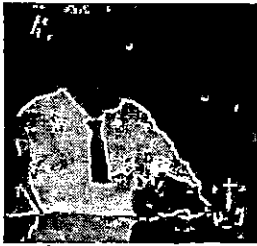


Dinding Pasangan Bertulang, sebagai Komponen Struktur Tahan Gempa

Oleh : Suwandojo Siddiq



Ir. Suwandojo Siddiq, Dep.E.Eng, lahir Banyuwangi, pada tanggal, 17 Maret 1942 Alumnus Fak. Teknik Arsitektur ITB (1976), Gelar S-2 diperoleh dari IISEE, Tsukuba Jepang atau Bidang Struktur dan Teknologi Okuysa (1984). Sebagai Dosen Tetap S-1 dan S-2 Fak. Teknik Arsitektur ITB, juga aktif sebagai Dosen di ITENAS Bandung dan UNYANI Bandung. Pengalaman-pengalaman adalah aktif mengikuti Seminar " World Conference on Earth Qunke Engineering di Tokyo Kyoto (1988) dan World Conference on desaster Prevetion di Tsukuba, Tokyo (1987). Dan sejak tahun 1992 sampai sekarang Beliau adalah Kepala " Balai Penyelidikan Gedung dan Perumahan " di Puslibang Dep. PU Bandung.

Pendahuluan

Gempa dan Bencana

Pada beberapa gempa dengan magnitudo 4,5 sampai 6,5 RS, yang telah terjadi di Indonesia dalam jangka waktu 15 tahun terakhir ini, telah menunjukkan bahwa getaran gempa tersebut mampu menimbulkan bencana yang merugikan masyarakat di wilayah yang terkena getaran gempa. Kerugian yang umum terjadi adalah rusak dan robohnya bangunan, khususnya rumah tinggal, yang dapat mencederai atau menewaskan ratusan penduduk yang terkena reruntuhan bagian bangunan. Mengapa gempa harus "meminta" banyak

korban atau hancurnya bangunan ?
Haruskah gempa itu sama atau identik dengan bencana ?

Gempa tidak selalu sama atau identik dengan bencana, bila :

- a. gempa itu berkekuatan rendah, misalnya $M = 4,0$ atau kurang; ≤ 5 MMI.
- b. gempa berkekuatan sedang, misal $M = 4,5 - 6,0$ atau ground acceleration 75-150 gal, tetapi bangunan telah dirancang dengan baik dan benar, yaitu : dibuat atau dibangun dengan struktur sesuai atau mampu berfungsi menahan gaya lateral seismik/gempa.

- c. gempa kuat, $M > 6,0$ tetapi terjadi di wilayah tidak dihuni, seperti di daerah terpencil, misalnya di sekitar Irian atau Maluku.

Jadi bila suatu bangunan sudah direncanakan/dikonstruksikan dengan baik, dapat diharapkan resiko rusak/runtuh dapat dicegah atau dikurangi.

Kerusakan Struktur Bangunan Akibat Gempa

Dari beberapa gempa yang terjadi terakhir ini, seperti gempa Tasikmalaya, Garut, Sukabumi, Gorontalo, Minahasa, Tarutung, Majalengka dan Liwa, kerusakan terbesar terjadi pada bangunan yang menggunakan pasangan yang berfungsi sebagai komponen struktur (bearing wall), tetapi dengan cara yang tidak benar. Getaran gempa, merupakan beban lateral dinamik, dapat menimbulkan gaya geser dan lentur-tarik terhadap dinding pasangan.

Secara alamiah, dinding pasangan kuat terhadap tekan aksial, tetapi sangat lemah terhadap tarik, geser dan lentur/puntir. Berat sendirinya yang besar, dapat menimbulkan gaya inersia besar ketika getaran gempa terjadi. Struktur bangunan pasangan, umumnya mengalami rusak berat pada bagian yang terkena gaya tarik, gaya geser dan puntir seperti pada pojok pertemuan dinding, dan bidang dinding yang luas yang terkena face load,

yang diikuti runtuhnya bangunan secara total.

Keruntuhan bangunan rumah penduduk, umumnya disebabkan antara lain oleh kelemahan-kelemahan berikut :

- a. Mutu bahan bangunan sangat rendah.
- b. Mutu pelaksanaan tidak baik, bangunan dilaksanakan sendiri atau tanpa tenaga ahli bangunan (engineer), dengan teknologi sangat sederhana.
- c. Tidak direncanakan secara baik.

Hampir tidak ada diantara bangunan yang roboh akibat gempa tersebut, proses pembangunannya (perhitungan, perencanaan dan pelaksanaannya) ditangani oleh tenaga profesional. Rakyat berpenghasilan rendah tidak mampu membayar tenaga ahli/konsultan untuk maksud tersebut. Mereka membangun dengan cara tradisional dan atau swadaya/gotong-royong.

Karena itu setelah gempa, penduduk membangun kembali rumahnya dengan cara tradisional yang sama mutunya dengan bangunan sebelumnya. Mereka tidak tahu bagaimana teknik membangun yang lebih baik.

Siapakah yang berkewajiban membantu masyarakat yang memerlukan teknologi membangun bangunan tahan gempa yang murah, mudah dan dapat dilaksanakan sendiri tanpa tenaga ahli dan peralatan canggih, agar bencana tidak berulang bila terjadi gempa ?

Dalam paper ini penulis mencoba dan berusaha ikut memecahkan masalah ini, baik melalui penelitian maupun uji coba skala penuh, untuk mendapatkan teknologi tepat guna/ sederhana yang dapat diterapkan di masyarakat luas.

Perbaikan Kerusakan Bangunan Akibat Gempa

Kelemahan pada pasangan struktural tersebut di atas, dapat disempurnakan agar berperilaku baik terhadap gempa (kuat, kaku dan daktil) antara lain dengan cara :

- a. mengurangi bobotnya, dengan cara memberi rongga pada bata/blok dinding pasangan, dengan luas rongga 25-40% dari luas bruto penampang.
- b. meningkatkan kuat tekan blok, $4,0 \leq f_{m,B} \leq 8,0 \text{ N/mm}^2$, [18];
- c. merencanakan/membuat agar dinding struktur dari pasangan mempunyai konfigurasi yang baik terhadap gaya gempa (simitris, mengatur letak dan luas bukaan pada dinding dsb).
- d. memberi batang baja tulangan yang tepat dan benar, yang mampu berfungsi menahan gaya geser, tarik lentur dan puntir.
- e. diperkuat dengan rangka penguat praktis yang menyatu (dilengkapi dengan konektor/jangkar-pengikat antar komponen); sehingga menjadi satu kesatuan,
- f. diperkuat dengan kerangka struktur, misalnya dari beton atau dari baja.

Untuk bangunan rumah dengan struktur B3-bertulang yang dimaksudkan untuk masyarakat berpenghasilan rendah, maka cara a sampai d dapat disarankan untuk diterapkan, sedangkan cara e dan f cocok untuk masyarakat golongan menengah ke atas.

Dinding Pasangan tanpa Tulangan

Daya dukung dinding pasangan terhadap beban vertikal maksimum P , ditentukan oleh kuat tekan prisma dari pasangan (blok beton berongga) tanpa tulangan, f_m .

Persyaratan Struktur

Tegangan tekan aksial (f_a) tidak boleh melebihi tegangan tekan aksial izin, (F_a), dimana :

$$F_a = 0.2 f_m [1 - (h/40td)^3], \text{ MPa.},$$

(Persamaan 2-1)

dengan :

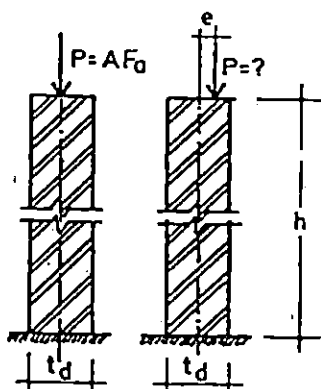
f_m = kuat tekan prisma pasangan, MPa.

h = tinggi dinding, mm,

td = tebal dinding, mm.

Tegangan tekan lentur (f_m) tidak boleh melebihi tekanan izin tekan (F_m), dimana :

$$F_m = 0.3 f_m, \text{ N/mm}^2 \text{ (Pers. 2-2)}$$



Gambar 2-1, Dinding Pasangan dan beban
Lihat pers. 2-3 dan 2-7

Jumlah rasio tegangan tekan aktual (fa) terhadap tegangan tekan izin (Fa) dan tegangan lentur aktual (fm) terhadap tegangan lentur izin (Fm), tidak boleh melebihi nilai satu.

Dinyatakan dalam persamaan berikut :

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fm}{Fm} \leq 1.00 \text{ (Pers. 2-3)}$$

dengan :

fa = tegangan tekan aksial terhitung, P/A, dalam MPa.

Fa = tegangan tekan izin, sesuai dengan rasio h/td, MPa.

fm = tegangan lentur, = M/S = P.e./(btd/6), MPa.

Fm = tegangan lentur izin, pers. 2-2

Di dalam praktek, dua kemungkinan berikut sering terjadi, yaitu :

Kasus ke-1 :

Nilai eksentrisitas e kecil, sehingga seluruh peampang dalam keadaan tertekan, beban tekan vertikal izin P ditentukan oleh kuat-tekan pasangan.

Kasus ke-2 :

Nilai eksentrisitas e besar, > td/6, sehingga menimbulkan tegangan tarik pada salah satu sisi dinding. Oleh karena itu beban tekan vertikal izin P ditentukan sebagai berikut :

Kasus ke-1 dan ke-2

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fm}{Fm} = 1.00 \text{ (Pers 2-3)}$$

$$fa Fm + fm Fa = Fa Fm$$

dengan :

fa = P/A,

P = Beban vertical, dalam N(ewton) atau kN.

A = Luas penampang, mm²

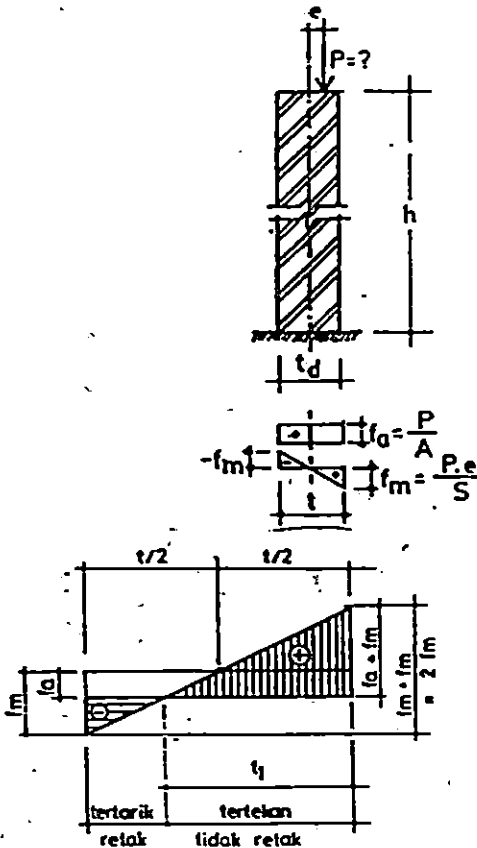
fm = M/S = (P e)/S,

e = Eksentrisitas beban, mm.

S = Momen tahanan, Section Modulus = I/c, mm³

I = Momen Inersia, mm⁴

c = Jarak dari garis netral suatu penampang ke sisi/serat terluar.



Gambar 2-2, Beban eksentris dan distribusi tegangan

Substitusikan ke persamaan 2-3 :

$$\frac{P F_m}{A} + \frac{P e F_a}{S} = F_a F_m \quad (\text{Pers. 2-3a})$$

$$\frac{P F_m S + P e F_a A}{AS} = F_a F_m \quad (\text{Pers. 2-3b})$$

$$P [F_m S + F_a A e] = F_a F_m A S \quad (\text{Pers. 2-3c})$$

$$P = \frac{F_a F_m A S}{F_m S + F_a A e} \quad (\text{Pers. 2-3d})$$

$$F_m = 0.3 f'_m \quad (\text{Pers. 2-4})$$

$$F_a = 0.2 f'_m [1 - \{h/(40t)\}^3] \quad (\text{Pers. 2-5})$$

Bila $K = 1 - \{h/(40t)\}^3$, maka :

$$P = \frac{(0.2 f'_m K) \times (0.3 f'_m) A S}{0.3 f'_m S + 0.2 K A e} \quad (\text{Pers. 2-6})$$

$$P = \frac{0.06 (f'_m) K A S}{(0.3 S + 0.2 K A e)} \quad (\text{Pers. 2-6a})$$

substitusi : $K = [1 - \{h/(40t)\}^3]$

Daya dukung izin dinding tanpa tulangan adalah :

$$P = \frac{0.06 A S [1 - \{h/(40t)\}^3] f'_m}{0.3 S + 0.2 A e [1 - \{h/(40t)\}^3]} \quad (\text{Pers. 2-7})$$

Bila eksentrisitas e besar, yaitu $t/6 < e < t/3$, sehingga timbul tarikan pada salah satu sisi dinding, maka penampang yang diperhitungkan untuk menentukan tegangan maksimum (di sisi terluar) harus didasarkan pada kondisi penampang yang sudah retak, dengan asumsi bahwa pasangan tidak dapat menahan tarikan.

Untuk dinding pasangan blok berongga, batasan eksentrisitas e yang ditetapkan oleh penampang menurut Code adalah :

$$e(\text{maksimum}) = \frac{S}{A} = \frac{(\text{Section Modulus})}{(\text{Luas Net})}$$

Lampiran 1 : Simbol

A	= luas penampang yang dikonversikan (transformed section) mm ²	C _M	= pusat massa bangunan
A _g	= luas bruto (gros) penampang kolom pasangan bertulang, kata "kolom" dapat berarti pilaster, yang diisi penuh dengan adukan.	C _R	= pusat kekakuan struktur bangunan
A _{g,d}	= luas total penampang dinding B3, mm ²	d	= tinggi efektif penampang dinding pasangan bertulang, mm;
A _{g,k}	= luas total panampang kolom B3, mm ²	D	= diameter tulangan deform
A _l	= Luas lantai, m ²	d	= jarak dari sumbu tulangan ke serat tertekan, mm
A _m	= luas penampang dinding pasangan per meter panjang, termasuk pengisi lobang-lobang rongga.	D _i	= faktor yang dipakai untuk menentukan perhitungan beban izin pada kolom yang dibebani eksentris (penampang tidak retak)
A _s	= luas panampang baja tulangan per meterdinding, mm ²	e	= eksentrisitas resultante beban pada dinding dihitung dari baja tulangan, mm
A _s	= luas panampang batang baja tulangan dalam kolom tertekan.	e	= eksetrisitas beban aksial, mm
A _s	= luas tulangan tarik dinding B3 bertulang, mm ²	E _m	= modulus elastisitas pasangan, 1000 f _m , N/mm ²
A _v	= luas panampang tulangan geser, mm ²	E _s	= modulus elastisitas baja tulangan, 200000N/mm ²
B	= lebar dinding struktur, mm	f _{c,B}	= kuat tekan B3 terhadap luas total alas, N/mm ²
B3	= blok beton berongga	f _m	= kuat tekan prisma pasangan, MPa
bd	= lebar efektif dinding pasangan conblock beertulang,mm	f _m	= kuat tekan rencana pasangan B3, dalam N/mm ²
bk	= lebar efektif penampang kolom pasangan, mm	f _a	= tegangan aksial nominal terhitung, aktaul, MPa
c	= jarak dari sisi luar tertekan ke garis netral, mm	f _a	= tegangan tekan aksial izin pada kolom pasangan, MPa
C _m	= gaya tekan-dalam oleh pasangan, N	F _a	= tegangan aksial izin pada kolom pasangan, MPa
		F _a	= tegangan tekan izin pasangan B3, N/mm ²
		f _b	= tegangan lentur terhitung, MPa

F_b	= tegangan lentur izin pasangan, MPa.		tebal manfaat dinding struktur, mm
f_m	= tegangan tekan akibat lentur, N/mm^2	k	= rasio jarak antara serat terluar dan garis netral, k_d , terhadap tinggi efektif.
f_m'	= tegangan sisi terluar pasangan akibat beban aksial eksentris, MPa.	K	= faktor reduksi tegangan sesuai dengan rasio kelangsingan h/t_d
F_m	= tegangan lentur izin, MPa	LD	= Panjang dinding struktur pada arah yang ditinjau
F_m	= tegangan tekan izin lentur, N/mm^2	M	= momen luar, N.mm
f_s	= tegangan terhitung baja tulangan, MPa	M_m	= momen tahanan yang ditahan oleh kuat tekan pasangan conblock, N. mm
f_s	= tegangan tarik baja tulangan, N/mm^2	MPa	= Megapascal, satuan tegangan; $1 MPa = 1 N/m^2 = 10 kgf/cm^2$;
F_s	= tegangan izin tulangan longitudinal kolom pasangan, MPa	M_s	= momen tahanan yang ditahan oleh baja tulangan, N. mm
F_s	= tegangan tarik izin tulangan, $0,6f_y$, dalam N/mm^2	n	= rasio Elastisitas Modulus baja terhadap E pasangan conblock;
f_v	= tegangan tarik izin tulangan, $0,6f_y$, dalam N/mm^2	n	= jumlah tingkat Bangunan n -tingkat yaitu bangunan yang mempunyai n - susun bagian struktur vertikal (dinding struktur)nya;
h	= tinggi tingkat, meter	n	= rasio E_s terhadap E_c .
h	= tinggi efektif dinding, dalam mm	N	= beban tekan izin pada dinding, dimana rasio tinggi terhadap tebal (h/t) sama dengan nol.
H	= tinggi bangunan, meter	N	= beban izin pada kolom pendek yang dibebani kombinasi aksial dan lentur.
h_k	= tinggi efektif kolom B3, mm	p	= rasio luas efektif penampang baja tulangan terhadap penampang bruto komponen struktur pasangan, (bila ditulangi simetris, $p = 0,5 pg$)
I	= momen inersia penampang pasangan transform terhadap sumbu pusat gravitasi penampang, mm^4		
I_m	= momen inersia penampang dinding pasangan, mm^4		
j	= rasio jarak antara resultan tegangan tekan dan tegangan tarik, j_d , terhadap tinggi efektif.		
j	= rasio jarak (j_d) antara resultan gaya tekan dan tarik terhadap		

p	= A_s/B_d , rasio luas penampang tulangan tarik terhadap luas manfaat penampang pasangan	td	= tebal dinding, mm
p	= beban aksial izin pada dinding, sesuai dengan rasio tinggi terhadap tebal (h/t) tertentu : $P=N[1-h/40t]^3$	tk	= tebal total kolom pasangan bertulang;
p	= beban izin pada kolom pendek yang dibebani aksial-konsentris	tk	= sisi penampang terkecil kolom B3, mm
Pd	= daya dukung rencana dinding struktural, dalam N	Ts	= gaya tarik dari tulangan, N
Pg	= rasio luas efektif penampang baja tulangan terhadap penampang bruto komponen struktur kolom pasangan	v	= tegangan geser, $V/(bt)$, MPa
Pg	= rasio luas tulangan terhadap luas total penampang dinding B3-bertulang;	V	= Gaya geser, N atau kN
s	= spasi tulangan geser, mm	vl	= tegangan geser akibat gaya geser tegak lurus bidang dinding, MPa
S	= momen tahanan penampang dinding pasangan per-panjang satu meter, termasuk rongga yang terisi mortar, mm ³	Vl	= tegangan geser akibat gaya geser tegak lurus bidang dinding, MPa
S	= momen tahan, $B_t^3/6$, mm ³	Vl	= gaya geser tegak lurus bidang dinding.
t	= tebal efektif dinding B3, dalam mm	V2	= tegangan geser akibat gaya geser sejajar bidang dinding, MPa
		V2	= gaya geser sejajar bidang dinding
		w	= beban horizontal merata pada dinding, kN/m ²
		z	= lengan momen dalam, mm
		ø	= faktor reduksi kekuatan
		ø _s	= diameter tulangan polos, mm

Lampiran -2

Tabel-tabel Untuk Perencanaan Struktur SK-SNI T-01-1992-03 : Tata Cara Perencanaan Dinding Struktur Bertulang Untuk Bangunan rumah dan Gedung. [kepustakaan - 18]

L2-1 Ketentuan yang mengatur tentang mutu blok sesuai dengan jumlah tingkat bangunan .

TABEL-1, TIPE STRUKTUR DAN MUTU BLOK BETON

Tipe Struktur	KUAT TEKAN MINIMUM (Mpa)	
	$f_{c,B} +)$	mortar
A	4,0	6,0
B	6,0	8,0
C	8,0	10,0

+) $f'_{c,B}$ tegangan terhadap luas total alas B3, dengan mengabaikan adanya rongga (gross area)

12-2 Ketentuan yang membatasi nilai rasio panjang dinding struktur terhadap luas lantai, m/m²

TABEL-3, Batas minimum Rasio panjang dinding struktur terhadap luas lantai, m/m².

JUMLAH TINGKAT (n)	Tipe Struktur	Kuat Tekan $f_{c,B}$ (MPa)	RASIO PANJANG DINDING TERHADAP LUAS LANTAI L_D/A_L (m/m ²)		
			Tngk-1	Tngk-2	Tngk-3
2	A	$\geq 4,0$	0,21	0,15	---
3	B	$\geq 6,0$	0,27	0,21	0,15
3	C	$\geq 8,0$	0,21	0,18	0,15

L_D = panjang dinding struktur (m); A_L = luas Lantai (m²)

12-3 Ketentuan batas minimum tebal dinding struktur

TABEL-4, TEBAL MINIMUM DINDING STRUKTURAL

BANGUNAN BERTINGKAT	POSISI DINDING PADA TINGKAT ke	TEBAL DINDING $t_{B,min}$ (mm)
1	1	150 dan $h/20$
2	2	150 dan $h/20$
	1	200 dan $h/16$
3	3	150 dan $h/20$
	2	200 dan $h/16$
	1	200 dan $h/16$

h = tinggi dinding

12-4 Ketentuan tentang tulangan minimum dinding, sesuai dengan jumlah tingkat bangunan.

TABEL-5,

DIAMETER DAN JARAK MAKSIMUM TULANGAN VERTIKAL DAN HORIZONTAL

JUMLAH TINGKAT (n)	POSISI DINDING PADA TINGKAT KE	TULANGAN VERTIKAL		TULANGAN HORIZONTAL	
		D_{min} (mm)	Jarak maks j_v (meter)	D_{min} (mm)	Jarak maks +) j_h (meter)
1	1	8	1,2	8	1,2 ; 0,6 L
2	2	8	0,8	8	0,8 ; 0,6 L
	2	10	1,2	10	1,2 ; 0,6 L
	1	8	0,8	8	0,8 ; 0,6 L
	1	10	1,2	10	1,2 ; 0,6 L
3	3	8	1,2	8	1,2 ; 0,6 L
	2	8	0,8	8	0,8 ; 0,6 L
	2	10	1,2	10	1,2 ; 0,6 L
	1	10	0,4	8	0,8 ; 0,6 L
	1	12	0,8	10	1,2 ; 0,6 L

L = panjang dinding struktur

+> Ambil nilai terkecil

12-5 Ketentuan mengenai dimensi penampang tulangan pada bukaan dinding.

TABEL-6, DIMENSI BAJA TULANGAN PADA UJUNG TEPI DINDING DAN SEKELILING LOBANG BUKAAN

JUMLAH TINGKAT (n)	POSISI DINDING PADA TINGKAT KE	BATANG TULANGAN- VERTIKAL, TULANGAN SUDUT, TULANGAN DI SEKELILING BUKAAN	BATANG TULANGAN HORIZONTAL DI SEKELI- LING LOBANG BUKAAN
1	1	1-D8	1-D8
2	2 1	1-D8 1-D10	1-D8 1-D10
3	3 2 1	1-D8 1-D10 1-D12	1-D8 1-D10 1-D12

12-6 Ketentuan tentang panjang minimum sambungan lewatan tulangan.

TABEL-7, PANJANG MINIMUM SAMBUNGAN LEWATAN DAN PENJANGKARAN

BAJA TULANGAN DEFORM		BAJA TULANGAN POLOS
Dengan kait	Tanpa kait	
25 D 1)	30 D	40 ϕ 2)

- 1) D = diameter tulangan deform,
2) ϕ = diameter tulangan polos.

12-7, Ketentuan tentang tegangan geser izin.

TABEL-9, TEGANGAN GESER IZIN UNTUK DINDING B3

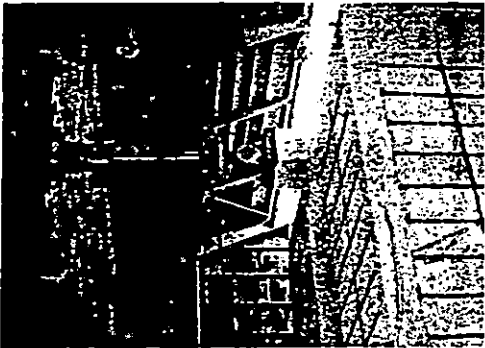
KONDISI DAN FUNGSI DINDING B3 SEBAGAI :	Teg. geser izin F_B	MAKSIMUM (N/mm ²)
dinding geser dengan tulangan penahan geser a. bila $M/(VB) \geq 1,0$ b. bila $M/(VB) = 0,0$	$2/15\sqrt{f'_m}$ $2/11\sqrt{f'_m}$	0,40 0,55
dinding menahan geser tanpa tulangan geser a. bila $M/(VB) \geq 1,0$ b. bila $M/(VB) = 0,0$	$1/13\sqrt{f'_m}$ $2/11\sqrt{f'_m}$	0,20 0,30

Lampiran-3 : foto

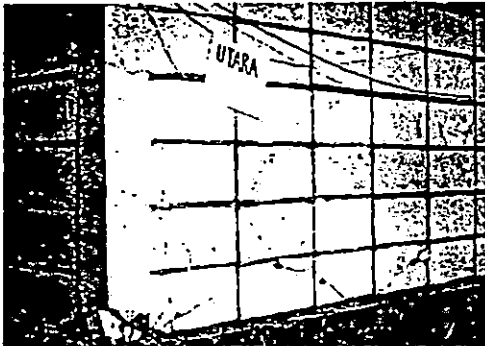
L3-1. PROSES PENELITIAN



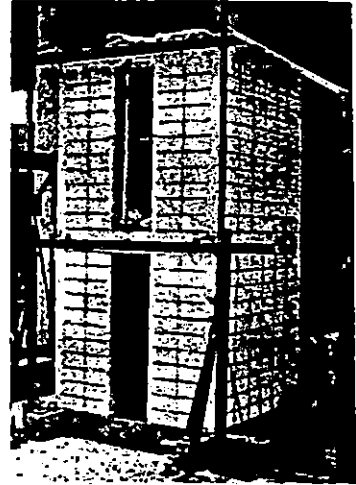
a) Suasana uji-beban sedang berlangsung, di lab struktur Puskim. Perekaman data beban, defleksi dan strain pada tulangan.



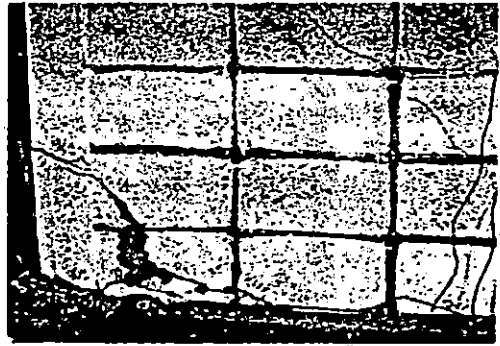
b) Push-pool hydraulic jack kapasitas 500 kN, pada posisi di tingkat-2 (slab-atap).



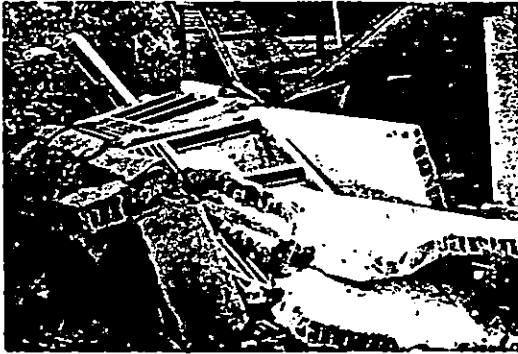
d) Dinding struktur B3-bertulang (sisi utara dan selatan bawah), setelah diuji-beban cycle ke-17, beban lateral maksimum 180 kN.



c). Benda (struktur) - uji B3-bertulang sedang pada posisi diuji-beban lateral siklis.



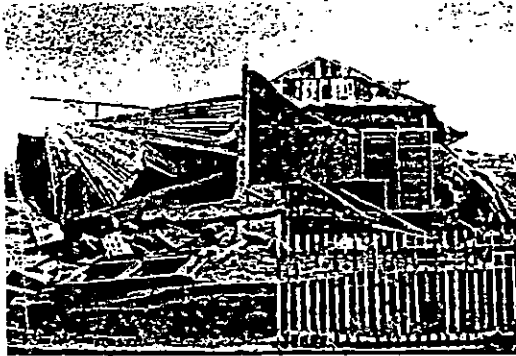
CONTOH KERUSAKAN STRUKTUR BANGUNAN PASANGAN AKIBAT GEMPA



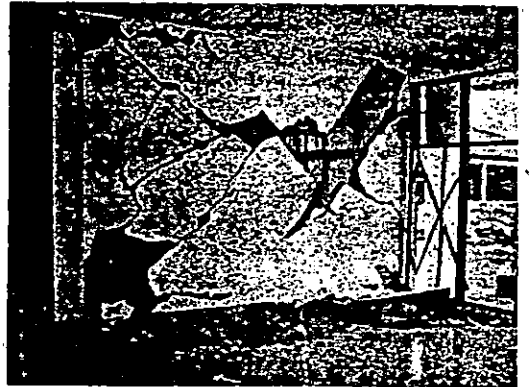
a)



b)



c)



d)

KERUSAKAN DINDING-STRUKTUR PASANGAN AKIBAT GAYA GEMPA

- a. Runtuhnya dinding pasangan yang diperkuat dengan kolom/balok beton praktis, akibat face-loading dan lemahnya ikatan balok-kolom-dinding. Gempa Tarutung 1987, Gedung Lab SMA Tarutung.
- b. Runtuhnya dinding pasangan akibat face-loading, Gempa Liwa, 1994.
- c. Runtuhnya bearing wall dinding pasangan tanpa tulangan tebal 140 mm, atap seng, akibat gempa Tarutung, 1987.
- d. Retak dan rusaknya dinding akibat gaya geser. Gempa Aceh.
- e. Sama dengan d.



e)