Laporan Perhitungan Dinding Penahan Tanah

DPT Jalan Akses (Contoh)
DPT STA 0+120 – 0+180

Semua pemeriksaan memenuhi

Instansi perencana	PT Konsultan Contoh
Nomor dokumen	ERD/CONTOH/2026/001
Tanggal	2026-10-23
Desain	Kantilever · 3 tipe · H maks 5,5 m

CONTOH

Disusun oleh	Diperiksa oleh	Disetujui oleh
PT Konsultan Contoh		
Nama : **Ir. Nama Tenaga Ahli, S.T., M.T.**	Nama :	Nama : .....
Jabatan : Perencana / tenaga ahli geoteknik	Jabatan : Pemeriksa desain	Jabatan : Penanggung jawab perencanaan

1. Ringkasan hasil

Seluruh pemeriksaan stabilitas eksternal, stabilitas global, dan struktur memenuhi syarat. Rasio pemanfaatan terbesar 0,97 pada Geser (Statik, tipe A).

Tipe	Jenis	H / B (m)	FK guling	FK geser	FK dukung	FK global	Gempa gul./geser	Status
A	Kantilever	5,50 / 3,90	3,83	2,07	5,57	2,40	1,99 / 1,24	OK
B	Kantilever	4,50 / 3,10	3,47	2,19	5,84	2,69	1,89 / 1,36	OK
C	Kantilever	3,50 / 2,50	3,48	2,27	6,67	2,86	1,97 / 1,44	OK
Panjang dinding								60,0 m
Volume beton								198,6 m^3
Baja tulangan (perkiraan)								16.356 kg

CONTOH

2. Data, standar acuan, dan kriteria

Standar acuan

Sektor	Jalan & Jembatan (Bina Marga)
Geoteknik	SNI 8460:2017 — Persyaratan perancangan geoteknik
Beton	SNI 2847:2019 — Persyaratan beton struktural
Gempa	SNI 2833:2016 — Perencanaan jembatan terhadap beban gempa
Pembebanan	SNI 1725:2016 — Pembebanan untuk jembatan

Beban

Beban merata q	10,0 kPa
Porsi q saat gempa	0,50
Gempa	PGAM 0,30 g · kh 0,15 · kv 0,00 · ΔPAE pada 0,60H
Tekanan tanah	otomatis (Rankine / Coulomb)

Tanah

Lapisan	Tebal (m)	γ	γsat	φ′	c′	Kompresibilitas
Timbunan pilihan	–	18,0	20,0	32°	0	–
Tanah dasar	tebal	18,5	19,5	30°	10	Eoed 25 MPa

Kemiringan timbunan β	0,0°
Muka air belakang dinding	tidak ada (drainase berfungsi)
Muka air sisi depan & fondasi	dalam

Material

f′ c	30 MPa
fy	420 MPa
Selimut	75 mm

Syarat faktor keamanan

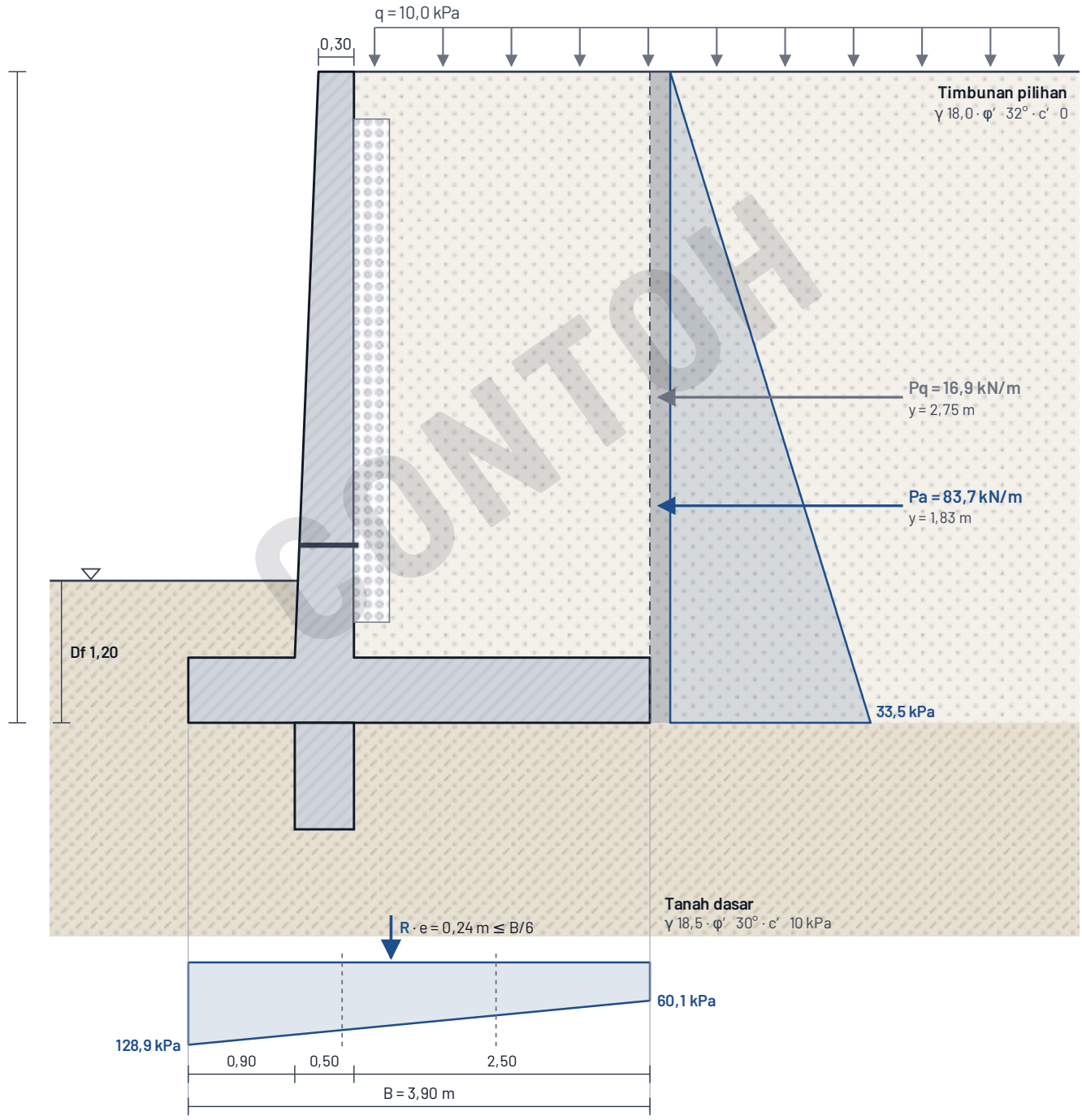
Kondisi	Guling	Geser (tanpa / dengan pasif)	Daya dukung	Global	Eksentrisitas
Statik	2,00	1,50 / 2,00	3,00	1,50	≤ B/6
Gempa	1,50	1,10 / 1,10	2,00	1,10	≤ B/4

CONTOH

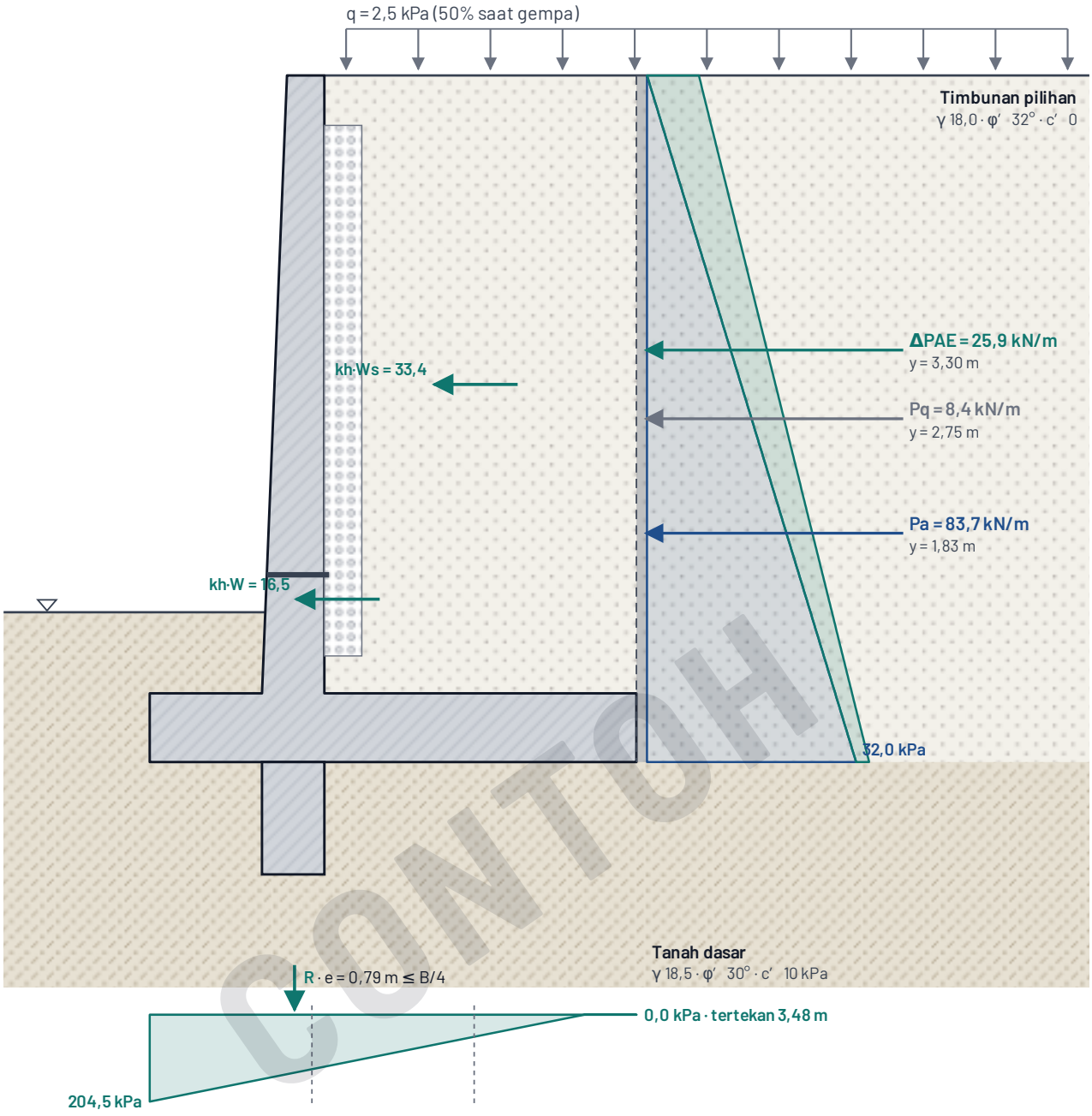
3. Perhitungan per tipe penampang

3.1 Tipe A — Kantilever, H 5,50 m

Lebar dasar B	3,90 m
Kaki / stem dasar / tumit	0,90 / 0,50 / 2,50 m
Tebal pelat dasar / stem puncak	0,55 / 0,30 m
Kedalaman tanam Df	1,20 m
Shear key	0,50 × 0,90 m



Gambar 3.1a — Tipe A: tekanan tanah dan tegangan dasar, kondisi statik



Gambar 3.1b — Tipe A: kondisi gempa (Mononobe-Okabe, kh = 0,15)

Statik: Ka Rankine = 0,307; ΣV = 368,5 kN/m, ΣH = 100,6 kN/m, ΣMr = 764,9 kNm/m, ΣMo = 199,8 kNm/m, e = 0,237 m, q maks = 128,9 kPa, qu = 718,5 kPa (B′ = 3,43 m), tahanan geser 207,9 kN/m.

Gaya	Besar (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kNm/m)
V · Pelat dasar	51,48	1,95	100,39
V · Stem — bagian tegak	35,64	1,25	44,55
V · Stem — bagian miring	11,88	1,03	12,28
V · Shear key	10,80	1,15	12,42
V · Tanah di atas tumit	222,75	2,65	590,29
V · Tanah di atas kaki	10,98	0,46	5,01
V · Beban merata di atas tumit	25,00	2,65	66,25
H · Tekanan aktif tanah	83,65	1,83	153,36
H · Tekanan akibat beban merata	16,90	2,75	46,47

Gempa: Ka Rankine = 0,307, KAE = 0,403; ΣV = 356,0 kN/m, ΣH = 167,9 kN/m, ΣMr = 764,9 kNm/m, ΣMo = 384,7 kNm/m, e = 0,789 m, q maks = 204,5 kPa, qu = 443,3 kPa (B′ = 2,32 m), tahanan geser 207,9 kN/m.

Gaya	Besar (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kNm/m)
V · Pelat dasar	51,48	1,95	100,39
V · Stem — bagian tegak	35,64	1,25	44,55
V · Stem — bagian miring	11,88	1,03	12,28
V · Shear key	10,80	1,15	12,42
V · Tanah di atas tumit	222,75	2,65	590,29
V · Tanah di atas kaki	10,98	0,46	5,01
V · Beban merata di atas tumit	12,50	2,65	33,13
H · Tekanan aktif tanah	83,65	1,83	153,36
H · Tekanan akibat beban merata	8,45	2,75	23,24
H · Inkremen gempa ΔPAE (M-O)	25,94	3,30	85,59
H · Inersia dinding kh·W	16,47	1,30	21,49
H · Inersia tanah di atas tumit	33,41	3,02	101,07

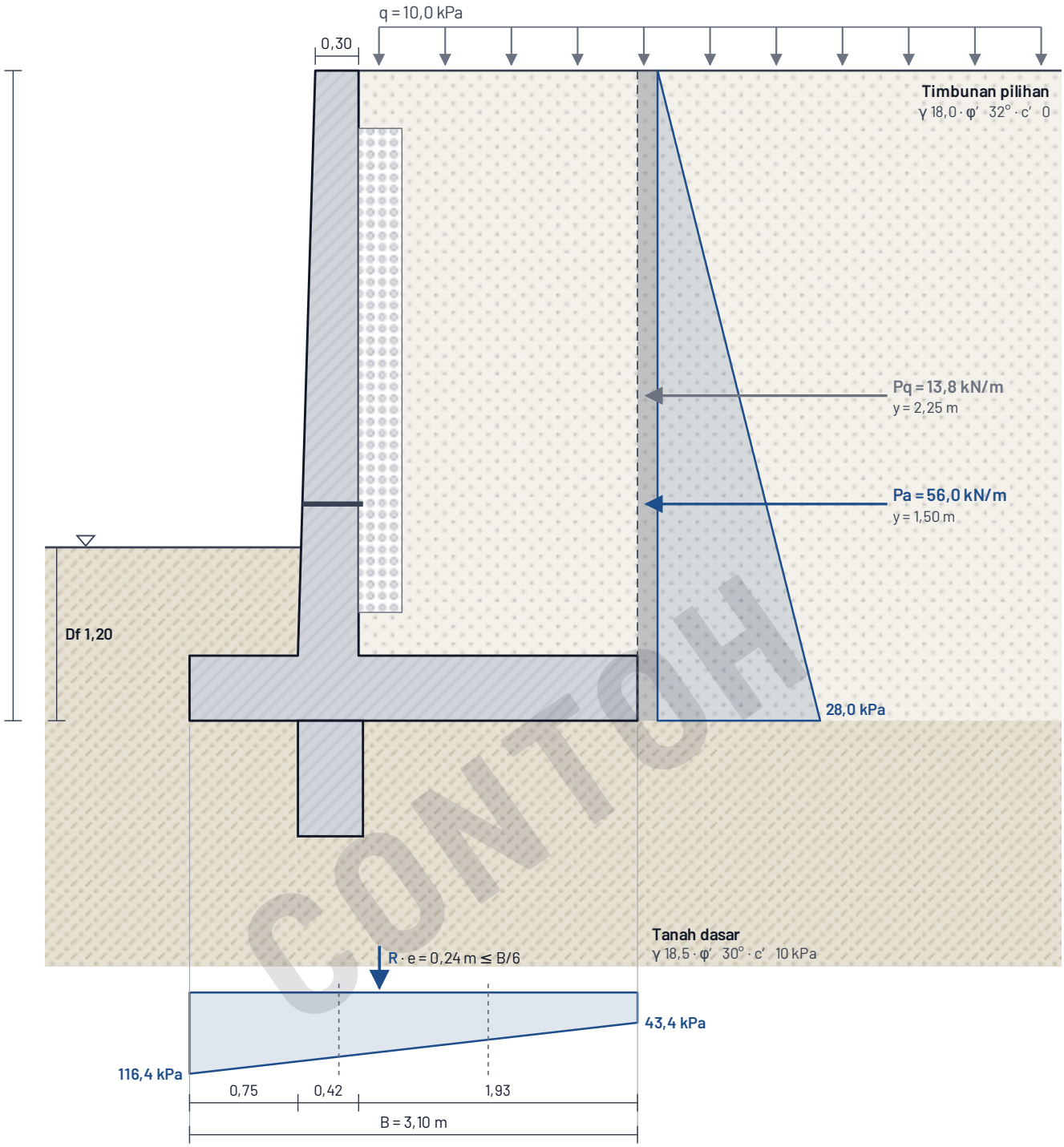
CONTOH

Kondisi	Pemeriksaan	Nilai	Syarat	Rasio	Status
Statik	Guling	3,83	≥ 2,00	0,52	OK
Statik	Geser	2,07	≥ 2,00	0,97	OK
Statik	Daya dukung	5,57	≥ 3,00	0,54	OK
Statik	Eksentrisitas	0,24 m	≤ 0,65 m	0,36	OK
Statik	Stabilitas global	2,40	≥ 1,50	0,62	OK
Gempa	Guling	1,99	≥ 1,50	0,75	OK
Gempa	Geser	1,24	≥ 1,10	0,89	OK
Gempa	Daya dukung	2,17	≥ 2,00	0,92	OK
Gempa	Eksentrisitas	0,79 m	≤ 0,98 m	0,81	OK
Gempa	Stabilitas global	1,83	≥ 1,10	0,60	OK

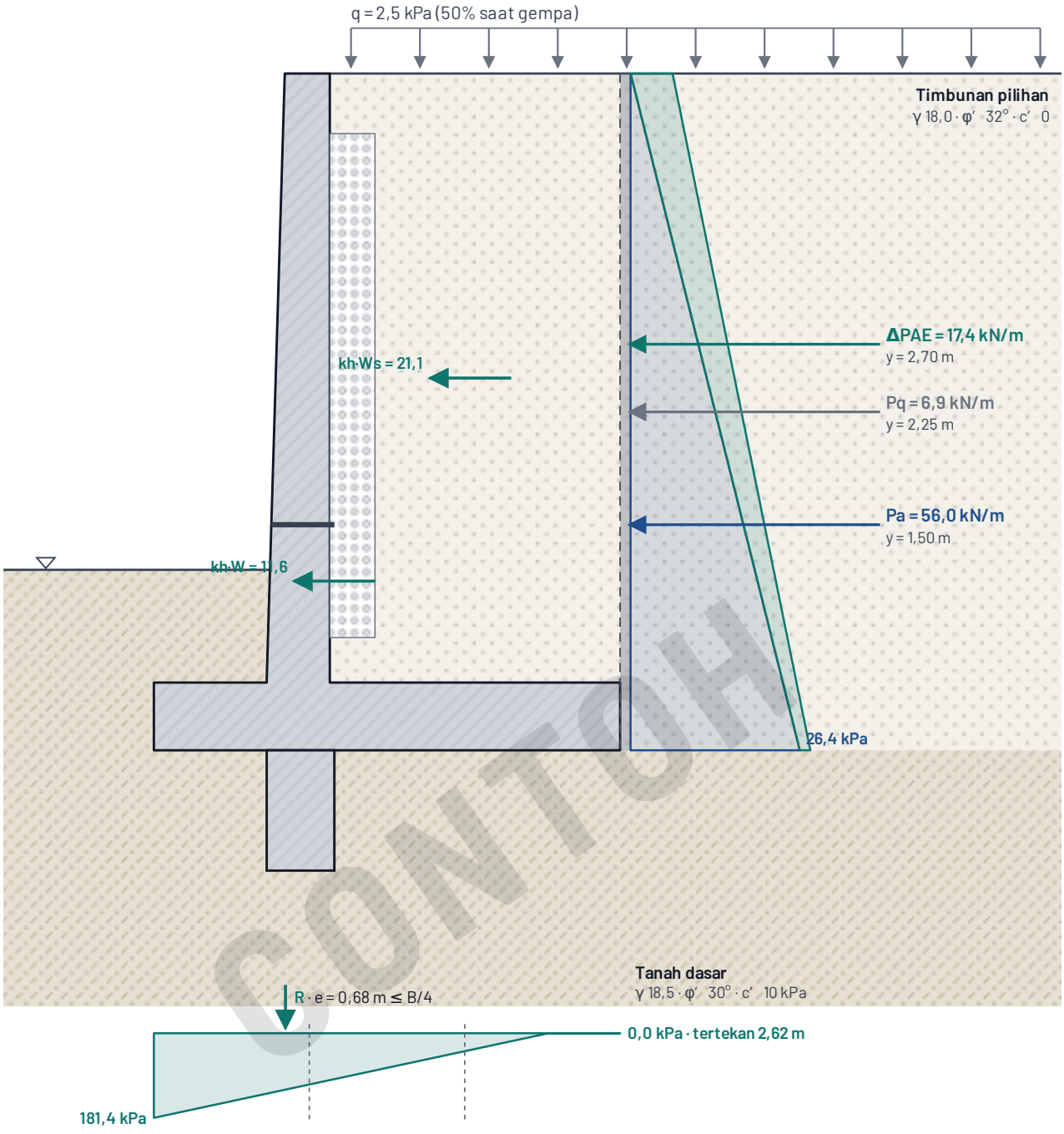
3.2 Tipe B — Kantilever, H 4,50 m

Lebar dasar B	3,10 m
Kaki / stem dasar / tumit	0,75 / 0,42 / 1,93 m
Tebal pelat dasar / stem puncak	0,45 / 0,30 m
Kedalaman tanam Df	1,20 m
Shear key	0,45 × 0,80 m

CONTOH



Gambar 3.2a — Tipe B: tekanan tanah dan tegangan dasar, kondisi statik



Gambar 3.2b — Tipe B: kondisi gempa (Mononobe-Okabe, kh = 0,15)

Statik: Ka Rankine = 0,307; ΣV = 247,7 kN/m, ΣH = 69,8 kN/m, ΣMr = 399,3 kNm/m, ΣMo = 115,1 kNm/m, e = 0,236 m, q maks = 116,4 kPa, qu = 680,3 kPa (B′ = 2,63 m), tahanan geser 153,2 kN/m.

Gaya	Besar (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kNm/m)
V · Pelat dasar	33,48	1,55	51,89
V · Stem — bagian tegak	29,16	1,02	29,74
V · Stem — bagian miring	5,83	0,83	4,84
V · Shear key	8,64	0,97	8,42
V · Tanah di atas tumit	140,70	2,14	300,39
V · Tanah di atas kaki	10,56	0,38	4,02
V · Beban merata di atas tumit	19,30	2,14	41,21
H · Tekanan aktif tanah	56,00	1,50	84,00
H · Tekanan akibat beban merata	13,83	2,25	31,11

Gempa: Ka Rankine = 0,307, KAE = 0,403; ΣV = 238,0 kN/m, ΣH = 112,9 kN/m, ΣMr = 399,3 kNm/m, ΣMo = 211,7 kNm/m, e = 0,675 m, q maks = 181,4 kPa, qu = 458,8 kPa (B′ = 1,75 m), tahanan geser 153,2 kN/m.

Gaya	Besar (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kNm/m)
V · Pelat dasar	33,48	1,55	51,89
V · Stem — bagian tegak	29,16	1,02	29,74
V · Stem — bagian miring	5,83	0,83	4,84
V · Shear key	8,64	0,97	8,42
V · Tanah di atas tumit	140,70	2,14	300,39
V · Tanah di atas kaki	10,56	0,38	4,02
V · Beban merata di atas tumit	9,65	2,14	20,60
H · Tekanan aktif tanah	56,00	1,50	84,00
H · Tekanan akibat beban merata	6,91	2,25	15,55
H · Inkremen gempa ΔPAE (M-O)	17,36	2,70	46,88
H · Inersia dinding kh·W	11,57	1,12	13,01
H · Inersia tanah di atas tumit	21,10	2,47	52,23

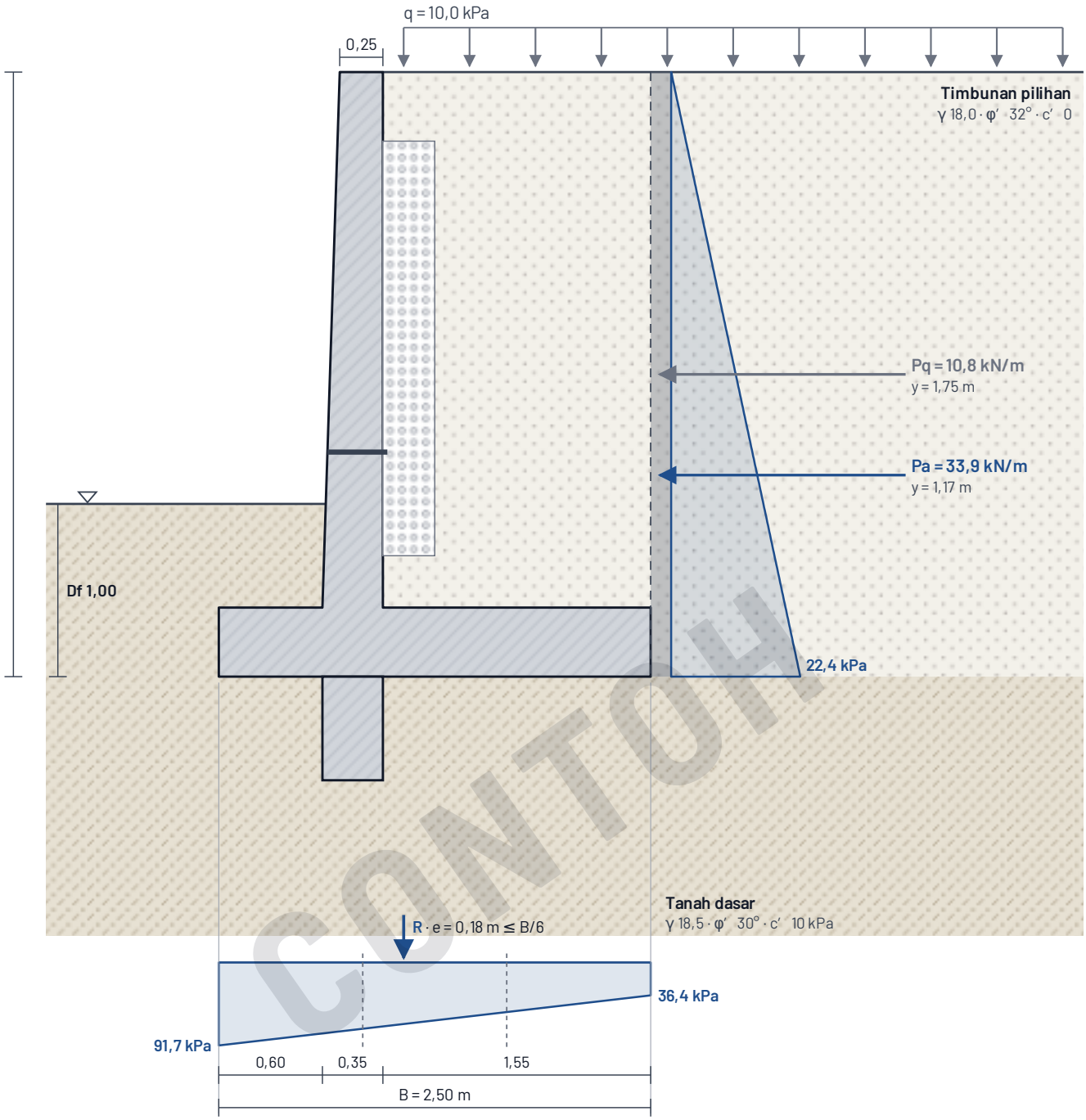
CONTOH

Kondisi	Pemeriksaan	Nilai	Syarat	Rasio	Status
Statik	Guling	3,47	≥ 2,00	0,58	OK
Statik	Geser	2,19	≥ 2,00	0,91	OK
Statik	Daya dukung	5,84	≥ 3,00	0,51	OK
Statik	Eksentrisitas	0,24 m	≤ 0,52 m	0,46	OK
Statik	Stabilitas global	2,69	≥ 1,50	0,56	OK
Gempa	Guling	1,89	≥ 1,50	0,80	OK
Gempa	Geser	1,36	≥ 1,10	0,81	OK
Gempa	Daya dukung	2,53	≥ 2,00	0,79	OK
Gempa	Eksentrisitas	0,68 m	≤ 0,78 m	0,87	OK
Gempa	Stabilitas global	2,02	≥ 1,10	0,55	OK

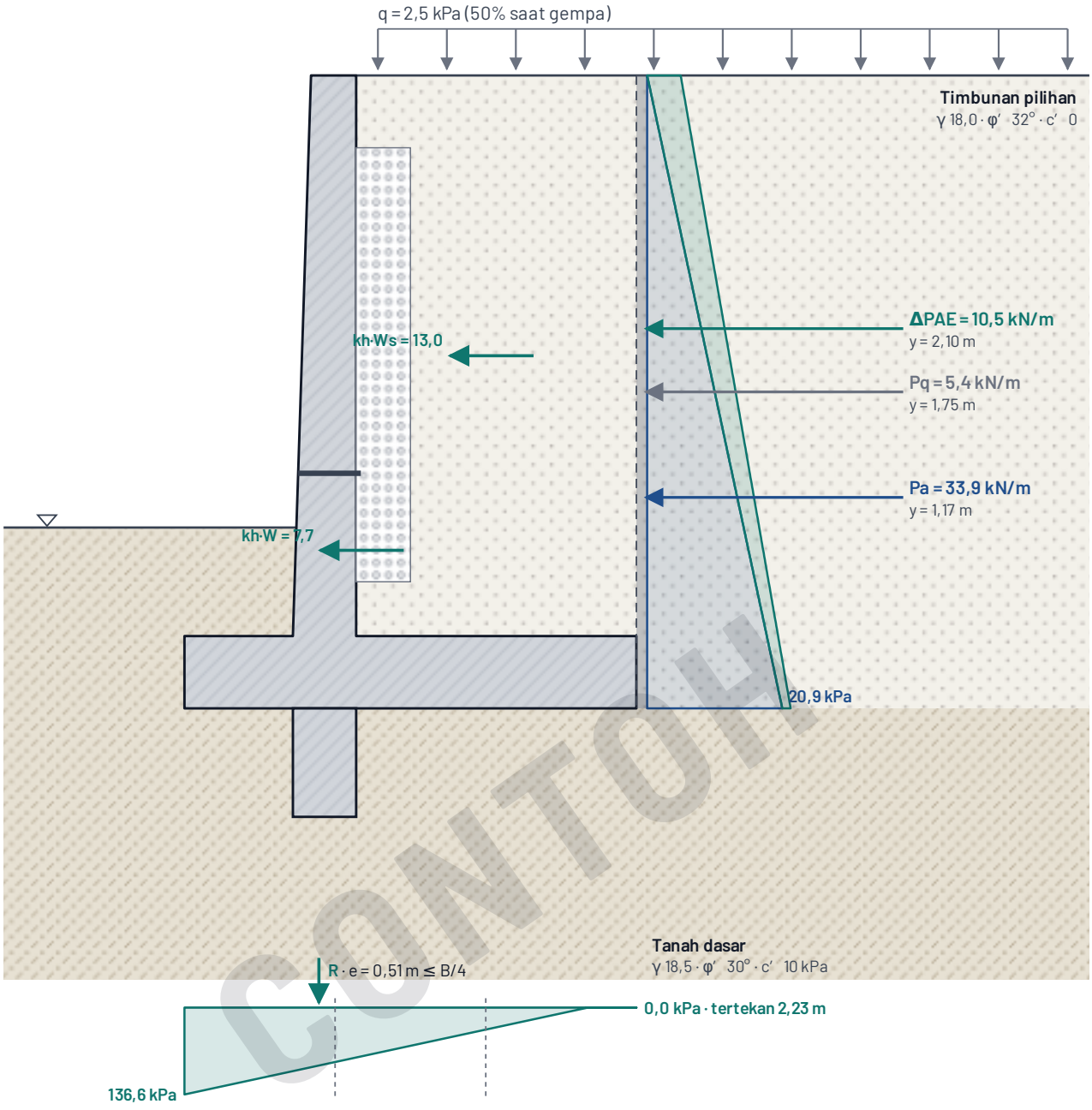
3.3 Tipe C — Kantilever, H 3,50 m

Lebar dasar B	2,50 m
Kaki / stem dasar / tumit	0,60 / 0,35 / 1,55 m
Tebal pelat dasar / stem puncak	0,40 / 0,25 m
Kedalaman tanam Df	1,00 m
Shear key	0,35 × 0,60 m

CONTOH



Gambar 3.3a — Tipe C: tekanan tanah dan tegangan dasar, kondisi statik



Gambar 3.3b — Tipe C: kondisi gempa (Mononobe-Okabe, kh = 0,15)

Statik: Ka Rankine = 0,307; ΣV = 160,1 kN/m, ΣH = 44,6 kN/m, ΣMr = 203,0 kNm/m, ΣMo = 58,3 kNm/m, e = 0,180 m, q maks = 91,7 kPa, qu = 611,4 kPa (B′ = 2,14 m), tahanan geser 101,4 kN/m.

Gaya	Besar (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kNm/m)
V · Pelat dasar	24,00	1,25	30,00
V · Stem — bagian tegak	18,60	0,83	15,34
V · Stem — bagian miring	3,72	0,67	2,48
V · Shear key	5,04	0,78	3,91
V · Tanah di atas tumit	86,49	1,73	149,20
V · Tanah di atas kaki	6,77	0,30	2,06
V · Beban merata di atas tumit	15,50	1,73	26,74
H · Tekanan aktif tanah	33,88	1,17	39,52
H · Tekanan akibat beban merata	10,75	1,75	18,82

Gempa: Ka Rankine = 0,307, KAE = 0,403; ΣV = 152,4 kN/m, ΣH = 70,4 kN/m, ΣMr = 203,0 kNm/m, ΣMo = 103,0 kNm/m, e = 0,506 m, q maks = 136,6 kPa, qu = 423,2 kPa (B′ = 1,49 m), tahanan geser 101,4 kN/m.

Gaya	Besar (kN/m)	Lengan (m)	Momen (kNm/m)
V · Pelat dasar	24,00	1,25	30,00
V · Stem — bagian tegak	18,60	0,83	15,34
V · Stem — bagian miring	3,72	0,67	2,48
V · Shear key	5,04	0,78	3,91
V · Tanah di atas tumit	86,49	1,73	149,20
V · Tanah di atas kaki	6,77	0,30	2,06
V · Beban merata di atas tumit	7,75	1,73	13,37
H · Tekanan aktif tanah	33,88	1,17	39,52
H · Tekanan akibat beban merata	5,38	1,75	9,41
H · Inkremen gempa ΔPAE (M-O)	10,50	2,10	22,06
H · Inersia dinding kh·W	7,70	0,87	6,73
H · Inersia tanah di atas tumit	12,97	1,95	25,30

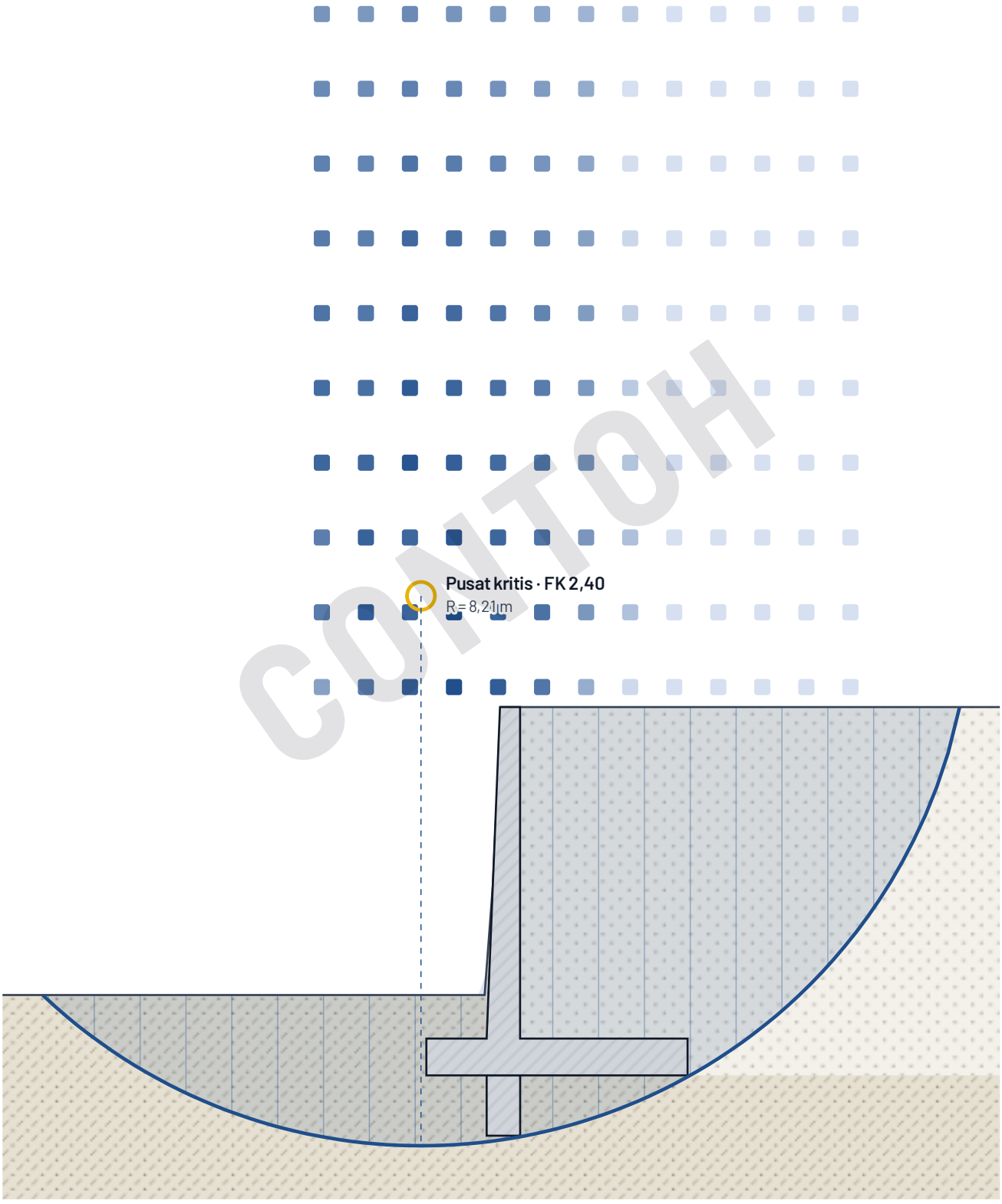
CONTOH

Kondisi	Pemeriksaan	Nilai	Syarat	Rasio	Status
Statik	Guling	3,48	≥ 2,00	0,57	OK
Statik	Geser	2,27	≥ 2,00	0,88	OK
Statik	Daya dukung	6,67	≥ 3,00	0,45	OK
Statik	Eksentrisitas	0,18 m	≤ 0,42 m	0,43	OK
Statik	Stabilitas global	2,86	≥ 1,50	0,52	OK
Gempa	Guling	1,97	≥ 1,50	0,76	OK
Gempa	Geser	1,44	≥ 1,10	0,76	OK
Gempa	Daya dukung	3,10	≥ 2,00	0,65	OK
Gempa	Eksentrisitas	0,51 m	≤ 0,63 m	0,81	OK
Gempa	Stabilitas global	2,14	≥ 1,10	0,51	OK

CONTOH

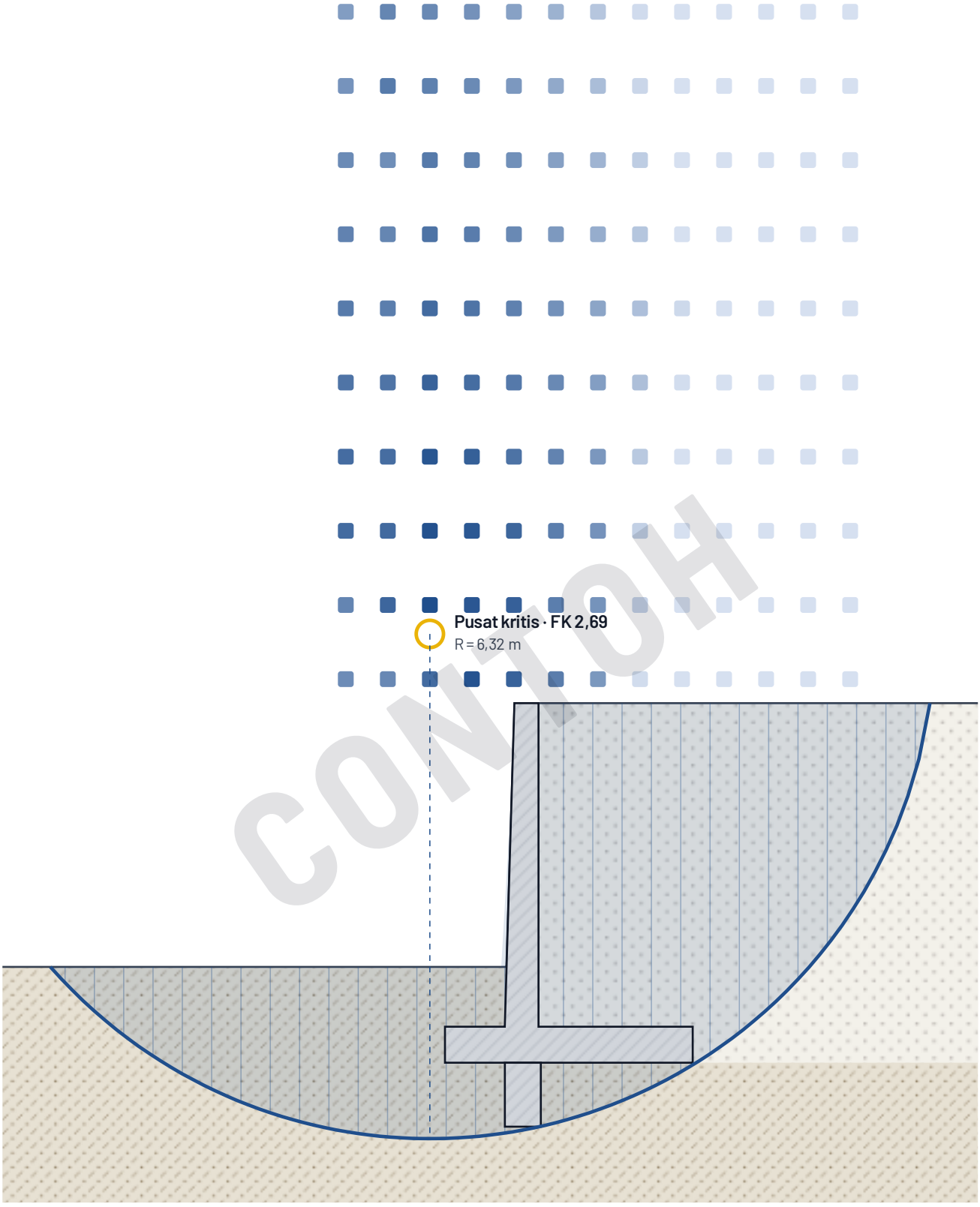
4. Stabilitas global

Metode Bishop disederhanakan; lingkaran gelincir melewati di bawah seluruh dasar dinding dan shear key. Pencarian grid titik pusat dengan beberapa kedalaman singgung.



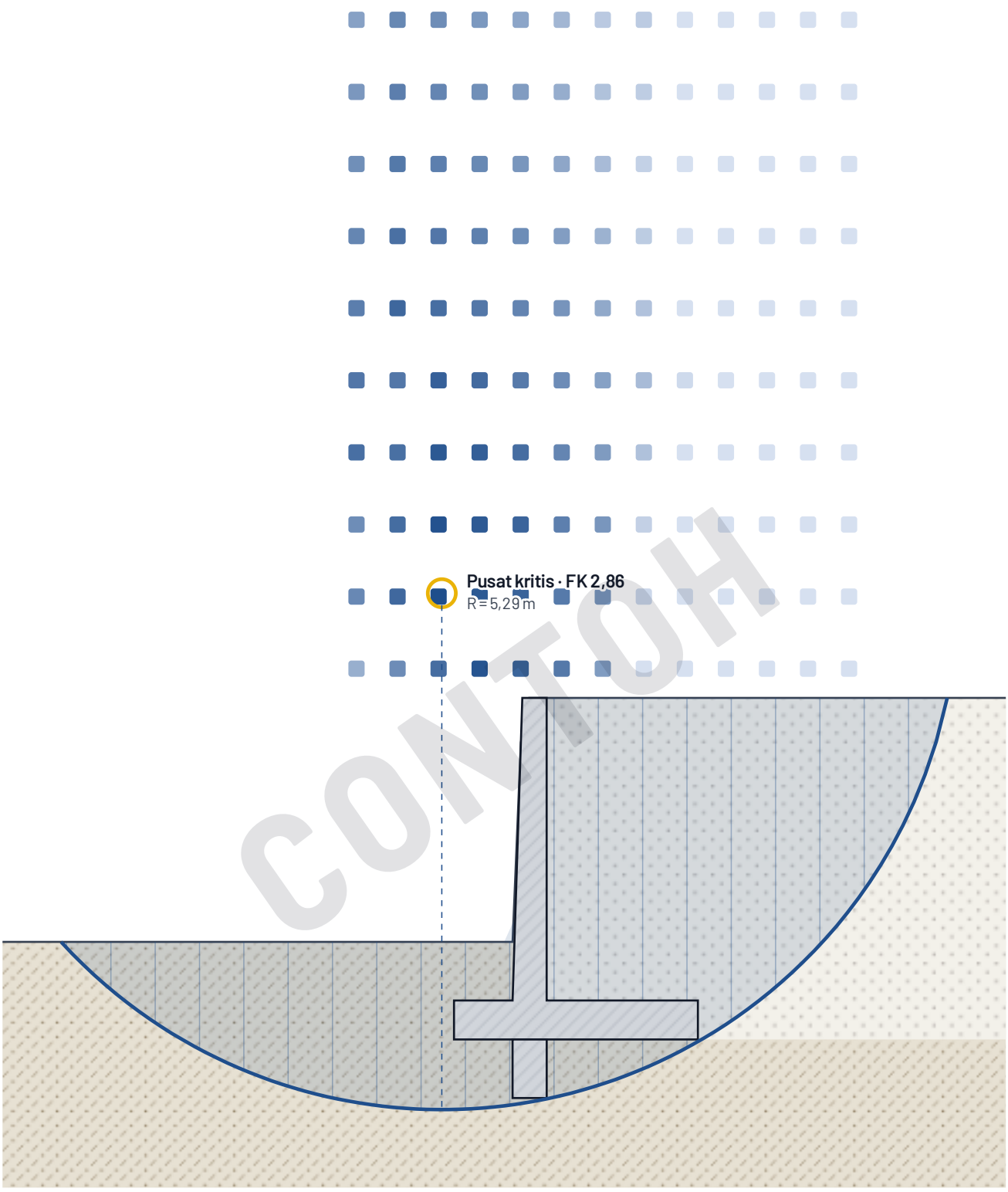
CONTOH

Tipe A — lingkaran kritis statik: FK 2,40; gempa FK 1,83



CONTOH

Tipe B — lingkaran kritis statik: FK 2,69; gempa FK 2,02

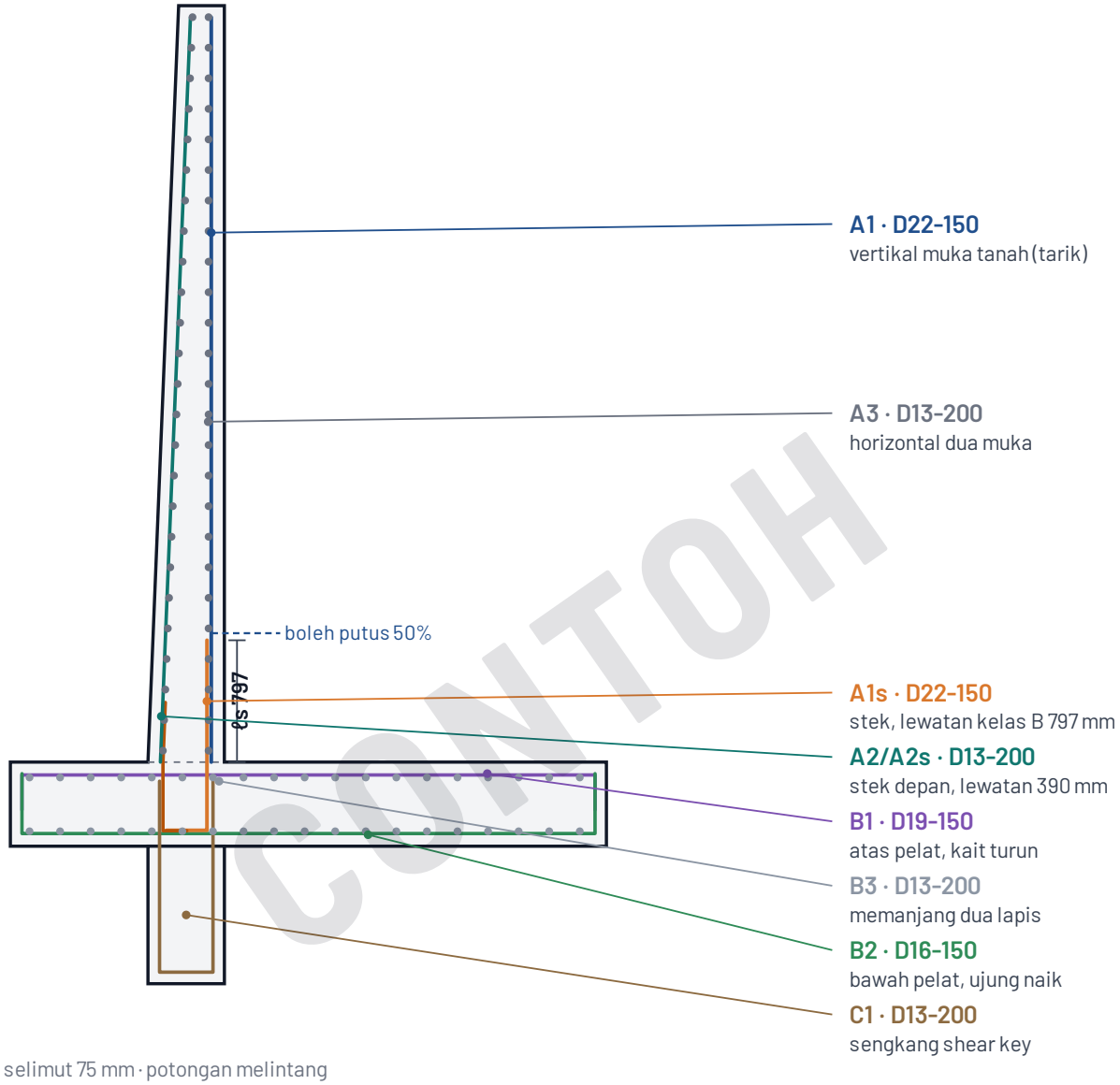


CONTOH

Tipe C — lingkaran kritis statik: FK 2,86; gempa FK 2,14

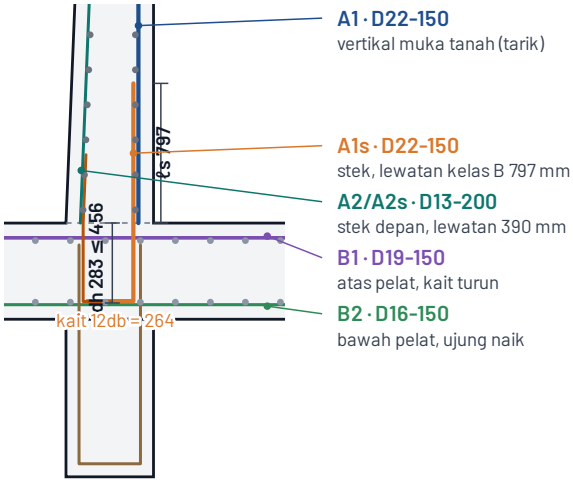
5. Penulangan dan struktur badan dinding

Tipe A



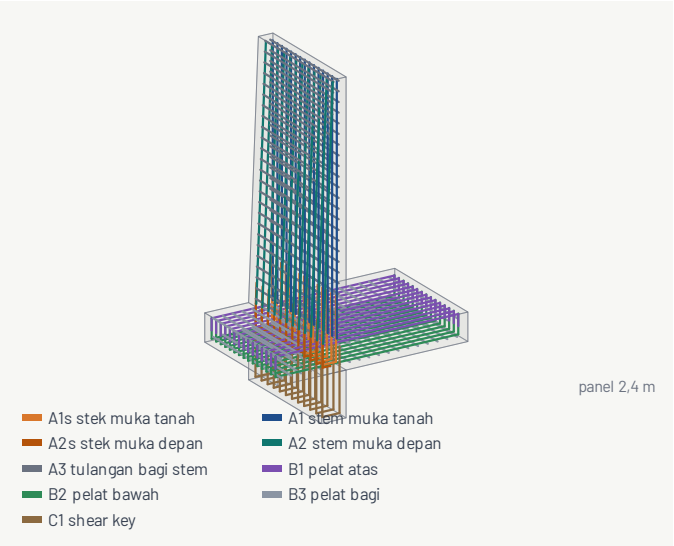
Detail penulangan tipe A

CONTOH



selimut 75 mm · perbesaran sambungan stem–pelat dasar

Detail sambungan stem–pelat dasar



Model 3D penulangan

Elemen	Mu	Vu	d (mm)	As perlu	Tulangan	As pakai	φMn	Mu/φMn	Vu/φVc
Stem (dasar)	239,1	132,7	414	1.577	D22-150	2.534	376,6	0,63	0,46
Tumit (tulangan atas)	193,7	129,3	466	1.123	D19-150	1.890	321,5	0,60	0,40
Kaki (tulangan bawah)	64,0	69,3	467	990	D16-150	1.340	231,0	0,28	0,21

Penyaluran (SNI 2847:2019 ps. 25.4): ℓd A1 = 613 mm, B1 = 551 mm (ψt = 1,3), B2 = 357 mm; kait ℓdh A1 = 283 mm. Stek stem disambung lewatan kelas B ℓs = 797 mm (A1) dan 390 mm (A2). Tulangan menerus disambung lewatan kelas B setiap 12 m. 50% tulangan stem boleh diputus di +0,84 m dari dasar stem.

Tanda	Lokasi	Tulangan	Bentuk	Panjang/batang (m)	Batang/m	Berat (kg/m)	Catatan
A1s	Stek stem muka tanah (kait ke pelat dasar)	D22-150	L	1,52	6,67	30,3	lewatan kelas B 797 mm
A1	Stem vertikal muka tanah (tarik)	D22-150	lurus	4,88	6,67	97,1	
A2s	Stek stem muka depan	D13-200	L	1,01	5,00	5,2	lewatan kelas B 390 mm
A2	Stem vertikal muka depan	D13-200	lurus	4,88	5,00	25,4	
A3	Stem horizontal dua muka (susut & suhu)	D13-200	lurus	1,03	48,00	51,7	menerus, lewatan 390 mm tiap 12 m
B1	Pelat dasar atas (tumit), kait turun di kedua ujung	D19-150	U terbalik	4,21	6,67	62,5	tulangan atas ψt = 1,3
B2	Pelat dasar bawah (kaki), ujung ditekuk naik	D16-150	U	4,55	6,67	47,9	
B3	Pelat dasar memanjang dua lapis (susut & suhu)	D13-200	lurus	1,03	38,00	41,0	menerus, lewatan 390 mm tiap 12 m
C1	Shear key (sengkang U)	D13-200	U	2,95	5,00	15,4	

Volume beton 4,57 m^3/m; baja tulangan ±376 kg/m (termasuk stek, lewatan, dan kait).

Lendutan layan dan ragam getar

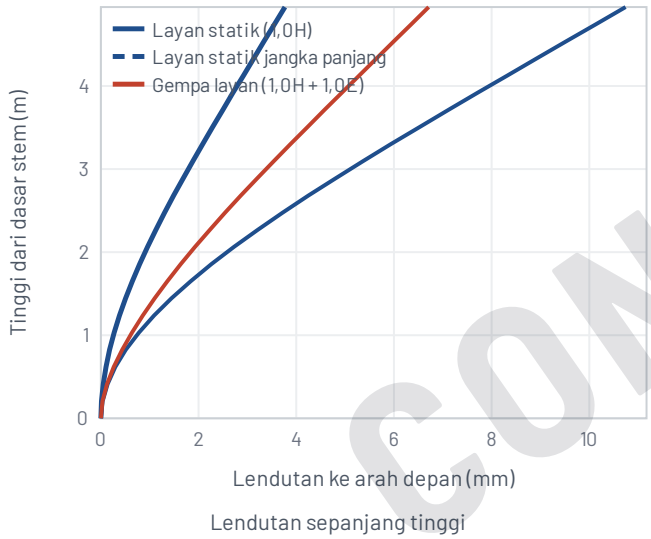
CONTOH

Kasus	δ puncak (mm)	H/δ	Ujung tumit (mm)	Ujung kaki (mm)	Ie/Ig dasar
Layan statik (1,0H) (seketika)	3,77	1.314	0,55	0,02	0,88
Layan statik jangka panjang (× (1 + λΔ), λΔ = 1.85)	10,74	461	1,58	0,07	0,88
Gempa layan (1,0H + 1,0E) (seketika)	6,71	738	1,95	0,04	0,46

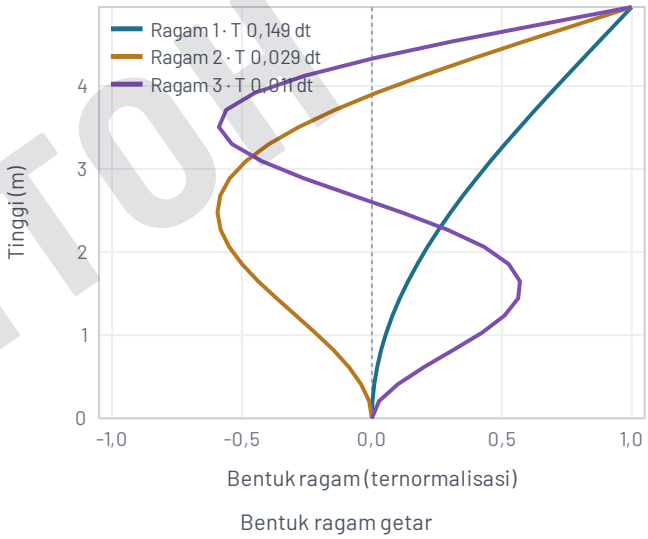
Ec = 4700√f′c = 25.743 MPa; Ie Branson per potongan (SNI 2847:2019 ps. 24.2.3.5) dengan momen layan setempat, Mcr = 0,62√f′c·Ig/yt. Jangka panjang × (1 + λΔ), λΔ = 2/(1 + 50ρ′) = 1,85 (ps. 24.2.4.1). Lendutan relatif terhadap pelat dasar; rotasi fondasi pada tanah tidak dihitung.

Ragam	T (dt)	f (Hz)	Partisipasi massa	Kumulatif
1	0,1488	6,72	54,3%	54,3%
2	0,0291	34,37	19,8%	74,1%
3	0,0110	90,55	7,9%	82,0%

Ragam getar bebas stem sebagai kantilever terjepit di dasar: 24 elemen balok bermassa konsisten, EI = 0,35·Ec·Ig (SNI 2847:2019 Tabel 6.6.3.1.1(a): retak — Ma layan dasar > Mcr), massa beton saja (tanah tidak diikutkan). Untuk informasi; beban gempa dinding tetap pseudo-statik (kh).



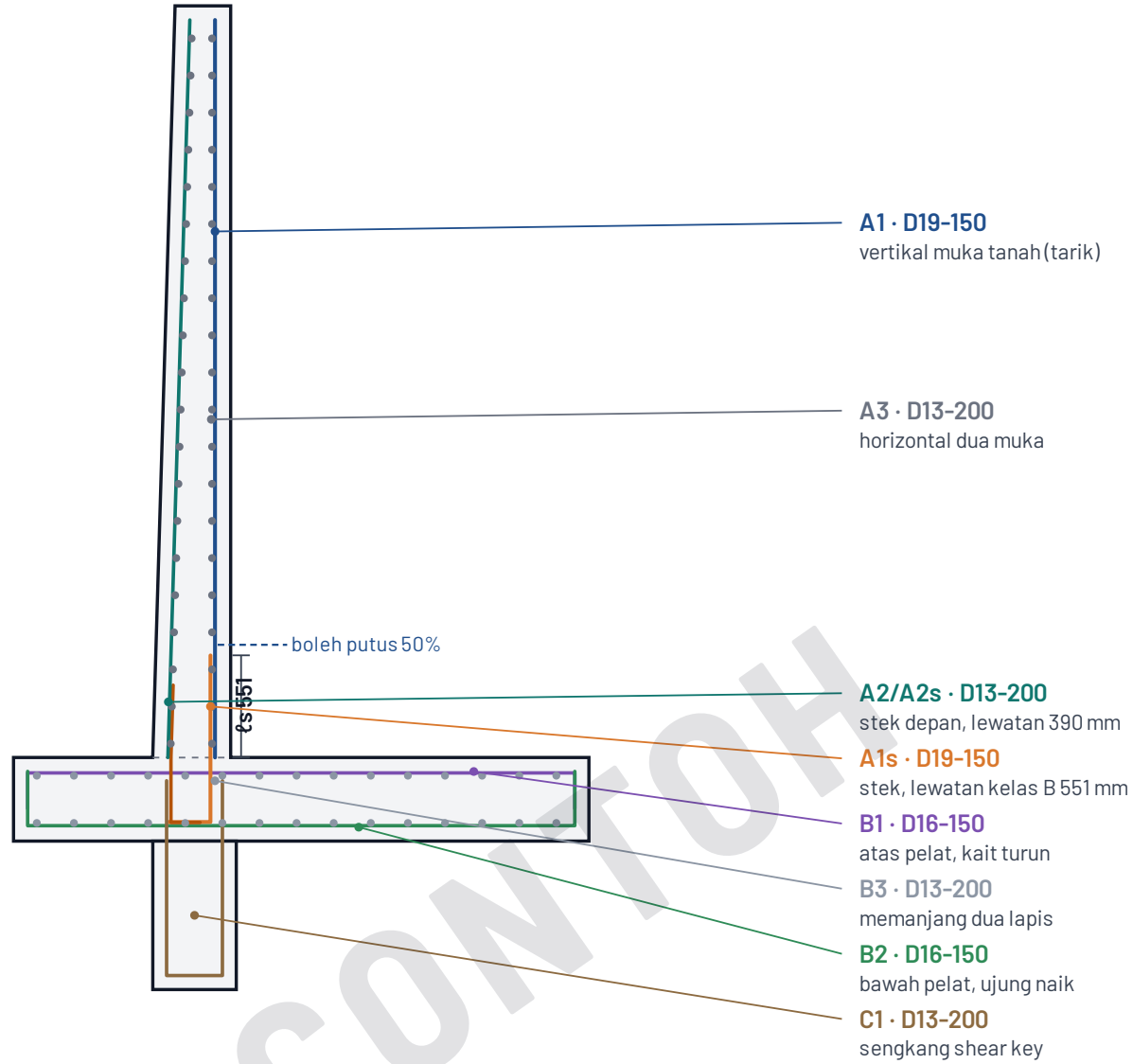
Lendutan sepanjang tinggi



Bentuk ragam getar

CONTOH

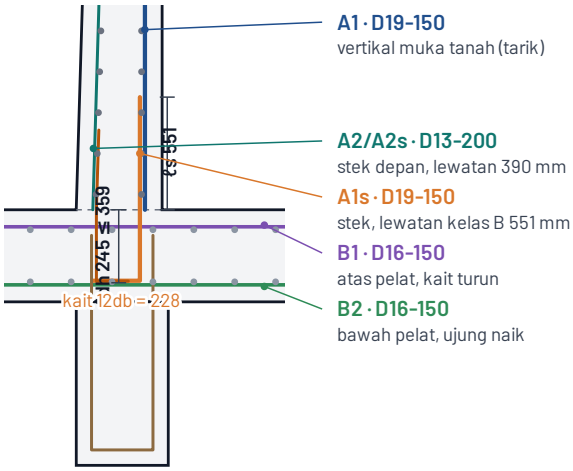
Tipe B



selimut 75 mm · potongan melintang

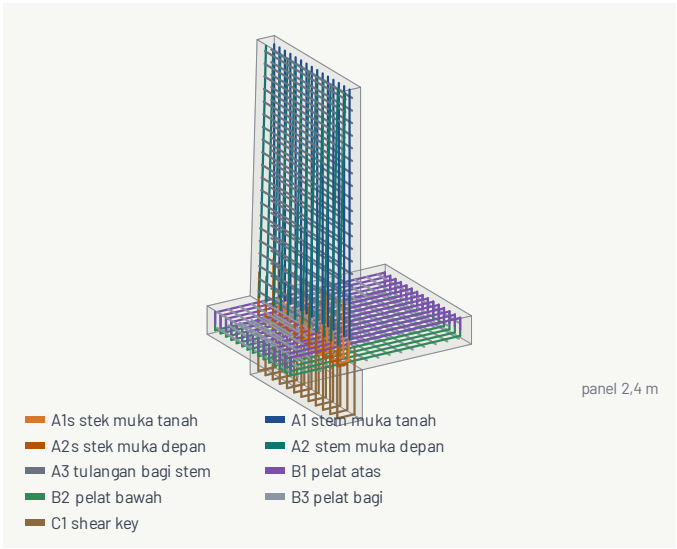
Detail penulangan tipe B

CONTOH



selimut 75 mm · perbesaran sambungan stem–pelat dasar

Detail sambungan stem–pelat dasar



Model 3D penulangan

Elemen	Mu	Vu	d (mm)	As perlu	Tulangan	As pakai	φMn	Mu/φMn	Vu/φVc
Stem (dasar)	138,3	92,5	336	1.121	D19-150	1.890	228,6	0,60	0,39
Tumit (tulangan atas)	108,6	91,6	367	810	D16-150	1.340	180,4	0,60	0,36
Kaki (tulangan bawah)	39,2	54,2	367	810	D16-150	1.340	180,4	0,22	0,21

Penyaluran (SNI 2847:2019 ps. 25.4): ℓd A1 = 424 mm, B1 = 464 mm (ψt = 1,3), B2 = 357 mm; kait ℓdh A1 = 245 mm. Stek stem disambung lewatan kelas B ℓs = 551 mm (A1) dan 390 mm (A2). Tulangan menerus disambung lewatan kelas B setiap 12 m. 50% tulangan stem boleh diputus di +0,61 m dari dasar stem.

Tanda	Lokasi	Tulangan	Bentuk	Panjang/batang (m)	Batang/m	Berat (kg/m)	Catatan
A1s	Stek stem muka tanah (kait ke pelat dasar)	D19-150	L	1,14	6,67	16,9	lewatan kelas B 551 mm
A1	Stem vertikal muka tanah (tarik)	D19-150	lurus	3,97	6,67	59,0	
A2s	Stek stem muka depan	D13-200	L	0,91	5,00	4,7	lewatan kelas B 390 mm
A2	Stem vertikal muka depan	D13-200	lurus	3,98	5,00	20,7	
A3	Stem horizontal dua muka (susut & suhu)	D13-200	lurus	1,03	40,00	43,1	menerus, lewatan 390 mm tiap 12 m
B1	Pelat dasar atas (tumit), kait turun di kedua ujung	D16-150	U terbalik	3,33	6,67	35,1	tulangan atas ψt = 1,3
B2	Pelat dasar bawah (kaki), ujung ditekuk naik	D16-150	U	3,55	6,67	37,4	
B3	Pelat dasar memanjang dua lapis (susut & suhu)	D13-200	lurus	1,03	30,00	32,3	menerus, lewatan 390 mm tiap 12 m
C1	Shear key (sengkang U)	D13-200	U	2,50	5,00	13,0	

Volume beton 3,21 m^3/m; baja tulangan ±262 kg/m (termasuk stek, lewatan, dan kait).

CONTOH

Lendutan layan dan ragam getar

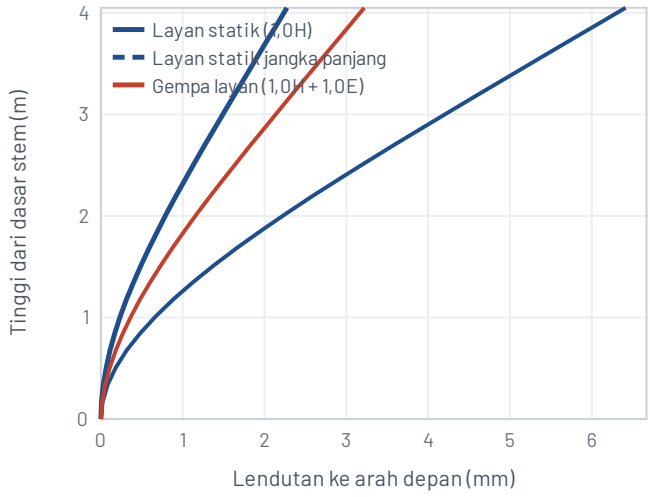
Kasus	δ puncak (mm)	H/δ	Ujung tumit (mm)	Ujung kaki (mm)	Ie/Ig dasar
Layan statik (1,0H) (seketika)	2,27	1.781	0,34	0,02	1,00
Layan statik jangka panjang (× (1 + λΔ), λΔ = 1.82)	6,41	632	0,96	0,05	1,00
Gempa layan (1,0H + 1,0E) (seketika)	3,22	1.258	0,82	0,03	0,68

Ec = 4700√f′c = 25.743 MPa; Ie Branson per potongan (SNI 2847:2019 ps. 24.2.3.5) dengan momen layan setempat, Mcr = 0,62√f′c·Ig/yt. Jangka panjang × (1 + λΔ), λΔ = 2/(1 + 50ρ′) = 1,82 (ps. 24.2.4.1). Lendutan relatif terhadap pelat dasar; rotasi fondasi pada tanah tidak dihitung.

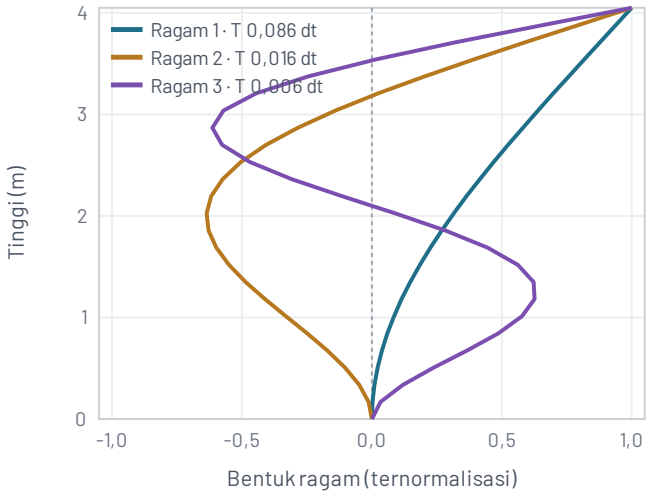
Ragam	T (dt)	f (Hz)	Partisipasi massa	Kumulatif
1	0,0857	11,67	56,6%	56,6%
2	0,0157	63,79	19,5%	76,1%
3	0,0058	171,51	7,4%	83,6%

Ragam getar bebas stem sebagai kantilever terjepit di dasar: 24 elemen balok bermassa konsisten, EI = 0,70·Ec·Ig (SNI 2847:2019 Tabel 6.6.3.1.1(a): tak retak), massa beton saja (tanah tidak diikutkan). Untuk informasi; beban gempa dinding

tetap pseudo-statik (kh).



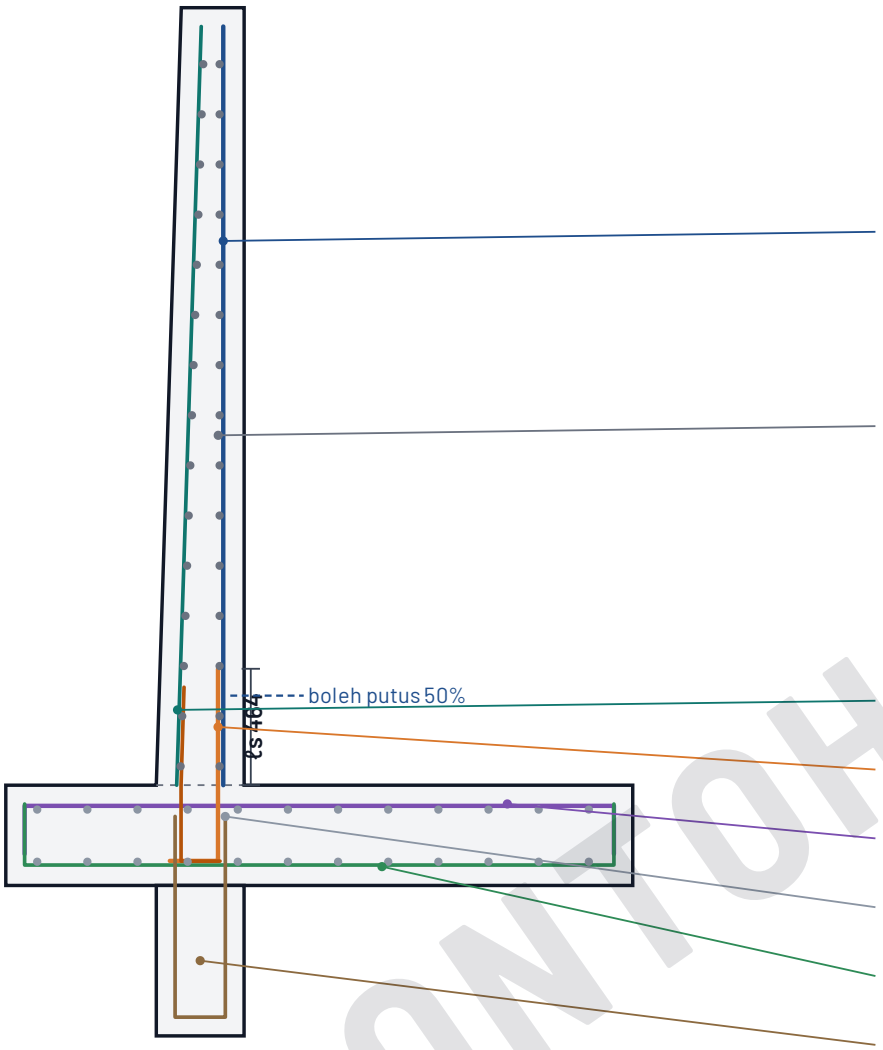
Lendutan sepanjang tinggi



Bentuk ragam getar

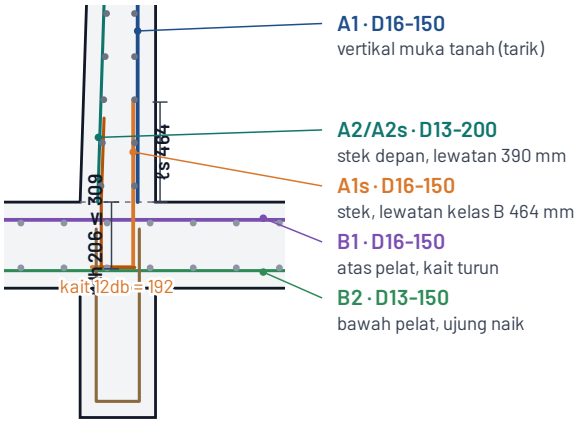
Tipe C

CONTOH



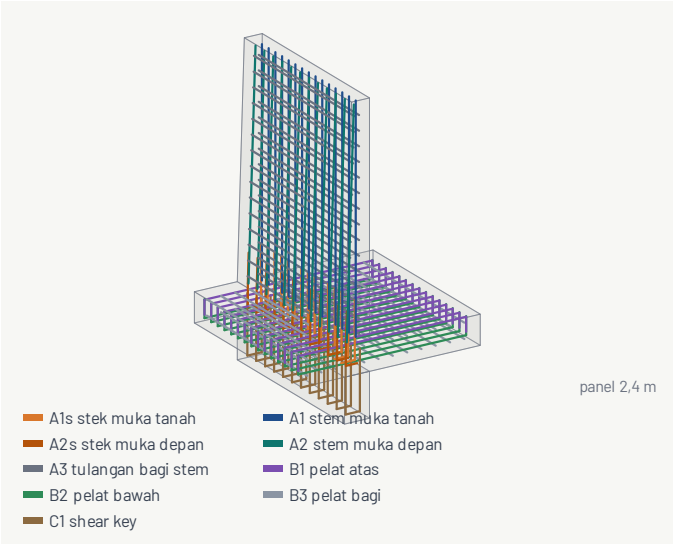
selimut 75 mm · potongan melintang

Detail penulangan tipe C



selimut 75 mm · perbesaran sambungan stem–pelat dasar

Detail sambungan stem–pelat dasar



Model 3D penulangan

CONTOH

Elemen	Mu	Vu	d (mm)	As perlu	Tulangan	As pakai	φMn	Mu/φMn	Vu/φVc
Stem (dasar)	67,6	57,8	267	684	D16-150	1.340	129,7	0,52	0,31
Tumit (tulangan atas)	54,8	58,1	317	720	D16-150	1.340	155,0	0,35	0,26
Kaki (tulangan bawah)	19,6	31,1	319	720	D13-150	885	104,1	0,19	0,14

Penyaluran (SNI 2847:2019 ps. 25.4): ℓd A1 = 357 mm, B1 = 464 mm (ψt = 1,3), B2 = 300 mm; kait ℓdh A1 = 206 mm. Stek stem disambung lewatan kelas B ℓs = 464 mm (A1) dan 390 mm (A2). Tulangan menerus disambung lewatan kelas B setiap 12 m. 50% tulangan stem boleh diputus di +0,36 m dari dasar stem.

Tanda	Lokasi	Tulangan	Bentuk	Panjang/batang (m)	Batang/m	Berat (kg/m)	Catatan
A1s	Stek stem muka tanah (kait ke pelat dasar)	D16-150	L	0,97	6,67	10,2	lewatan kelas B 464 mm
A1	Stem vertikal muka tanah (tarik)	D16-150	lurus	3,03	6,67	31,9	
A2s	Stek stem muka depan	D13-200	L	0,86	5,00	4,5	lewatan kelas B 390 mm
A2	Stem vertikal muka depan	D13-200	lurus	3,03	5,00	15,8	
A3	Stem horizontal dua muka (susut & suhu)	D13-200	lurus	1,03	30,00	32,3	menerus, lewatan 390 mm tiap 12 m
B1	Pelat dasar atas (tumit), kait turun di kedua ujung	D16-150	U terbalik	2,73	6,67	28,8	tulangan atas ψt = 1,3
B2	Pelat dasar bawah (kaki), ujung ditekuk naik	D13-150	U	2,85	6,67	19,8	
B3	Pelat dasar memanjang dua lapis (susut & suhu)	D13-200	lurus	1,03	24,00	25,9	menerus, lewatan 390 mm tiap 12 m
C1	Shear key (sengkang U)	D13-200	U	1,90	5,00	9,9	

Volume beton 2,14 m^3/m; baja tulangan ±179 kg/m (termasuk stek, lewatan, dan kait).

Lendutan layan dan ragam getar

Kasus	δ puncak (mm)	H/δ	Ujung tumit (mm)	Ujung kaki (mm)	Ie/Ig dasar
Layan statik (1,0H) (seketika)	1,14	2.714	0,16	0,01	1,00
Layan statik jangka panjang (× (1 + λΔ), λΔ = 1.78)	3,17	977	0,44	0,02	1,00
Gempa layan (1,0H + 1,0E) (seketika)	1,44	2.159	0,33	0,01	1,00

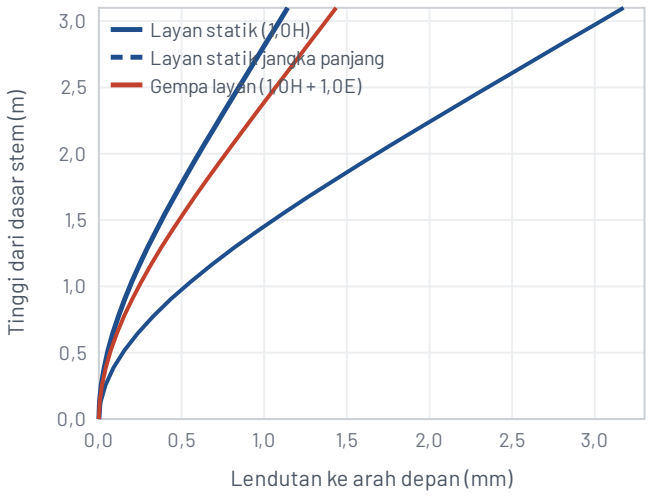
Ec = 4700√f′c = 25.743 MPa; Ie Branson per potongan (SNI 2847:2019 ps. 24.2.3.5) dengan momen layan setempat, Mcr = 0,62√f′c·Ig/yt. Jangka panjang × (1 + λΔ), λΔ = 2/(1 + 50ρ′) = 1,78 (ps. 24.2.4.1). Lendutan relatif terhadap pelat dasar; rotasi fondasi pada tanah tidak dihitung.

Ragam	T (dt)	f (Hz)	Partisipasi massa	Kumulatif
1	0,0602	16,61	56,6%	56,6%
2	0,0110	90,74	19,5%	76,1%
3	0,0041	243,95	7,4%	83,6%

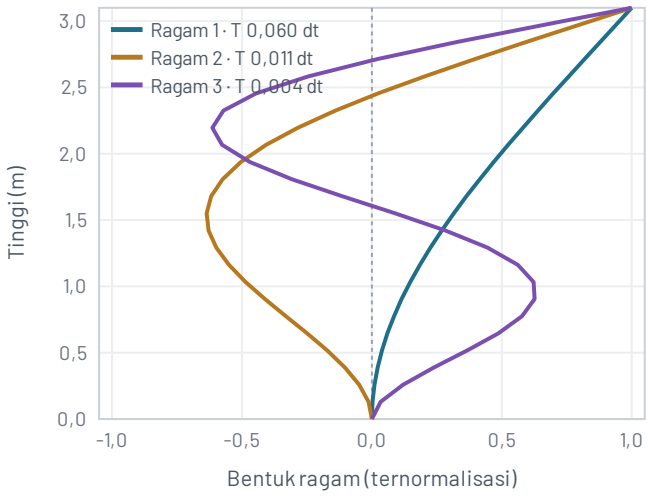
Ragam getar bebas stem sebagai kantilever terjepit di dasar: 24 elemen balok bermassa konsisten, EI = 0,70·Ec·Ig (SNI 2847:2019 Tabel 6.6.3.1.1(a): tak retak), massa beton saja (tanah tidak diikutkan). Untuk informasi; beban gempa dinding

CONTOH

tetap pseudo-statik (kh).



Lendutan sepanjang tinggi

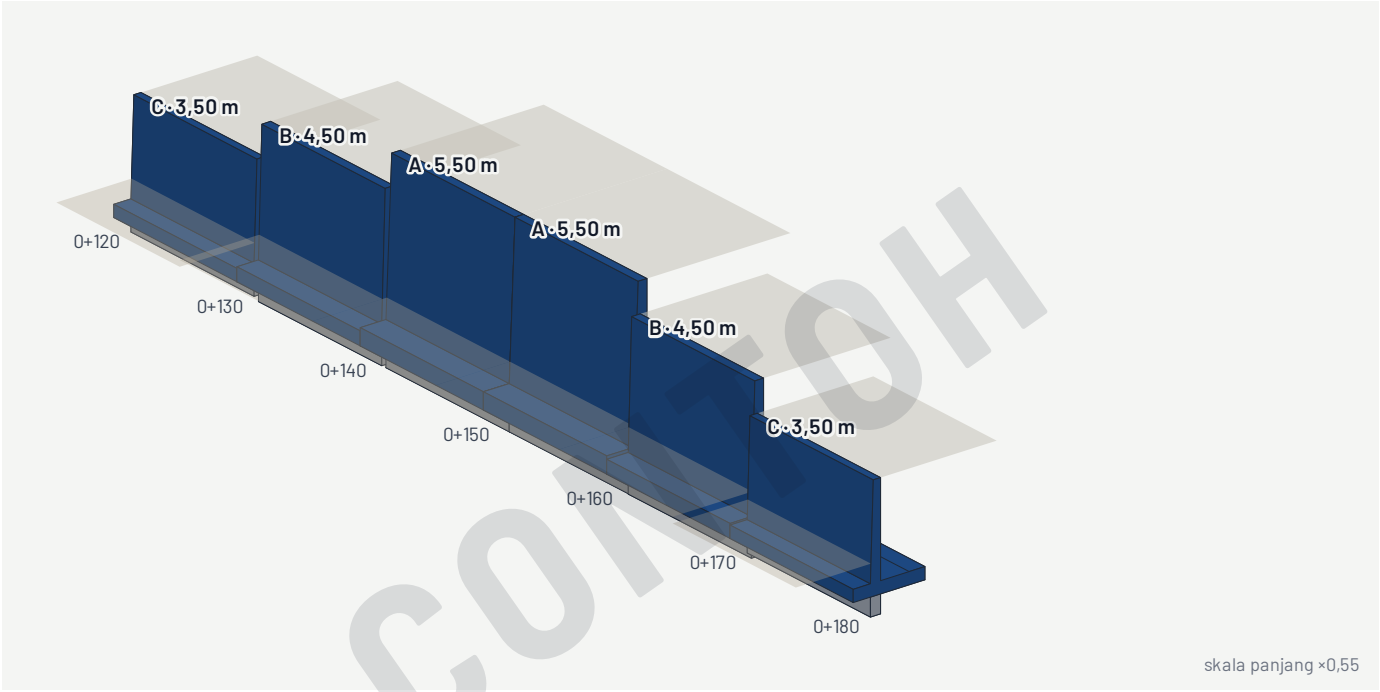


Bentuk ragam getar

CONTOH

6. Segmen dan model 3D

STA	Tipe	L (m)	Beton (m³)	Status
0+120 – 0+130	C	10,0	21,4	OK
0+130 – 0+140	B	10,0	32,1	OK
0+140 – 0+150	A	10,0	45,7	OK
0+150 – 0+160	A	10,0	45,7	OK
0+160 – 0+170	B	10,0	32,1	OK
0+170 – 0+180	C	10,0	21,4	OK



Model 3D dinding sepanjang alinyemen (skala panjang dipadatkan)

7. Metode dan daftar acuan

Tekanan aktif Rankine pada bidang vertikal melalui ujung tumit (kantilever, counterfort) atau Coulomb pada muka/bidang belakang (gravitasi, bronjong); tekanan diam K0 untuk dinding kaku bila dipilih (gempa Wood 1973); tekanan pemadatan Ingold (1979) bila diaktifkan; gempa pseudo-statik Mononobe–Okabe dengan inersia dinding dan tanah di atas tumit. Air: muka air belakang efektif, gaya angkat trapesium, tekanan air sisi depan sebagai penahan, berat jenuh di bawah muka air, hidrodinamik Westergaard saat gempa; kondisi banjir dan surut cepat dengan syarat kondisi tidak biasa; gerusan mengurangi kedalaman tanam. Guling terhadap ujung kaki; geser dengan gesekan dan adhesi dasar serta tahanan pasif sesuai pilihan; daya dukung persamaan umum dengan lebar efektif dan lapisan bawah dengan penyebaran 2V:1H; stabilitas global Bishop disederhanakan dengan garis piezometrik dan tanah berlapis; dinding di atas tiang dengan pile cap kaku (tiang tegak); bronjong/pasangan batu bertangga dengan pemeriksaan sambungan antarlapis; penurunan Boussinesq + konsolidasi satu dimensi dan rotasi dinding; beton bertulang SNI 2847:2019 (lentur, geser, penyaluran, sambungan lewatan); lendutan layan dengan Ie Branson dan integrasi kelengkungan; ragam getar bebas stem/badan sebagai kantilever elemen hingga (informasi).

1. BSN. SNI 8460:2017 Persyaratan perancangan geoteknik. Badan Standardisasi Nasional, 2017.
2. BSN. SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan (mengacu ACI 318M-14).
3. BSN. SNI 2833:2016 Perencanaan jembatan terhadap beban gempa; SNI 1725:2016 Pembebanan untuk jembatan.
4. BSN. SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa; SNI 1727:2020 Beban desain minimum.
5. Ditjen Sumber Daya Air. Kriteria Perencanaan Irigasi KP-06 Parameter Bangunan (sektor SDA: beban air, banjir, surut).
6. AASHTO. LRFD Bridge Design Specifications, 10th ed., Section 3.11 (tekanan tanah, K0, beban lalu lintas heq Tabel 3.11.6.4-2) dan Section 11 — Walls, Abutments, and Piers (2024).
7. ACI Committee 318. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI CODE-318-25) and Commentary (2025).
8. Das, B. M. & Sivakugan, N. Principles of Foundation Engineering, 9th ed. Cengage, 2019 — Bab tekanan tanah lateral & dinding penahan.
9. Mononobe, N. & Matsuo, H. (1929); Okabe, S. (1926); Seed, H. B. & Whitman, R. V. (1970). Design of earth retaining structures for dynamic loads.
10. Wood, J. H. (1973). Earthquake-induced soil pressures on structures. Caltech EERL 73-05; dirangkum di Kramer, S. L. (1996) Geotechnical Earthquake Engineering §11.6.
11. Westergaard, H. M. (1933). Water pressures on dams during earthquakes. Trans. ASCE 98.
12. Ingold, T. S. (1979). The effects of compaction on retaining walls. Géotechnique 29(3); Clayton, Milititsky & Woods (1993) Earth Pressure and Earth-Retaining Structures.
13. Mayne, P. W. & Kulhawy, F. H. (1982). K0–OCR relationships in soil. J. Geotech. Eng. ASCE 108(GT6).
14. Bishop, A. W. (1955). The use of the slip circle in the stability analysis of slopes. Géotechnique 5(1).
15. Meyerhof, G. G. (1963); Hansen, J. B. (1970); Vesic, A. S. (1973) — persamaan umum daya dukung, faktor kedalaman dan inklinasi.
16. Tomlinson, M. & Boorman, R. Foundation Design and Construction; Bowles, J. E. (1996) Foundation Analysis and Design, 5th ed. — penyebaran 2V:1H, kelompok tiang dengan pile cap kaku.
17. US Army Corps of Engineers. EM 1110-2-2502 Retaining and Flood Walls (1989); EM 1110-2-2100 Stability Analysis of Concrete Structures (2005); EM 1110-2-1902 Slope Stability (2003).
18. Maccaferri. Gabion retaining walls — design guide (geser dan guling antarlapis, berat isi bronjong).
19. CEN. EN 1997-1:2024 & EN 1997-3:2025 Eurocode 7: Geotechnical design (generasi kedua); EN 1997-1:2004 §9.5.2 (K0 timbunan miring).

CONTOH