



WORKSHOP TSUNAMI
DEPUTI BIDANG KOORDINASI INFRASTRUKTUR
KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG MARITIM

GUMUKPASIR–SABUKHIJAU UNTUK MEREDUKSI DAMPAK TSUNAMI DI BANDARA BARU DIY

WIDJO KONGKO

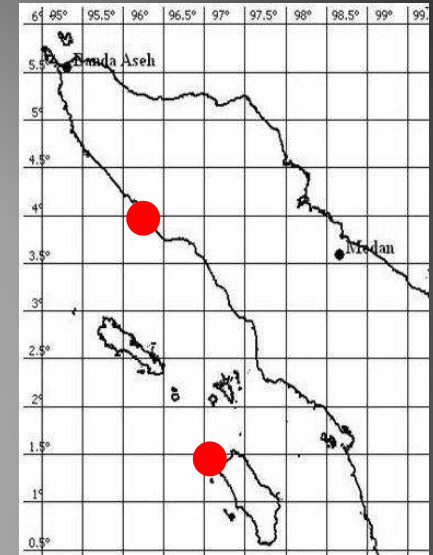
BTIPDP–BPPT

UC–UGM, YOGYAKARTA 29–30 AGUSTUS 2017

Latar Belakang:

- Dalam rangka akselerasi ekonomi, saat ini sedang direncanakan pembangunan infrastruktur transportasi Bandara Baru di Kulonprogo Yogyakarta. Infrastruktur tersebut signifikan dalam mata rantai konektivitas dan transportasi logistik antar koridor jasa & ekonomi di Jawa Selatan – Indonesia dan Regional/Internasional.
- Sementara itu, berdasar kajian empiris, potensi bencana gempa bumi dan tsunami di subduksi selatan Jawa adalah tinggi dan mengancam daerah Pantai Selatan Jawa, termasuk di daerah tapak Bandara Baru.
- UU 24/2007 tentang kebencanaan, di pasal 6 (a,b) mengamanatkan tanggungjawab dan wewenang ada di Pemerintah/Parapihak dalam hal perlindungan masyarakat, pengurangan risiko dan pemaduan pengurangan risiko bencana dengan program pembangunan. Perka BNPB 02/2012 tentang Pedoman Umum Pengkajian Risiko Bencana dapat dipakai untuk arahan umum.
- Oleh karena itu, pembangunan Bandara Baru wajib memasukkan faktor pengurangan risiko bencana didalam perencanaan dan pelaksanaannya.

Pembelajaran: Alam berbicara di Tsunami Aceh 2004



Lokasi:

Muawe-Lahewa P.
Nias & Pantai
Barat Aceh

Sabuk-Hijau (*Rhizophora Apiculata*/Mangroves) lebar ~400 m,
efektif mereduksi Tsunami ~6-7 m menjadi ~1.5 m

Pembelajaran:

Alam berbicara di Tsunami 2006



Gumuk Pasir efektif melindungi daerah daratan dari Tsunami ~ 4m

Parang Kusumo-Depok DIY



Wave Direction by Debris 340deg



Sandune Ripple by Wind

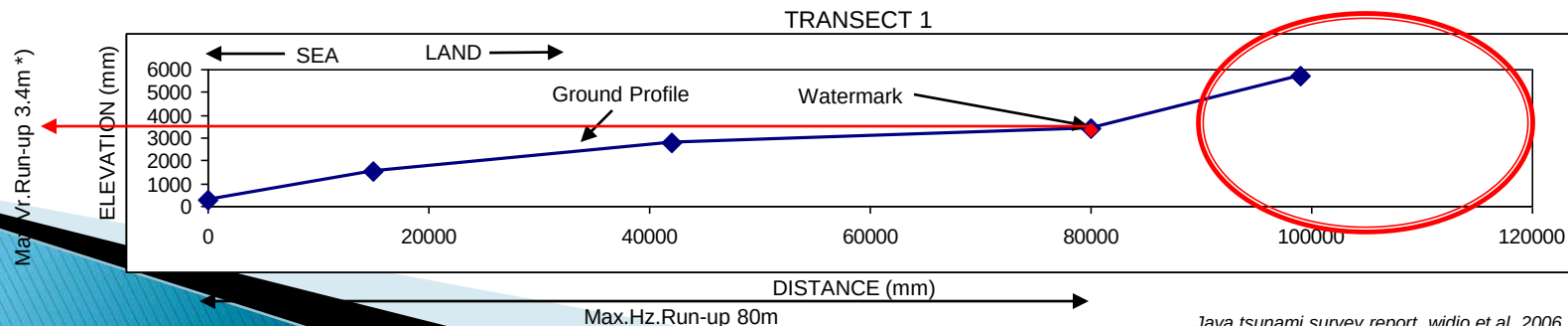


Max Debris of Tsunami



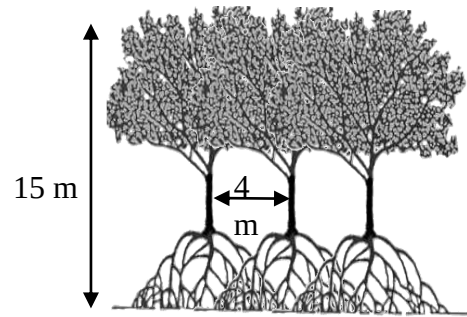
Top of Sandune

Gumuk Pasir

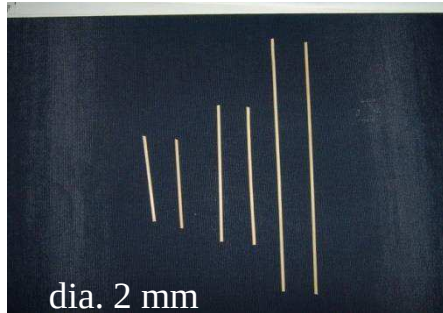
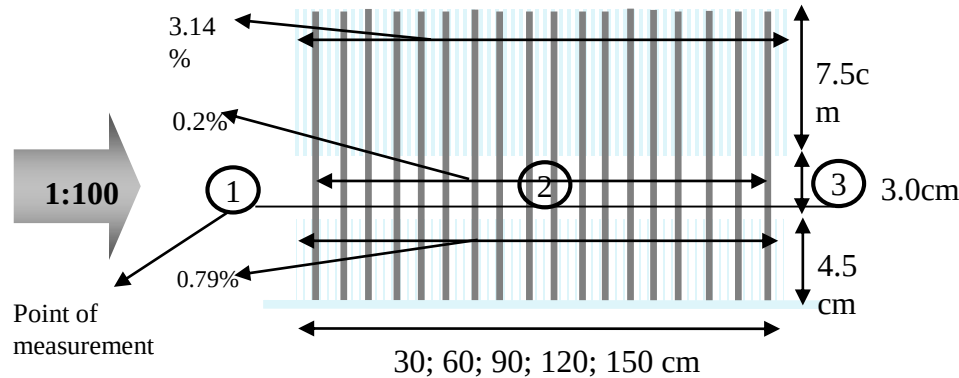


*) above Mean Sea Level

Pembelajaran: Eksperimen di Laboratorium



Rhizophora Apiculata



Material of Model



Model of Mangrove Forest



Casuarina Sp.
d=15-100cm
H=5-30m



Terminalia Cattapa
d=60-85 cm
H=13-20m



Rhizophora Apiculata

Coastal Forest Width (m)	50	100	150	200	400
Approx. Inundation Reduction Rate	15%	20%	30%	50%	80%

note: coastal forest occupied volume index is approx. 1% or equal to 30 trees (with ϕ 20 cm) / 100m²

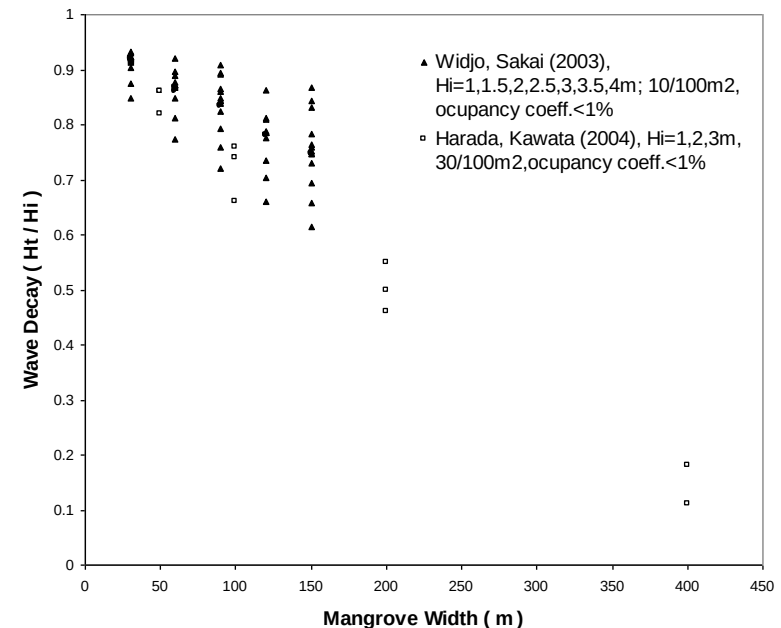
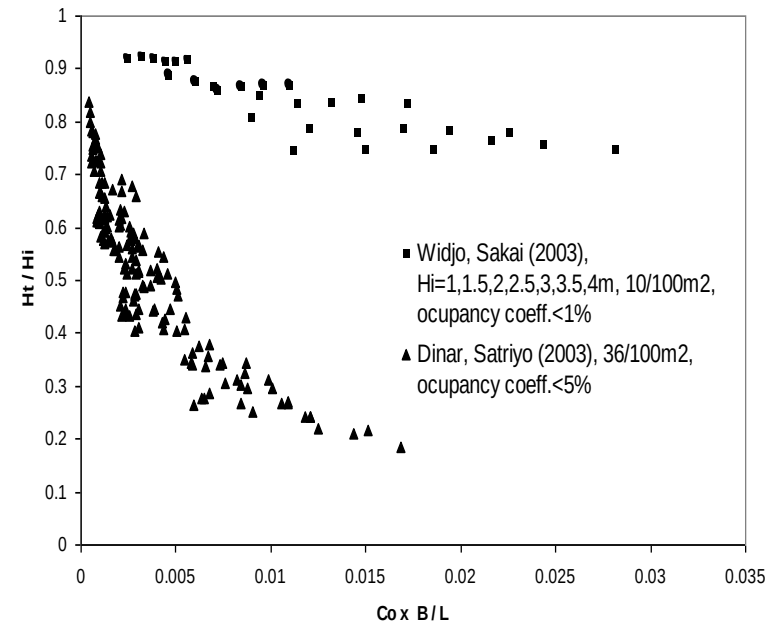
- Hasil model mangrove untuk reduksi tsunami bias, karena kompleksitas faktor
- Berdasar empiris, Sabuk Hijau efektif untuk tsunami $< \sim 8$ m (Prof. Shuto – Japan)

Pembelajaran: Eksperimen di Laboratorium



(Kongko, 2004)

Non Dimensional of Wave & Mangrove Parameter



Pembelajaran: Eksperimen di Laboratorium

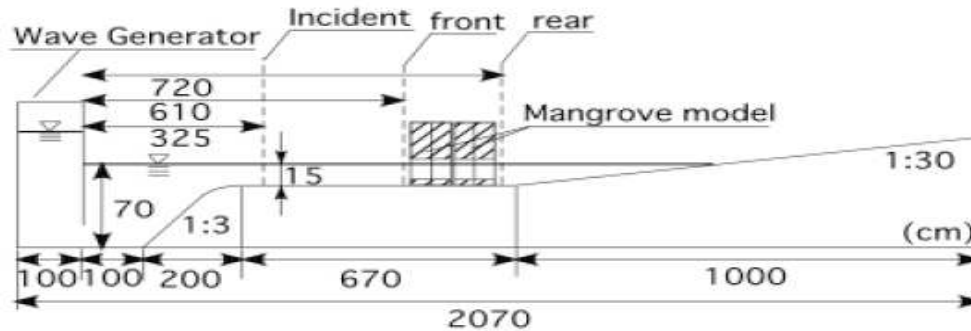


Human vs Tsunami



Human vs Tsunami-Mangrove

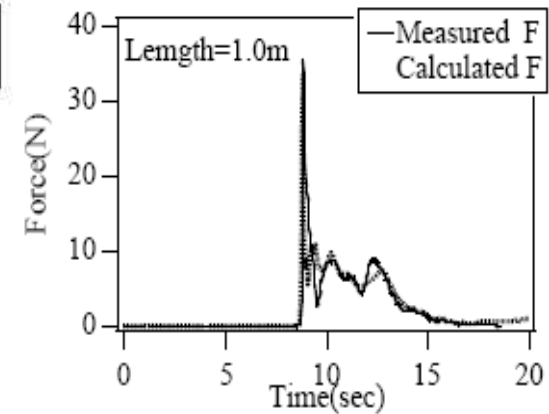
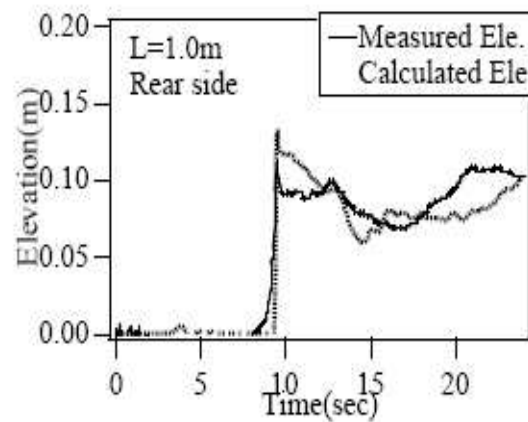
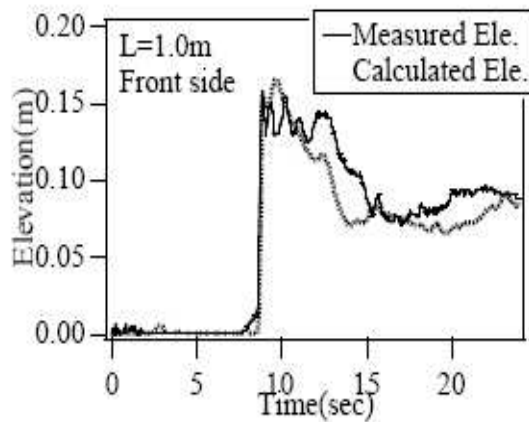
Pembelajaran: Simulasi Numerik



$$\frac{\partial M}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{M^2}{D} \right) + gD \frac{\partial \eta}{\partial x} + \frac{gn^2 M |M|}{D^4} + \frac{C_D A_o}{2 \Delta X \Delta Y} \frac{M |M|}{D^2} + C_M \frac{V_o}{V} \frac{\partial M}{\partial t} = 0$$

$$C_D = 8.4 \cdot \frac{V_o}{V} + 0.66$$

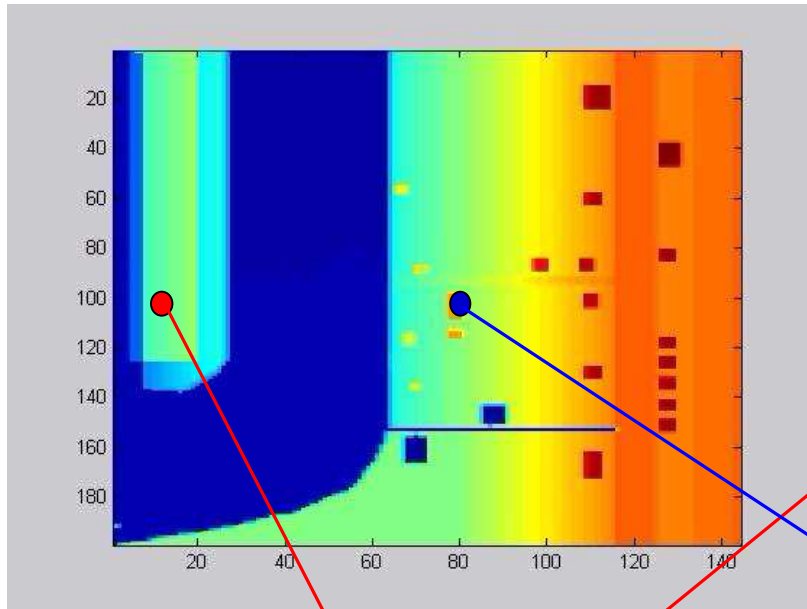
Kinetic Energy ~ velocity²



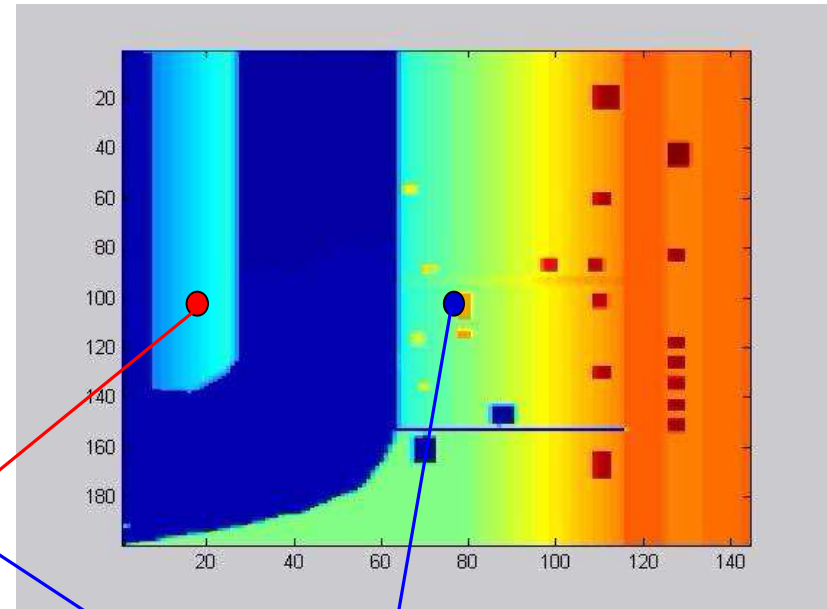
Source: Harada & Imamura,
2000

Pembelajaran: Simulasi Numerik

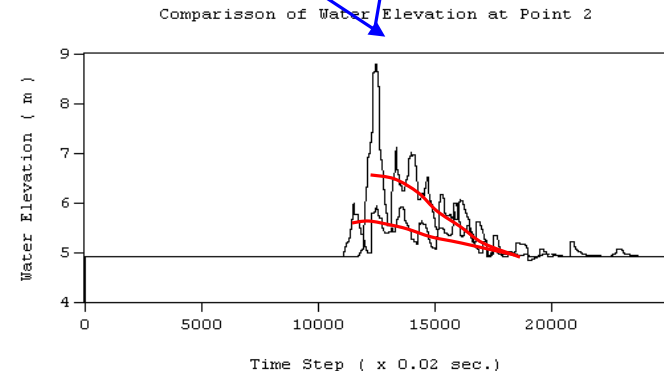
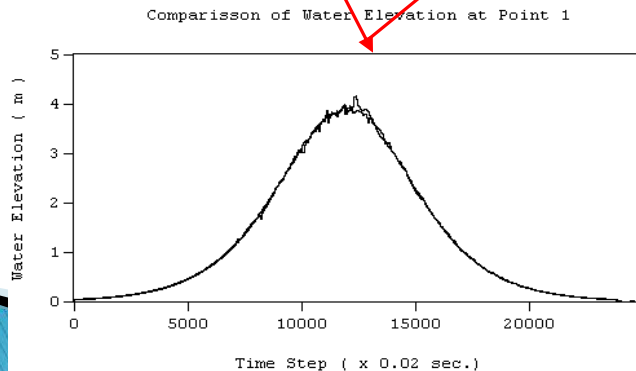
Grid-size 200x145, mesh-size 2 m, source 4 m of solitaire wave height, model of sand-spit beach, un-uniformly beach slope 1:20, run under with and without coastal forest



With 30 m width of coastal forest (density < 1%)

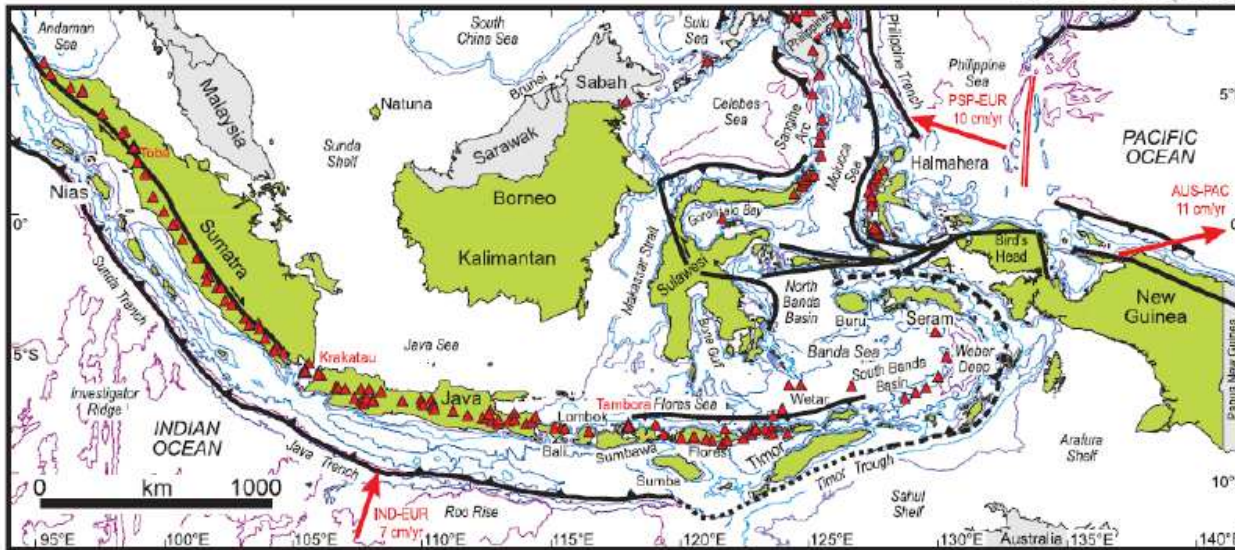


Without coastal forest



Seting Tektonik Selatan Jawa

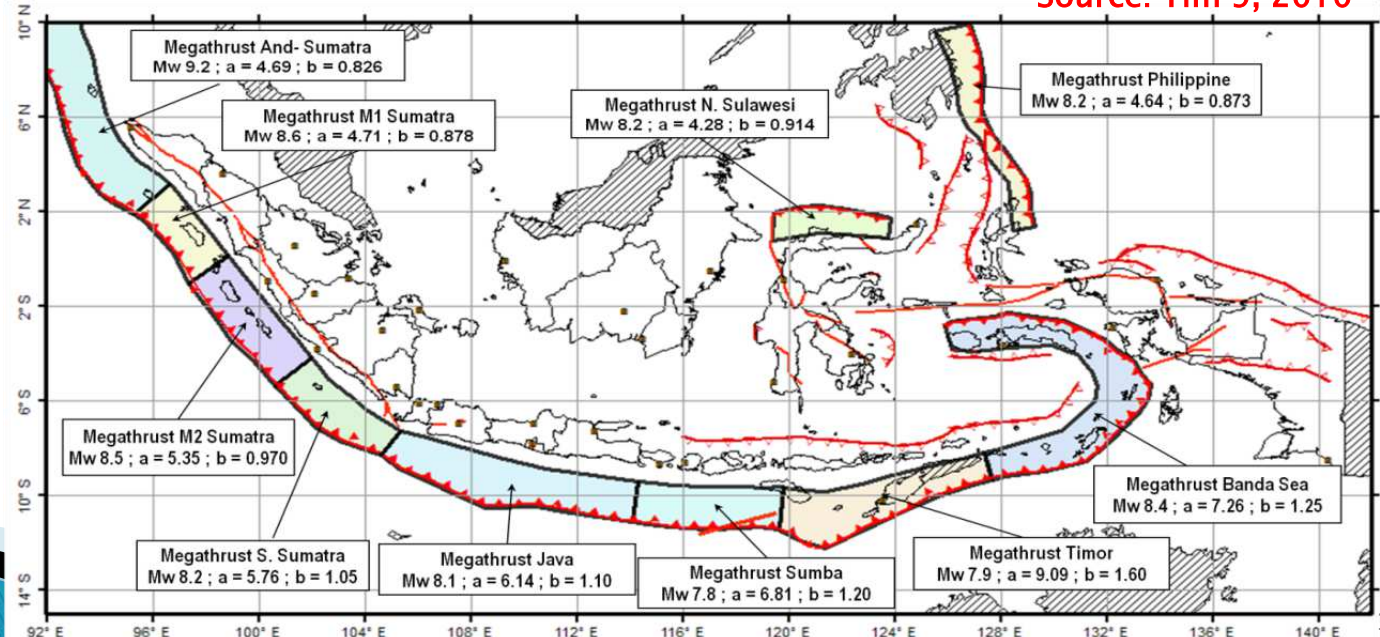
Source: Hall (2009)



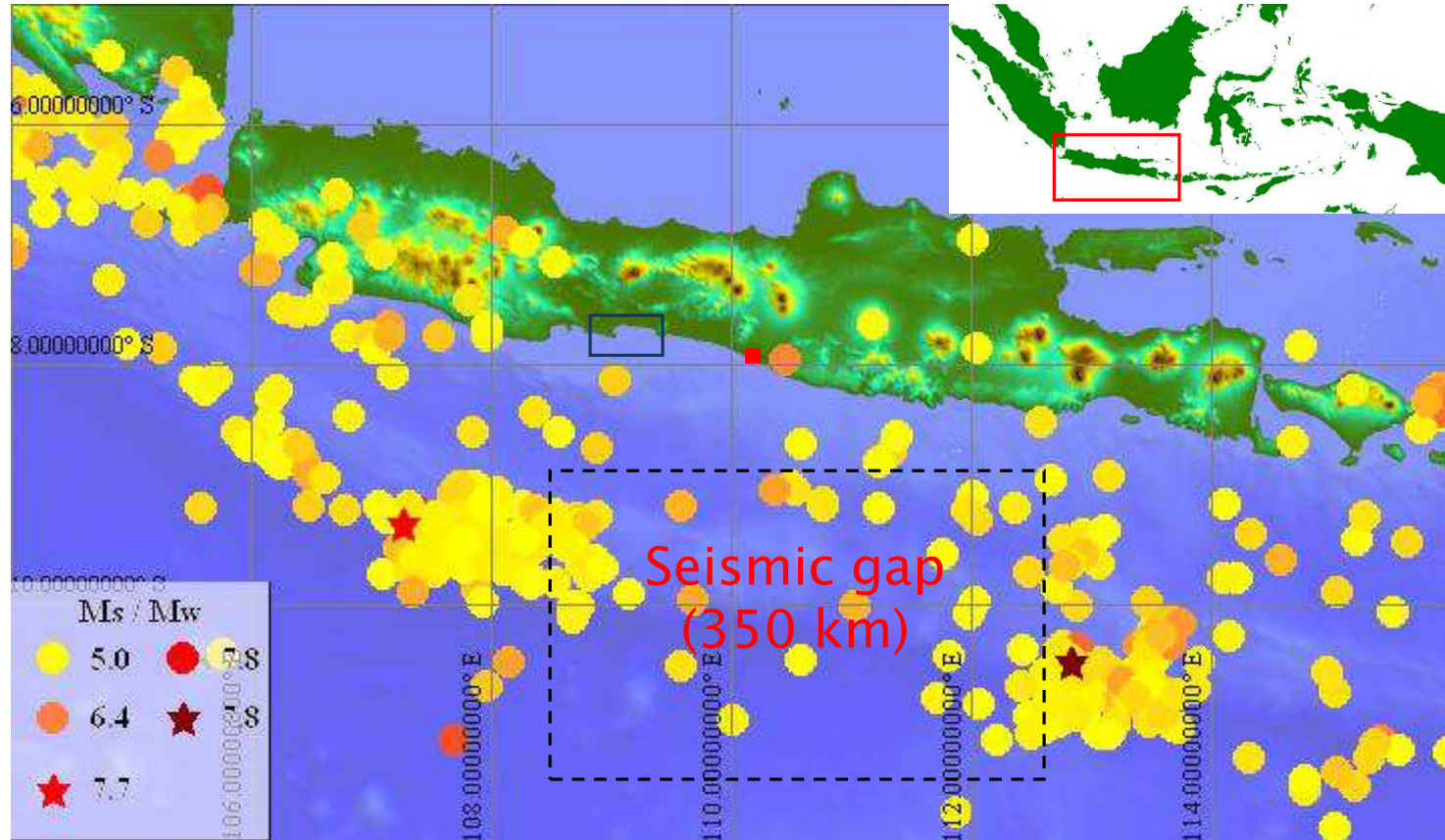
- Indonesia diatas 3 lempeng utama: Euroasia, Australia, dan Pacific
- Laju tumbukan lempeng tektonik di Subduksi Jawa ~7cm/year

Source: Tim 9, 2010

- Megathrust adalah daerah subduksi dengan potensi gempa bumi besar
- Megathrust Jawa berpotensi >Mw ~8.1



Seting Tektonik Selatan Jawa



ITDB, 2007

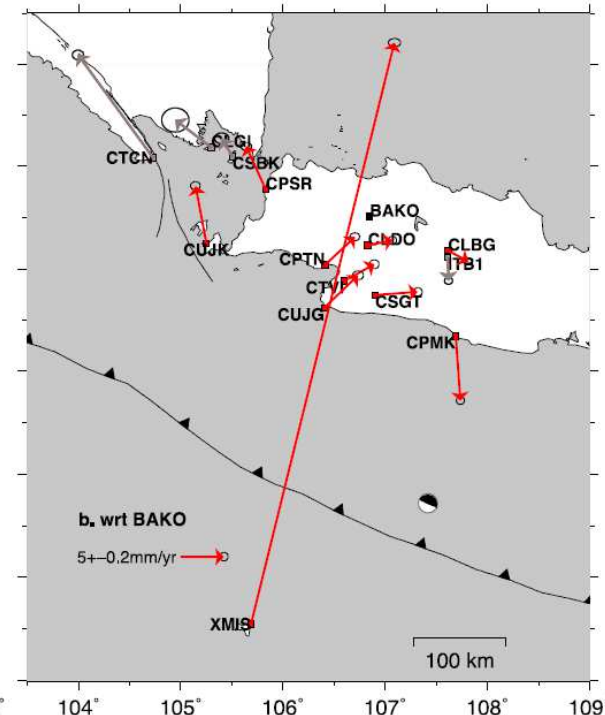
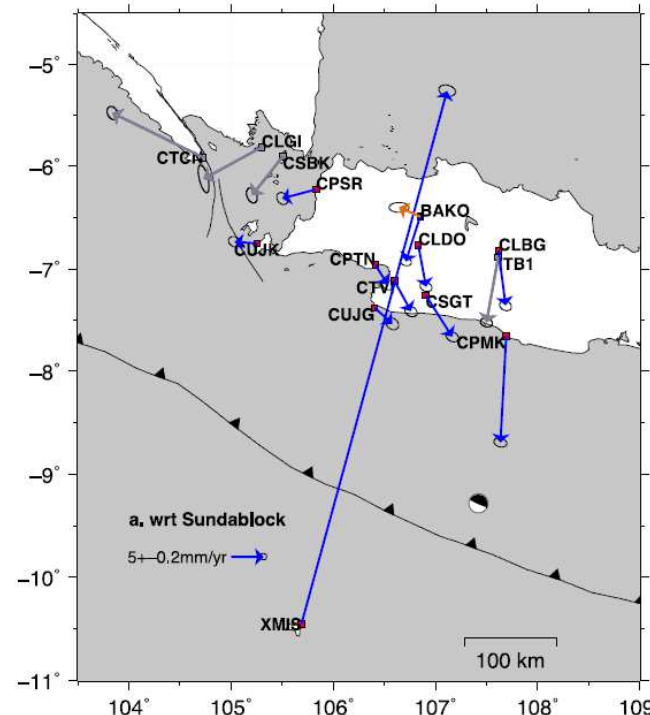
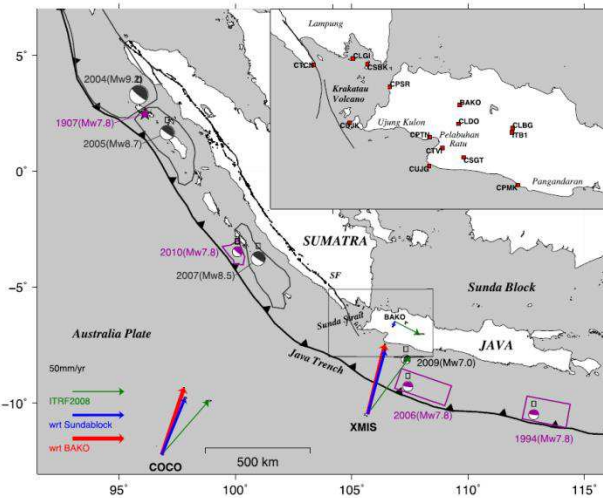
WinITDB:

- Gempa-Bumi (1977–2007), Mag. >Ms 5.0, Kedalaman <40km, 419 Kejadian
- Di 1994 and 2006 terjadi tsunami & adanya Seismic Gap

Simulasi Model Tsunami di Selatan Jawa:

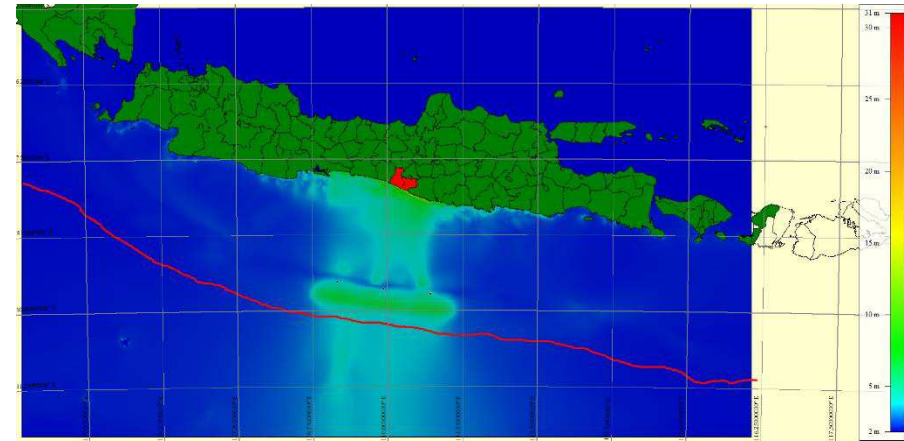
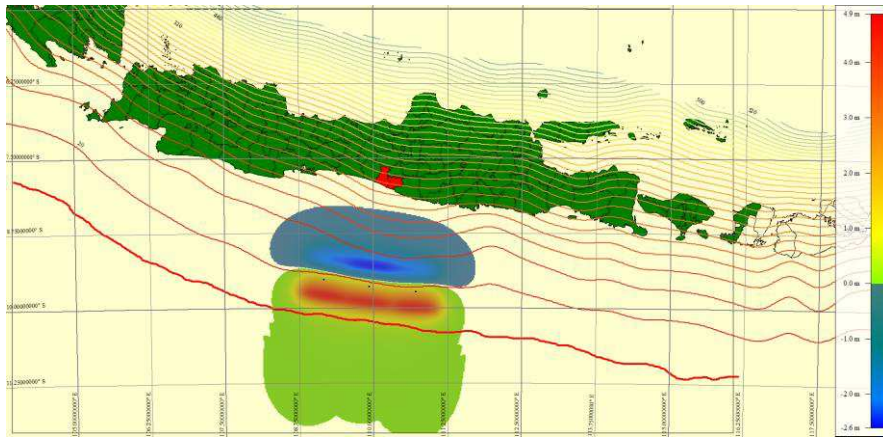
- Studi deformasi lempeng mutakhir (Hanifa et al, 2014)

N.R. Hanifa et al. / Earth and Planetary Science Letters 401 (2014) 159–171

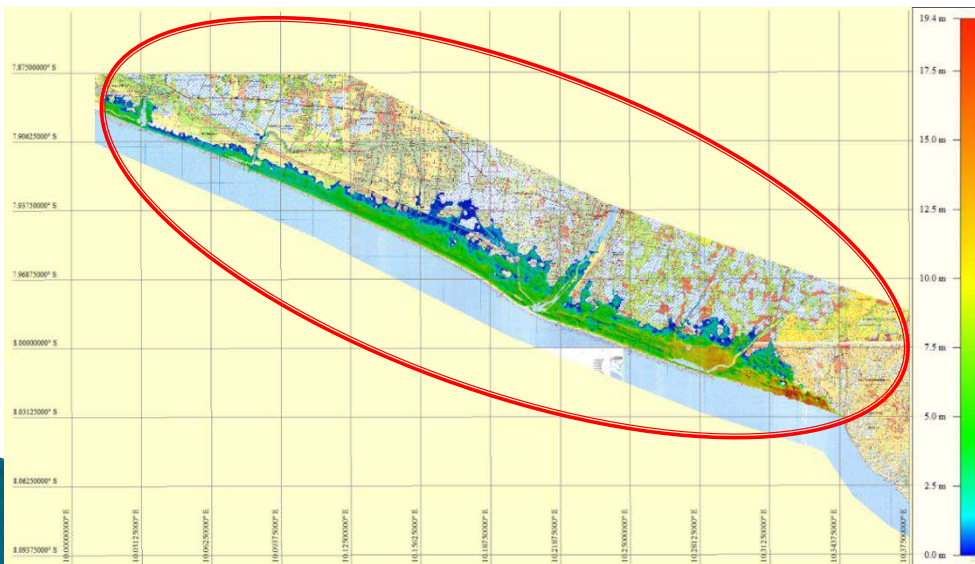


“The absence of a megathrust earthquake for at least 300 years in this region implies a minimum accumulated seismic moment as much as $1.6 \times 10^{21} \text{ Nm}$ ($\sim \text{Mw } 8.7$) off Ujung Kulon–Pelabuhan Ratu, and $3.9 \times 10^{21} \text{ Nm}$ ($\sim \text{Mw } 8.3$) off Pangandaran, unless the slip is released by slow slip. We propose two possible scenarios for a future earthquake.”

Simulasi Model Tsunami di Selatan Jawa: Skenario Gempa Bumi (Mw -8.3) menimbulkan Tsunami



- Ketinggian sumber tsunami: -2.6m sd 4.9m
- Ketinggian tsunami di Pansela Jawa: 31 m

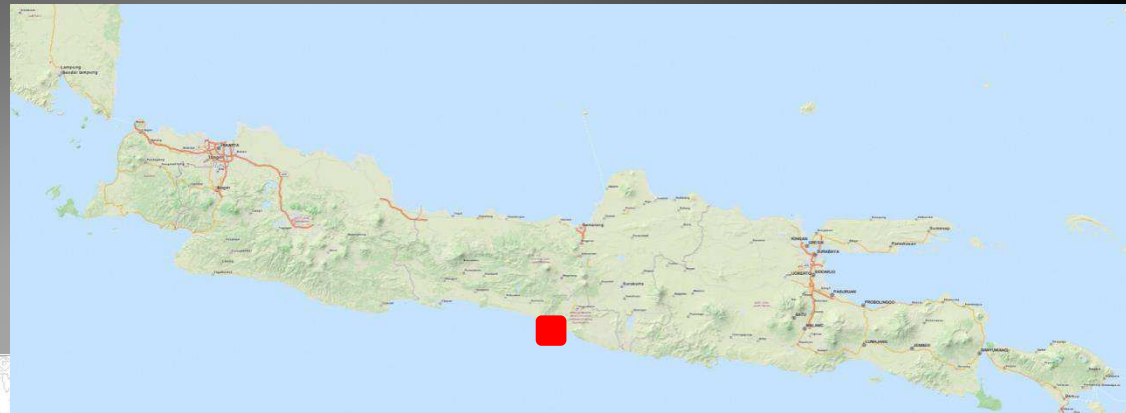


No.	Pusat (derajat)		Mag.	Kedlman	Parameter Sudut (derajat)			Dimensi		Dislokasi
"Fault"	Lon.	Lat.	(Mw)	(km)	Strike	Dip	Slip	L(km)	W(km)	(m)
1	109.930	-9.639	8.0	17.0	277	11	90	83	65	13.0
2	109.166	-9.524	8.0	17.0	280	14	90	83	65	13.0
3	110.715	-9.729	8.0	17.0	273	14	90	83	65	13.0

Di Pansela DIY:

- Luas genangan tsunami: 74 km²
- Tinggi Tsunami 19 m, dengan penetrasi gelombang sejauh 4 km

Bandara Baru – Kulonprogo DIY



	Passengers			Movements		
	High	Medium	Low	High	Medium	Low
2011	4,292,016	4,292,016	4,292,016	32,091	32,091	32,091
2016	7,568,000	7,336,000	6,255,000	56,000	55,000	47,000
2021	11,103,000	9,639,000	7,186,000	80,000	70,000	53,000
2026	14,274,000	11,522,000	8,868,000	99,000	82,000	64,000
2031	17,136,000	13,673,000	10,713,000	115,000	95,000	75,000
2036	20,321,000	16,290,000	12,824,000	131,000	110,000	88,000
2041	23,990,000	19,416,000	14,461,000	150,000	128,000	97,000
AAGR:						
2011-2041	5.9%	5.2%	4.1%	5.3%	4.7%	3.8%

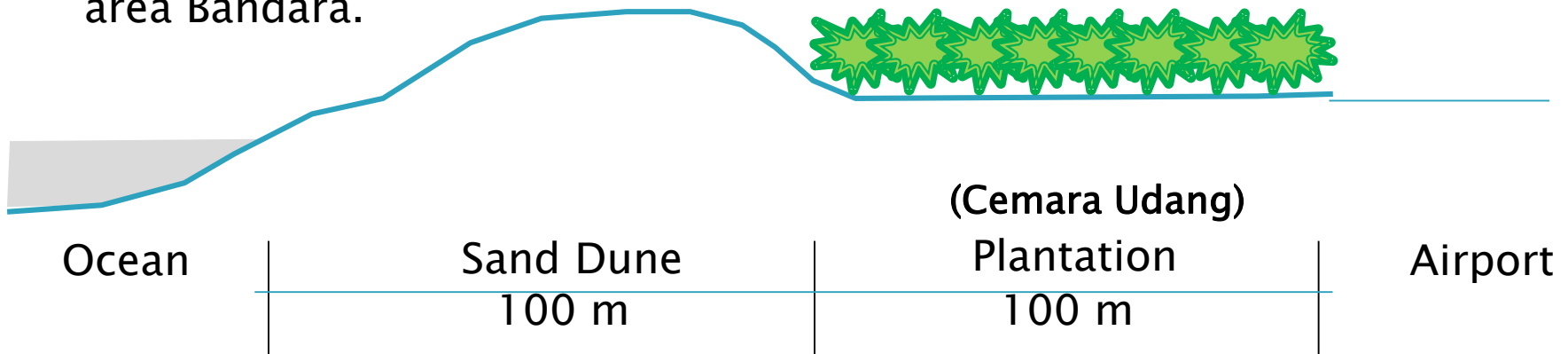
Proyeksi 2040:

- 20 Juta Penumpang per tahun (MAP)
- 128 Ribu pergerakan pesawat per tahun

Proposed
Airport Land
(637ha)

Bandara Baru – Kulonprogo DIY

- ▶ Berdasar desain, telah direncanakan infrastruktur pelindung dari Tsunami berupa Gumuk Pasir dan Sabuk Hijau 200 m di sekeliling area Bandara.



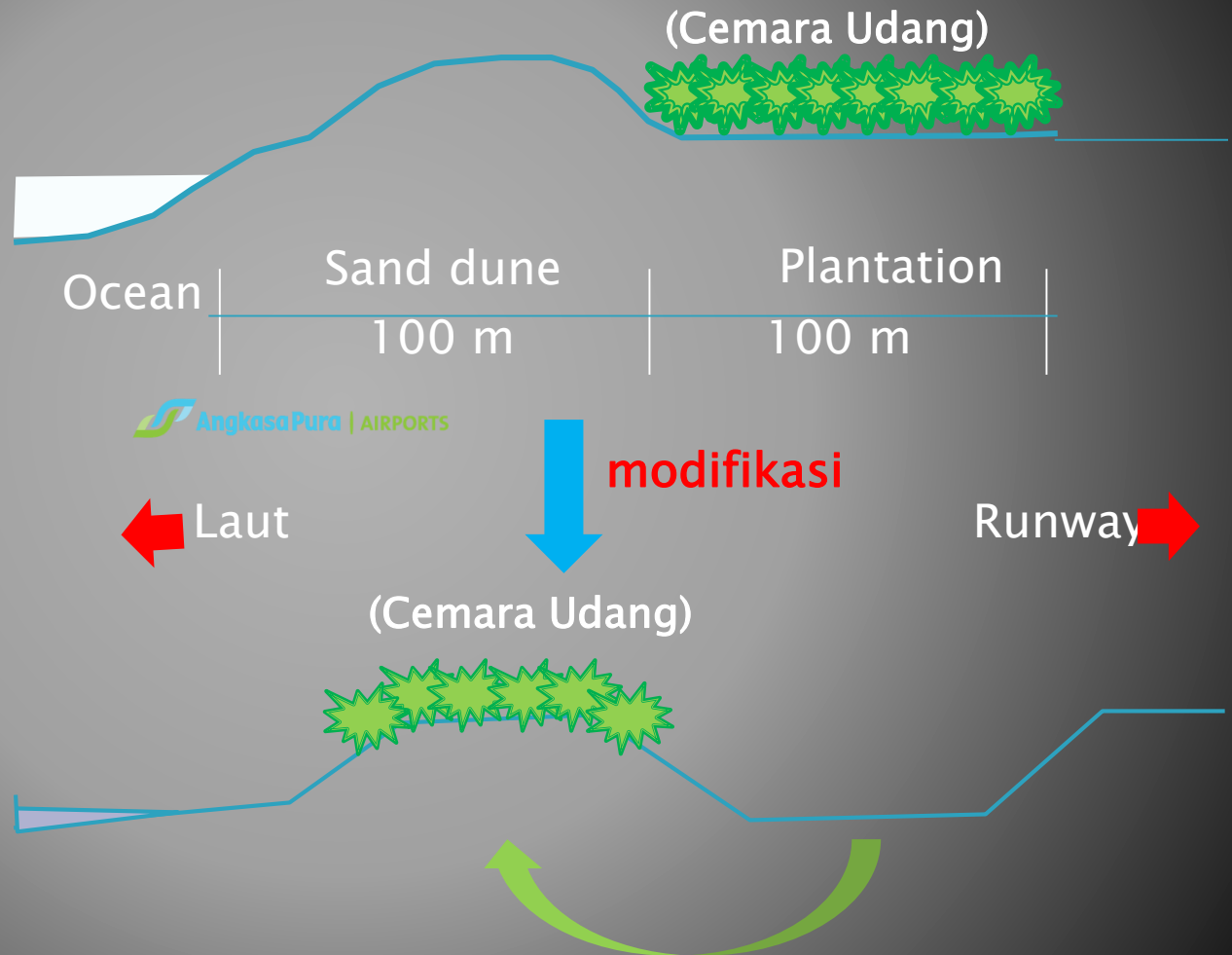
- ▶ Infrastruktur di atas untuk tsunami kategori sedang, dengan mengintegrasikan:
 - Peninggian bangunan di lokasi tanah asli
 - Penerapan desain bangunan yang sesuai untuk Tsunami
 - Penerapan sistem peringatan dini

==> Belum ada rekomendasi dan desain detil di dalam perencanaan

Bandara Baru – Kulonprogo DIY

Skenario Mitigasi:

- Relokasi Bandara ± 2 km dari garis pantai,
- Peninggian elevasi muka tanah dan bangunan (???)
- Perlindungan dengan struktur untuk mereduksi tsunami (!!!)

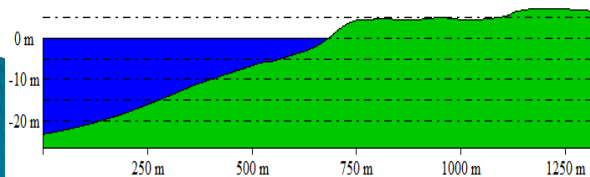
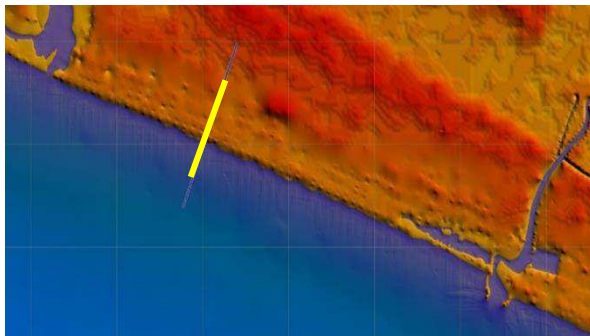


- Gali-timbun lebih ekonomis (B=50m, H=7.5m – MSL)
- Tetap memanfaatkan Sabuk Hijau (50 m)

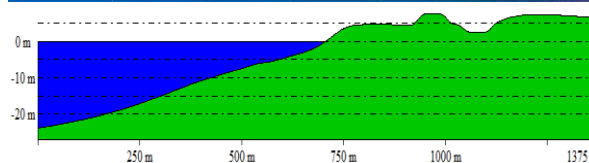
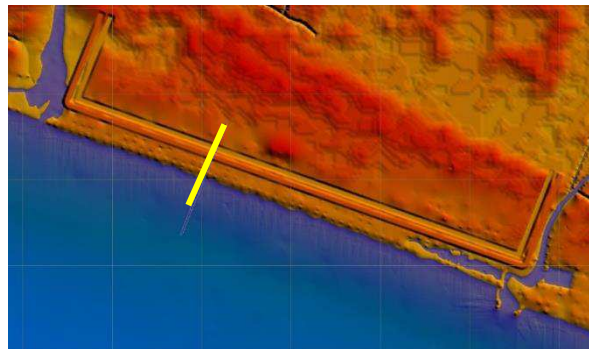
Simulasi Model Tsunami di Tapak Bandara DIY:

Desain „tipikal“ untuk mereduksi tsunami: 6 skenario (gumuk–pasir & sabuk hijau)

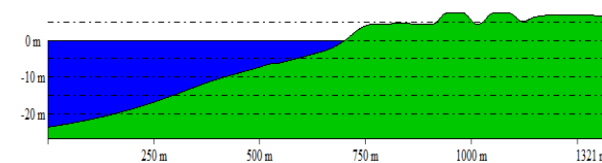
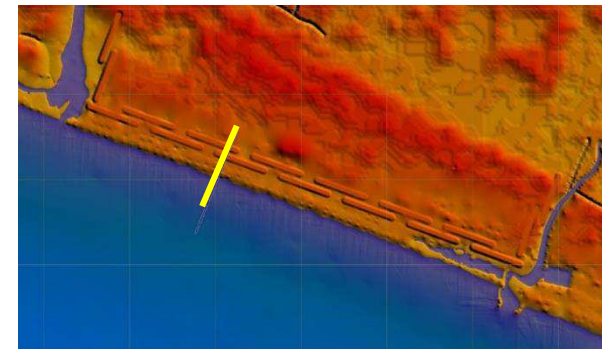
SKENARIO	TOPOGRAFI	SABUK HIJAU
S – 1	Eksisting (tidak ada)	Eksisting (tidak ada)
S – 2	Eksisting (tidak ada)	50 m
S – 3	Gumuk Pasir – Gali–timbun	Eksisting (tidak ada)
S – 4	Gumuk Pasir – Selang–seling	Eksisting (tidak ada)
S – 5	Gumuk Pasir – Gali–timbun	50 m
S – 6	Gumuk Pasir – Selang–seling	50 m



S-1 & S-2



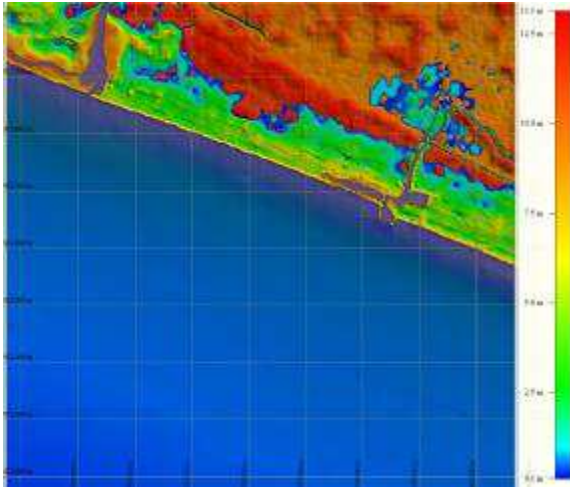
S-3 & S-5



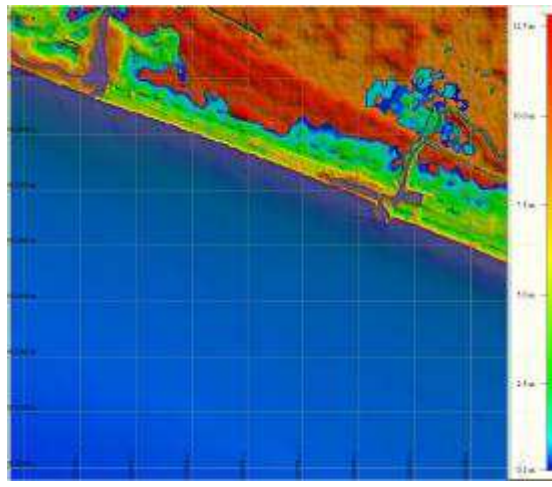
S-4 & S-6

Simulasi Model Tsunami di Tapak Bandara „KP“ DIY:

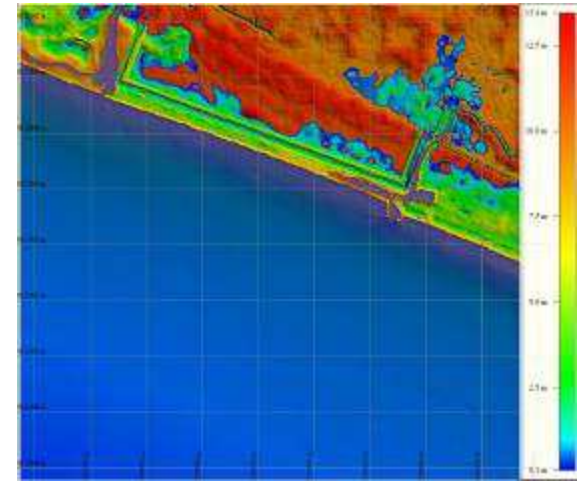
Rendaman Tsunami: 6 skenario



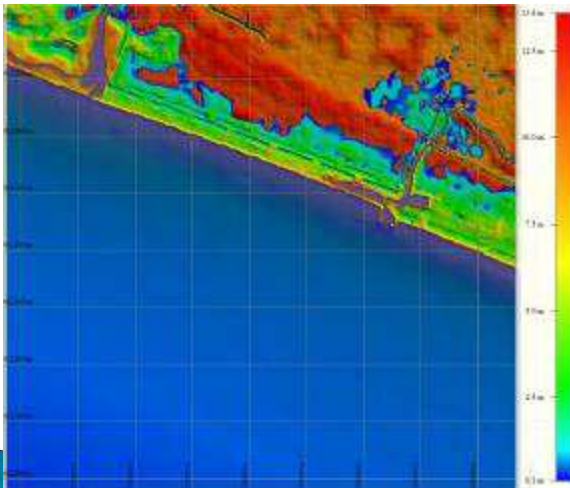
Scenario 1 /eksisting



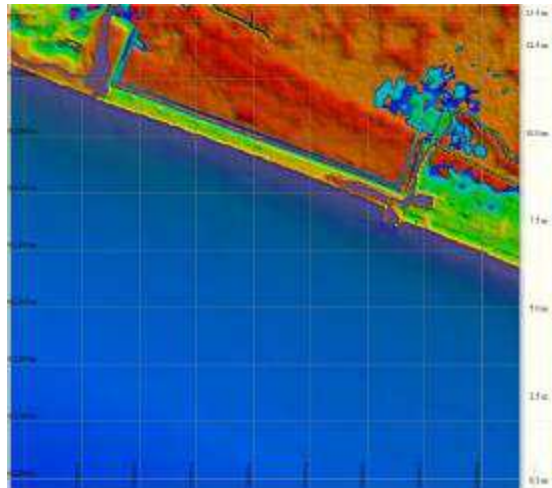
Scenario 2



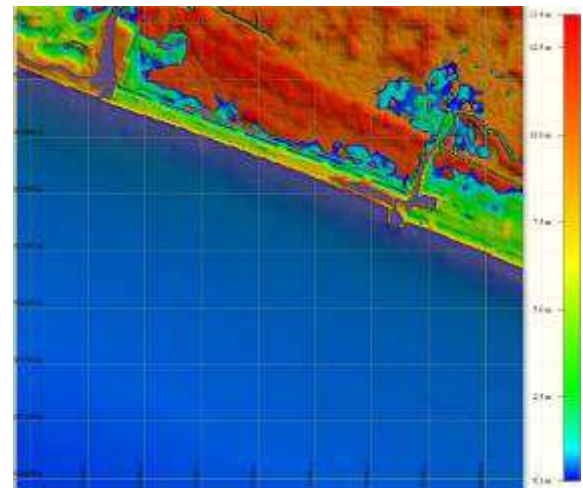
Scenario 3



Scenario 4



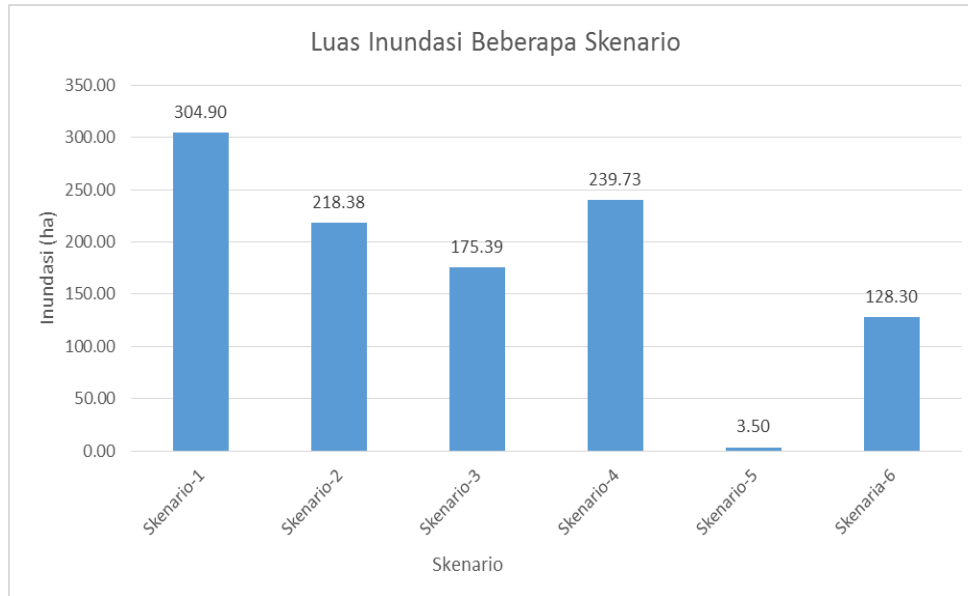
Scenario 5



Scenario 6

Simulasi Model Tsunami di Tapak Bandara „KP“ DIY:

Luas Rendaman Tsunami: 6 skenario



Skenario	Luas (Ha)	%
Skenario-1	304.90	100%
Skenario-2	218.38	71.6%
Skenario-3	175.39	57.5%
Skenario-4	239.73	78.6%
Skenario-5	3.50	1.1%
Skenaria-6	128.30	42.1%

Skenario 5 Gumuk Pasir – Gali-timbun + 50 m Sabuk Hijau:

- Paling efektif mereduksi tsunami (luas rendaman tsunami < 4 Ha)
- Gumuk Pasir – Gali-timbun volume: +/- 1.7 Jt m³
- Sabuk Hijau (Cemara Udang): +/- 50 Ha

Ringkasan:

- Potensi gempa bumi di subduksi selatan Jawa tinggi ($M_w > 8.3$). Berdasar simulasi model, gempa bumi dapat menimbulkan tsunami > 31 m di Pansela Jawa, dan > 19 m di Pansela DIY (Kab Bantul–Kulonprogo),
- Rencana tapak Bandara Baru di Kulonprogo DIY di daerah rawan terhadap ancaman tsunami setinggi > 10 m, dengan penetrasi ± 2 km, desain Gumuk Pasir – Gali–timbun dan Sabuk Hijau diusulkan dan menjadi alternatif mereduksi rendaman tsunami,
- Kajian di atas berdasar data resolusi sedang dan menggunakan desain “tipikal”. Untuk perencanaan teknis perlu dilakukan kajian lebih detil menggunakan data dengan akurasi yang lebih tinggi. Kajian simulasi model fisik (laboratorium) & numerik 2D/3D perlu dilakukan.

Terima Kasih ...