

Solusi Perlindungan Gempa Rentang Produk ISOSISM®



D E S I G N , B U I L D , M A I N T A I N



CV5



Freyssinet

Freyssinet adalah spesialis di bidang Teknik Sipil dengan kemampuan mumpuni. Freyssinet memberikan solusi dengan nilai tambah pada dua bidang utama: konstruksi dan perbaikan struktur.

Freyssinet terlibat dalam banyak proyek di lima benua, menjadikannya pemimpin di beberapa bidang yang merupakan keahliannya seperti:

- Pekerjaan Prategang,
- Metode Konstruksi,
- Struktur *Cable-Stayed*,
- Aksesoris Struktur,
- Perbaikan Struktur, dan
- Perkuatan Struktur dan Pemeliharaan.

Freyssinet juga terlibat dalam hal pengembangan yang berkelanjutan dan telah membuat beberapa inisiatif, terutama dalam mengurangi dampak lingkungan dari proyek dan dalam meningkatkan kesadaran tanggung jawab sosial.

Freyssinet adalah bagian dari Soletanche Freyssinet Group, pemimpin di bidang geoteknik, struktur, and nuklir.

Foto sampul: BTZ Bridge - Algeria
Foto diatas: ITER reactor - France

Perhatian Utama Kami:
Memastikan Keselamatan
Kerja



Untuk memastikan keselamatan kerja dan mencegah kecelakaan kerja, perusahaan menerapkan standar keselamatan internasional yang umum berlaku.

Kewajiban utama kami adalah menjaga keselamatan karyawan seutuhnya dan melakukan semua yang dapat dilakukan untuk menjamin keselamatan kerja. Komitmen ini tertuang dalam peraturan dan budaya kami. Hal ini disertai dengan komunikasi ekstensif dan kesadaran terhadap resiko yang diterapkan di semua unit Freyssinet .

"The safe way is the only way"

Daftar Isi

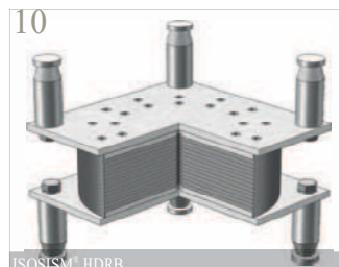
PERALATAN PERLINDUNGAN GEMPA/PERKENALAN	3
KONSEP PERLINDUNGAN: RENTANG PRODUK ISOSISM®	4
CONTOH PERLINDUNGAN	5



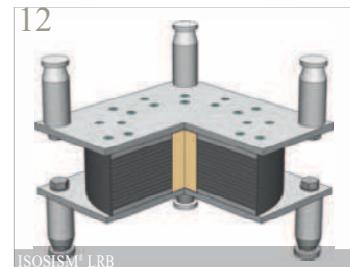
6 ISOSISM® FD



8 ISOSISM® PDS



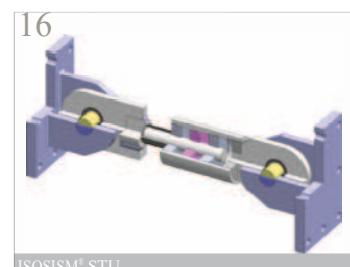
10 ISOSISM® HDRB



12 ISOSISM® LRB



14 ISOSISM® PS



16 ISOSISM® STU

KAJIAN - DESAIN STRUKTUR	18
KEAHLIAN YANG DIMILIKI FREYSSINET	20
REFERENSI	22

PERALATAN PERLINDUNGAN GEMPA/ PERKENALAN

Hingga pertengahan abad ke-20, belum ada langkah nyata yang diambil untuk melindungi struktur di daerah rawan gempa. Dalam kebanyakan kasus, hanya tindakan perlindungan pasif yang digunakan, seperti dinding pengaku terhadap angin pada gedung dan perlindungan berdasarkan konsep plastisifikasi pada elemen struktur tertentu pada jembatan.

Jenis perlindungan ini memungkinkan struktur mampu bertahan terhadap gempa desain, dan mencegah timbulnya korban jiwa, tetapi perbaikan serius dan mahal diperlukan untuk bagian-bagian struktur yang rusak akibat gempa dengan intensitas tinggi.

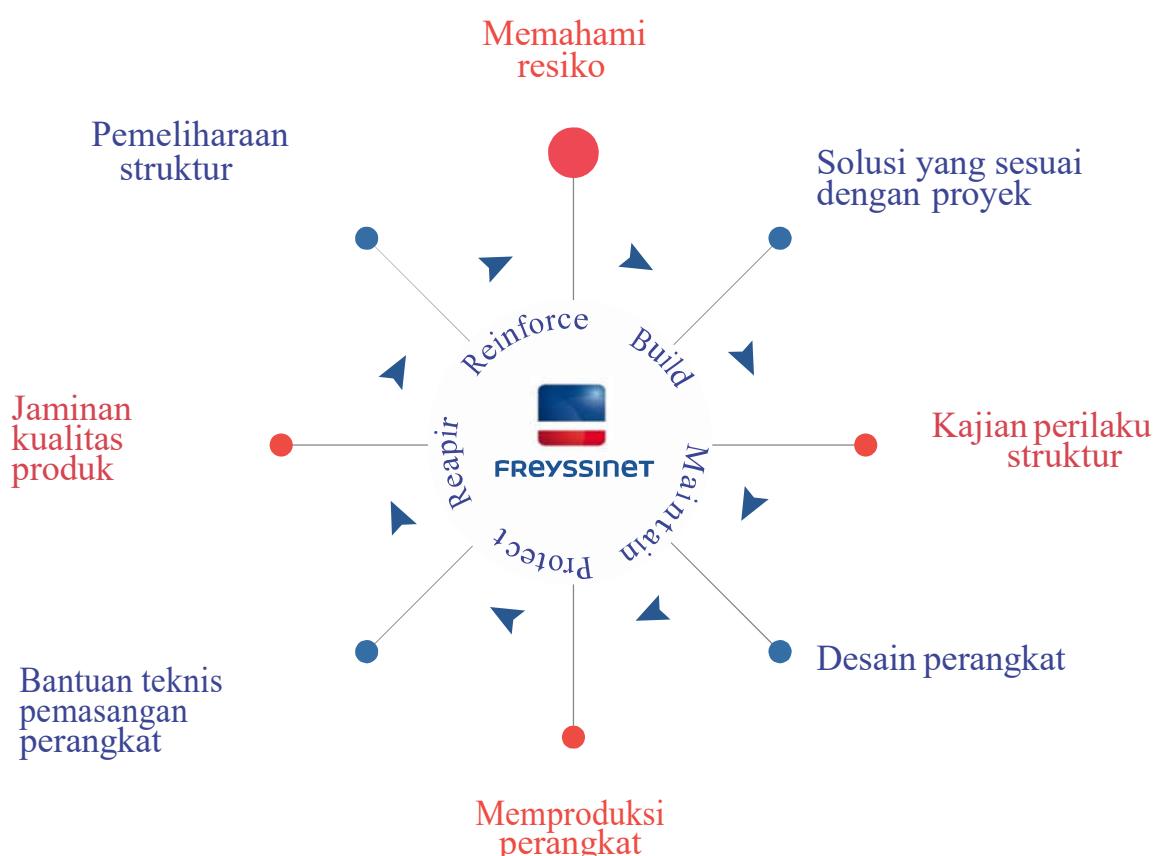
Masyarakat modern tidak lagi bersedia menerima peristiwa gempa bumi sebagai fenomena yang tidak dapat dihindari, dan kecenderungan saat ini adalah membuat struktur yang tahan terhadap pengaruh gempa di wilayah rawan gempa, dengan menggunakan alat khusus yang mampu menyerap atau membatasi pengaruh gempa pada struktur, sekaligus juga mengurangi biaya proyek selama konstruksi dan pembangunan kembali setelah peristiwa gempa terjadi.

Freyssinet memiliki keahlian dari mendesain hingga memproduksi dan memasang, untuk memberikan solusi terbaik pada setiap proyek.

Solusi kami memiliki kriteria berikut:

Dimulai dengan mengusulkan strategi perlindungan gempa pada struktur dengan mengirimkan dan memasang sistem yang telah didesain, diproduksi dan diuji dengan layak, pengalaman dan keahlian Freyssinet pada

perangkat perlindungan gempa didorong oleh rekam jejak perusahaan yang cukup panjang, memberikan desainer struktur dan klien solusi praktis untuk meminimalisir resiko akibat gempa.



KONSEP PERLINDUNGAN RENTANG PRODUK ISOSISM®

Manfaatkan secara maksimum pengetahuan dan pengalaman dalam membangun dan memperkuat struktur, Freyssinet merupakan pelopor dalam pengembangan perangkat isolasi seismik dan saat ini menawarkan produk khusus yang disebut ISOSISM®. Perangkat ini dapat digunakan secara individu atau dikombinasikan untuk mencapai perlindungan yang efektif dan cocok untuk setiap proyek. Perlindungan gempa ini didasarkan pada tiga hal utama:

- Disipasi
- Isolasi
- Koneksi



DISIPASI

- Sebagian energi yang dihasilkan oleh gempa dapat diserap dengan Peredam (damper) untuk meminimalkan pengaruh gempa pada struktur.

Peredam (damper) memberikan tahanan yang sangat rendah untuk pergerakan yang pelan karena beban statis dan sangat efektif untuk pergerakan yang cepat dan singkat (beban dinamis) seperti gempa bumi, benturan, dan lain-lain.



FD



PDS

- Peredam (damper) bisa dikombinasikan dengan sistem isolasi, terutama high damping elastomeric bearings, untuk mengurangi pergerakan struktur, dan pada saat yang sama membatasi tegangan yang diakibatkan oleh gaya dalam pada struktur.
- Peredam (damper) dapat dipasang untuk mengurangi biaya perbaikan secara signifikan pada struktur yang rusak karena gempa. Ditambah lagi, memungkinkan gedung penting seperti rumah sakit tetap beroperasi meskipun telah diguncang gempa. Selain itu, juga mampu memberikan perlindungan yang efektif pada struktur yang awalnya tidak didesain untuk mampu atau kurang mampu menahan pengaruh gempa yang merusak.

PRODUK

ISOLASI

- Struktur sengaja diisolasi terhadap pergerakan tanah akibat gempa menggunakan koneksi yang fleksibel, terutama dengan bearing elastomeric khusus atau bearing bersistem sliding, sehingga meningkatkan periode getar alami struktur yang ingin dilindungi dan mengurangi respon percepatan gempa. Percepatan gempa bisa berkurang menjadi hanya setengah hingga sepertiga dari kondisi tanpa perlindungan gempa.



HDRV



LRB



PS

Tingkat efisiensi dari isolator secara langsung berkaitan dengan fleksibilitas horizontal dan akan menimbulkan pergerakan yang hanya terkonsentrasi pada perangkat isolasi selama gempa terjadi.

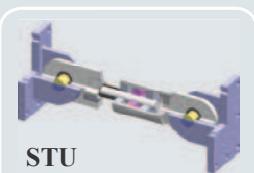
- Efek yang ditimbulkan oleh isolasi seismik terhadap struktur yakni frekuensi struktur lebih rendah (struktur lebih fleksibel), respon percepatan gempa tereduksi, dan pergerakan yang besar hanya terpusat pada bidang isolasi (struktur di atas bidang isolasi mengalami pergerakan lebih kecil).

PRODUK

KONEKSI

- Pendekatan bernilai tambah dengan membatasi pergerakan struktur saat gempa melalui pengaplikasian perangkat sederhana pada koneksi antar elemen struktur yang berdekatan (kisi-kisi, expansion joint, dll.). Untuk mewujudkannya, desainer akan menggunakan:

Bearing mekanik, berfungsi mentransfer semua gaya pada kondisi layan dan seismik dari pondasi ke struktur (perlindungan pasif).



STU

Konektor seismik, yang memberikan tahanan yang sangat kecil terhadap pergerakan yang disebabkan oleh perubahan suhu, susut, dan rangkak. Menciptakan koneksi yang kuat dan handal antara bangunan dan struktur pendukung selama pergerakan singkat terutama pada saat gempa.

- Konektor juga memiliki kelebihan yaitu dapat mendistribusikan gaya gempa horizontal secara lebih merata pada semua struktur pendukung (pier) di mana konektor tersebut dipasang.

PRODUK

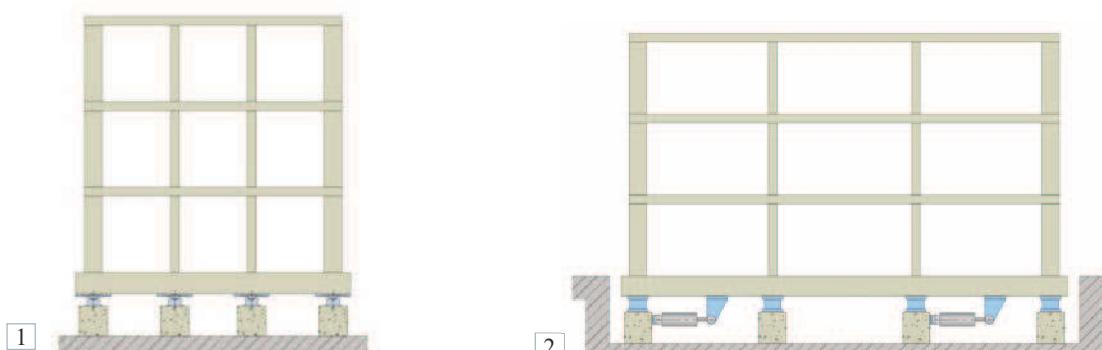
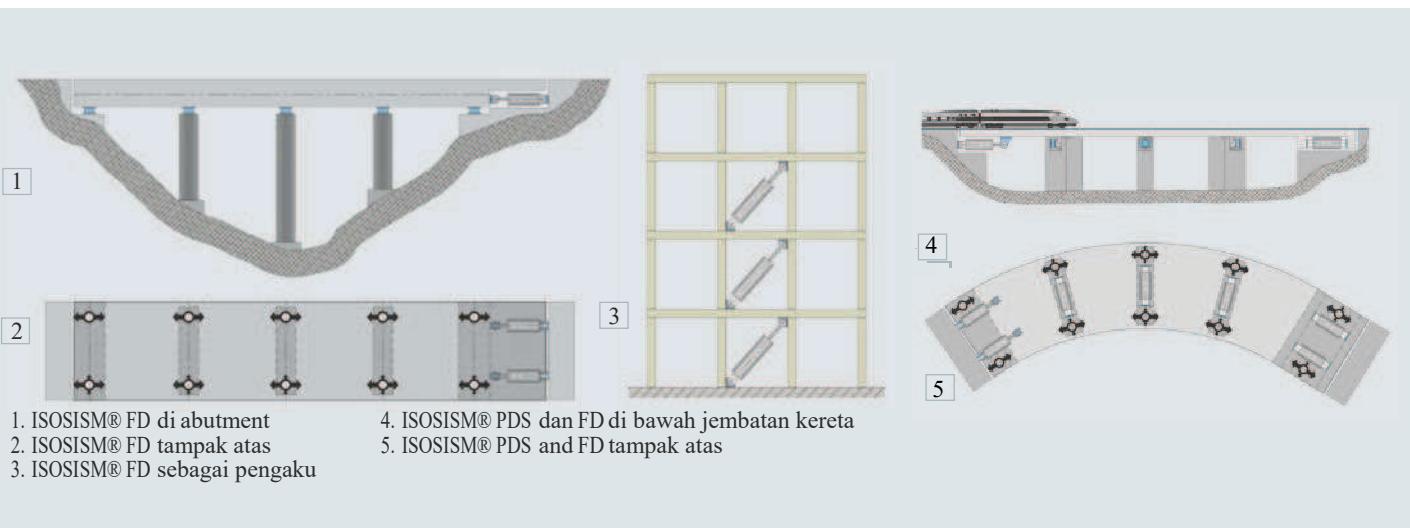
CONTOH-CONTOH PERLINDUNGAN

Terdapat dua pendekatan untuk melindungi struktur secara efektif melawan gaya gempa yang destruktif:

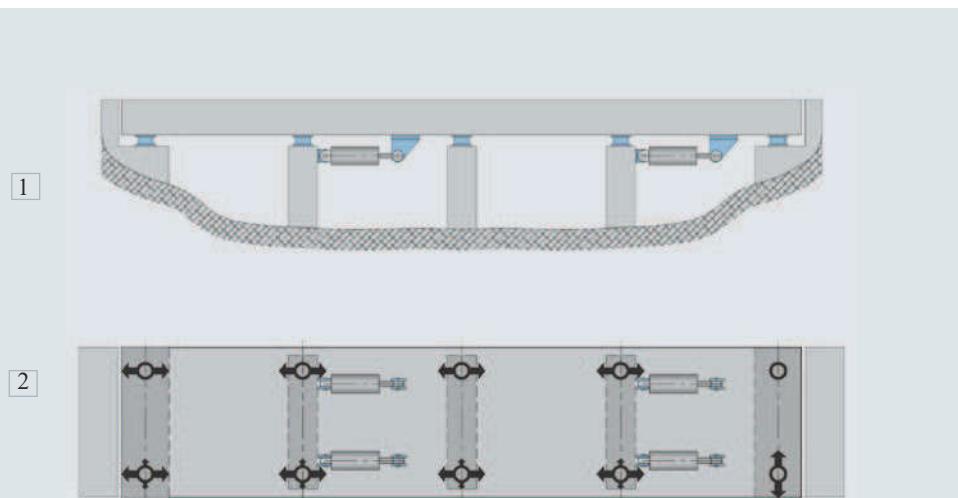
1. Mendesain struktur agar mampu menahan semua jenis gaya statis dan dinamis.

2. Melindungi struktur dengan mengamplikasikan perangkat khusus yang:

- mengisolasi struktur secara total atau sebagian terhadap struktur pondasinya,
- mendisipasi energi yang terbentuk selama terjadinya gaya dinamis, dan
- memberikan tahanan yang kecil untuk pengaruh-pengaruh yang terjadi selama masa layan dan menyediakan tahanan yang besar saat gaya dinamis bekerja seperti gaya seismik.

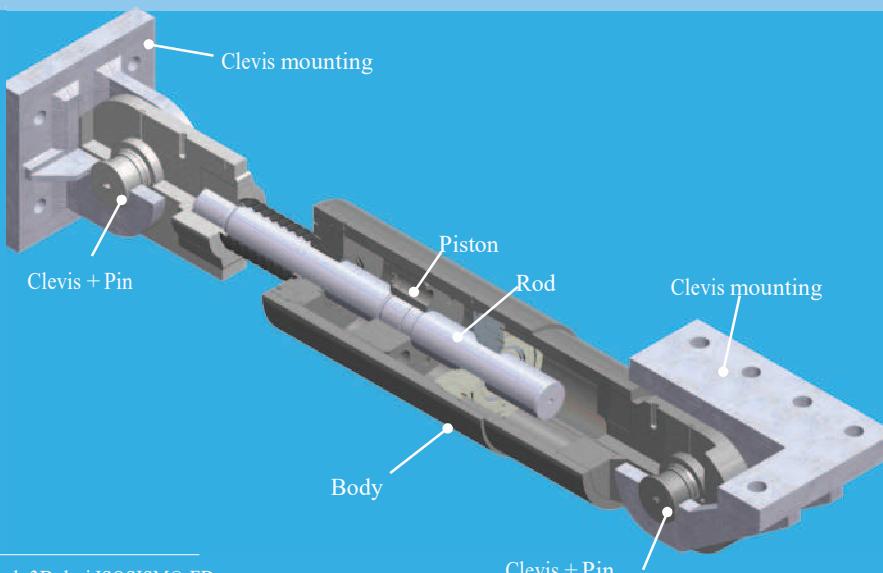


1. Gedung diisolasi dengan isolator ISOSISM® PS, ISOSISM® HDRB, atau ISOSISM® LRB
2. Isolator ISOSISM® HDRB dan peredam ISOSISM® FD di bawah gedung



1. Instalasi ISOSISM® STU di bawah jembatan
2. ISOSISM® STU tampak atas

DISIPASI: ISOSISM® FD



Desain

ISOSISM® FD (Fluid Damper) adalah peredam hidraulik yang menggunakan fluida dengan kekentalan tertentu yang akan stabil terhadap variasi suhu dari waktu ke waktu. Alat ini terdiri dari tabung silinder (body) dengan dua ruangan yang dipisahkan oleh piston. Piston terhubung pada rod yang tersambung ke salah satu clevis mounting, sedangkan tabung silinder terhubung pada clevis mounting lainnya. Peredam ini dapat bekerja untuk menahan gerakan tarik dan tekan.

Gaya redaman dari FD dihasilkan oleh fluida yang mengalir melalui piston, yang dilengkapi dengan katup yang didesain khusus.

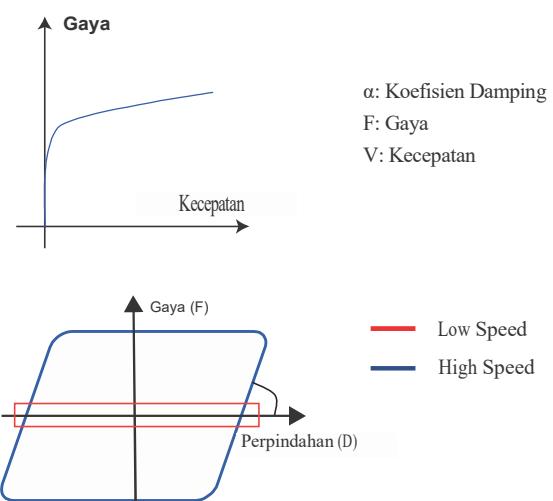
Telah memenuhi standar EN 15129 and bisa disuplai dengan CE marking .

Karakteristik

ISOSISM® FD dioperasikan menggunakan sistem katup yang terkontrol. Perilakunya dimodelkan sebagai berikut:

$$F=C.V^\alpha$$

(nilai α di antara 0,05 and 1.
umumnya antara 0,1 dan 0,2)



Fitur Khusus

Peredam ISOSISM® FD tidak menahan perpindahan yang terjadi secara perlahan (misal disebabkan oleh perubahan suhu). Tetapi akan berfungsi pada saat gempa dan menyerap energi gempa dalam porsi tertentu.

Alat peredam ini dapat dikombinasikan dengan isolator untuk meningkatkan redaman total yang disediakan untuk mengurangi pengaruh gempa.

Pemasangan struktur dengan peredam dapat mengurangi biaya konstruksi. Alat ini juga menjamin integritas struktur selama dan setelah gempa serta mengurangi biaya pemeliharaan.

Peredam (damper) bisa dipasang pada struktur baru atau struktur yang sudah ada sesuai ketentuan yang berlaku.



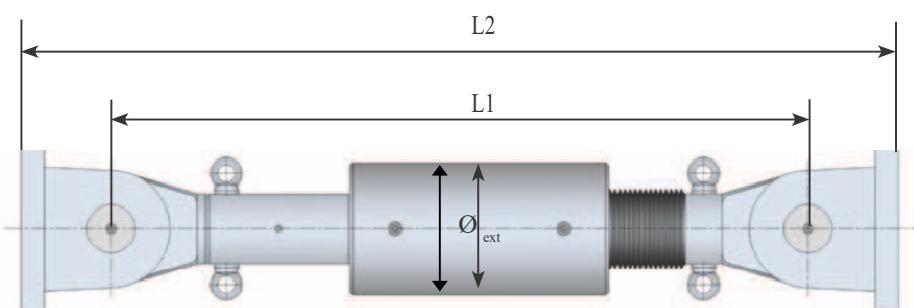
Sifat Utama

- Memberikan tahanan yang kecil terhadap perpindahan/pergerakan saat kondisi layan/servis.
- Mendisipasi sejumlah energi gempa.
- Bisa didesain sebagai fixed point saat kondisi layan.

1. Jembatan BTZ dalam tahap konstruksi di Algeria
2. ISOSISM® FD dipasang di abutmen



Rentang Spesifikasi



Sambungan pada Struktur

\emptyset_{ext} : Diameter luar tidak termasuk akumulator

F_{max} : Gaya maksimum

D_{Max} : Perpindahan maksimum

L2: Panjang keseluruhan saat mid-stroke

L1: Panjang antar sumbu saat mid-stroke

Perbedaan konfigurasi pemasangan pada struktur dimungkinkan. Freyssinet menawarkan beberapa solusi koneksi yang tepat untuk tiap konfigurasi.



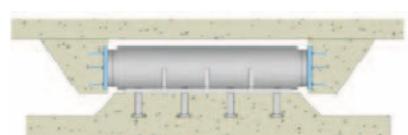
Koneksi geser-geser



Koneksi traksi-geser



Koneksi traksi tekan tarik



Koneksi dengan pelat sliding

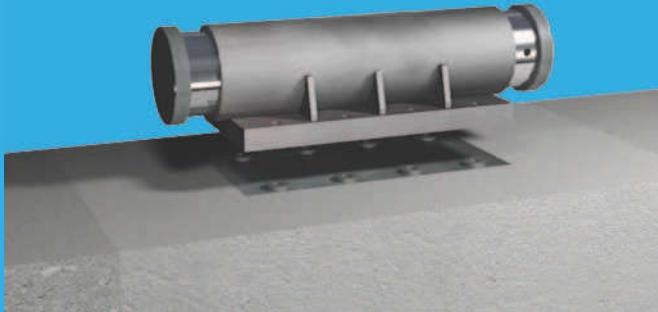
Tipe	F_{max} kN	D_{max} ± mm	L1 mm	L2 mm	\emptyset_{ext} mm
FD 1000/200	1,000	± 100	1,345	1,710	298
FD 1000/400	1,000	± 200	1,895	2,260	298
FD 1500/200	1,500	± 100	1,410	1,840	313
FD 1500/400	1,500	± 200	1,960	2,390	313
FD 2000/200	2,000	± 100	1,500	2,000	324
FD 2000/400	2,000	± 200	2,050	2,550	324
FD 2500/200	2,500	± 100	1,565	2,115	358
FD 2500/400	2,500	± 200	2,116	2,665	358
FD 3000/200	3,000	± 100	1,680	2,280	396
FD 3000/400	3,000	± 200	2,230	2,830	396
FD 3500/200	3,500	± 100	1,795	2,475	424
FD 3500/400	3,500	± 200	2,345	3,025	424
FD 4000/200	4,000	± 100	1,865	2,575	448
FD 4000/400	4,000	± 200	2,415	3,125	448

Data di atas diberikan sebagai acuan.

Model lain dapat dipertimbangkan berdasarkan permintaan.

Gaya maksimum pada tabel di atas termasuk faktor perbesaran yang diperkirakan dalam EN15129.

DISIPASI: ISOSISM® PDS



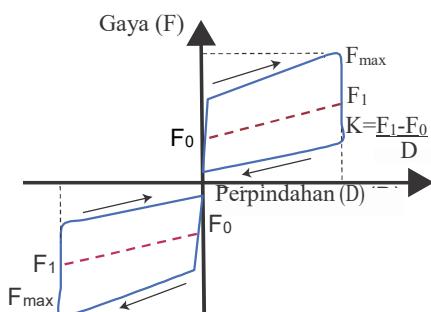
Tampak 3D dari ISOSISM® PDS

Karakteristik

Perilaku ISOSISM® PDS dapat dimodelkan sebagai berikut:

$$F = F_0 + KD + C \cdot V^\alpha$$

$$\alpha \leq 0,1$$



F: Gaya reaksi

F_0 : Gaya prestress

K: Kekakuan spring

C: Konstanta redaman

D: Perpindahan

V: Kecepatan

α : Koefisien redaman

Fitur Khusus

Gaya prestressing F_0 dari ISOSISM® PDS harus lebih besar daripada gaya yang ditahan selama kondisi layan, seperti gaya pemuaian karena suhu, gaya penggeraman, dan beban angin, serta harus lebih kecil dari gaya gempa.

ISOSISM® PDS menawarkan beberapa manfaat:

- Tiga fungsi utama dikombinasikan dalam satu perangkat (penahan gerakan saat layan, peredam, dan spring).
- Kehandalan tinggi: perangkat hanya akan bekerja dan aktif saat gempa terjadi.
- Desain yang ringkas.
- Sangat efisien.
- Tanpa pemeliharaan.

Perangkat ISOSISM® PDS sering digunakan sebagai fixed point arah longitudinal pada dek jembatan.



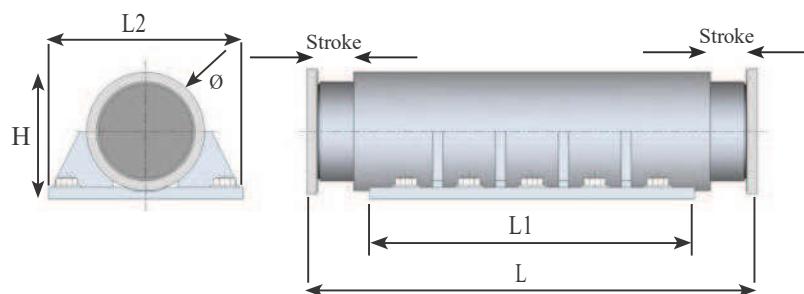
Sifat Utama

- Menahan perpindahan (fixed point) saat kondisi operasional/layan.
- Mendisipasi sejumlah energi gempa.
- Dapat kembali ke posisi semula setelah gempa terjadi.

1. Jembatan Mardakan - Azerbaijan
2. Instalasi ISOSISM® PDS
3. Tampak 3D dari ISOSISM® PDS



Rentang Spesifikasi



F₀: Gaya prestress

F_{max}: Gaya maksimum

K: Kekakuan

L: Panjang

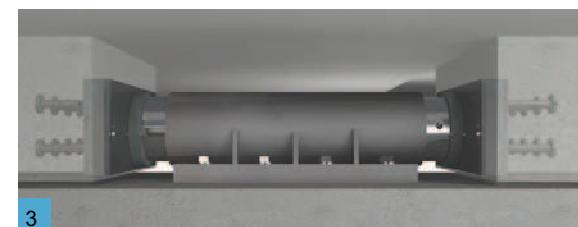
H: Tinggi

Ø: Diameter

L1: Panjang mounting plate

L2: Lebar mounting plate

Sambungan pada Struktur

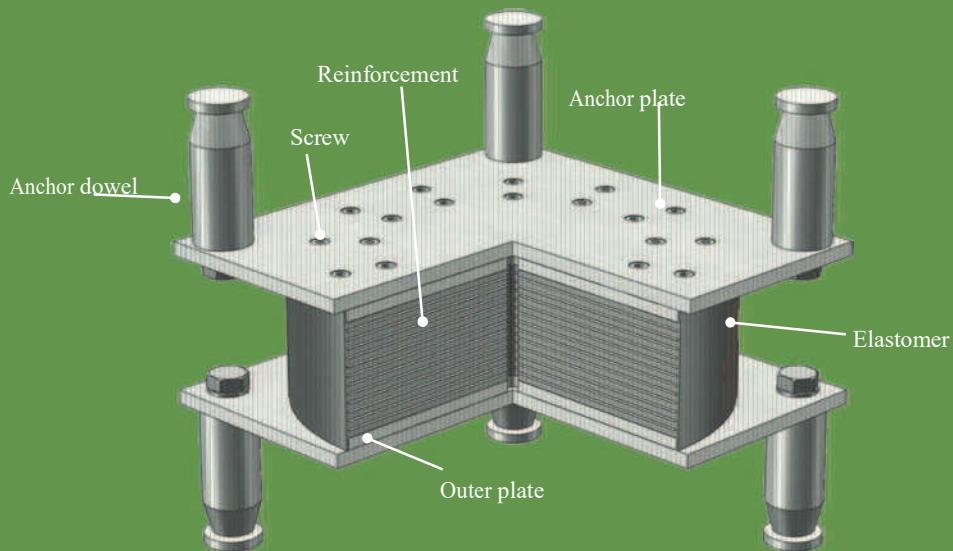


3

Tipe	F ₀ kN	Stroke mm	F _{max} kN	K kN/mm	L mm	H mm	Ø mm	L1 mm	L2 mm
PDS 100-290-50	100	±50	290	1.6	660	155	130	520	260
PDS 100-290-100	100	± 100	290	0.8	1,020	165	130	780	260
PDS 250-670-50	250	±50	670	3	900	215	180	760	360
PDS 250-670-100	250	± 100	670	1.5	1,370	230	180	1,130	360
PDS 500-1210-50	500	±50	1,210	5	1,130	285	240	990	480
PDS 500-1210-100	500	± 100	1,210	2.5	1,680	305	240	1,440	480
PDS 750-1660-50	750	±50	1,660	7	1,220	320	270	1,080	540
PDS 750-1660-100	750	± 100	1,660	3.5	1,800	340	270	1,560	540
PDS 1000-2000-50	1,000	±50	2,000	10	1,300	345	290	1,160	580
PDS 1000-2000-100	1,000	± 100	2,000	5	1,870	360	290	1,630	580
PDS 1500-3000-50	1,500	±50	3,000	12	1,520	415	350	1,380	700
PDS 1500-3000-100	1,500	± 100	3,000	6	2,190	435	350	1,950	700
PDS 2000-3610-50	2,000	±50	3,610	20	1,610	460	390	1,470	780
PDS 2000-3610-100	2,000	± 100	3,610	10	2,240	480	390	2,000	780
PDS 2500-4520-50	2,500	±50	4,520	25	1,670	505	430	1,530	860
PDS 2500-4520-100	2,500	± 100	4,520	12.5	2,280	520	430	2,040	860
PDS 3000-5420-50	3,000	±50	5,420	30	1,740	545	470	1,600	940
PDS 3000-5420-100	3,000	± 100	5,420	15	2,350	565	470	2,110	940

Data di atas diberikan sebagai acuan. Model lain dapat dipertimbangkan sesuai dengan permintaan.

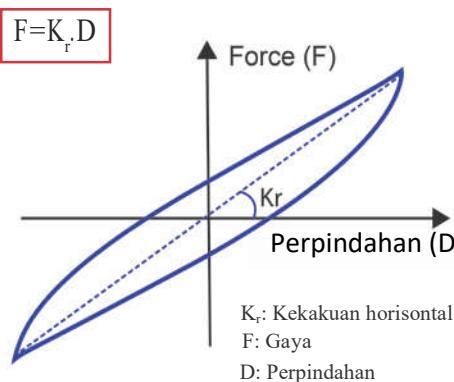
ISOLASI: ISOSISM® HDRB



Tampak 3D ISOSISM® HDRB

Karakteristik

Perilaku ISOSISM® HDRB dapat dimodelkan berikut:



Sifat Utama

- Kemampuan untuk kembali ke posisi semula.
- Kapasitas damping menengah ($\xi \leq 16\%$ dan $\geq 10\%$).
- Perpindahan maksimum sedang.
- Tidak dibutuhkan pemeliharaan.

Desain

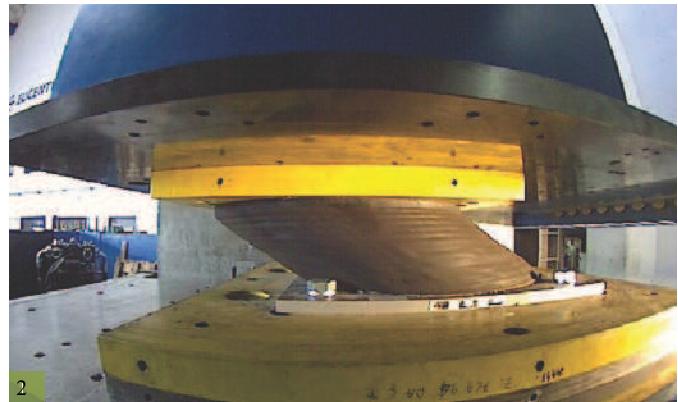
ISOSISM® HDRB adalah isolator yang didesain dengan menggunakan blok elastomeric (karet alami) diperkuat dengan pelat baja yang divulkanisir. Telah memenuhi EN 15129 dan bisa disuplai dengan CE marking.

Biasanya isolator ini dibuat sesuai dengan dimensi dan spesifikasi yang dibutuhkan dalam proyek. Tersedia dalam bentuk lingkaran dan persegi. Redaman ISOSISM® HDRB dihasilkan dari campuran bahan elastomeric, yang mampu mengurangi percepatan dan perpindahan struktur selama gempa terjadi.

Didesain dan diproduksi sesuai standar internasional seperti AASHTO, ASCE, dll.

Fitur Khusus

ISOSISM® HDRB digunakan pada gedung, PLTN, infrastruktur, dll. Mengisolasi struktur dari pergerakan tanah saat gempa melalui koneksi fleksibel sehingga meningkatkan periode getar struktur yang pada akhirnya melindungi dan mengurangi respon percepatan struktur dengan rasio mulai dari dua hingga tiga.



1. Reaktor ITER - Prancis
2. Tes Dinamik dan statis terhadap ISOSISM® HDRB
- 3 ISOSISM® HDRB, Reaktor ITER- Prancis
- 4 ISOSISM® HDRB saat terpasang pada struktur



Rentang Spesifikasi

Komposisi campuran elastomeric menentukan kapasitas redaman dari isolator ISOSISM® HDRB.

Karakteristik mekanik elastomer membuat isolator mampu menahan perpindahan akibat gempa sampai tan $\gamma = 2.5$.

Tiga tipe campuran elastomer tersedia untuk modulus geser G tertentu saat low strain dengan nilai redaman tertentu:

- Model HDRB 0.4-10: Modulus G = 0,4 MPa – redaman = 10% (saat tan $\gamma = 1$)
- Model HDRB 0.8-10: Modulus G = 0,8 MPa – redaman = 10% (saat tan $\gamma = 1$)
- Model HDRB 1.4-16: Modulus G = 1,4 MPa – redaman = 16% (saat tan $\gamma = 1$)

\varnothing : Diameter

H : Total ketebalan elastomer

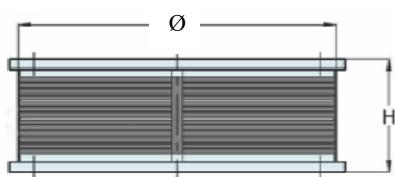
H : Total tinggi isolator

Δ_{\max} : Perpindahan maksimum horizontal

V_{\max} : Beban vertikal maksimum perpindahan = nol

V_{seism} : Beban vertikal maksimum saat perpindahan maks.

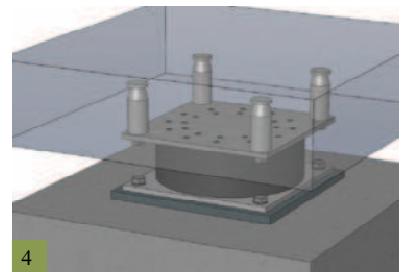
K_r : Kekakuan horizontal elastomer



Sambungan pada Struktur

Isolator ini dihubungkan ke struktur baja dengan menggunakan baut. Dihubungkan ke struktur beton menggunakan angkur atau stud.

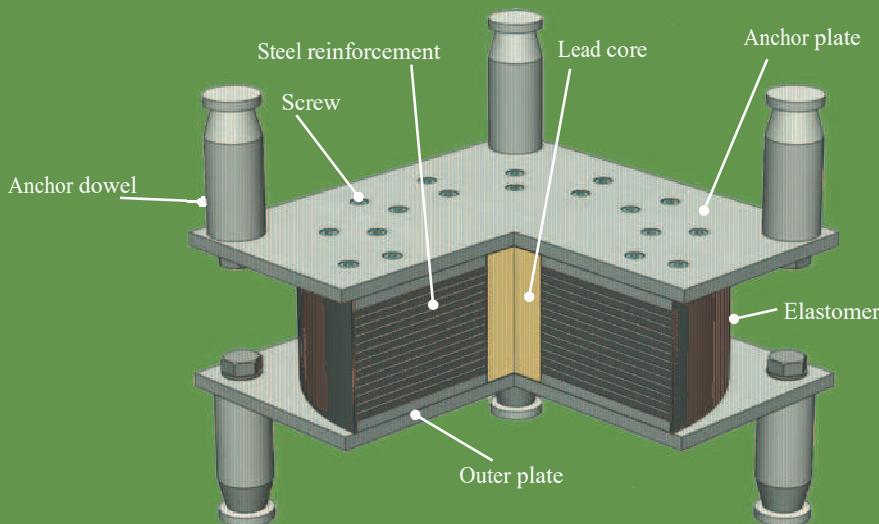
ISOSISM® HDRB dapat dipasang pada struktur baru atau struktur eksisting.



\varnothing	Tr	HDRB 0.4 - 10					HDRB 0.8 - 10					HDRB 1.4 - 16				
		H	Δ_{\max}	V_{\max}	V_{seism}	K_r	H	Δ_{\max}	V_{\max}	V_{seism}	K_r	H	Δ_{\max}	V_{\max}	V_{seism}	K_r
mm	mm	mm	mm	kN	mm	mm	mm	kN	kN	kN/mm	mm	mm	kN	kN	kN/mm	mm
Ø300	45	129	110	1,640	940	0.63	129	95	3,280	1,990	1.26	129	75	5,410	3,760	2.20
Ø300	70	169	170	1,050	320	0.40	169	150	2,110	790	0.81	169	120	3,700	1,740	1.41
Ø350	55	145	135	2,540	1,420	0.70	165	115	5,080	3,050	1.40	165	95	7,430	5,480	2.45
Ø350	75	177	185	1,860	660	0.51	197	160	3,730	1,550	1.03	197	130	6,530	3,080	1.80
Ø400	60	147	150	3,290	1,910	0.84	167	130	6,590	4,060	1.68	167	100	8,150	7,710	2.93
Ø400	90	192	225	2,240	690	0.56	212	195	4,480	1,700	1.12	212	155	7,850	3,640	1.95
Ø450	72	165	180	4,540	2,510	0.88	185	155	9,080	5,230	1.77	185	125	10,380	9,230	3.09
Ø450	108	219	260	3,020	840	0.59	239	230	6,050	1,980	1.18	238	185	1,380	4,250	2.06
Ø500	84	197	210	5,130	2,770	0.93	217	180	10,260	5,810	1.87	217	145	11,030	10,450	3.27
Ø500	126	257	290	3,420	960	0.62	277	270	6,840	2,030	1.25	277	215	11,030	4,670	2.18
Ø550	88	198	220	6,320	3,500	1.08	218	190	11,720	7,470	2.16	228	150	15,630	13,740	3.78
Ø550	144	275	320	3,860	1,090	0.66	295	310	7,720	2,090	1.32	312	250	13,520	4,970	2.31
Ø600	96	209	240	8,260	4,580	1.18	249	205	13,990	9,620	2.36	260	165	18,660	16,890	4.12
Ø600	144	275	350	5,500	1,510	0.79	315	310	11,010	3,560	1.57	332	250	18,660	7,630	2.75
Ø650	108	241	270	9,030	4,920	1.23	272	230	18,070	10,380	2.46	272	185	19,520	18,510	4.30
Ø650	162	313	380	6,020	1,660	0.82	350	350	12,050	3,620	1.64	350	280	19,520	8,180	2.87
Ø700	120	253	300	9,890	5,300	1.28	304	260	19,780	10,990	2.57	315	205	25,520	20,250	4.49
Ø700	170	318	410	6,980	1,940	0.91	374	365	13,960	4,600	1.81	390	295	34,430	9,970	3.17
Ø750	130	286	325	12,070	6,230	1.36	338	280	23,480	12,900	2.72	350	225	29,360	23,260	4.76
Ø750	170	338	425	9,230	2,780	1.04	394	365	18,470	6,770	2.08	410	295	29,360	13,790	3.64
Ø800	132	285	330	14,040	7,690	1.52	336	285	24,330	16,000	3.05	358	225	36,500	28,870	5.33
Ø800	176	341	440	10,530	3,480	1.14	396	380	21,060	8,210	2.28	426	305	36,500	16,640	4.00

Data di atas diberikan sebagai acuan. Model lain tersedia berdasarkan permintaan.

ISOLASI: ISOSISM® LRB



Tampak 3D dari ISOSISM® LRB

Desain

ISOSISM® LRB (Lead Rubber Bearing) adalah isolator yang didesain menggunakan blok elastomeric (karet alami) yang diperkuat dengan pelat baja yang divulkanisir. Terdiri dari satu atau lebih inti lead (Pb) silinder. Redaman ISOSISM® LRB dihasilkan dari campuran bahan elastomeric dan inti lead, serta mampu mengurangi respon percepatan dan perpindahan struktur selama gempa. **Telah memenuhi EN 15129 dan bisa disuplai dengan CE marking.**

Biasanya isolator ini dibuat sesuai dengan dimensi dan spesifikasi yang dibutuhkan dalam proyek. Tersedia dalam bentuk persegi dan lingkaran.

Didesain dan di produksi sesuai standar internasional seperti AASHTO, ASCE,dll.

Karakteristik

Perilaku ISOSISM® LRB dapat dimodelkan berikut:

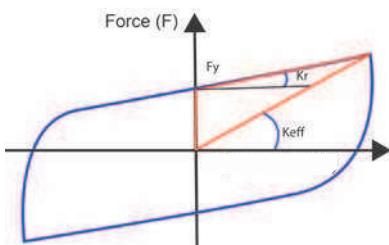
Ada dua macam pendekatan yaitu:

Analisis linear:

$$F = K_{\text{eff}} D$$

Analisis nonlinear:

$$F = F_y + K_r D$$



K_r : Kekakuan komponen karet
K_{eff} : Kekakuan efektif isolator
F : Gaya horizontal
D : Perpindahan horizontal isolator
F_y : Gaya leleh inti lead (Pb)

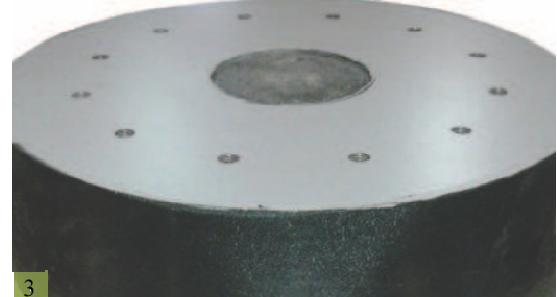
Nilai redaman ditentukan oleh kadar dan ukuran dari inti lead (Pb) dan material karet penyusun isolator.

Sifat Utama

- Kemampuan untuk kembali ke posisi semula setelah dikenai perpindahan.
- Kapasitas redaman tinggi ($\xi \leq 30\%$).
- Perpindahan maksimum sedang.
- Tidak dibutuhkan pemeliharaan.

Fitur Khusus

ISOSISM® LRB digunakan pada gedung, PLTN, infrastruktur, dll.. Mengisolasi struktur dari pergerakan tanah saat gempa melalui koneksi fleksibel sehingga meningkatkan periode getar struktur, bersama dengan redaman yang tinggi memberikan perlindungan seismik dan mengurangi respon percepatan struktur dengan rasio mulai dari dua hingga tiga.



1. Bandara Antalya, perkuatan dengan isolator ISOSISM® LRB, Turki
2. Pengujian laboratorium terhadap isolator ISOSISM® LRB
3. ISOSISM® LRB dengan inti lead (Pb)



Rentang Spesifikasi

Dua tipe campuran elastomer tersedia untuk nilai modulus geser G tertentu:

- Model LRB 0.4 - 10: Modulus G = 0,4 MPa
- Model LRB 0.8 - 10: Modulus G = 0,8 MPa

\varnothing : Diameter isolator

V_{\max} : Beban vertikal maksimum saat perpindahan = nol

V_{seism} : Beban vertikal maksimum saat perpindahan maksimum

K_{eff} : Kekakuan efektif isolator

H: Total tinggi isolator

T_r: Total tebal elastomer/karet

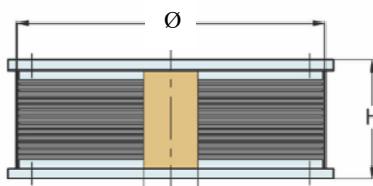
Δ_{\max} : Maksimum perpindahan horizontal

F_y: Gaya leleh inti lead (Pb)

K_r: Kekakuan horizontal elastomer/karet

ξ_{eff} : Redaman efektif

K_{lp}: Kekakuan inti lead (Pb)



Sambungan pada Struktur

Dimungkinkan terdapat variasi konfigurasi saat pemasangan isolator pada struktur.

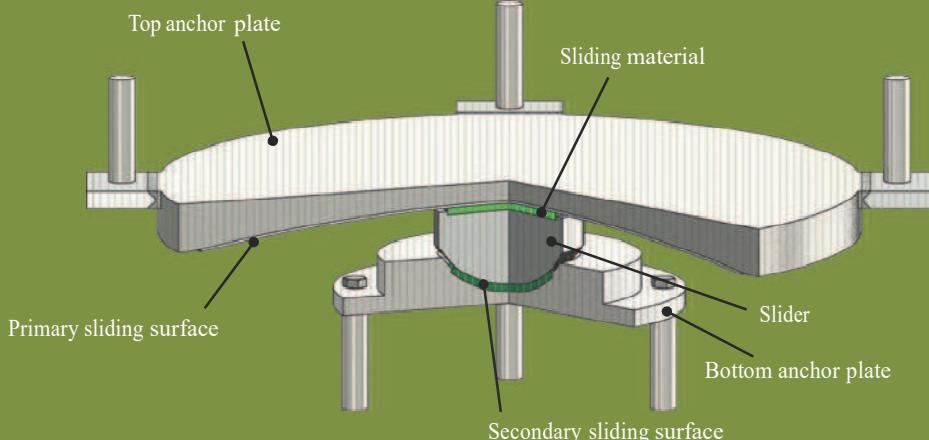
Isolator dapat dikoneksikan ke struktur baja menggunakan baut, serta juga bisa dihubungkan ke struktur beton menggunakan angkur atau stud.

Prinsip pemasangan sama dengan isolator ISOSISM® HDRB.

\varnothing mm	T _r mm	LRB 0.4 - 10										LRB 0.8 - 10									
		H mm	Δ_{\max} mm	V_{\max} kN	V _{seism} kN	K _r kN/mm	K _{lp} kN/mm	F _y kN	K _{eff} kN/mm	ξ_{eff} %	H mm	Δ_{\max} mm	V_{\max} kN	V _{seism} kN	K _r kN/mm	K _{lp} kN/mm	F _y kN	K _{eff} kN/mm	ξ_{eff} %		
Ø300	45	129	110	1,430	820	0.59	5.89	34	0.87	26	129	95	2,380	1,550	1.12	11.17	60	1.70	27		
Ø300	70	169	170	920	290	0.38	3.79	34	0.56	26	169	150	1,640	680	0.72	7.18	60	1.08	27		
Ø350	55	145	135	2,200	1,230	0.65	6.53	49	0.98	27	165	115	3,290	2,390	1.25	12.48	80	1.88	27		
Ø350	75	177	185	1,610	600	0.48	4.79	49	0.72	27	197	160	2,920	1,350	0.92	9.15	80	1.37	27		
Ø400	60	147	150	2,870	1,670	0.79	7.85	60	1.15	26	167	130	3,620	3,200	1.50	14.99	102	2.21	26		
Ø400	90	192	225	1,950	630	0.52	5.24	60	0.77	26	212	195	3,540	1,490	1.00	9.99	102	1.48	26		
Ø450	72	165	180	3,940	2,180	0.83	8.26	80	1.23	27	185	155	4,580	4,190	1.57	15.71	136	2.37	27		
Ø450	108	219	260	2,620	770	0.55	5.51	80	0.83	27	239	230	4,580	1,740	1.05	10.47	136	1.59	27		
Ø500	84	197	210	4,380	2,360	0.87	8.67	110	1.34	28	217	180	4,890	4,680	1.67	16.66	165	2.50	27		
Ø500	126	257	290	2,920	870	0.58	5.78	110	0.92	29	277	270	4,890	1,780	1.11	11.11	165	1.67	27		
Ø550	88	198	220	5,460	3,050	1.01	10.10	119	1.50	27	228	190	6,940	5,900	1.93	19.29	196	2.87	27		
Ø550	144	275	320	3,360	1,000	0.62	6.17	119	0.95	28	312	310	6,100	1,840	1.18	11.79	196	1.75	27		
Ø600	96	209	240	6,540	4,010	1.10	11.04	136	1.62	26	260	205	8,250	7,690	2.09	20.94	242	3.17	27		
Ø600	144	275	350	4,810	1,390	0.74	7.36	136	1.09	26	332	310	8,250	3,120	1.40	13.96	242	2.11	27		
Ø650	108	252	270	7,870	4,290	1.15	11.50	165	1.70	26	272	230	8,650	8,340	2.19	21.89	280	3.29	27		
Ø650	162	330	380	5,250	1,530	0.77	7.67	165	1.16	27	350	350	8,650	3,180	1.46	14.59	280	2.19	27		
Ø700	120	264	300	8,590	4,600	1.20	11.98	196	1.79	27	315	260	11,340	8,980	2.29	22.89	320	3.41	27		
Ø700	170	334	410	6,060	1,780	0.85	8.46	196	1.28	27	390	365	11,030	4,040	1.62	16.16	320	2.41	27		
Ø750	130	298	325	10,370	5,530	1.26	12.63	242	1.94	28	350	280	13,000	10,870	2.42	24.17	378	3.64	27		
Ø750	170	354	425	7,930	2,540	0.97	9.66	242	1.48	28	410	365	13,000	5,950	1.85	18.48	378	2.79	27		
Ø800	132	296	330	11,220	6,540	1.41	14.08	293	2.21	28	358	285	16,190	12,950	2.71	27.12	425	4.07	27		
Ø800	176	356	440	8,960	3,150	1.06	10.56	293	1.66	28	426	380	16,190	7,220	2.03	20.34	425	3.05	27		

Data di atas diberikan sebagai acuan. Model lainnya tersedia berdasarkan permintaan.

ISOLASI: ISOSISM® PS



Tampak 3D dari ISOSISM® PS

Desain

ISOSISM® PS (Pendulum System) adalah isolator yang didesain menggunakan satu atau dua permukaan spherical dan sebuah slider.

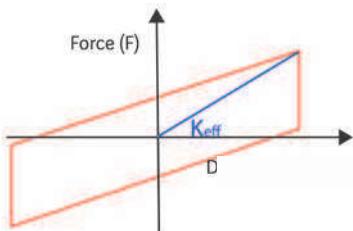
Memenuhi standar EN 15129 dan bisa disuplai dengan CE marking.

ISOSISM® PS cocok untuk semua jenis jembatan dan gedung. Memiliki kemampuan agar titik pusat kekakuan dan titik pusat massa struktur berimpit. Sehingga secara alami mencegah gerakan memuntir/rotasi akibat eksentrisitas struktural selama gempa terjadi. Bisa didesain dan diproduksi sesuai standar internasional seperti AASHTO, ASCE, dll..

Karakteristik

Perilaku ISOSISM® PS dapat dimodelkan sebagai berikut:

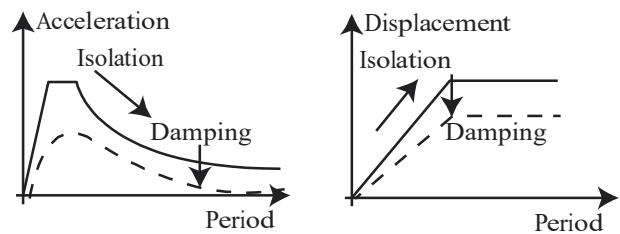
$$F=V (\mu+D/R)$$



- K_{eff} : Kekakuan efektif isolator
F: Gaya horizontal
D: Perpindahan isolator
V: Gaya vertikal
 μ : Koefisien friksi dinamis
R: Radius

Fitur Khusus

Kekakuan isolator ditentukan oleh radius permukaan spherical, sementara redaman dihasilkan oleh friksi antar permukaan gelincir. Pendulum system adalah bearing yang memberikan reduksi hingga sepertiga dari gaya horisontal yang bekerja pada struktur saat gempa, dijelaskan sebagai berikut:



- Meningkatkan fleksibilitas lateral dengan memasang isolator di antara pondasi dan struktur atas, meningkatkan periode getar alami secara signifikan, yang mengarah ke pengurangan respon percepatan serta gaya gempa.
- Mendisipasi sejumlah energi gempa selama gempa berlangsung, sehingga ISOSISM® PS mampu membatasi perpindahan isolator sendiri agar tidak terlalu besar.



Sifat Utama

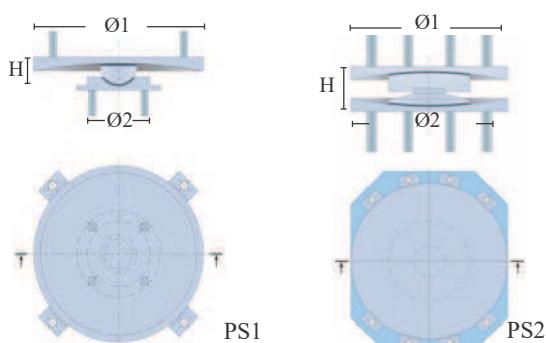
- Kemampuan mengembalikan struktur pada posisi semula
- Kapasitas damping tinggi ($\xi \leq 35\%$).
- Perpindahan isolator relatif tinggi.

1. Perkuatan dengan ISOSISM® PS pada gedung Orione, Italia
2. Proses produksi isolator ISOSISM® PS
3. & 4. Gambar 3D dari isolator ISOSISM® PS



Rentang Spesifikasi

Tipe isolator PS yang dipakai tergantung pada struktur yang akan diisolasi, perpindahan yang diijinkan, dan tempat yang tersedia.

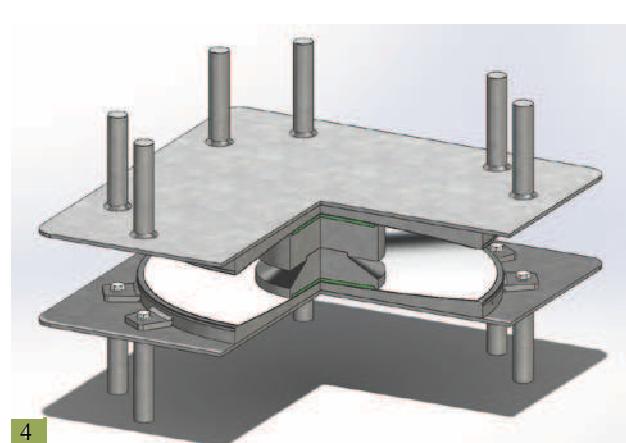
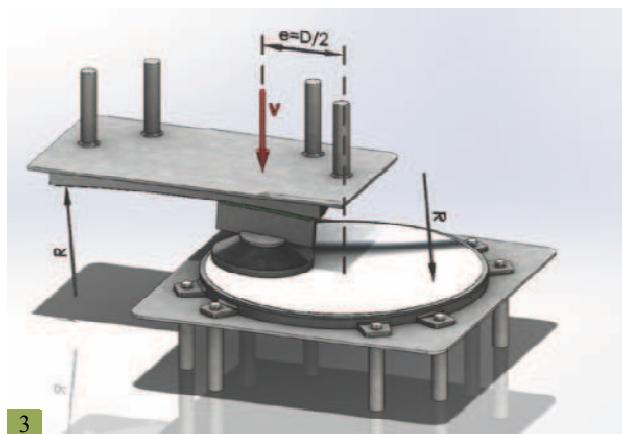


D_{\max} : Perpindahan maks. $N_{ed,max}$: Gaya vertikal maks. saat gempa
 N_{sd} : Gaya vertikal non-gempa Ø1 : Diameter 1
H : Tinggi Ø2 : Diameter 2

Sambungan pada Struktur

Dimungkinkan terdapat variasi konfigurasi saat pemasangan isolator pada struktur.

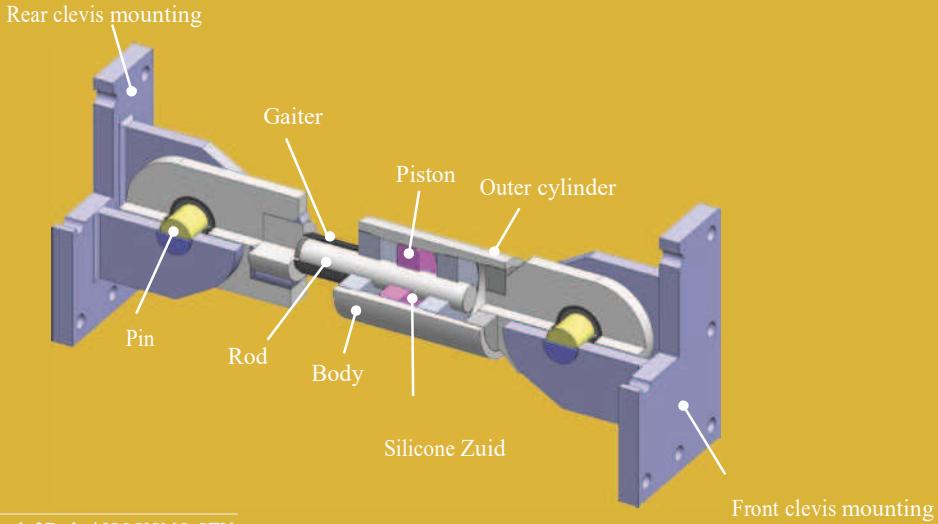
Freyssinet dapat memberikan solusi terbaik saat pemasangan.



Tipe	D_{\max} ± mm	$N_{ed,max}$ kN	N_{sd} kN	PS1		PS2	
				Ø1 mm	Ø2 mm	H mm	Ø1 mm
PS 1000/300	± 150	1,000	800	450	205	100	345
PS 1000/500	± 250	1,000	800	680	220	105	450
PS 1500/300	± 150	1,500	1,140	490	250	105	385
PS 1500/500	± 250	1,500	1,140	720	265	120	490
PS 2000/300	± 150	2,000	1,540	510	285	115	415
PS 2000/500	± 250	2,000	1,540	750	310	130	520
PS 2500/300	± 150	2,500	1,940	530	315	125	445
PS 2500/500	± 250	2,500	1,940	780	340	135	555
PS 3000/300	± 150	3,000	2,280	560	345	135	490
PS 3000/500	± 250	3,000	2,280	800	375	150	600
PS 4000/300	± 150	4,000	3,080	600	395	145	530
PS 4000/500	± 250	4,000	3,080	850	430	165	640
PS 5000/300	± 150	5,000	3,820	640	445	160	555
PS 5000/300	± 250	5,000	3,820	890	475	180	670

Rentang spesifikasi diberikan sebagai petunjuk. Model lain tersedia berdasarkan permintaan. Tabel di atas berdasarkan 3% friksi nominal and radius efektif sama dengan 4000 mm

KONEKSI: ISOSISM® STU



Tampak 3D dari ISOSISM® STU

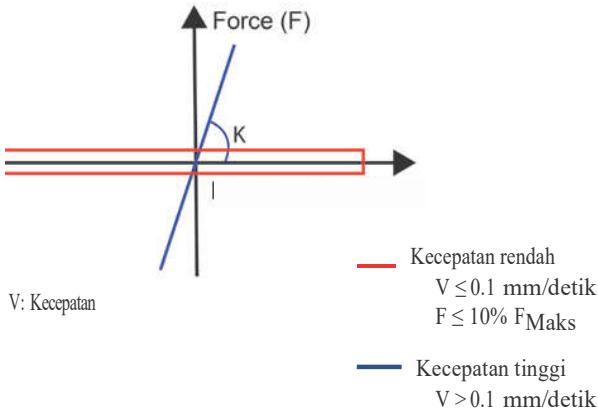
Desain

ISOSISM® STU (Shock Transmission Unit) adalah konektor yang bekerja seperti high-pressure hydraulic jack. Alat ini terdiri dari tabung silinder (body) dengan dua ruangan yang dipisahkan oleh piston. Piston terhubung pada rod yang tersambung ke salah satu clevis mounting, sedangkan tabung silinder terhubung pada clevis mounting lainnya. **Telah Memenuhi EN 15129 sehingga bisa disuplai dengan CE marking.** Konektor ini dapat bekerja untuk menahan gerakan tarik dan tekan.

Didesain dan produksi sesuai standar internasional seperti AASHTO, ASCE, dll.

Karakteristik

Perilaku ISOSISM® STU sangat tergantung pada kecepatan pembebanan.



Fitur Khusus

ISOSISM® STU dapat digunakan pada gedung, PLTN, infrastruktur jembatan, dll.. Digunakan untuk menghubungkan bangunan yang terpisah, atau untuk menciptakan fixed point pada struktur hanya pada saat gempa berlangsung, penggeraman darurat kereta cepat, atau hembusan angin kencang.

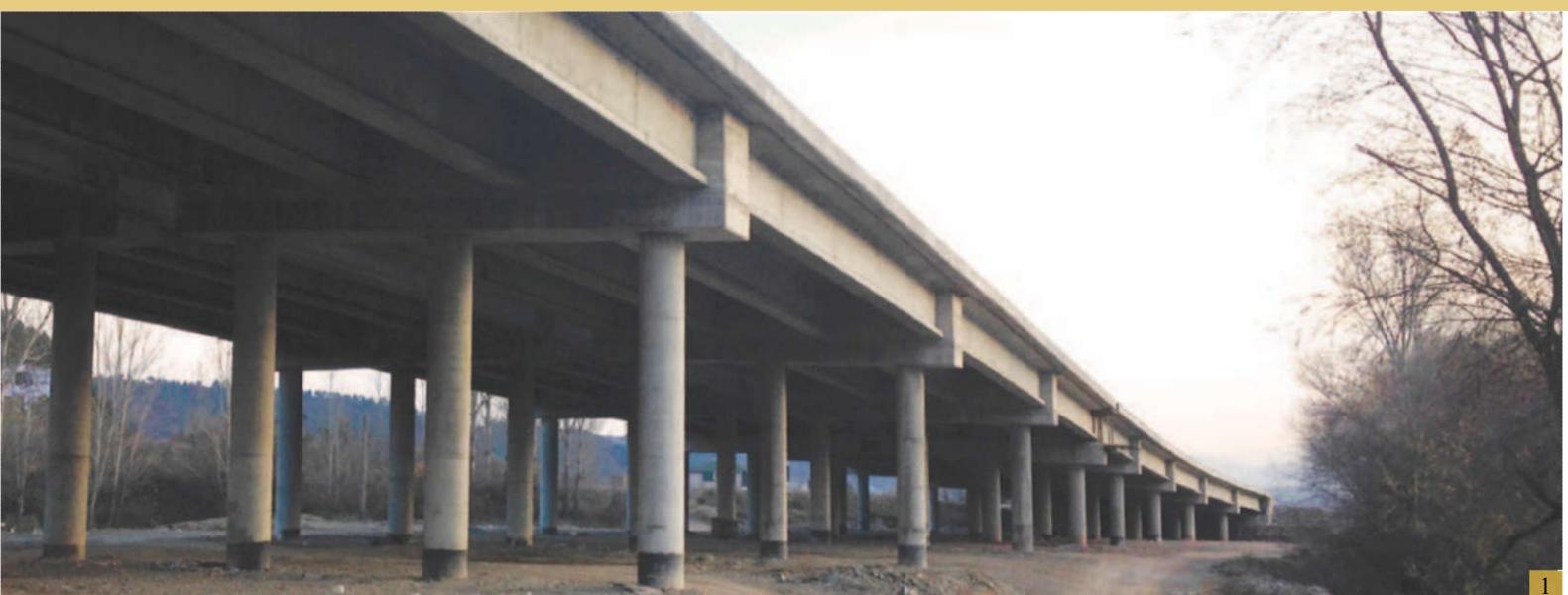
ISOSISM® STU kemudian berperilaku sebagai sambungan kaku saat kondisi tertentu tersebut, mendistribusikan gaya horisontal ke semua pier di mana STU terpasang.



Sifat Utama

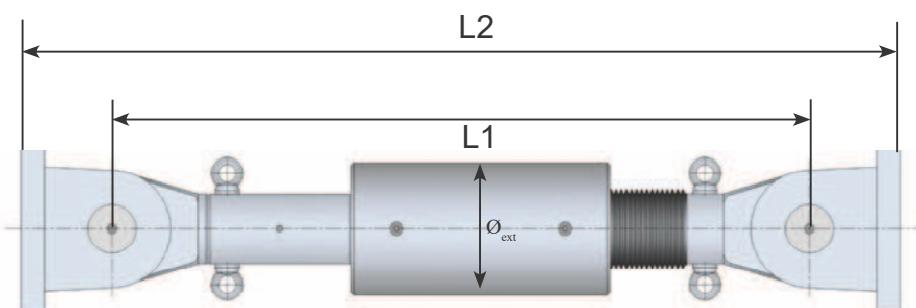
- Memberikan tahanan yang kecil terhadap perpindahan yang perlahan.
- ISOSISM® STU memanfaatkan satu atau lebih katup pembatas gerakan pada piston. Gaya yang ditransmisikan oleh STU ke struktur dapat diatur dengan menambahkan pembatas gaya.

1. Jembatan Struma - Bulgaria
2. Konektor ISOSISM® STU
3. Gambar 3D dari konektor ISOSISM® STU



1

Rentang Spesifikasi



\varnothing_{ext} : Diameter eksternal

F_{Max} : Gaya maksimum

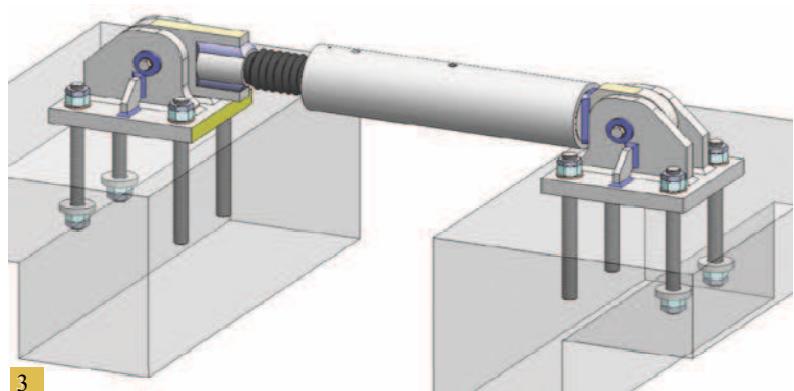
D_{Max} : Perpindahan maksimum

L2: Panjang total saat mid-stroke

L1: Panjang antar sumbu saat mid-stroke

Sambungan pada Struktur

Dimungkinkan terdapat variasi konfigurasi saat pemasangan isolator pada struktur. Freyssinet dapat memberikan solusi terbaik saat pemasangan.



3

Tipe	F_{max} kN	D_{max} \pm mm	L1 mm	L2 mm	\varnothing_{ext} mm
STU 500/100	500	± 50	880	1,145	172
STU 500/200	500	± 100	1,155	1,420	172
STU 750/100	750	± 50	925	1,245	210
STU 750/200	750	± 100	1,200	1,520	210
STU 1000/100	1,000	± 50	1,055	1,420	236
STU 1000/200	1,000	± 100	1,330	1,695	236
STU 1500/100	1,500	± 50	1,125	1,555	267
STU 1500/200	1,500	± 100	1,400	1,830	267
STU 2000/100	2,000	± 50	1,225	1,725	300
STU 2000/200	2,000	± 100	1,500	2,000	300
STU 2500/100	2,500	± 50	1,290	1,840	325
STU 2500/200	2,500	± 100	1,565	2,115	325
STU 3000/100	3,000	± 50	1,405	2,005	362
STU 3000/200	3,000	± 100	1,680	2,280	362
STU 3500/100	3,500	± 50	1,520	2,200	388
STU 3500/200	3,500	± 100	1,795	2,475	388
STU 4000/100	4,000	± 50	1,590	2,300	414
STU 4000/200	4,000	± 100	1,865	2,575	414

Data hanya sebagai acuan. Model lain tersedia berdasarkan permintaan. Gaya maksimum pada tabel sudah termasuk faktor perbesaran 1,5.

DESAIN STRUKTUR

Perilaku seismik pada struktur dapat dianalisis dengan menggunakan analisis spektral linear dan analisis riwayat waktu non-linear.

Analisis spektral lebih mudah untuk diterapkan dan dapat menghasilkan gaya geser seismik beserta perpindahannya. Sangat cocok untuk struktur yang memiliki redaman hingga 30%, yang dilengkapi dengan perangkat tambahan yang juga berperilaku linear.

Untuk besaran redaman yang lebih tinggi dan untuk perangkat bersifat non-linier, analisis riwayat waktu diperlukan.

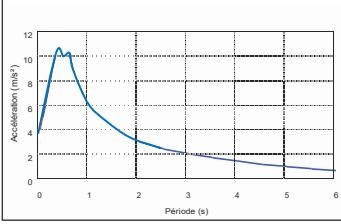
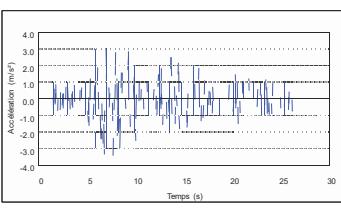
Freyssinet mampu melakukan kedua jenis analisis tersebut dengan menggunakan software canggih, sehingga mampu dengan cepat menghitung respon struktur yang dihitung melalui analisis riwayat waktu non-linear dari struktur yang diisolasi dan diperkuat terhadap pengaruh angin.

Freyssinet dapat mengefisiensikan pengeluaran biaya proyek secara keseluruhan, dari awal hingga tahap serah terima, dengan menggunakan perangkat perlindungan gempa sehingga berat keseluruhan struktur dan pondasi dapat dikurangi secara signifikan.

Jenis analisis:

Pemilihan jenis analisis tergantung pada besaran redaman struktur:

- Kurang dari atau sama dengan 30% : dilakukan analisis linear, berdasarkan metode analisis spektral.
- Lebih dari 30% : dilakukan analisis non-linear dan menggunakan software khusus.

PRODUK ISOSISM®	JENIS ANALISIS	DATA MASUKAN
STU HDRB	Analisis spektral linear	
	Analisis linear atau non-linear, tergantung nilai redaman ξ	
LRB PS	Analisis non-linear menggunakan software khusus	



1. Kantor desain
2. Analisis metode elemen hingga 3 dimensi sistem isolasi seismik
3. Analisis untuk memasang peredam pada kepala pier

CONTOH PROYEK

Kelebihan Freyssinet terletak pada keahlian dalam beberapa teknologi untuk mendesain struktur yang dipengaruhi oleh gempa, dan keahlian dalam menyajikan teknologi peralatan perlindungan gempa, sehingga memungkinkan perusahaan untuk menawarkan layanan solutif yang independen dan aplikatif untuk mengefisiensikan biaya proyek secara keseluruhan.

Beberapa pilihan dimungkinkan dianalisis untuk mencapai hasil yang optimal terkait dengan perpindahan dan gaya pada struktur atas dan pondasi.

Proyek di mana Freyssinet terlibat dalam kajian kegempaan, serta mendesain dan mensuplai perangkat anti seismik di antaranya:

- Rumah Sakit La Meynard – Martinique, kepulauan Karibia
- Jembatan layang kereta cepat El Hache dan Loukkos, Morocco.

Pada proyek di atas, perangkat perlindungan gempa Freyssinet mampu mengurangi biaya konstruksi dengan mereduksi percepatan lantai dan respon gempa pada pondasi.

RS La Meynard, Martinique



Dalam proyek ini, Freyssinet ambil bagian dalam kajian kegempaan, desain, produksi, dan instalasi:

- 283 isolator ISOSISM® HDRB.
- 36 disipator ISOSISM® FD.

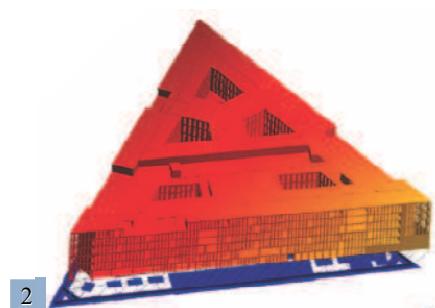
Jembatan layang kereta El Hache dan Loukkos, Morocco



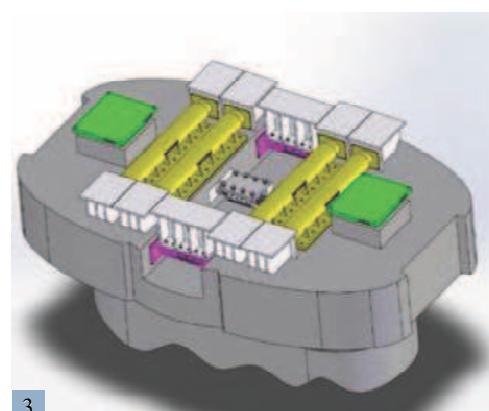
Dalam proyek ini, Freyssinet ambil bagian dalam kajian kegempaan, desain, produksi, dan instalasi:

- 156 perangkat ISOSISM® PDS.
- 152 disipator ISOSISM® FD.

Lantai dasar dgn. Isolator	PERPINDAHAN (mm)	PERCEPATAN (m/s ²)
Tanpa peredam (damper)	340	2.5
Dengan peredam (damper)	170	1.7



2



3

KEAHLIAN FREYSSINET



Kami menjamin semua klien kami di seluruh dunia mendapatkan keunggulan yang sama dalam produk dan layanan yang kami tawarkan, karena kami mendesain dan memproduksi sendiri perangkat perlindungan gempa tersebut. Kami menunjukkan keahlian kami dengan menciptakan produk yang berdaya tahan baik, untuk mendukung solusi kami yang aplikatif bahkan dalam kondisi operasional yang ekstrim.

Produk didesain dan diproduksi langsung oleh tenaga ahli Freyssinet

Semua produk ISOSISM® telah melewati berbagai pengujian dinamis untuk menuntun dan memvalidasi proses pengembangan teknis oleh tenaga ahli Freyssinet.

Semua perangkat tersebut dikembangkan dan didesain oleh departemen teknis Freyssinet yang senantiasa menciptakan produk yang bersesuaian dengan standar yang berlaku dan spesifikasi proyek. Koordinasi antara desain, produksi, dan pemilihan material adalah hal yang sangat penting untuk membuat suatu solusi, menawarkan kinerja terbaik, serta menyediakan produk yang handal dan tahan lama.

Pusat pengujian atau laboratorium kami dengan berbagai peralatan dan perlengkapannya melaksanakan pengujian skala penuh pada hampir semua produk kami selama tahap pengembangan, validasi, dan produksi.

Produk bersertifikasi

Pengakuan terhadap keahlian Freyssinet dan proses yang berkualitas tinggi ditunjukkan dalam jumlah sertifikasi dalam berbagai bidang.

Perangkat perlindungan gempa yang kami kembangkan dan produksi telah dikenal secara luas di dunia dan disertifikasi oleh beberapa badan khusus terpercaya.

1. Kantor desain – produksi perangkat ISOSISM®
2. Pengujian dinamis pada isolator ISOSISM® LRB
3. Sertifikasi oleh pihak terpercaya
4. Pengendalian dimensi pada perangkat ISOSISM® PDS
5. Perakitan perangkat ISOSISM® PDS
6. Pengendalian kualitas
7. Perawatan permukaan pelat
8. Peralatan pengujian
9. Penyimpanan perangkat ISOSISM® PDS

Keahlian dalam memproduksi

Berbasis di Perancis, Divisi Industri FPC (Freyssinet Products Company) bertindak sebagai induk untuk semua tenaga ahli Freyssinet di bidang material, manufaktur, produksi, pengawasan, dan logistik, mengkoordinasikan semua aktivitas produksi secara menyeluruh secara global. Para tenaga ahli peleburan (smelting), elastomer, teknik permesinan telah menempuh perjalanan panjang ke lima benua dalam rangka mengendalikan proses manufaktur dan menjamin kualitas produk berada pada tingkatan yang sama, tidak perduli di mana lokasi produksi berada.

Kualitas terjamin

Fasilitas produksi yang tersebar di berbagai wilayah yang dikelola FPC, setiap hari melibatkan departemen pengawasan mutu, yang menjamin kualitas dan kesesuaian produk yang disuplai. Semua produk diperiksa oleh FPC secara segera menggunakan berbagai peralatan mutakhir.

Semua prosedur pemeriksaan didefinisikan secara internal, dan FPC menerbitkan sertifikat kesesuaian untuk setiap produk yang dipasok.

Isolator ISOSISM® didesain dan diproduksi sesuai standar EN 15129 dan AASHTO. Isolator tersebut juga bisa disuplai dengan CE marking.



PROYEK YANG DISELESAIKAN

Jembatan Mardakan, Azerbaijan



Jembatan BTZ, Algeria



Reaktor ITER - Prancis





Bucharest City Hall, Romania



Jemb. Coyuca , Mexico



RS Marmara, Turki



Berada di lebih dari 60 negara di seluruh dunia

AMERIKA • Argentina • Brazil • Canada • Chile • Colombia • United States • Mexico • Panama • El Salvador • Venezuela •
EROPA • Belgium • Bulgaria • Denmark • Spain • Estonia • France • Hungary • Ireland • Iceland • Latvia • Lithuania • Luxembourg • Macedonia • Norway •
Netherlands • Poland • Portugal • Czech Republic • Romania • United Kingdom • Russia • Serbia • Slovenia • Sweden • Switzerland • Turkey • AFRIKA DAN
TIMUR TENGAH • Abu Dhabi • South Africa • Algeria • Saudi Arabia • Dubai • Egypt • Jordan • Kuwait • Morocco • Oman •
Qatar • Sharjah • Tunisia • ASIA • South Korea • Hong Kong • India • Indonesia • Japan • Macau • Malaysia • Pakistan • Philippines • Singapore •
Thailand • Taiwan • Vietnam • OCEANIA • Australia • New Zealand



www.freyssinet.com

Follow us on:

