuk menahan pembebanan secara aman. Ini menandakan secara logika mendasar bahwa disain struktur beton yang diberi beban akan terjadi kerusakan atau kehancuran apabila kapasitas beban mencapai batasnya. Pada umumnya struktur memerlukan kekakuan selain kekuatan struktur tersebut. Untuk memenuhi fungsinya secara memadai, maka suatu disain yang didasarkan pada kekuatan harus diiringi dengan kajian tentang defleksi dan deformasi saat pembebanan dengan beban kerja.

Philosophy disain seperti hal itu telah dilakukan oleh penemu-penemu disain beton bertulang. Mereka mengutamakan tentang kekuatan dari strukturnya. Bagaimanapun, dengan perkembangan teori elastis memang sangat tepat untuk menentukan tegangan-tegangan serta lendutan dll, dalam struktur yang benar-benar elastis saat beban kerjanya, yang mengabaikan *philosophy* kekuatan dan memfokuskan pada disain untuk beban kerja. Langkah ini hanya menghasilkan struktur yang aman, karena menggunakan faktor keamanan tegangannya yang cukup besar, dengan demikian struktur akan memiliki tambahan kekuatan cadangan.

Dalam pendekatan elastis untuk mendisain beton bertulang, yang sekarang disebutnya sebagai metode tradisional walaupun bukan sebagai cara pendekatan yang pertama, batang-batang akibat beban kerja pada struktur secara proporsional menghasilkan tegangan maksimum dalam beton yang terbagi menjadi kekuatan tekan dari beton dan tegangan maksimum penulangannya yang mencapai tegangan leleh atau kekuatan batas tulangnya. Cara ini telah diperkenalkan lebih dari 30 th sejak pertama kali ditemukannya, bahkan dalam struktur baja, analisis elastis memperkirakan tegangan tegangannya lebih rendah dari tegangan yang sebenarnya pada struktur tersebut. Ini menunjukkan bahwa asumsi yang dibuat dalam analisa elastis tidak melebihi dari kemampuan sebenarnya pada struktur yang dibebani beban kerja, begitupun untuk tulangan bajanya dimana ada pada kondisi elastis. Asumsi ini kurang begitu andal untuk suatu struktur beton, karena beton tidak pernah benar-benar elastis, walaupun begitu dapat dianggap demikian saat dibebani beban yang ringan dengan masa waktu yang

singkat, dan juga beton tidak pernah memiliki momen inertiya yang merata, diakibatkan keretakan yang mungkin timbul sepanjang bentangnya dan akibat bervariasinya luas penulangan yang dipakai.

Dalam disain elastis untuk beban kerja, ratio dimana tegangan leleh tulangan baja atau kekuatan kubus beton sesuai dengan yang diijinkannya, tegangan ini disebut faktor keamanan, lebih tepatnya sebagai faktor keamanan tegangan (*Stress factor of safety*)., ini dikarenakan tidak ada jaminan bahwa struktur benar-benar didisain dalam metode elastis, diambil tegangan maksimum pada bajanya dengan tegangan lelehnya 1,5 kali pada kondisi beban kerja, hal ini memungkinkan menahan pembebanan batas dua kali beban kerjanya. Ini biasanya disebut sebagai ratio batas, atau keruntuhan beban dalam beban kerja yaitu *ultimate load factor*, atau *load factor of safety*, yang disingkat sebagai faktor beban (*load factor*). Satu alasan mengapa faktor beban ini tidak sama seperti faktor tegangan dalam struktur beton bertulang adalah bila tegangan dalam beton melampaui tegangan yang diijinkannya, maka asumsi bahwa beton adalah material elastis mendekati kebenaran. Struktur juga kemudian berhenti berlaku linier dan metoda analisa yang memanfaatkan beban kerja tidak berlaku lagi. Distribusi momen untuk beban yang lebih besar dari beban kerja akan sedikit berbeda dari yang didapat dengan analisis elastis. Kemudian akan terjadi perubahan yang banyak dalam distribusi momen saat bagian struktur yang mengalami tegangan tertinggi mulai berubah menjadi tidak elastis akibat mulai meleleh tulangnya. Karena adanya perubahan tersebut maka analisis elastis dengan faktor keamanan tegangannya tidak dapat dipakai sebagai acuan keamanan untuk struktur. Untuk menetapkan faktor keamanan yang sebenarnya saat keruntuhan struktur tentunya harus dihitung beban batasnya.

1.2. Alternatif pendekatan lain untuk mendisain struktur yang merupakan pokok pembahasan dalam buku ini adalah dengan mengetahui batas keamanan yang sebenarnya. Yaitu mengetahui beban batas yang merupakan kelipatan suatu beban kerja maksimum yang diperlukan suatu struktur selama masa terpakainya struktur tersebut. Ini merupakan cara yang logis untuk menjadikan struktur dapat berfungsi sebenarnya yaitu menahan beban secara aman.. Dalam menggunakan metode ini untuk disain kekuatan, harus dipertimbangkan pula *serviceability* dari struktur tersebut. Seorang perancang haruslah

mempertimbangkan bahwa dengan beban kerja yang diperhitungkan, tidak akan terjadi bagian struktur yang mengalami keretakan serius, struktur yang melendut berlebihan, dan struktur tidak mengalami kerusakan akibat getaran yang ditimbulkan oleh beban bergerak atau beban yang berfluktuasi. Walaupun faktor-faktor tersebut harus di cari dengan pendekatan analisis elastis, tidak perlu mengetahui nilai-nilai eksak nya dari lendutan, lebar keretakan dsb. Jika hal-hal tersebut ditentukan berdasarkan disain kekuatan maka struktur nya aman.

1.3. Keuntungan utama dengan metoda beban batas dalam analisis dan disain adalah lebih sederhana dibandingkan dengan metode elastis. Bahkan untuk struktur yang lebih rumit dapat diuraikan dengan cukup mudah. Suatu struktur statis tak tentu diasumsikan terjadi keruntuhan pada suatu titik tempat lokasi beban batas disainnya, yang merupakan beban kerja dikalikan dengan suatu faktor beban, sering dikatakan sebagai beban terfaktor (*factored load*). Kondisi ini mengasumsikan bahwa struktur akan runtuh akibat terjadinya perubahan struktur menjadi suatu mekanisme yang berbentuk sendi plastis pada titik dimana terjadi momen maksimum, atau jika pada plat akan terjadi garis leleh yang menjadi sendi plastis yang memanjang. Sendi plastis adalah suatu daerah kecil pada batang struktur yang mulai mengalami perubahan tak elastis dan dimana terjadi putaran sudut dengan momen yang konstan. Gaya-gaya dan nilai momen yang bekerja pada portal dan plat dalam keadaan sendi plastis lebih mudah dihitungnya, bahkan untuk kasus yang kompleks, dibandingkan dengan perhitungan momen dan gaya-gaya berdasarkan kondisi elastis. Seperti perhitungan penurunan perletakan, penentuan kombinasi pembebanan yang paling kritis, dalam analisis beban batas tidak ada kesulitan.

1.4. Disain beban batas dilakukan dalam tiga tahap. Pertama adalah mengerjakan penentuan nilai untuk faktor beban, berdasarkan beban kerja yang diketahui, untuk digunakan pada beban batas dalam disain. Kedua adalah menganalisa struktur dengan memakai beban batas sehingga dapat ditetapkan distribusi momen dan gaya-gaya saat terjadi keruntuhan, dan Ketiga adalah mendisain batang tersebut pada tingkat keruntuhan dengan momen dan gaya yang telah didapat.

Pada pembahasan berikut metode untuk mengerjakan tahap yang ketiga, tentang disain batang-batang, didasarkan pada aturan praktis yang ditetapkan oleh banyak negara.. Metode disain kekuatan batas beton bertulang dan beton pratekan telah dikembangkan dan diuji dengan berbagai eksperimen untuk lenturannya, dan untuk beban langsung dan lenturannya, tetapi tanpa peninjauan seperti untuk gaya geser dan gaya torsi. Hal inilah yang dalam proses disainnya akan dibahas di bab 2-6.

Pengetahuan kita tentang metode analisis beban batas dari struktur statis tak tentu sedang dikembangkan, khususnya untuk plat, tetapi dalam pembahasannya tidak di konfirmasi dengan eksperimennya, walaupun begitu hasil penelitiannya akan dimunculkan pada pembahasannya. Metode analisis untuk portal akan disampaikan dalam bab 7 dan 8 dan untuk plat di bahas di bab 9.

Langkah pertama dalam proses disain, pemilihan faktor beban, yang merupakan bagian dari persoalan keamanan struktur, akan dibahas pada bab 10 yaitu tentang pengantar keamanan struktur dan membahas faktor faktor yang harus dipertimbangkan dalam menetapkan nilai yang tepat untuk faktor bebannya.