

**LAPORAN
PENELITIAN KEBIJAKAN FAKULTAS TEKNIK**



**LIPS CHANNEL BERSENGKANG SEBAGAI PENGGANTI TULANGAN
PADA BALOK BETON**

OLEH:

**Drs. Andang Widjaja, S.T., M.T.
Satriana Fitri Mustika S., S.T., M.T.
Drs. H. Soeparno, M.T.
Agus Wiyono, S.Pd., M.T.
Krisna Dwi H., S.T., M.T.**

**NIDN. 0019056502
NIDN. 0013088005
NIDN. 0001116506
NIDN. 0004127004
NIDN. 0007107105**

**Dilaksanakan dengan Dana BOPTN
Sesuai dengan Surat Keputusan Rektor Universitas Negeri Surabaya
Nomor: 291/UN38/HK/LT/2014 Tanggal 5 September 2014**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
TAHUN 2014**

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN PENELITIANBOPTN

Judul Penelitian : Lips Channel Bersengkang sebagai pengganti Tulangan pada Balok Beton

Bidang Unggulan : Teknologi

Topik Unggulan : Bangunan Gedung

Ketua Peneliti

a. Nama Lengkap : Drs. Andang Widjaja, ST. MT.

b. NIP/NIK : 196505191991031004

c. NIDN : 0019056502

d. Jabatan Fungsional : Lektor Kepala

e. Jabatan Struktural : -----

f. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Sipil

g. Alamat Institusi : Kampus UNESA Ketintang, Surabaya

h. Telpon/Faks/e-mail : 031-8299342

Anggota tim penelitian : Satriana, S.T., MT.

: Krisna Handayani, ST., MT.

Waktu Penelitian : 6 bulan

Biaya penelitian

a. Diusulkan ke Dikti

b. Dana internal PT : Rp. 8.000.000,-

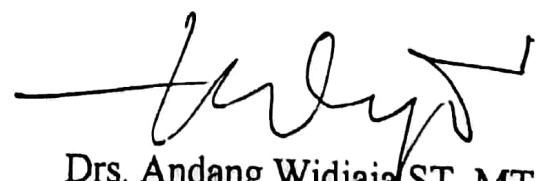
c. Dana dari institusi : Rp. 0

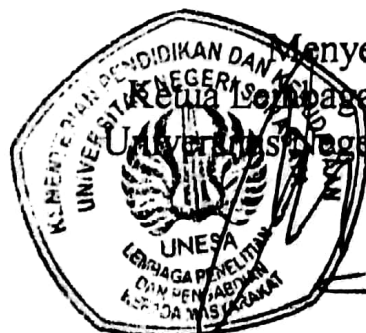
lain : Rp. 0 / *in kind* : Sewa lokasi penelitian

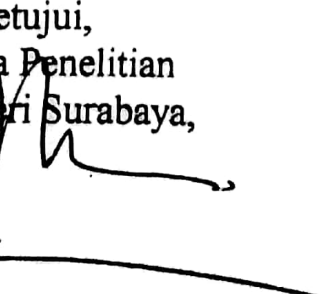
Mengetahui:
Dekan Fakultas

Surabaya, 26 Februari 2015
Ketua Peneliti


Prof. Dr. Ekohariadi, M.Pd.
NIP.196004041987011001


Drs. Andang Widjaja, ST. MT.
NIP. 196505191991031004



Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian
Universitas Negeri Surabaya,

Prof. Dr. Ir. I Wayan Susila, MT.
NIP. 195312151980021002

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah atas rahmat Allah Yang Maha Kuasa yang telah tercurahkan, sehingga seluruh kegiatan penelitian terselesaikan dengan baik dan tepat pada waktu.

Seluruh rangkaian penelitian telah dirangkum dalam laporan ini, yang tertuang dalam Bab I Pendahuluan, Bab II Kajian Pustaka, Bab III Tujuan Manfaat dan Metode, Bab IV Hasil dan Pembahasan, Bab V Kesimpulan dan Saran, Daftar Pustaka, serta lampiran.

Laporan tersusun dan terselesaikan atas peran aktif Ketua Jurusan Teknik Sipil FT Unesa Dr. Suparji & rekan sejawat di Jurusan Teknik Sipil Unesa, rekan teknisi Laboratorium Beton Unesa, LPPM Unesa dan *reviewer* Prof. Dr. E. Titiek Winanti, M.S., dan semua mahasiswa Jurusan Teknik Sipil yang di Laboratorium Beton; Atas kebaikan hati sejawat dan handai taulan, penulis mengucapkan terimakasih dan memberikan penghargaan yang setinggi tingginya atas sumbangan pikiran, tenaga, dan bantuan dana yang diberikan, semoga Allah berkenan menuliskan nama-nama tersebut dalam kitab kebaikan.

Laporan kegiatan sudah disusun sebaik mungkin, namun demikian saran yang membangun sangat diharapkan demi perbaikan laporan ini dan sebagai bahan untuk mencapai kesempurnaan di karya selanjutnya. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca yang budiman, dan terimakasih atas kesediaan membaca.

Surabaya, Desember 2014

penyusun

Balok Beton Bertulangan *Lips channel* dengan *Studs* dan Sengkang

Andang Widjaja dkk
Jurusan Teknik Sipil FT Unesa
andwidj@gmail.com

Ringkasan

Tulisan ini bertujuan untuk memaparkan hasil pengujian lentur balok beton komposit antara baja *lips channel* yang terletak di sisi luar bagian bawah dan beton di dalam, yang disertai studs dari baut dan tulangan geser yang dipasang dengan las pada *lips channel*. Benda uji balok berjumlah 3. Jarak titik berat *lips channel* ke serat tertekan terluar (balok beton bertulang eksternal) lebih besar daripada jarak titik berat baja tulangan ke serat tertekan (balok beton bertulang internal). Komposisi berat bahan beton terdiri atas 1 *portland* semen: 2,3 pasir: 2,5 kerikil dan 0,42 air. Dimensi balok 175 cm x 18,5 cm x 12 cm, ukuran *lips channel* 125 50 20 tebal 2 mm. Pengujian tekan pada silinder beton menunjukkan mutu beton f'_c 37,7 MPa. Hasil pembebanan lentur pada balok beton menunjukkan bahwa kapasitas beban yang dapat didukung oleh balok beton dengan perkuatan baja *lips channel* ternyata lebih kecil daripada beton bertulang ulir tanpa sengkang yang berada di dalam beton. Pada balok beton *lips channel* yang menggunakan studs memiliki kapasitas yang lebih besar daripada tanpa studs; demikian juga pada aplikasi sengkang pada balok *lips channel* yang dapat meningkatkan kapasitasnya. Hal lain yang dijumpai adalah retak lentur terkonsentrasi pada satu lokasi di bawah beban $1/2P$, *slip* antara baja *lips channel* dan beton, dan keruntuhan (*spall off*) massa beton dari vertikal menjadi horizontal. Studs dari baut mampu meningkatkan lekatan antara *lips channel* dan balok beton. Sengkang yang terpasang meningkatkan kapasitas balok beton.

Kata kunci: balok beton, komposit, *lips channel*, *studs*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar pengesahan	ii
Kata Pengantar	iii
Abstrak	iv
Daftar Isi	v
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan masalah	5
1.3 Batasan Penelitian	6
 II. TINJAUAN PUSTAKA	 7
2.1. Baja	7
2.2. Beton	8
2.3. Modulus Elastisitas Beton	12
2.4. Momen Kurvatur	20
 III. Tujuan dan Manfaat Penelitian	 25
IV. Metodologi Penelitian	27
4.1. Persiapan	27
4.2. Peralatan	28
4.3. Tahap Pelaksanaan	29
4.4. Pengumpulan data	33
4.5. Analisi data	34
4.6. Diagram alir	35

V. Hasil dan Pembahasan	36
5.1. Pengujian tarik baja	36
5.2. Komposisi bahan beton	37
5.3. Slump	37
5.4. Pengujian tekan silinder beton	38
5.5. Perilaku benda uji	39
 VI. Kesimpulan dan Saran	 49
6.1. Kesimpulan	49
6.2. Saran	50

Daftar Pustaka

Lampiran

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Hasil pengukuran lendutan di tengah Bentang balok beton struktur dengan <i>dial gauge</i>	 7
Tabel 5.1. Hasil pengujian tarik <i>Lips channel</i>	 36
Tabel 5.2. Hasil pengujian tarik baja tulangan beton ulir D-10	 36

DAFTAR GAMBAR

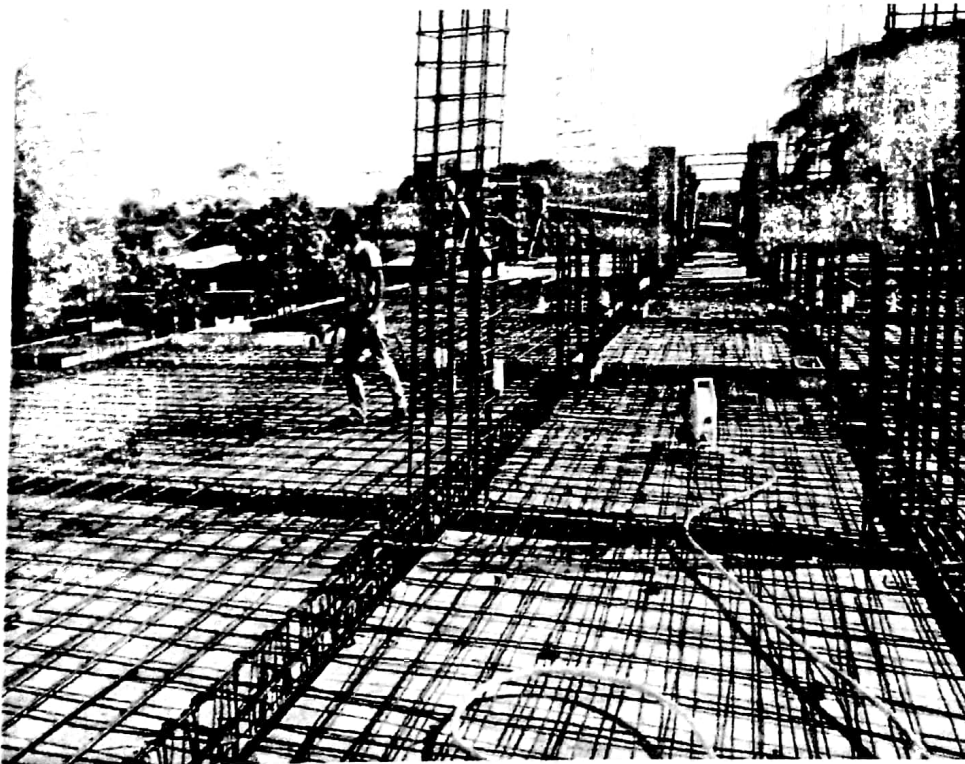
Gambar 1.1. Baja tulangan sebagai perkuatan pada struktur beton	1
Gambar 1.2. Diagram balok beton bertulangan tunggal	3
Gambar 1.3. Pendekatan diagram balok beton bertulangan tunggal eksternal	4
Gambar 1.4. Baja sebagai perkuatan beton	5
Gambar 2.1. Tegangan dan regangan baja (Park, R. dan Pauley, T., 1975).....	8
Gambar 2.2. Regangan (<i>strain</i>)	10
Gambar 2.3. Kurva tegangan-regangan pada beton dengan berbagai variasi kuat tekan	11
Gambar 2.4. Potongan komposit struktur	12
Gambar 2.5. Usulan diagram tegangan balok beton dengan Lips Channel	14
Gambar 2.6. Penampang balok bertulangan rangkap yang menerima beban lentur	15
Gambar 2.7. Penampang balok dengan profil <i>lips channel</i> sebagai tulangan luar	16
Gambar 2.8. Idealisasi Momen-Kurvatur pada balok bertulangan tunggal lemah akibat tarik	17
Gambar 2.9. Distribusi regangan dan tegangan pada penampang balok	18
Gambar 2.10. Hubungan beban dan defleksi pada balok lentur	20
Gambar 2.11. Deformasi pada elemen lentur	21
Gambar 2.12. Hubungan Momen Kurvatur pada balok bertulangan tunggal	22
Gambar 2.13. Penentuan Momen-Kurvatur	23
Gambar 4.1. sketsa benda uji balok beton berlips <i>channel</i>	30
Gambar 4.2. Desain pemasangan <i>strain gauge</i> dan LVDT	31
Gambar 4.3. <i>Set up</i> pengujian	32
Gambar 5.1. Uji tarik baja	37
Gambar 5.2. Pengujian slump pada beton segar	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spacone, E. dan El-Tawil, S. (2004) menyatakan bahwa penggabungan baja dan beton dilakukan untuk mendapatkan kualitas bahan baru yang lebih baik, bahan tersebut dikenal dengan komposit atau campuran atau hybrid. Baja dipakai dalam struktur bangunan karena bersifat elastoplastik, tahan terhadap tarik, daktilitas yang relatif lebih tinggi daripada beton, serta memiliki tegangan residu.



Gambar 1.1. Rangkaian baja tulangan sebagai perkuatan struktur beton

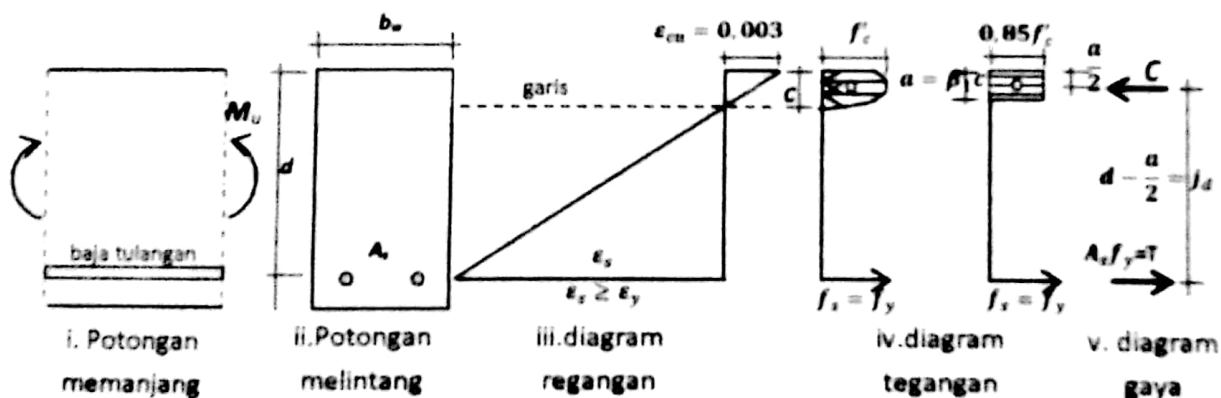
Penggunaan baja tulangan di selimut luar (eksternal) beton dalam elemen struktur memiliki keunggulan dibanding baja tulangan di dalam beton (beton bertulang konvensional), karena secara teori mampu meningkatkan daya dukung elemen struktur. Peningkatan tersebut disebabkan oleh:

1. regangan baja (ϵ_s) *lips channel* sebagai pelindung beton lebih tinggi daripada regangan beton, ϵ_c , sehingga retak awal tertunda,
2. momen nominal lentur dan momen inersia lebih besar,
3. analog dengan CFST maka kekuatan tekuk baja eksternal lebih tinggi karena tertahan beton pengisi lubang (Roeder, et al., 1999, Gourley et al., 2001).
4. kuat geser relatif lebih tinggi karena pengekangan,
5. baja eksternal dapat difungsikan sebagai cetakan beton segar, sehingga waktu pelaksanaan lebih singkat dan akhirnya lebih ekonomis (Griffis, 1992 dalam Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004).
6. balok beton tulangan eksternal lebih tahan terhadap beban gempa.

Beton adalah campuran yang homogen dari berbagai material seperti agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah dalam media perekat (Besari, M.S., 2008). Beton sebagai bahan bangunan masih menjadi pilihan bahan struktur bangunan sipil, seperti bangunan bertingkat, jembatan, terowongan, waduk, pelabuhan laut serta udara, dan berbagai bangunan lainnya, karena bahan mudah didapatkan, dibentuk sesuai dengan rencana (Abadjieva T., 2005), awet, murah, *massive*, kaku (Griffis, 1992 dalam Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004), kuat tekan dan kekakuan yang tinggi (Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004), tetapi beton tidak mampu menahan tarik dan getas (Mahasneh B.Z. dan Gharaibeh E.S., 2005; ACI Committee 446, 2006). Sebaliknya baja sebagai bahan struktur bangunan bersifat elastoplastik, daktilitas relatif lebih tinggi daripada beton, memiliki tegangan residu (Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004), kuat tarik 100 kali lebih besar dari nilai kuat tarik beton (McCormac, 2001). Penggabungan keduanya menghasilkan bahan yang lebih baik, atau dikenal dengan komposit atau campuran atau *hybrid* (Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004), misalnya: pemakaian serat sebagai penulangan dalam beton (Naaman, et.al,1991; Suhendro, 1991; Balaguru dan Sah, 1992; Bentur, 1996; Toledo F.R.D., et al., 1999; Li, 2002), komposit balok baja dan plat lantai beton beralas plat baja atau tidak, beton

bertulang (Park dan Paulay, 1975), baja profil di dalam beton, dan pipa baja yang terisi beton atau *concrete filled steel tubes*-CFST (Tong, 1994, Gourley et al., 2001, Varma, et al., 2003, Sahal, E., 2005, Muslikh, 2005, Kim Young-Ho, et al., 2006).

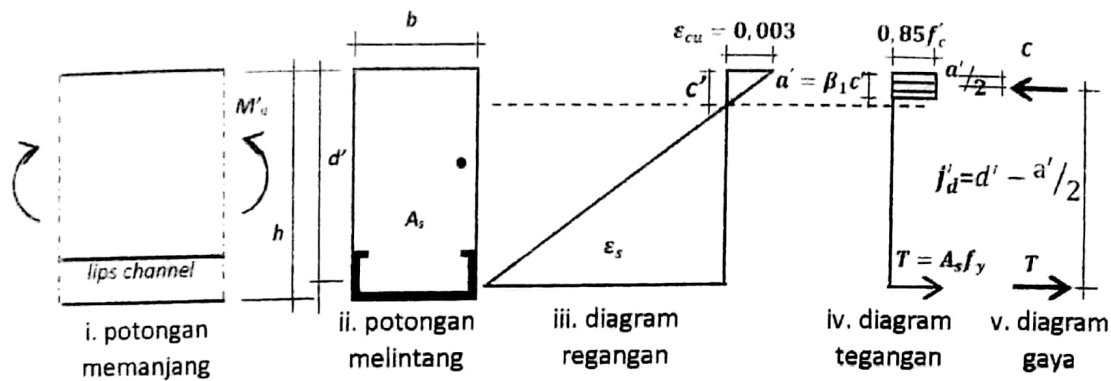
Balok beton bertulangan tunggal dihitung dengan urutan (Arfiadi, Y.2008): menentukan tinggi dan lebar balok beton, menghitung momen akibat beban sendiri dan beban kerja, menghitung nilai $R_n = \frac{M_n}{bd^2}$, menghitung rasio baja tulangan dan beton $\rho = \frac{0,85f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_n}{0,85f'_c}} \right)$, menghitung nilai tulangan $A_s = \rho bd$, sehingga mendapatkan jumlah baja tulangan A_s terpasang, menghitung nilai ρA_s terpasang lebih kecil $\rho_{maks} = 0,75 \rho_b$, $\rho_b = \rho_{balance} = \frac{0,85f'_c \beta_1}{f_y} \frac{600}{600 + f_y}$, A_s terpasang lebih besar dari $A_{s \min} = \frac{\sqrt{f'_c} bd}{4f_y}$ atau $A_{s \min} = \frac{1,4bd}{f_y}$.



Gambar 1.2. Diagram balok beton bertulangan tunggal

Peningkatan daya dukung balok beton bertulangan tunggal maupun rangkap dapat dilakukan dengan memperbesar nilai j_d atau jarak gaya C_c dan T . Jika dua balok beton dengan ukuran tinggi dan lebar, kualitas beton, dan luas baja tulangan yang sama. Selanjutnya baja tulangan pada salah satu balok beton diletakkan pada perimeter terbawah, maka j_d atau jarak gaya C_c dan T menjadi lebih besar, sebagaimana j_d pada Gambar 1.2. lebih besar

daripada j_d pada Gambar 1.1. Nilai momen dukung yang dihasilkan oleh balok beton tersebut $M_n = A_s f_y j_d = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$ menjadi lebih besar.

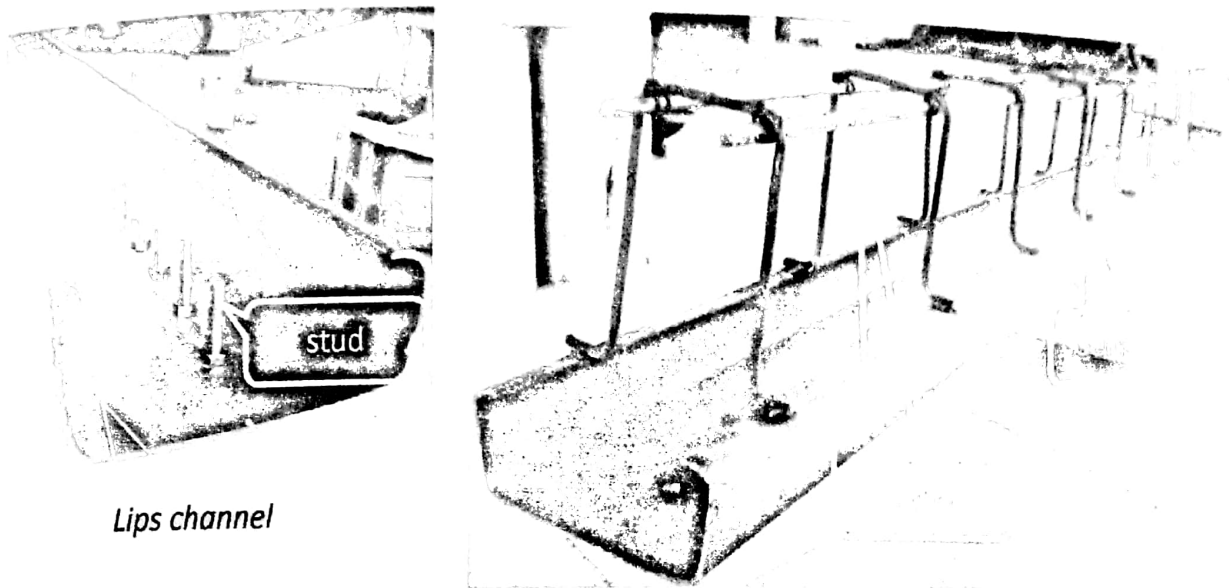


Gambar 1.3. Pendekatan diagram balok beton bertulangan tunggal eksternal

Nilai lekatan antar tulangan pada rumusan di atas nampaknya tidak berpengaruh, namun demikian nilai lekatan tulangan adalah salah satu faktor yang berpengaruh dalam menganalisis beton bertulang (Darwin David et al., 2006).

Pemasangan baja tulangan eksternal direncanakan bukan dari batang baja tulangan yang berpenampang lingkaran, melainkan baja *lips channel* yang memiliki lekatan, dan pengekanan pada beton. Secara teoritis keunggulan baja tulangan eksternal dibanding beton bertulang konvensional dengan baja tulangan internal, yaitu mampu meningkatkan daya dukung balok beton, karena:

- 1) regangan baja (ϵ_s) *lips channel* di lapisan terluar penampang lebih besar daripada regangan beton (ϵ_c), sehingga retak awal tertunda,
- 2) momen nominal lentur dan momen inertia lebih besar,
- 3) analog dengan CFST maka kekuatan tekuk baja eksternal lebih tinggi karena tertahan beton pengisi lubang (Roeder, et al., 1999, Gourley et al., 2001; Varma, et al., 2003, dalam Wu Qingxiong , et al.,---; Sahal, E., 2005),
- 4) baja eksternal dapat difungsikan sebagai cetakan beton segar, sehingga waktu pelaksanaan lebih singkat dan akhirnya lebih ekonomis



Lips channel

Gambar 1.4. *Lips channel* , sengkang dan *studs* sebagai perkuatan beton

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dikaji melalui penelitian ini adalah:

1. Bagaimana nilai gaya geser balok beton bertulangan eksternal dari baja *lips channel* dengan *shear stud*?
 - 1) Bagaimana gaya geser balok beton dengan tulangan diameter 16mm dan sengkang $\emptyset$ 6 mm - 170 cm?;
 - 2) Bagaimana gaya geser pada balok beton *lips channel* dengan sengkang $\emptyset$ 6 mm - 170 cm dan *stud* lurus sejajar jarak 80 mm?;
 - 3) Bagaimana gaya geser balok beton *lips channel* sengkang $\emptyset$ 6 mm - 170 cm berbaut *stud zigzag* jarak 80 mm?
2. Bagaimana nilai momen *crack* balok beton bertulangan eksternal dari baja *lips channel* dengan *shear stud*?
 - 1) Bagaimana momen *crack* balok beton dengan tulangan diameter 16mm dan sengkang $\emptyset$ 6 mm - 170 cm?;
 - 2) Bagaimana momen *crack* pada balok beton *lips channel* dengan sengkang $\emptyset$ 6 mm - 170 cm dan *stud* lurus sejajar jarak 80 mm?;

- 3) Bagaimana momen *crack* balok beton *lips channel* sengkang Ø 6 mm - 170 cm berbaut *stud zigzag* jarak 80 mm?
3. Bagaimana nilai lendutan balok beton bertulangan eksternal dari baja *lips channel* dengan *shear stud*?
 - 1) Bagaimana lendutan balok beton dengan tulangan diameter 16mm dan sengkang Ø 6 mm - 170 cm?;
 - 2) Bagaimana lendutan pada balok beton *lips channel* dengan sengkang Ø 6 mm - 170 cm dan *stud* lurus sejajar jarak 80 mm?;
 - 3) Bagaimana lendutan balok beton *lips channel* sengkang Ø 6 mm - 170 cm berbaut *stud zigzag* jarak 80 mm?

1.3. Batasan Penelitian

Kekuatan balok beton yang menggunakan *lips channel* sebagai perkuatan (tulangan) eksternal bergantung pada properti bahan penyusun dan perilaku komposit saat mendukung beban. Pembatasan masalah yang digunakan dalam penelitian adalah:

- 1) mutu beton yang dipergunakan adalah beton normal f'_c 20 MPa,
- 2) mutu *lips channel* diperoleh sesuai dengan pengujian mutu bahan.
- 3) perilaku yang ditinjau dalam penelitian ini adalah perilaku lentur dengan beban satu titik sesuai *loading frame*,
- 4) tumpuan balok mempergunakan baja silindris sebagai roll dan persegi sebagai sendi,
- 5) lekatan antara baja *lips channel* dan beton di setiap titik kontak dianggap sama,
- 6) pengujian lentur dilakukan pada balok beton uji dengan beban monotonik.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui nilai gaya geser balok beton bertulangan eksternal dari baja *lips channel* dengan *shear stud*?

- 1) Mengetahui gaya geser balok beton dengan tulangan diameter 16mm dan sengkang Ø 6 mm - 170 cm?;
 - 2) Mengetahui gaya geser pada balok beton *lips channel* dengan sengkang Ø 6 mm - 170 cm dan *stud* lurus sejajar jarak 80 mm?;
 - 3) Mengetahui gaya geser balok beton *lips channel* sengkang Ø 6 mm - 170 cm berbaut *stud zigzag* jarak 80 mm?
2. Mengetahui nilai momen *crack* balok beton bertulangan eksternal dari baja *lips channel* dengan *shear stud*?
- 1) Mengetahui momen *crack* balok beton dengan tulangan diameter 16mm dan sengkang Ø 6 mm - 170 cm?;
 - 2) Mengetahui momen *crack* pada balok beton *lips channel* dengan sengkang Ø 6 mm - 170 cm dan *stud* lurus sejajar jarak 80 mm?;
 - 3) Mengetahui momen *crack* balok beton *lips channel* sengkang Ø 6 mm - 170 cm berbaut *stud zigzag* jarak 80 mm?
3. Mengetahui nilai lendutan balok beton bertulangan eksternal dari baja *lips channel* dengan *shear stud*?
- 1) Mengetahui lendutan balok beton dengan tulangan diameter 16mm dan sengkang Ø 6 mm - 170 cm?;
 - 2) Mengetahui lendutan pada balok beton *lips channel* dengan sengkang Ø 6 mm - 170 cm dan *stud* lurus sejajar jarak 80 mm?;
 - 3) Mengetahui lendutan balok beton *lips channel* sengkang Ø 6 mm - 170 cm berbaut *stud zigzag* jarak 80 mm?

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian balok beton yang menggunakan *lips channel* sebagai perkuatan (tulangan) eksternal dapat bermanfaat untuk:

- 1) memberikan keterangan tentang pemanfaatan bahan *lips channel* yang tersedia di pasaran sebagai tulangan luar balok.
- 2) upaya meningkatkan daya dukung balok beton dengan meningkatkan jarak tulangan dengan tepi atas (sisi tertekan).

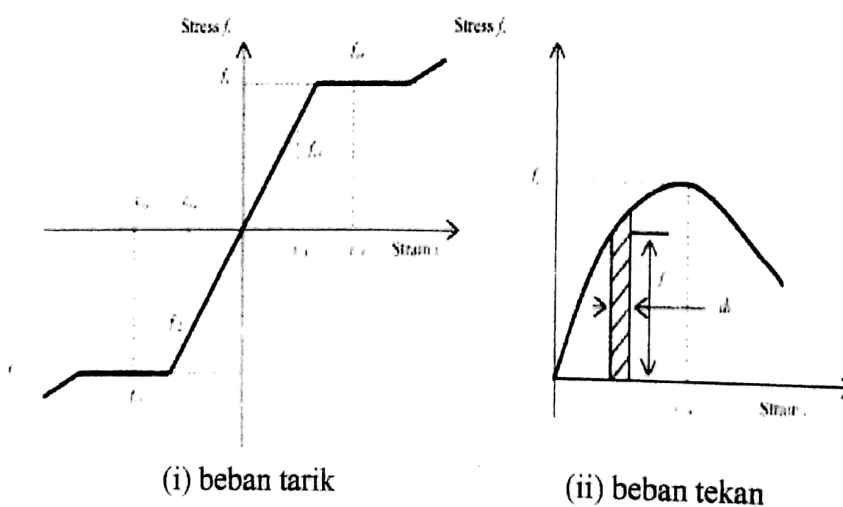
- 3) baja eksternal dapat difungsikan sebagai cetakan beton segar, sehingga waktu pelaksanaan lebih singkat dan akhirnya lebih ekonomis
- 4) mengembangkan elemen balok struktur beton bertulang, sehingga lebih mudah pengerjaan dan ekonomis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Baja

Pengujian tarik pada besi atau baja menunjukkan 100 kali nilai kuat tarik beton (McCormac, Jack C., 2001). Karakteristik baja yang lebih baik dari beton adalah daktilitas lebih tinggi dan memiliki tegangan residu (Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004), berat baja sebagai elemen struktur relatif ringan dibanding dengan kekuatannya, serta dapat dirangkai atau disambung dengan mudah. Sifat fisik tersebut sebagai dasar pertimbangan untuk menggabungkan baja dan beton agar berkualitas lebih baik, lebih efektif dalam elemen struktur yang mendukung beban tarik (Sabnis M. Gajanan, 1979), tahan terhadap retak, dan tidak getas (Zhang, Jun, Leung, Christopher K.Y., Cheung Yin Nee, 2006). Penggabungan baja dan beton dikenal dengan nama komposit atau campuran atau *hybrid* (Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004).



Gambar 2.1. Tegangan dan regangan baja (Park, R. dan Pauley, T., 1975)

2.2. Beton

Beton terdiri atas berbagai material yang disatukan oleh media perekat, material pengisi terdiri atas agregat halus, agregat kasar, dan bahan tambah (Besari, M.S. (2008). Beton dipilih sebagai bahan struktur bangunan sipil, seperti jembatan, jalan raya, terowongan, waduk, bangunan bertingkat rendah maupun tinggi, pelabuhan laut atau udara, dan berbagai bangunan lainnya; Karena bahan beton mudah didapatkan, dibentuk sesuai dengan rencana (Abadjieva T., 2005), awet, murah, masiv, dan kaku (Griffis, 1992 dalam Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004). Beton mempunyai kekuatan tekan dan kekakuan yang baik (Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004), tetapi tidak mampu menahan tarik dan getas (Mahasneh Bassam Z. dan Gharaibeh Emhaidy S., 2005; ACI Committee 446, 2006).

2.2. Struktur Beton Bertulang

2.2.1. Tegangan dan Regangan Beton

Tegangan didefinisikan sebagai tahanan terhadap gaya-gaya luar. Intensitas gaya yaitu gaya per satuan luas disebut tegangan dan diberi notasi huruf Yunani “ σ ” (*sigma*). Gaya P yang bekerja tegak-lurus (normal) pada penampang melintang $a-a$ ini secara aktual merupakan resultan distribusi gaya-gaya yang bekerja pada penampang melintang dengan arah normal. Rumus tegangan di penampang balok beton (Park Paulay, 1975):

$$\sigma = \frac{P}{A} \quad (2.1)$$

σ = tegangan (N/mm²)

P = gaya aksial (N)

A = luas penampang (mm²)

Persamaan ini memberikan intensitas tegangan merata pada batang prismatis yang dibebani secara aksial dengan penampang sembarang. Apabila batang ini ditarik dengan gaya P , maka tegangan pada batang adalah

tegangan tarik (*tensile stress*); sebaiknya tegangan akibat arah gaya yang berlawanan adalah tegangan tekan (tegangan pada batang adalah tegangan tekan (*compressive stress*). Tegangan mempunyai arah tegak lurus permukaan potongan, disebut tegangan normal (*normal stress*). Tegangan normal dapat berupa tegangan tarik dan tegangan tekan (Gere, Timoshenko, 1997).

Benda ditarik atau ditekan gaya P , gaya yang diterima benda mengakibatkan ketegangan antar partikel dalam material yang berbanding lurus dengan gaya P . Perubahan tegangan partikel ini menyebabkan adanya pergeseran struktur material regangan atau himpitan yang besarnya juga berbanding lurus. Karena adanya pergeseran, maka terjadilah deformasi bentuk material misalnya perubahan panjang menjadi $L + \Delta L$ (atau $L - \Delta L$), L adalah panjang awal benda dan ΔL adalah perubahan panjang. Rasio perbandingan antara ΔL terhadap L disebut *strain* (regangan) bersimbul " ϵ " (*epsilon*)

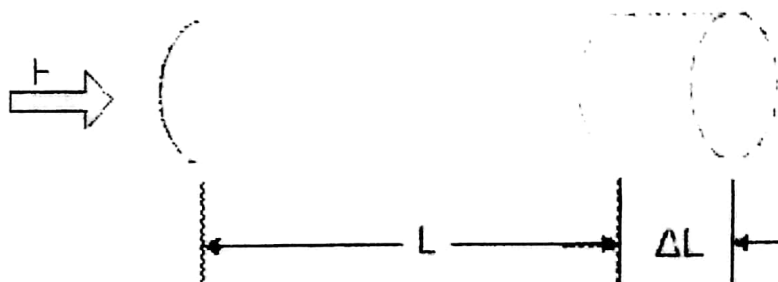
$$\epsilon = \frac{\Delta L}{L} \quad (2.2)$$

keterangan:

ϵ = regangan/ strain ($\mu\text{m}/\text{m}$ atau $\mu\epsilon$)

L = panjang benda mula-mula (m)

ΔL = perubahan panjang benda (μm)



Gambar 2.2. Regangan (*strain*)

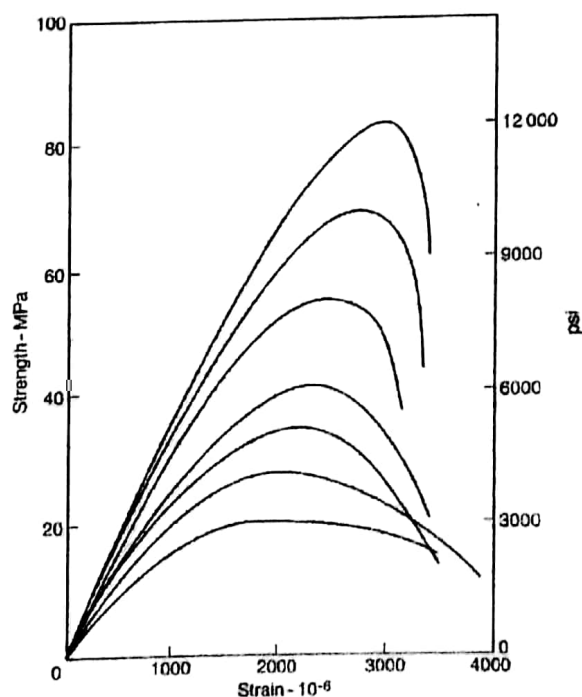
Batang diberikan gaya tarik, maka batang memanjang dengan perpanjangan ΔL (perubahan panjang benda). Regangan pada batang yang mengalami perpanjangan bahan disebut regangan tarik (*tensile strain*). Batang menerima beban tekan, akan memendek; maka regangan pada batang adalah regangan tekan (*compressive strain*). Regangan tarik bertanda positif dan regangan tekan bertanda negatif. Regangan (ϵ) disebut regangan normal karena regangan ini berkaitan dengan tegangan normal (Gere, Timoshenko, 1997). Beton mempunyai kuat tekan yang jauh lebih besar dibandingkan kuat tariknya.

Penambahan beban aksial yang bertahap menimbulkan pertambahan panjang terhadap panjang *gage* diukur pada setiap pertambahan beban dan ini dilanjutkan sampai terjadi kerusakan (*fracture*) pada spesimen. luas penampang awal spesimen diketahui, maka tegangan normal, σ dapat diperoleh untuk setiap nilai beban aksial dengan menggunakan hubungan P (beban aksial dalam Newton) dan A (luas penampang awal, mm^2). Pasangan nilai tegangan normal (σ) dan regangan normal (ϵ) sebagai absis dan ordinat dinyatakan pada gambar diagram atau kurva tegangan-regangan.

Beton adalah suatu material heterogen yang sangat kompleks dimana reaksi terhadap tegangan tidak hanya tergantung dari reaksi komponen individu tetapi juga interaksi antar komponen. Kompleksitas interaksi diilustrasikan pada Gambar 2.3. dimana ditunjukkan kurva tegangan-regangan tertekan untuk beton dan mortar, pasta semen dan agregat kasar. Agregat kasar adalah suatu material getas elastis linier, dengan kekuatan signifikan diatas beton. Pasta semen mempunyai nilai modulus elastisitas rendah, tetapi kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan mortar atau beton. Penambahan agregat halus ke pasta semen menjadi mortar mengakibatkan suatu peningkatan modulus elastisitas, tetapi mereduksi kekuatan. Penambahan agregat kasar ke mortar, dalam ilustrasi diatas, hanya sedikit mempengaruhi modulus elastisitas, tetapi mengakibatkan penambahan

reduksi kuat tekan. Secara keseluruhan, perilaku beton adalah serupa dengan unsur pokok mortar, sedangkan perilaku mortar dan beton secara signifikan berbeda dari perilaku baik pasta semen atau agregat.

Kurva tegangan-regangan pada Gambar 2.3. di bawah menampilkan hasil yang dicapai dari hasil uji tekan terhadap sejumlah silinder uji beton standar berumur 28 hari dengan kekuatan beragam. Kurva-kurva menunjukkan semakin tinggi mutu beton, maka modulus elastisitas semakin besar, sehingga beton dengan kekuatan lebih tinggi bersifat lebih getas (*brittle*); sedangkan beton dengan kekuatan lebih rendah lebih *ductile* (ulet) daripada beton berkekuatan lebih tinggi, artinya beton tersebut akan mengalami regangan yang lebih besar sebelum mengalami kegagalan (*failure*).



Gambar 2.3. Kurva tegangan-regangan pada beton dengan berbagai variasi kuat tekan (Sumber : *Properties of Concrete*, A.M.Neville, 2003)

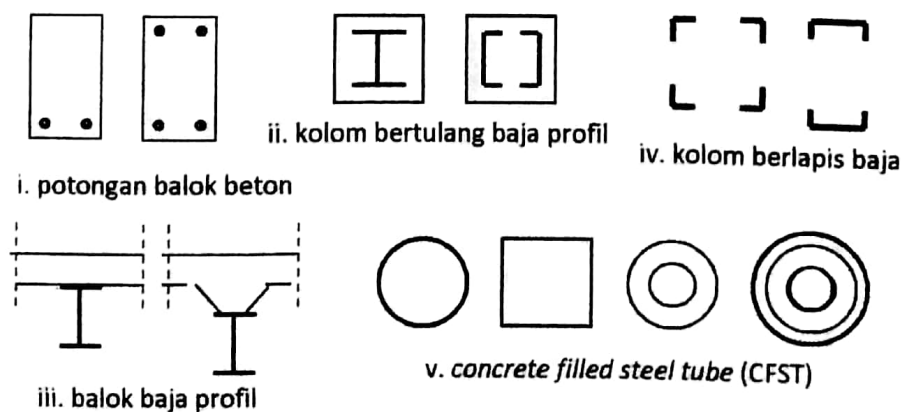
2.2.2. Modulus Elastisitas Beton

Modulus elastisitas atau modulus Young yaitu ukuran kekakuan material; pada suatu tingkat pembebanan tertentu, semakin besar harga modulus ini maka semakin kecil regangan elastis yang terjadi, atau material tersebut semakin kaku (*stiff*). Pada grafik tegangan-regangan (Gambar 2.3.), modulus kekakuan dihitung dari *slope* kemiringan garis elastis yang linier:

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \text{ atau } E = \tan \alpha \quad (2.3)$$

σ : tegangan aksial searah sumbu benda uji, ϵ : regangan aksial, α : sudut yang dibentuk oleh daerah elastis kurva tegangan-regangan dan E : konstanta proporsionalitas atau modulus elastisitas bahan. Modulus elastisitas material ditentukan oleh energi ikat antar atom, sehingga nilai modulus tergantung struktur bahan. Modulus elastisitas yaitu kemiringan kurva tegangan-regangan di daerah elastis linier pada sekitar 40% beban puncak (Gere, Timoshenko, 1997).

Modulus elastisitas beton memiliki nilai yang bervariasi tergantung dari beberapa faktor, diantaranya adalah kuat tekan beton. Makin tinggi kuat tekannya maka modulus elastisitasnya juga makin besar, dimana perubahan panjang yang terjadi akibat pembebanan tekan akan makin kecil. Hal ini disebabkan kondisi beton makin keras sehingga dengan energi yang sama akan dihasilkan pemendekan dan regangan yang lebih kecil bila dibandingkan beton yang kuat tekannya kecil (Sukoyo, 2008).

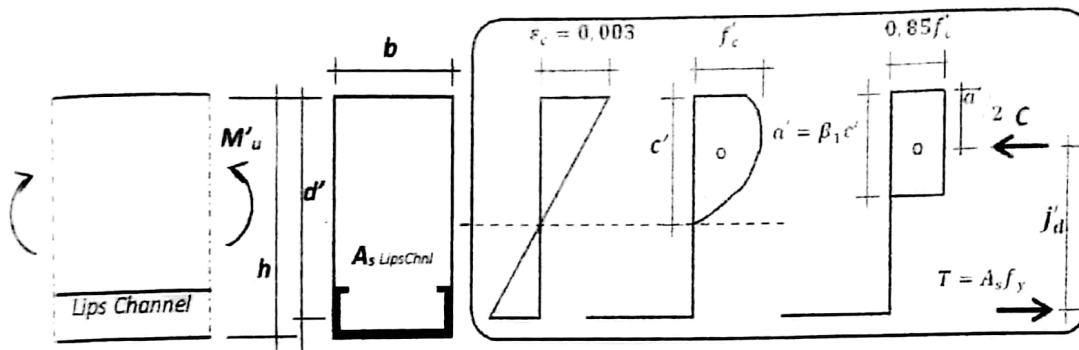


Gambar 2.4. Potongan komposit struktur (Tong, 1994; Samhal, E., 2005)

Dasar pemikiran penerapan tulangan eksternal adalah pemanfaatan baja *lips channel* sebagai tulangan longitudinal yang berada di perimeter balok dan sekaligus sebagai pengekang balok beton. Analog dengan diagram tegangan regangan Park R. dan Paulay T. (1975:79) di atas, menunjukkan bahwa resultan gaya tarik (T_{bawah}) baja tulangan eksternal sisi bawah balok beton sebesar luasan penampang baja tulangan (A_s) dikalikan tegangan baja (f_s). Sedangkan untuk gaya di sisi serat tekan balok beton, yaitu C (gaya tekan beton) ditambah dengan T_{atas} (gaya tekan yang didukung baja tulangan eksternal C). Nilai C sebesar 0,85 dikalikan nilai mutu beton (f'_c) dikalikan luasan bidang tertekan (tinggi a , dikalikan lebar balok, b). Nilai T_{atas} (baja sisi atas balok beton sebesar luasan penampang baja tulangan eksternal (A_s) dikalikan tegangan baja (f_s). Selanjutnya momen tahanan, $M_u = T_{bawah} \times \text{jarak titik berat } lips \text{ channel sisi bawah terhadap garis netral}$. $M_u = Cj_d + T_{atas}$. dengan $j_d = d - 0,5a$. Tinggi efektif balok, d , ialah jarak dari tepi atas ke titik berat baja tulangan eksternal.

Nilai modulus elastisitas baja, $E_s = 200 \text{ GPa}$ (200.000 N/mm^2), nilai ini kira-kira 8 kali lebih besar daripada nilai modulus elastisitas beton normal, $E_c = 24 \text{ GPa}$ (24.000 N/mm^2) untuk beton normal dengan $f'_c = 35 \text{ MPa}$ (ACI Innovation Task Group 3 dalam MCP, 2006). Nilai regangan baja tulangan, $\epsilon_s = 0,01$ lima kali lebih besar daripada regangan beton, $\epsilon_c = 0,002$ (Park R. dan Paulay T., 1975). Baja *lips channel* yang berfungsi juga sebagai pengekang pada selimut beton dapat mengurangi terjadinya *spalling* pada selimut beton saat regangan beton mencapai regangan hancurnya (McCormac Jack C., 2004). Nilai gaya tarik (T) dan nilai lekatan permukaan baja tulangan eksternal (profil C *lips channel*) di sisi bawah lebih besar daripada baja tulangan batang dengan luas tampang bulat, karena luasan relatif lebih besar. Kemudian jarak baja tulangan dengan garis netral balok beton bertulangan eksternal (Gambar 2.2.) lebih besar daripada balok beton bertulangan baja (Gambar 2.4.). Dengan demikian momen kopel yang

dihasilkan oleh perkalian gaya dan jarak pada balok beton bertulangan eksternal (Gambar 2.5.) lebih besar daripada balok beton bertulangan biasa (Gambar 2.5.).



i. Potongan memanjang ii. Potongan melintang

Gambar 2.5. Usulan diagram tegangan balok beton dengan *Lips Channel*

Beton dengan perkuatan rangkaian baja tulangan dapat dibentuk sesuai fungsi elemen struktur, seperti plat, balok, kolom, dan lainnya. Balok beton bertulang yang mendukung beban lebih akan mengalami keruntuhan. Pencegahan runtuh dilakukan meningkatkan daya dukungnya, dengan cara:

1. Memperbesar dimensi balok beton, tetapi berat sendiri balok meningkat juga; Berat sendiri yang besar menyebabkan gaya gempa yang diterima oleh struktur meningkat, sebagaimana SNI-1726-2012:

$$V = C_s W_T, \quad (2.4)$$

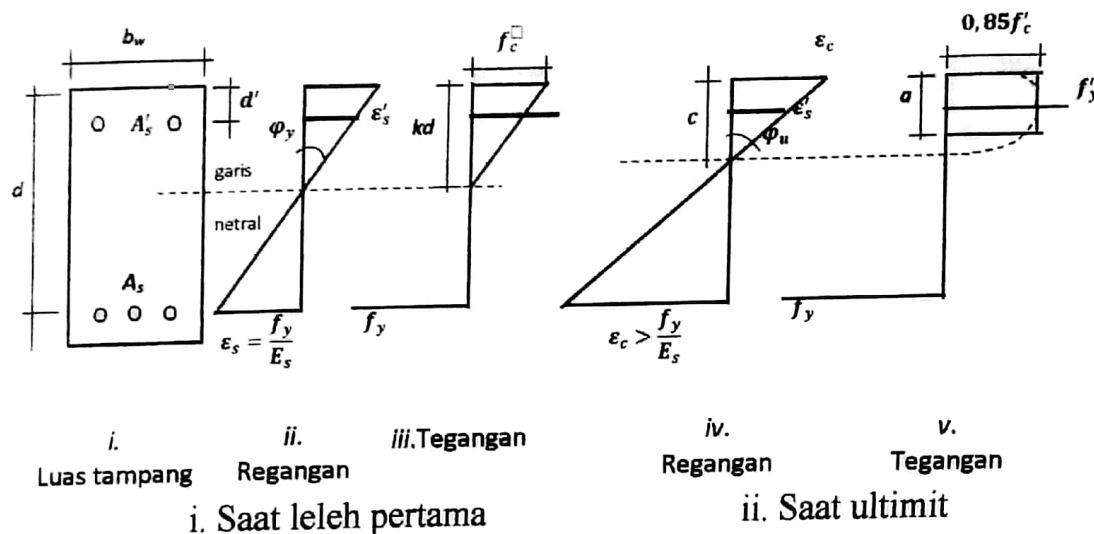
V : gaya geser dasar gempa,

C_s : faktor gempa,

W_T : berat total gedung.

2. Meningkatkan mutu beton, beton mutu tinggi memiliki kuat tekan lebih besar dan kekakuan lebih besar (Colaco, J. P., 1985 dalam ACI MCP 2006), tetapi getas (ACI MCP 2006).
3. Menambahkan jumlah tulangan pokok. Jika terlalu banyak akan memperkecil jarak tulangan, sehingga susunan tulangan menjadi dua

lapis atau lebih, akhirnya jarak (d) titik berat tulangan pada serat tarik dengan tepi serat tekan semakin kecil. Nilai d yang kecil menyebabkan momen, M_n kecil, tebal selimut beton berkurang, dikhawatirkan terkelupas (Cusson dan Paultre, 1993 dalam Muslikh, 2005), karena regangan beton terlampaui (Nuroji, 2008).

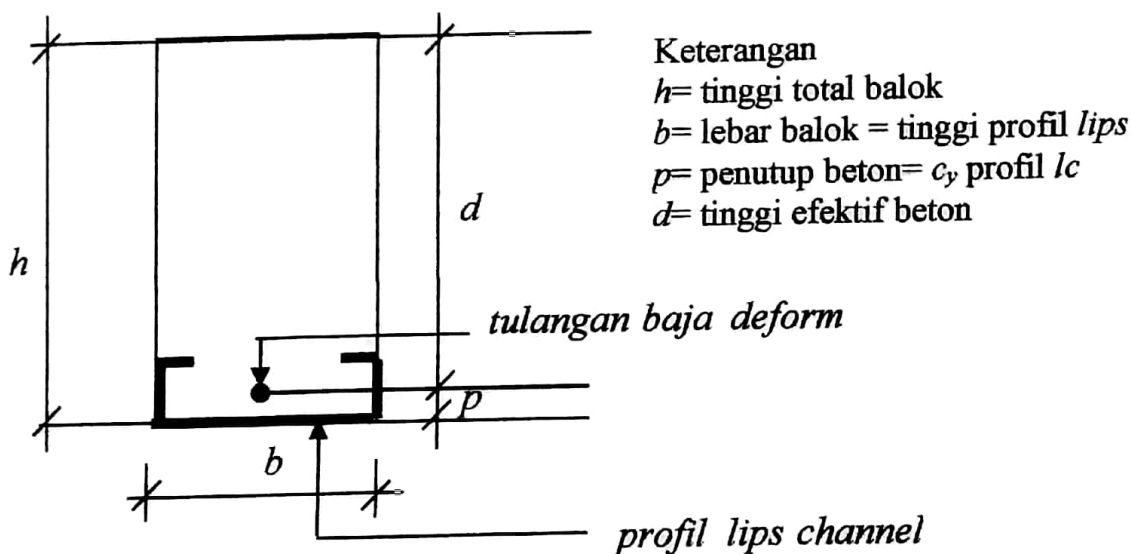


Gambar 2.6. Penampang balok bertulangan rangkap yang menerima beban lentur (Park R. dan Paulay T., 1975:204)

4. plat baja dipasang di penampang bawah balok beton, sehingga mencapai kuat optimal, dan kekakuan balok bertambah. Tetapi balok menjadi mudah getas, dan daktilitas beton menurun, (Zhang S. dan Raoof M., 1994).
5. Memasang selubung baja di sekeliling beton, pada elemen struktur kolom dikenal dengan *concrete filled steel tubes*-CFST (Maegawa K., Tomida M., dan Yoshida H., 1994; Griffis, 1992 dalam Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004; Samhal, E., 2005; Morino, S. dan Tsuda, K., 2005; Kuranovas, A. dan Kvedaras, A.K., 2006). Selimut baja mengekang beton, mengurangi kerusakan tekuk lokal, karena tertahan oleh beton pengisi, kerusakan beton relatif lebih kecil (Morino S. dan Tsuda K., 2005).

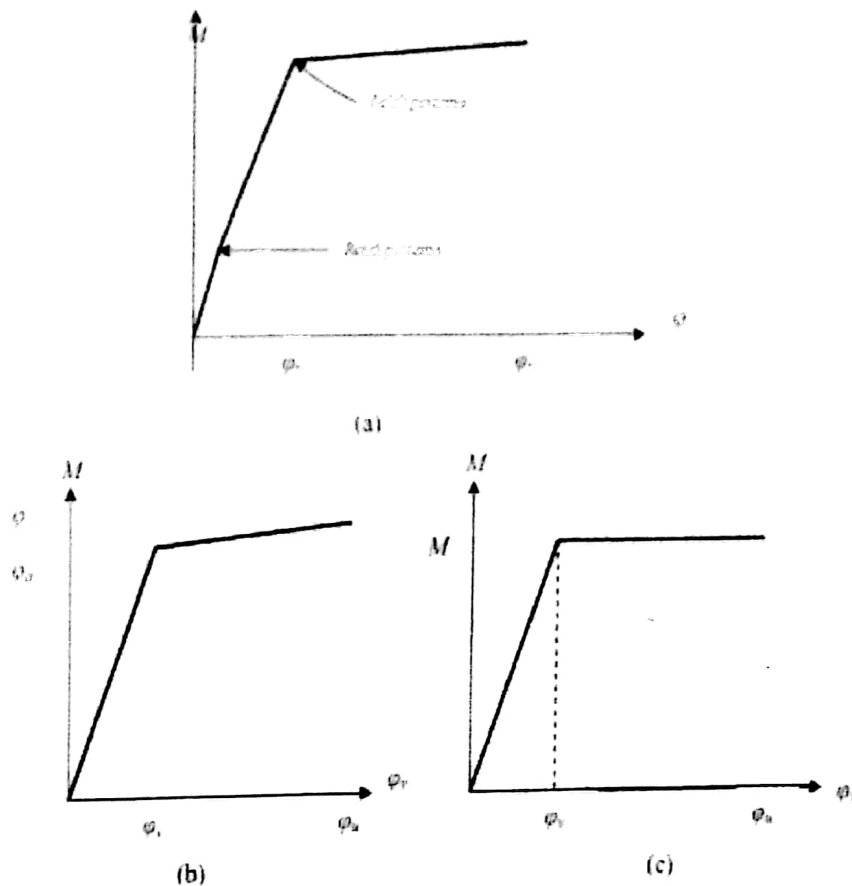
Peningkatan performa CFST dilakukan dengan menambahkan tulangan geser dalam pipa baja (Gourley et al., 1994, dalam Gourley et al., 2001), memasang tendon prategang di dalam CFST (Kim Young-Ho, You Sung-Kun, Jung Jae-Ho, dan Yoon Soon-Jong, 2006).

Profil *lips channel* dipasang pada penampang tarik balok atau bagian bawah sehingga tinggi profil (h_w) menjadi lebar balok (b). Pada titik berat profil dipasang pula tulangan baja deform yang berfungsi seperti beton konvensional sebagai tulangan tarik, sehingga penampang balok dengan tulangan luar dapat dilihat seperti gambar di bawah :



Gambar 2.7. Penampang balok dengan profil *lips channel* sebagai tulangan luar

Perilaku daktail diperoleh dengan memberikan jumlah tulangan yang lebih kecil daripada nilai pada keadaan setimbang. Hubungan momen-kurvatur untuk balok praktis saat baja tarik leleh diidealisasikan menjadi kurva trilinier dan bilinier seperti gambar berikut.

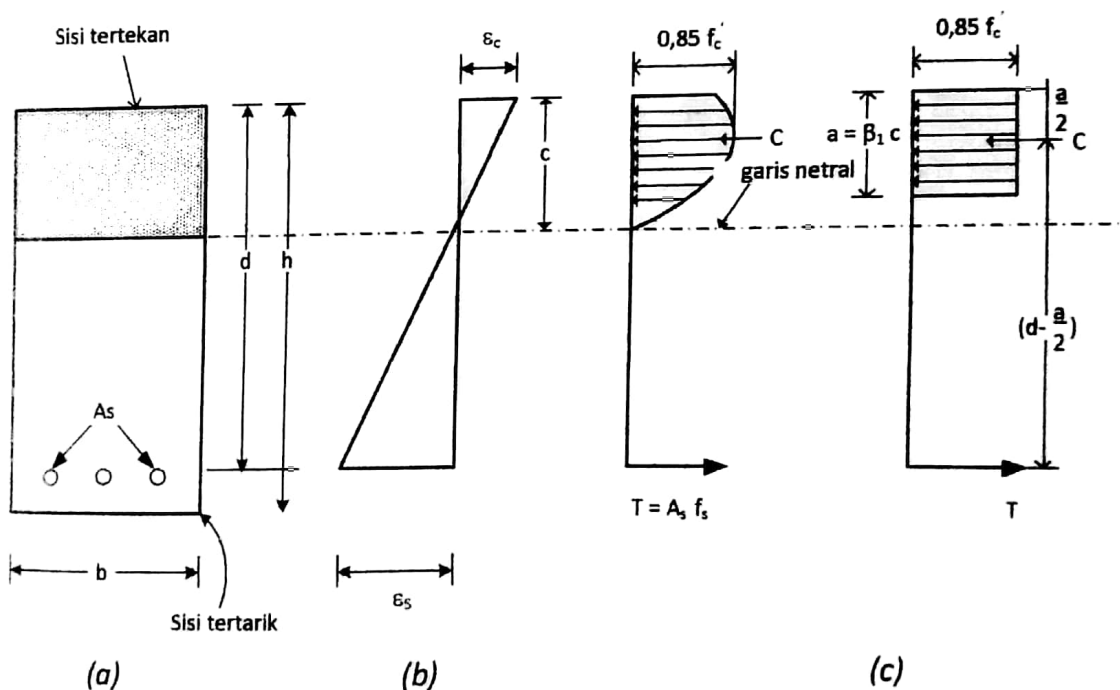


Gambar 2.8. Idealisasi Momen-Kurvatur pada balok bertulangan tunggal lemah akibat tarik (a. Hubungan trilinear, pertama munculnya retakan, kedua tegangan baja meleleh dan ketiga batas regangan beton tercapai, b. Hubungan bilinear berupa perkiraan-perkiraan akurasi untuk balok retak, c. Hubungan bilinear berupa perkiraan-perkiraan akurasi untuk balok retak) (Park Paulay, 1975)

Balok beton bertulang yang mendukung beban lebih mengalami keruntuhan, jika baja tulangan leleh lebih dahulu tetapi beton belum mencapai kuat desaknya, atau beton mencapai regangan maksimum lebih awal daripada baja tulangannya, atau pada saat beton mengalami regangan maksimum bersamaan dengan baja tulangan mencapai leleh. Pencegahan runtuh dapat dilakukan berbagai alternatif, salah satu cara dengan memasang plat baja seluas 1,05% dari luas penampang balok dilekatkan dengan sempurna dipermukaan bawah balok (serat tarik), kuat lentur meningkat, beban ultimit juga meningkat dari 28,1 kN menjadi 57,5 kN. Peningkatan terjadi karena komposit (penambahan) plat baja pada beton, sehingga untuk

beton mencapai kuat tekan, dan kekakuan balok bertambah. Tetapi daktilitas beton menurun, balok menjadi getas (Zhang S. dan Raoof M., 1994). Keuntungan balok komposit dan kolom komposit dengan selimut baja di sisi luar, yaitu plat baja di sisi terluar berfungsi ganda sebagai cetakan dan pendukung beton segar, balok profil baja sebagai balok pendukung cetakan dan beban lainnya di atasnya, kuat lentur bertambah, waktu pelaksanaan lebih singkat, dan biaya lebih ekonomis (Griffis, 1992 dalam Spacone, E. dan El-Tawil, S., 2004; Sahal, E., 2005).

Balok bertulangan tunggal artinya hanya pada penampang tarik yang dipasang baja tulangan. Menurut ACI 318 – 95 kondisi regangan tegangan beton yang mengalami lentur dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.9. Distribusi regangan dan tegangan pada penampang balok:
 (a) penampang melintang balok;
 (b) regangan;
 (c) blokregangan equivalen yang diasumsikan.

Keseimbangan gaya horisontal terpenuhi ($\sum H = 0$), gaya tekan beton (C_c) dan gaya tarik baja tulangan (T_s) harus saling mengimbangi.

Diagram regangan pada kondisi batas

$$\frac{\varepsilon_s}{(d - c)} = \frac{0,003}{c} \quad (2.5)$$

$$\varepsilon_s = \frac{0,003}{c}(d - c) \quad (2.6)$$

Gaya tarik baja tulangan (T_s)

$$\begin{aligned} T_s &= A_s \cdot E_s \cdot \varepsilon_s \\ &= A_s \cdot E_s \cdot \left[\frac{0,003}{c} (d - c) \right] \end{aligned} \quad (2.7)$$

Gaya tekan beton (C_c)

$$\begin{aligned} C_c &= 0,85 \cdot f'_c \cdot \beta \cdot c \cdot b \\ C_c &= 0,85 - f'_c \cdot 85 \cdot c \cdot b \end{aligned} \quad (2.8)$$

Dari persamaan $C_c = T_s$ dapat dihitung c (jarak garis netral)

Jarak a *stress block equivalent* =

$$a = \beta c \quad (2.9)$$

Lengan momen (j_d)

$$j_d = d - \frac{a}{2} \quad (2.10)$$

Momen nominal

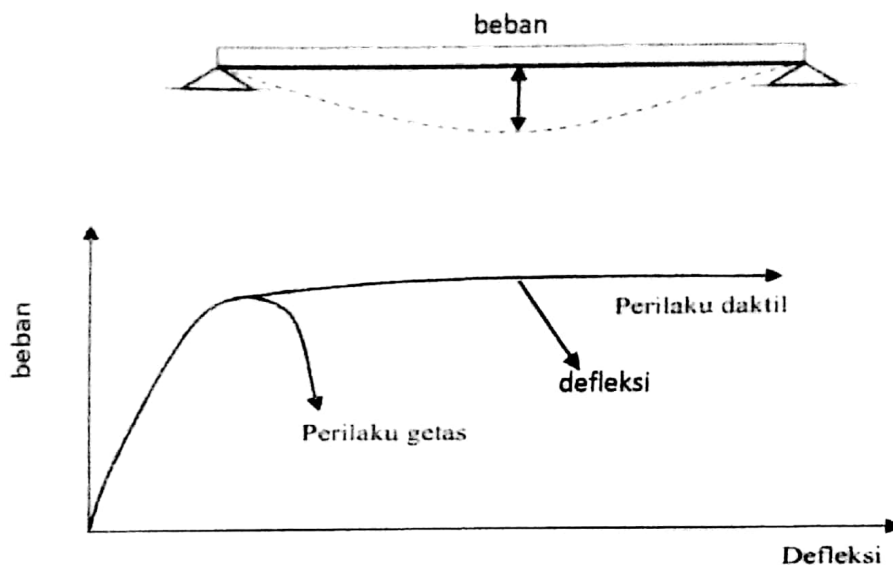
$$M = C_c \cdot j_d \quad (2.11)$$

Kurvatur (ϕ)

$$\phi = \frac{\varepsilon_s}{(d - c)} \quad (2.12)$$

2.2.3. Momen Kurvatur

Perilaku defleksi akibat pembebanan pada balok beton bertulang dapat dilihat pada gambar berikut. Dari gambar ini dapat dilihat dengan jelas perilaku getas (*brittle*) dan liat (*ductile*).



Gambar 2.10. Hubungan beban dan defleksi pada balok lentur

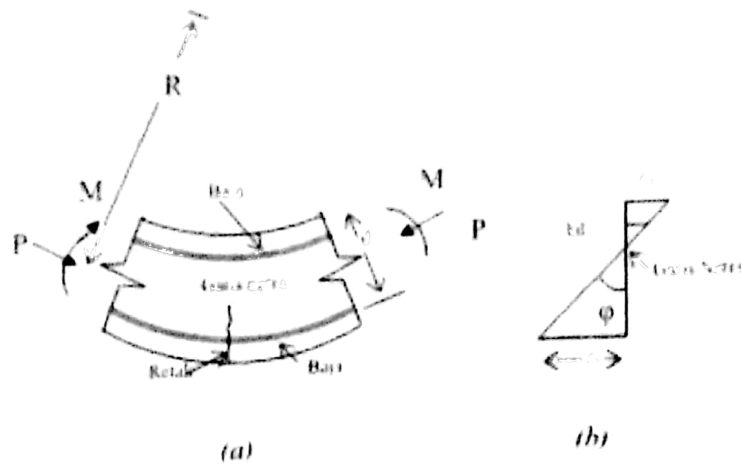
Jari-jari kurvatur R menuju garis netral, ketinggian garis netral, regangan beton pada serat tekan ekstrem, ϵ_c , dan regangan tarik baja, ϵ_s , akan berubah sepanjang elemen karena pada daerah retak akan terjadi tarik. Pada bagian kecil dari elemen, sepanjang dx , maka rotasi ke duaujung elemen adalah:

$$\frac{dx}{R} = \frac{\epsilon_c dx}{kd} = \frac{\epsilon_s dx}{d(1-k)}; \frac{1}{2} = \frac{\epsilon_c}{kd} = \frac{\epsilon_s}{d(1-k)} \quad (2.13)$$

Nilai $\frac{1}{R}$ adalah kurvatur pada elemen balok (rotasi per unit panjang elemen) yang dinyatakan dalam ϕ ,

$$\text{nilai } \phi = \frac{\epsilon_c}{kd} = \frac{\epsilon_s}{d(1-k)} = \frac{\epsilon_c + \epsilon_s}{d} \quad (2.14)$$

Jadi kurvatur, ϕ , adalah gradien dari regangan pada gambar berikut ini.



Gambar 2.11. Deformasi pada elemen lentur

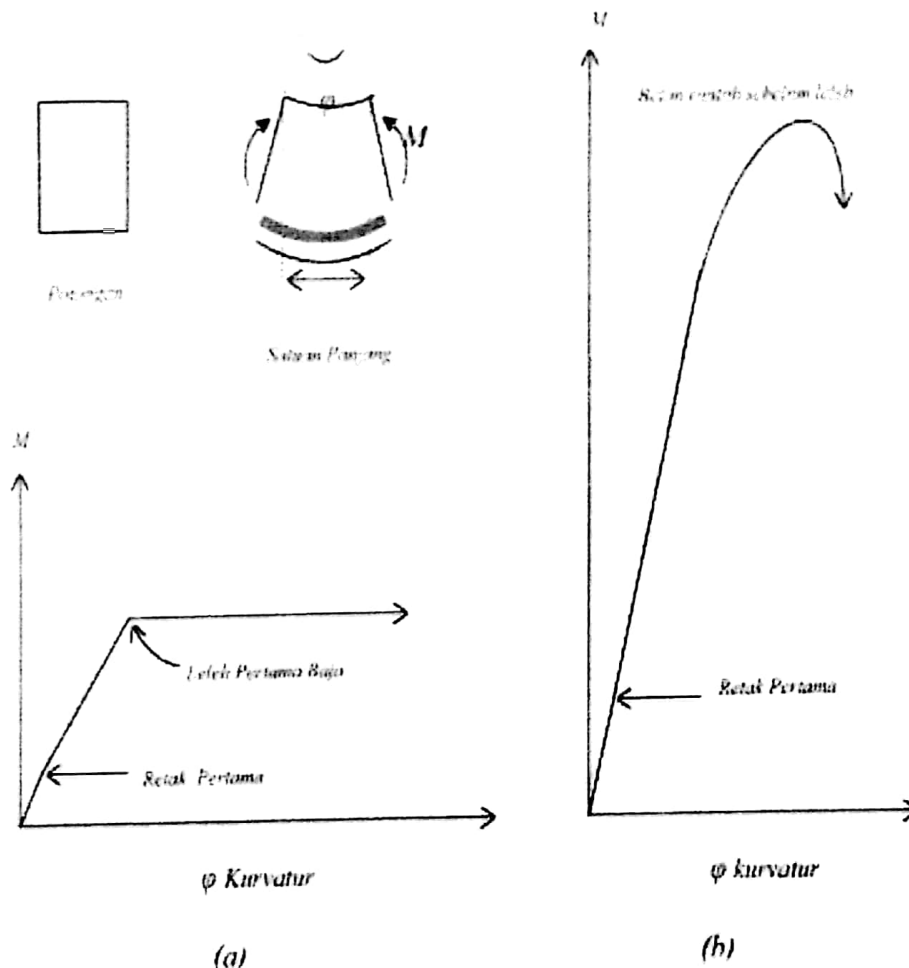
Kurvatur selalu berubah sepanjang elemen, karena fluktuasi ketinggian garis netral dan regangan diantara retakan. Jika panjang elemen melebihi retak, persamaan kurvatur

$$\varphi = \frac{\varepsilon_c}{kd} = \frac{\varepsilon_s}{d(1-k)} = \frac{\varepsilon_c + \varepsilon_s}{d}, \quad (2.15)$$

dengan nilai regangan beton, ε_c , dan regangan tarik baja, ε_s , pada daerah retak. Hubungan momen, M dan kurvatur, φ adalah,

$$EI = MR = \frac{M}{\varphi} \quad (2.16)$$

Pada elemen dengan penulangan tunggal seperti Gambar 2.8. kurva $M-\varphi$ yang dihasilkan linier sampai dengan baja mencapai leleh. Peningkatan kurvatur terjadi akibat momen lentur yang hampir konstan, kemudian momen meningkat ke maksimum selanjutnya menurun. Sedangkan pada gambar kanan (ii) untuk penulangan ganda, kurva $M-\varphi$ menjadi non linier saat beton masuk pada daerah inelastik kurva tegangan-regangan. Kegagalan getas dapat terjadi bila tidak ada pengekanan. Beton hancur saat kurvatur relatif kecil, sebelum baja leleh, momen kapasitas menurun dengan cepat.

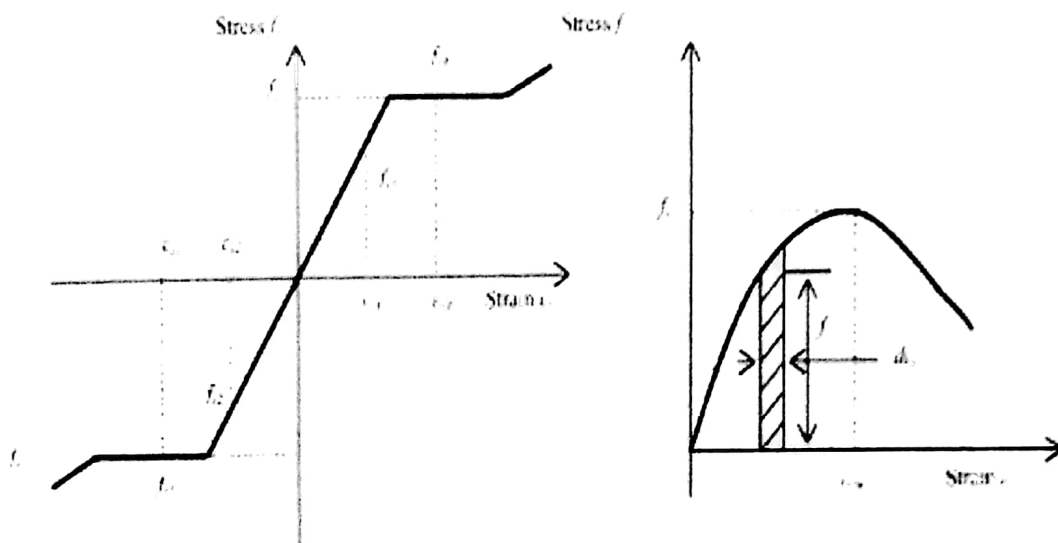


Gambar 2.12. Hubungan Momen Kurvatur pada balok bertulangan tunggal
(a. elemen lemah karena tarik, $\rho < \rho_b$, b. elemen lemah karena tarik, $\rho < \rho_b$)

Penentuan momen-kurvatur teoritis diasumsikan dengan elemen datar sebelum terjadi lentur dan setelah lentur, kurva tegangan-regangan baja dan beton telah ditentukan sebelumnya. Gambar di bawah (a) dan (b) memperlihatkan kurva tegangan-regangan tipikal untuk baja dan beton, selanjutnya gambar (c) menunjukkan elemen balok beton bertulang dengan beban aksial dan lentur. Distribusi tegangan beton sisi atas bagian tertekan (gambar c) diperoleh dan diagram regangan dan kurva tegangan-regangan beton.

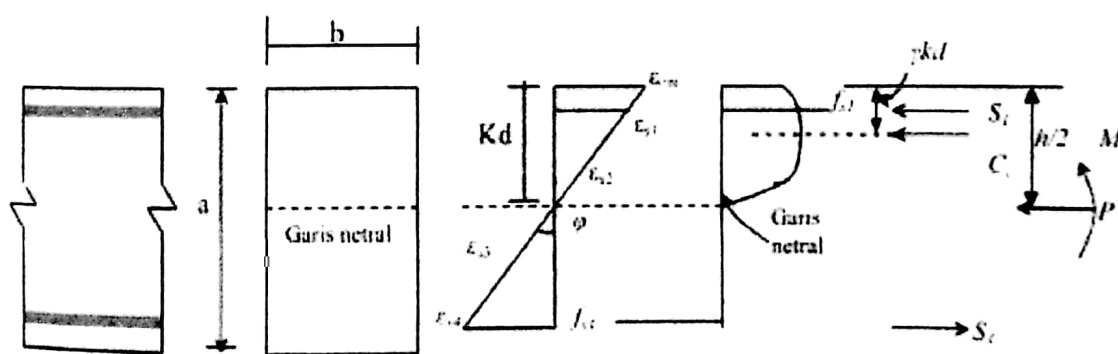
Regangan beton, ϵ_{cm} , di sembarang serat tertekan ekstrem akibat gaya tekan beton G yang letaknya ditentukan oleh parameter α dan y . Besar gaya C_c adalah:

$$C_c = \alpha f_c^m b k d \quad (2.17)$$



Jarak gaya dengan garis netral y_{kd}
(a) Baja tarik dan tekan

(b) Beton tekan



(c) Potongan dengan regangan, tegangan, dan distribusi gaya

Gambar 2.13. Penentuan Momen-Kurvatur

Faktor tegangan rata-rata, α , dan faktor sentroida, γ , untuk sembarang regangan, ϵ_{cm} , pada serat tekan ekstrem dapat ditentukan pada penampang

persegi dari hubungan tegangan-regangan, dengan luasan di bawah kurva tegangan-regangan (Gambar 2.13. ii di atas) sebesar:

$$\int_0^{\epsilon_m} f_c d\epsilon_c = \alpha f_c^n \epsilon_{cm}, \quad (2.18)$$

Jadi dari persamaan di atas dapat diperoleh α sebagai berikut :

$$\alpha = \frac{\int_0^{\epsilon_{cm}} f_c d\epsilon_c}{\int_0^n \epsilon_{cm}} \quad (2.19)$$

Momen area di bawah kurva tegangan-regangan dengan:

$$\gamma = 1 - \frac{\int_0^{\epsilon_{cm}} \epsilon_c f_c d\epsilon_c}{\epsilon_{cm} \int_0^{\epsilon_{cm}} f_c d\epsilon_c} \quad (2.20)$$

Selanjutnya persamaan keseimbangan gaya

$$P = \alpha f_c^n bkd + \sum_{i=1}^n f_{st} A_{st}, \quad (2.21)$$

dan momen

$$M = \alpha f_c^n bkd \left(\frac{h}{2} - \gamma kd \right) + \sum_{i=1}^n f_{st} A_{st} \left(\frac{h}{2} - \gamma kd \right). \quad (2.22)$$

Persamaan kurvatur sesuai dengan persamaan awal di atas adalah kd . Hubungan momen-kurvatur teoritis pada pembebanan aksial dapat ditentukan dengan meningkatkan regangan pada serat ekstrem ϵ_{cm} . Momen-kurvatur pada saat leleh (*yield*) dan batas (*ultimate*).



KEPUTUSAN
REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA
Nomor 291/UN38/HK/LT/2014
Tentang
PENELITIAN KEBIJAKAN FAKULTAS TEKNIK DANA BOPTN
TAHUN ANGGARAN 2014

REKTOR UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

Menimbang : Bahwa untuk kelancaran pelaksanaan kegiatan penelitian kebijakan Fakultas Teknik Dana BOPTN Tahun Anggaran 2014, maka dipandang perlu menerbitkan Keputusan ini.

Mengingat :

1. Undang-Undang RI Nomor 20 tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-Undang RI Nomor 12 tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi;
3. Peraturan Pemerintah Nomor 66 tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
4. Keputusan Presiden RI Nomor 269 tahun 1965 tentang Pendirian IKIP Surabaya;
5. Keputusan Presiden RI Nomor 93 tahun 1999 tentang Perubahan IKIP Surabaya menjadi Universitas Negeri Surabaya;
6. Keputusan Mendikbud RI Nomor 279/O/1999 tentang Organisasi dan Tata Kerja Universitas Negeri Surabaya;
7. Keputusan Mendiknas RI Nomor 92/O/2001 tentang Statuta Universitas Negeri Surabaya;
8. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 164/MPK.A4/KP/2014 tentang Pengangkatan Rektor Unesa;
9. Keputusan Menkeu RI Nomor 50/KMK.05/2009 tentang Penetapan Universitas Negeri Surabaya Pada Departemen Pendidikan Nasional sebagai Instansi Pemerintah yang menerapkan Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
10. Peraturan Menteri Keuangan RI Nomor 92/PMK.05/2011 tentang Rencana Bisnis dan Anggaran Serta Pelaksanaan Anggaran Badan Layanan Umum;
11. Surat Pengesahan Menteri Keuangan Nomor DIPA-023.04.2.414970/2014, tentang DIPA BLU tahun 2014;

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
Pertama : Judul dan Tim Peneliti pada penelitian kebijakan Fakultas Teknik Dana BOPTN Tahun Anggaran 2014, yang judul dan Tim penelitiannya tercantum dalam lampiran Keputusan ini.
Kedua : Dalam menjalankan tugasnya supaya tetap berpedoman pada ketentuan yang berlaku.
Ketiga : Keputusan ini berlaku sejak bulan Juli sampai dengan selesainya kegiatan tersebut dengan ketentuan bahwa segala sesuatunya akan ditinjau dan akan diubah sebagaimana mestinya apabila ternyata di kemudian hari terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di : Surabaya
Pada tanggal : 5 September 2014
Rektor,

ttd

WARSONO
NIP 196005191985031002

Salinan disampaikan kepada Yth:

1. Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI
2. Sekretaris Jenderal Kemdikbud
3. Inspektur Jenderal Kemdikbud
4. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi Kemdikbud
5. Para Pembantu Rektor Unesa
6. Para Dekan, Direktur Pascasarjana, Kepala LPPM
7. Kepala Biro di lingkungan UNESA

Salinan sesuai dengan bunyi
Keputusan yang asli.
Kepala BAU dan Keuangan,


Drs. BUDIARSO, S.H., M.M.
NIP 196005131980101002

Laporan Kegiatan Penelitian
 Nomor 297/PM/2014
 Tanggal 29 September 2014

**DAFTAR PENERIMA PENELITIAN KEBIJAKAN FAKULTAS TEKNIK DANA BOPTN
 TAHUN ANGGARAN 2014**

No.	Fakultas	Jurusan	Judul Penelitian	Bidang Ilmu	Tim Peneliti	NIP/NIDN	Gol.	Pend.	L/P	Dana (Rp.)
1	FT	Teknik Elektro	Sistem Informasi dan Jaringan dan Bahan Laboratorium Berbasis Web di Jurusan Teknik Elektro	Sistem Informasi	Dr. Rahmat Pratiyo, S.Kom., M.Kom. Drs. Bambang Sugeng, M.T. Drs. Edy Setiyo, M.Pd	002027993 002027993 002027993	III/a	S2	L	10.000.000
2	FT	Teknik Elektro	Evaluasi Kurikulum Prodi S1 Pendidikan Teknik Elektro Berdasarkan KEM, SKM, dan Spektrum SMK	Pendidikan Teknik Elektro	Puput Widiyanti, S.T., M.T. Dr. Agus Budi Santosa, M.Pd. Nur Kholid, S.T., M.T.	002027993 002027993 002027993	III/a	S2	L	10.000.000
3	FT	Teknik Elektro	Sistem Evakuasi Bencana Kerangka Dosen di Jurusan Teknik Elektro Unesa	Sistem Informasi	Agus Dwi Nugroho, S.Kom., M.Kom. Rina Harjanto, S.Pd., M.T.	002027993 002027993	III/a	S2	L	10.000.000
4	FT	Teknik Elektro	Manajemen Sistem Buku Perpustakaan di Jurusan Teknik Elektro	Teknologi Informasi	Dwi Fatmahan, S.Kom., M.Kom. Agus Prihasto, S.T., M.Kom. Adam Ridwan, M.T., M.T.	002027993 002027993 002027993	III/a	S2	L	10.000.000
5	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Sistem Manajemen Arus Listrik di Jurusan Teknik Elektro FT Unesa	Sistem Informasi	Agus Dwi Nugroho, S.Kom., M.Kom. Ar. Kusnawan, S.Kom., M.T. Kadek Dwi Nugroho, S.T., M.Kom.	002027993 002027993 002027993	III/a	S2	L	10.000.000
6	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Sirkuit di Jurusan Teknik Elektro FT Unesa	Teknik Informatika	Toni Harjanto, S.Kom., M.Kom. Asmuni, S.Kom.	002027993 102027993	III/a	S2	L	10.000.000
7	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Prototype Perangkat Pembelajaran Program Studi D III Teknik Listrik Berbasis KEM Sebagai Upaya Meningkatkan Kualitas Hasil Pembelajaran di Jurusan Teknik Elektro FT Unesa	Pendidikan Teknik Elektro	Dr. Tri Rianto, M.Pd., M.T. Dr. Eris Ismayati, M.Pd. Dr. Mimi Sondang Sambawati, M.Pd.	002027993 002027993 002027993	III/a	S2	L	10.000.000
8	FT	Teknik Elektro	Algoritma Genetika Pada Optimasi Pengaturan Jadwal Kuliah di Jurusan Teknik Elektro FT Unesa	Sistem Informasi	Anita Qura'ah, S.Kom., M.Kom. Andhwan Nurhidayat, S.Kom. Muhammad Syarifuddin Zuhri, S.Pd., M.T.	002027993 002027993 002027993	III/a	S2	L	10.000.000

No.	Fakultas	Jurusan	Judul Penelitian	Bidang Ilmu	Tim Peneliti	NIP/NIDN	Gol.	Pend.	L/P	Dana (Rp.)
9	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Modul Ajar Mata Kuliah Microwave Menggunakan Perangkat Lunak High Frequency Structure Simulator (HFSS) Untuk Menunjang Perkuliahan Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro	Pendidikan Telekomunikasi	Murhayati, S.T., M.T. Drs. Sudarmono Dr. Yosia Daniel, S.T., M.Si.	0004127803 0013075102 0003105005	III/c IV/a III/d	S2 S1 S3		10,000,000
10	FT	Teknik Elektro	Mesin Pencari Tugas Akhir Berbasis Frasa	Teknik Informatika	Salamun Rohman Nudin, S.Kom., M.Kom. I Gusti Lanang Putra Eka P., S.Kom., M.M. Joko Catur Condoro C., S.Si., M.T.	0002118203 198003252008121001 0004047105	III/a III/a III/b	S2 S2 S2	L L L	10,000,000
11	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Layanan Informasi Direktori Praktik Industri Berbasis Google MapsApi di Jurusan Teknik Elektro	Teknik Elektro	Lusia Rakhmawati, S.T., M.T. Ir. Achmad Imam Agung Dra. Indrati Agustinah	0012108004 0018066802 0008085005	III/c III/c III/c	S2 S1 S1	P L P	10,000,000
12	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Sistem Informasi Manajemen Praktik Industri di Jurusan Teknik Elektro FT Unesa	Teknik Informatika	Naim Rochmawati, S.Kom., M.T. Aditya Prapanca, S.T., M.Kom.	0003127502 0001117406	III/a III/d	S2 S2	P L	10,000,000
13	FT	Teknik Elektro	Pengembangan Buku Panduan Studi Mahasiswa Sebagai Panduan Penyelenggaraan Pendidikan di Jurusan Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya	Teknik Elektro	Rr. Hapsari Peni A.T., S.Si., M.T. Subuh Isnur Haryudo, S.T., M.T. Endryansyah, S.T., M.T.	0017087505 0020087506 0031036406	III/b III/c III/c	S2 S2 S2	P L L	10,000,000
14	FT	Teknik Sipil	Lips Channel Bersengkang Sebagai Pengganti Tulangan Pada Balok Beton	Teknik Sipil	Drs. Andang Widjaja, S.T., M.T. Satriana Fitri Mustika S., S.T., M.T. Drs. H. Soeparno, M.T. Agus Wiyono, S.Pd., M.T. Krisna Dwi H., S.T., M.T.	0019056502 0013088005 0001116506 0004127004 0007107105	IV/b III/b III/d III/d III/b	S2 S2 S2 S2 S2	L P L L P	8,000,000
15	FT	Teknik Sipil	Analisis Kekuatan Pada Konstruksi Portal Bentang Panjang	Teknik Sipil	Drs. Ir. Karyoto, M.S. Drs. Ir. Sutikno, M.T. Drs. H. Bambang Sabarman, S.T., M.T. Drs. Ir. I Nyoman Ringsun	0016125103 0030075201 0013046304 0010124907	IV/c IV/c IV/b IV/c	S2 S2 S2 S2	L L L L	8,000,000
16	FT	Teknik Sipil	Analisis Penyebab Kerusakan Bangunan Gedung di Kampus Unesa Lidah Wetan Surabaya	Teknik Sipil	Ir. H. Achmad Irfan Drs. Djoni Irianto, M.T. Dra. Indiah Kustini, M.T.	0016055001 0029066201 0001085610	III/c IV/b IV/b	S1 S2 S2	L L P	8,000,000
17	FT	Teknik Sipil	Pengaruh Strategi Pembelajaran Picture And Picture Terhadap Kompetensi Membaca Gambar Kerja Bagi Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Unesa	Pendidikan	Drs. H. Sudijono Hendra Wahyu Cahyaka, S.T., M.T. Dr. Nanik Estidarsani, M.Pd.	0030045203 0004036708 0013115506	IV/a III/c III/d	S1 S2 S3	L L P	8,000,000

No.	Fakultas	Jurusan	Judul Penelitian	Bidang Ilmu	Tim Peneliti	NIP/NIDN	Gol.	Pend.	L/P	Dana (Rp.)
18	FT	Teknik Sipil	Analisa Dampak Bangun Musiman Terhadap Laju Arus Transportasi Darat di Daerah Perempatan Balong Sari Tama Surabaya Barat	Teknik Sipil	Ir. Rurhayati Arifonang, M.T. Prof. Dr. Drs. H. Kusnan, S.E., M.T., M.M. Drs. Machlud Ridwan, M.T.	0020036034 0010025104 0003116105	III/c IV/c IV/a	S2 S3 S2	P I I	8.000.000
TOTAL										170.000.000

Silakan sesuai dengan bunyi

keputusan yang ada.

di tempat, 5 September 2014

Ditetapkan di : Surabaya

Pada tanggal : 5 September 2014

Rektor,



WARSONO

NIP 196005191985031002