

Pemantauan Deformasi Permukaan di Kota Surabaya menggunakan Metode Geodetik Terintegrasi

Ira Mutiara Anjasmara,

Muhammad Taufik, Mokhamad Nur Cahyadi, Khomsin, Akbar
Kurniawan, Meiriska Yusfania, Sendy Ayu Yulyta, Delmar Liufeto, Enira
Suryaningih, Yoze Oktavian, Chandra Widipermana, Rani Febrianti

Departemen Teknik Geomatika, FTSLK, ITS

Pusat Studi Kebumian, Bencana, dan Perubahan Iklim – LPPM, ITS



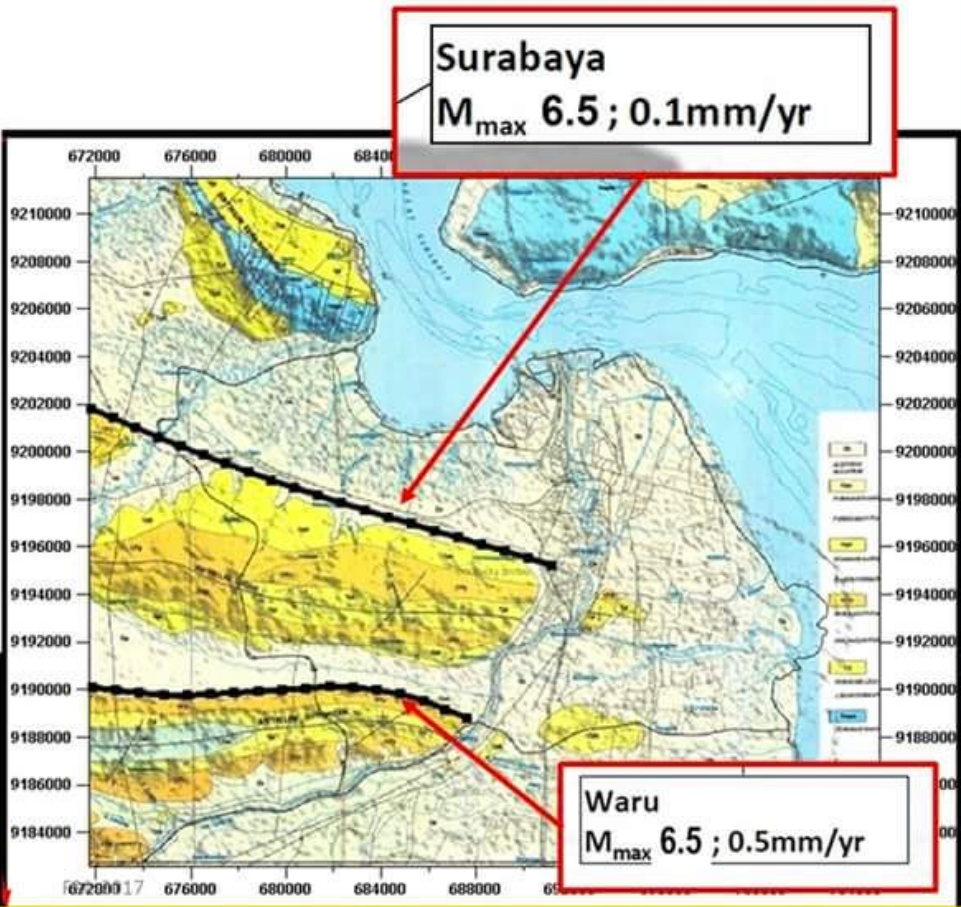
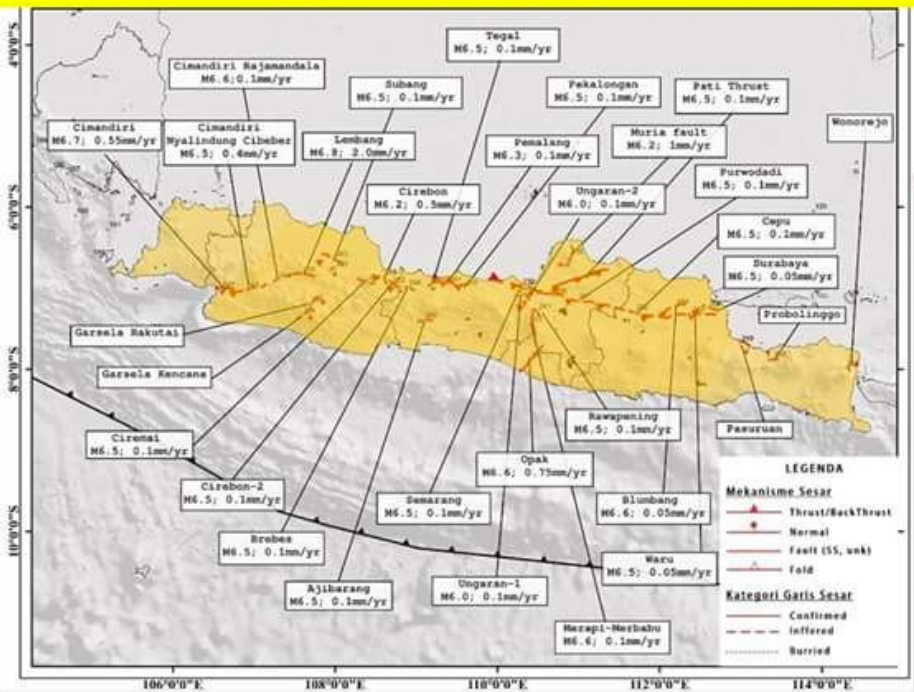


Land Subsidence

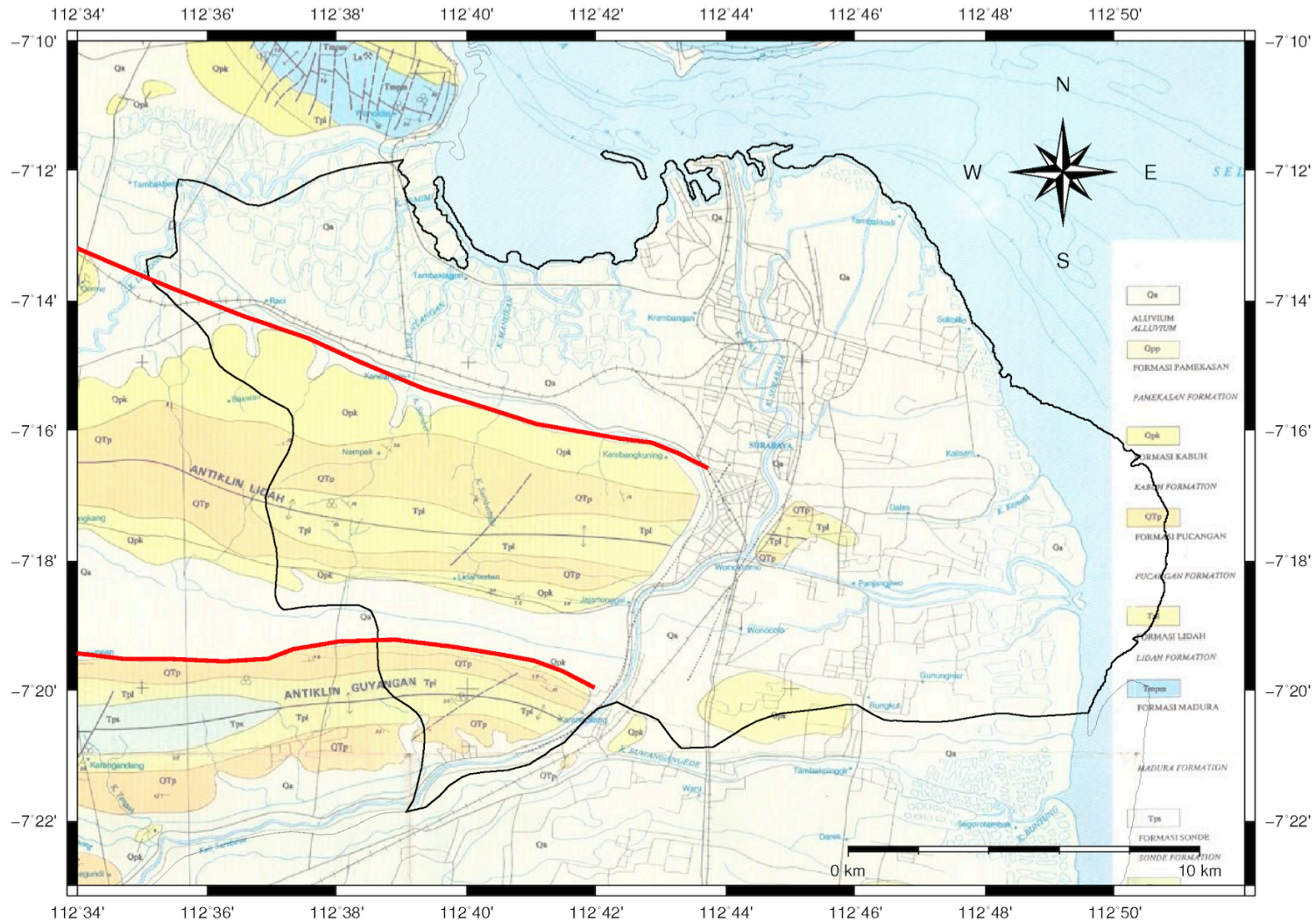
- Land subsidence is the downward displacement of the land surface relative to certain reference surface, such as mean sea level (MSL) or reference ellipsoid.
- It may occurs in active volcanic and tectonic areas, mining areas, oil and gas exploration areas, and large urban areas.
- Can be caused by natural and/or human activities.

Latar Belakang

- Surabaya merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang diprediksikan akan mengalami deformasi permukaan baik secara horizontal maupun vertikal (*subsidence & uplift*).
- Terjadinya fenomena *land subsidence* di kota Surabaya dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain:
 - ekstraksi air tanah yang berlebih,
 - beban karena konstruksi infrastruktur, dan
 - kondisi geologi yang berupa endapan alluvial dan batuan sedimen.
- *Land subsidence* mempunyai potensi negatif seperti munculnya bencana banjir ketika musim hujan tiba serta meningkatnya intrusi air laut, mengingat kota Surabaya berada pada wilayah pesisir.



Gambar 1 Pusat Gempa Nasional Kementerian PUPR (2017) mengeluarkan hasil penelitian kegempaan di Indonesia dan ada penambahan sesar sesar di Pulau Jawa dan ada 2 sesar aktif yang melewati di Kota Surabaya



Tujuan

- Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pola deformasi permukaan yang terjadi di Surabaya.
- Selanjutnya dari hasil tersebut dapat dilakukan zonasi wilayah mana saja di Surabaya yang mengalami *land subsidence* dan *uplift*.
- Melakukan analisa mengenai penyebab penurunan muka tanah tersebut dan dampak yang dapat diakibatkan.

Types of Subsidence in large Indonesian cities :

- subsidence due to groundwater extraction,
- subsidence induced by the load of constructions (i.e. settlement of high compressibility soil),
- subsidence caused by natural consolidation of alluvium soil, and
- tectonic subsidence

Roles of geospatial information for risk assessment of land subsidence in urban areas

- Estimating the characteristics of land subsidence, e.g. magnitudes and rates of land subsidence, and its variation both in spatial and temporal domain.
 - Studying causes and impacts of land subsidence.
 - Estimating economic losses due to land subsidence.
-
- (Abidin et al, 2012)

Measurement and Observation of Land Subsidence in Urban Areas

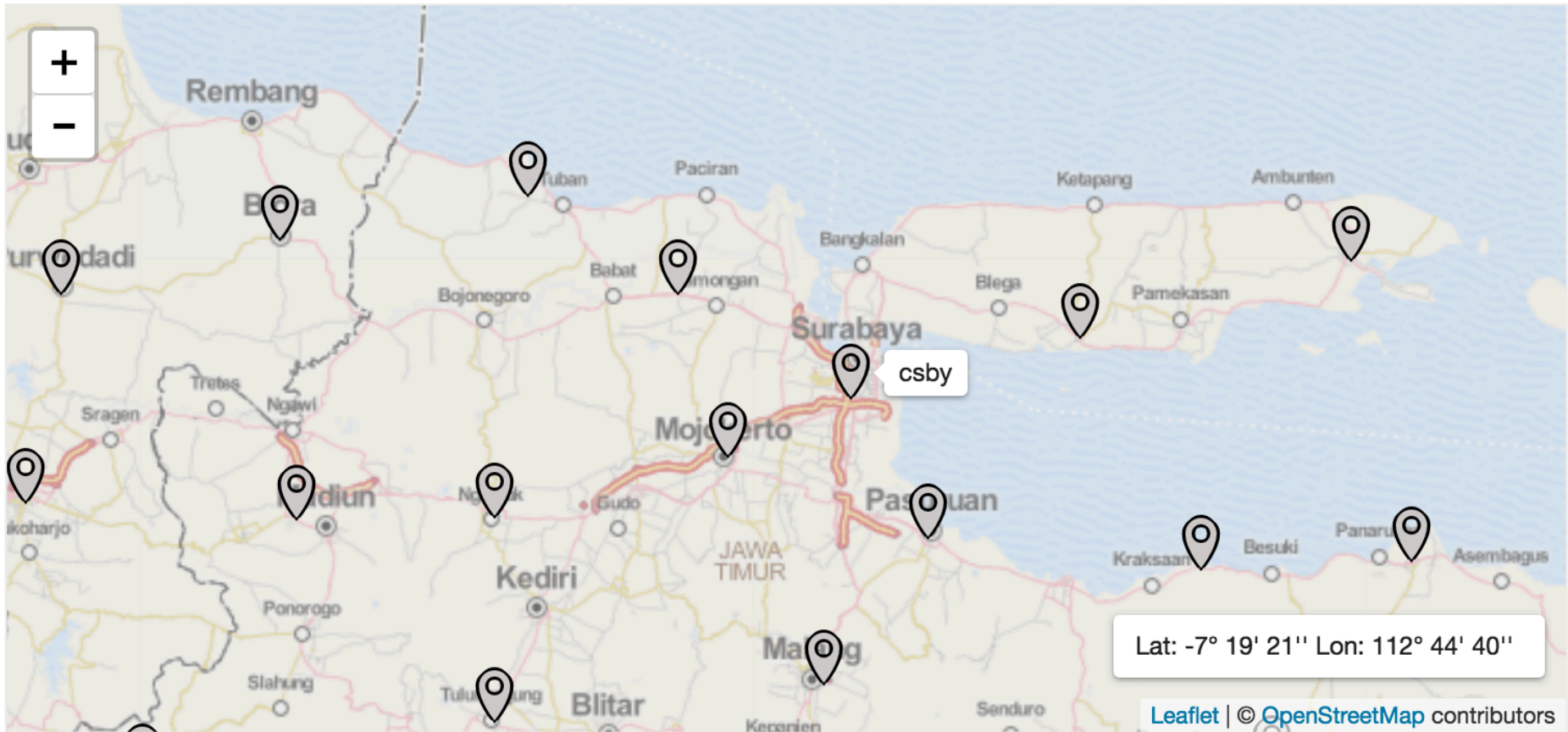
- Levelling Surveys
- **GNSS Surveys (GPS)**
- **SAR Image Processing (DInSAR, PSInSAR, etc)**
- **Micro-Gravity Surveys**
- Geometric-Historic

Yang telah dilakukan

- Pengukuran GPS kala ke-1 dan pengolahannya.
- Pengukuran Gayaberat di 19 titik dan pengolahannya
- Pengolahan data SAR Sentinel 1-A dengan metode DInSAR dan Time-Series.
- Pengukuran GPS kala-2
- Pengukuran Gayaberat dalam bentuk grid

STASIUN INA-CORS BIS

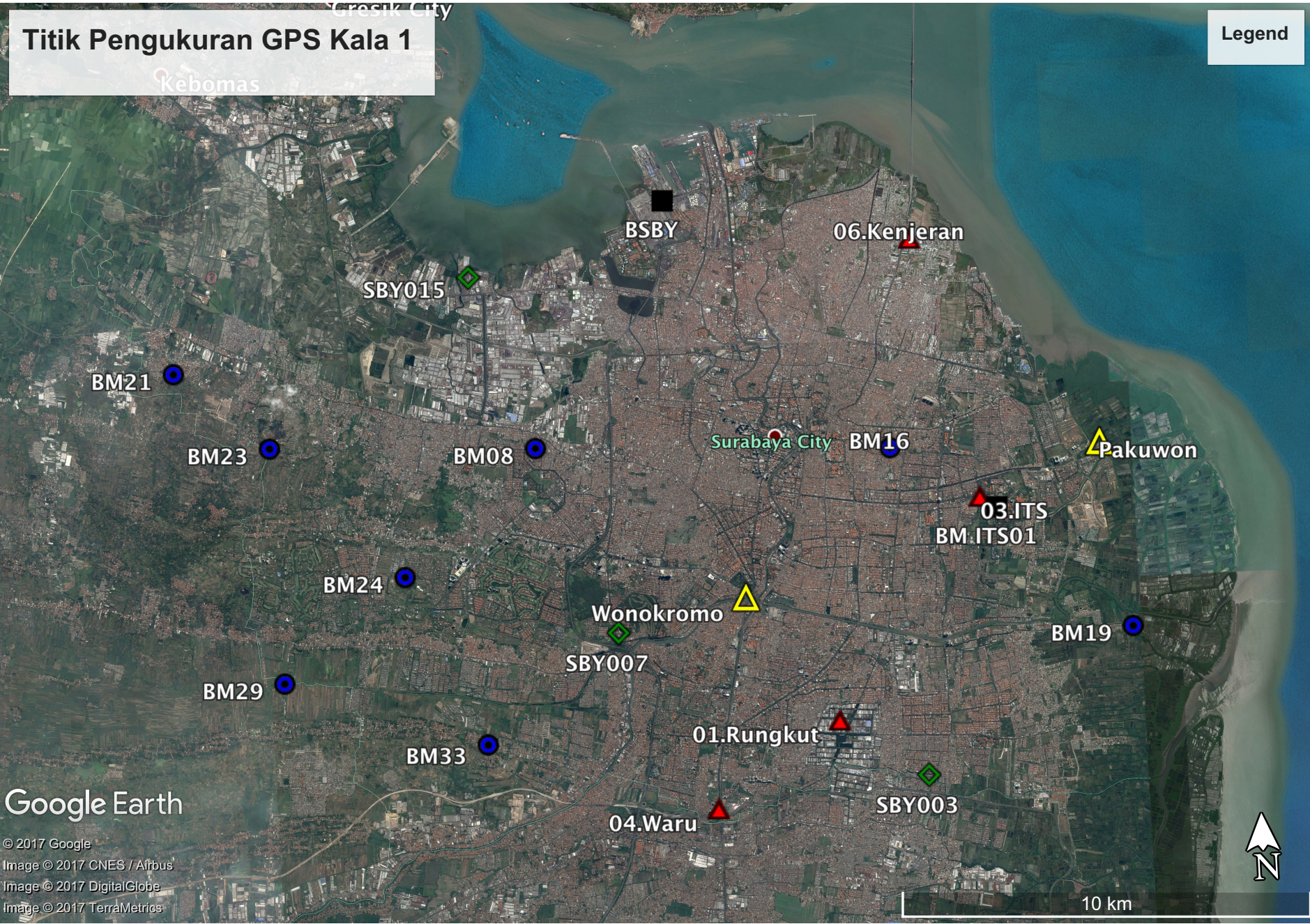
Badan Informasi Geospasial- Site Overview



<http://nrtk.big.go.id/>

Titik Pengukuran GPS Kala 1

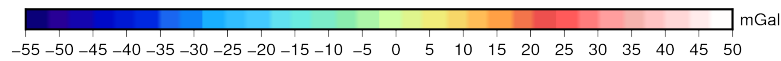
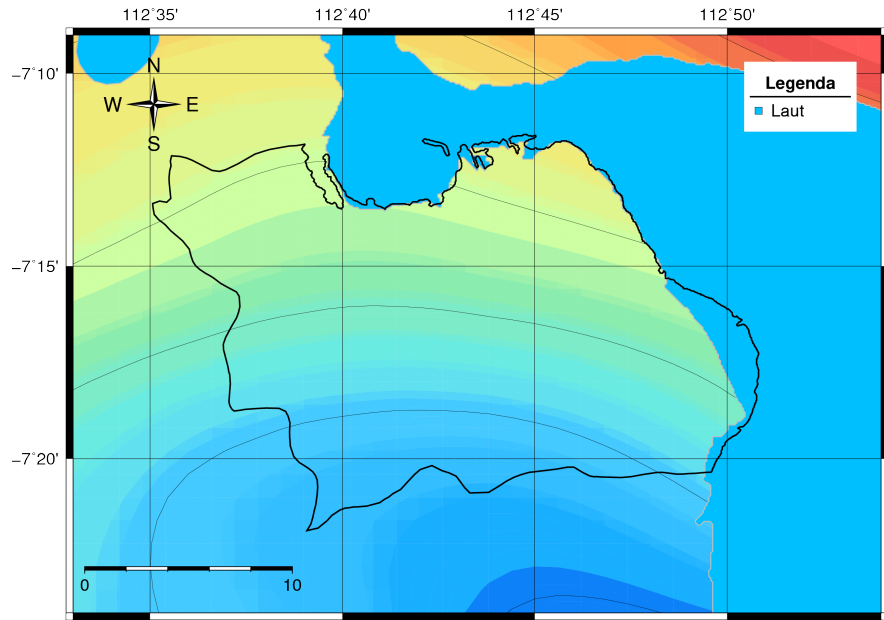
Legend



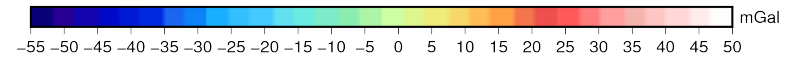
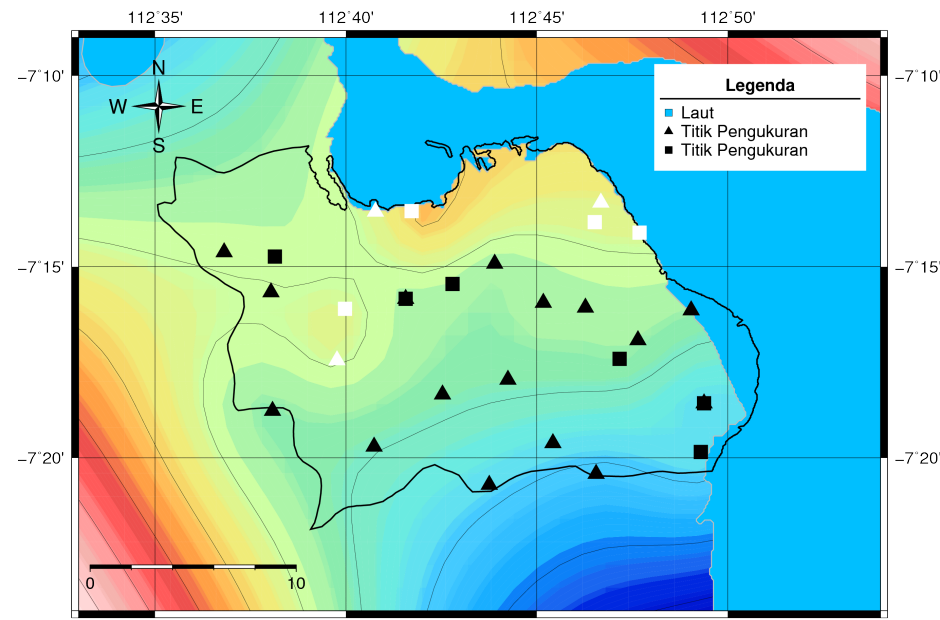
Data Gayaberat hasil Pengukuran 1

No	Stasiun	Free Air Reduction (mGal)	Anomali Free Air (mGal)	Gayaberat Geoid (mGal)
1	BMG.1.0324	1.543	-3.4181	978110.3030
2	BM16	1.061	-4.2927	978110.0199
3	LB06	0.869	3.2795	978116.7027
4	BM01	2.418	-8.2642	978105.4104
5	LB04	1.778	-17.6798	978097.7116
6	SBY007	2.160	-7.9176	978106.0927
7	BM33	3.064	-9.5437	978104.1733
8	BM29	2.623	-7.5009	978106.3489
9	BM24	8.160	1.0659	978108.8399
10	BM23	6.062	0.6959	978109.8772
11	BM21	2.371	-0.7869	978111.6089
12	SBY015	0.666	1.6001	978115.3027
13	BM8	1.761	-5.4588	978108.1092
14	LB08	0.933	-4.9131	978109.1065
15	BM ITS01	1.014	-5.5489	978109.1402
16	BM Pakuwon	0.708	-5.8422	978108.8598
17	BM19	0.806	-17.6292	978097.8717
18	LB01	1.164	-16.3243	978099.2841
19	SBY003	0.797	-21.7607	978094.4681

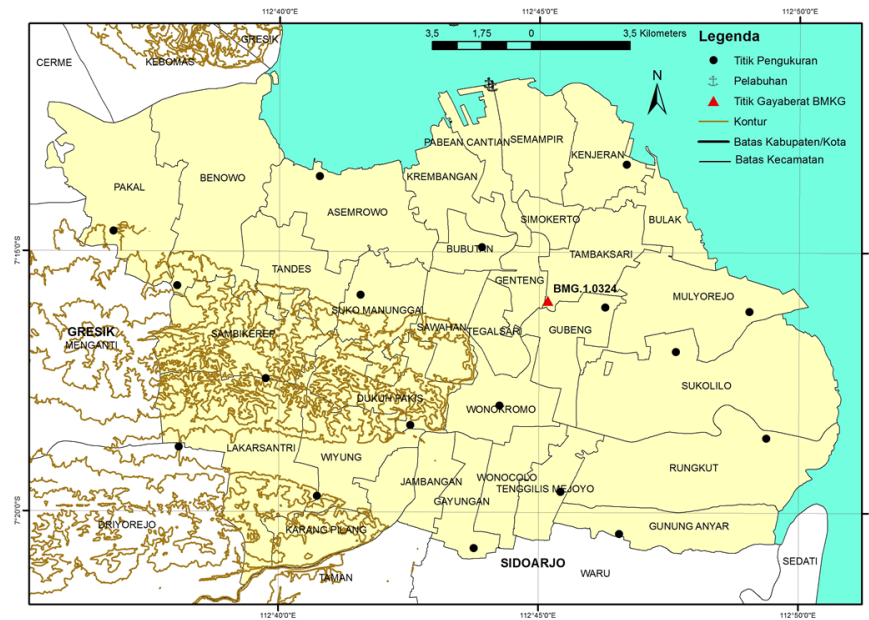
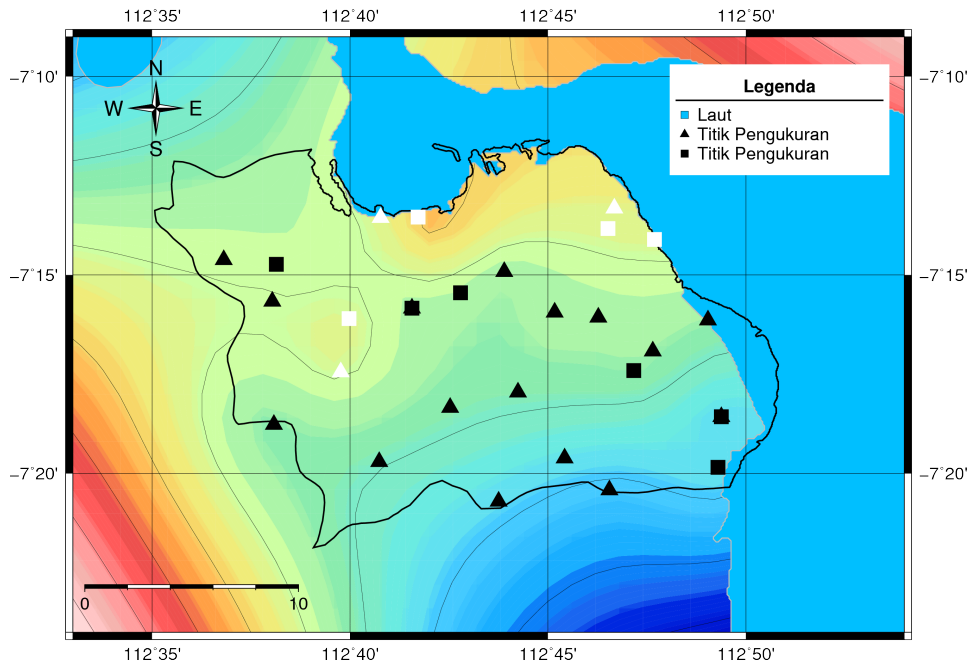
Plotting data gayaberat (EGM2008 vs Data in Situ)



Anomali Free Air EGM 2008



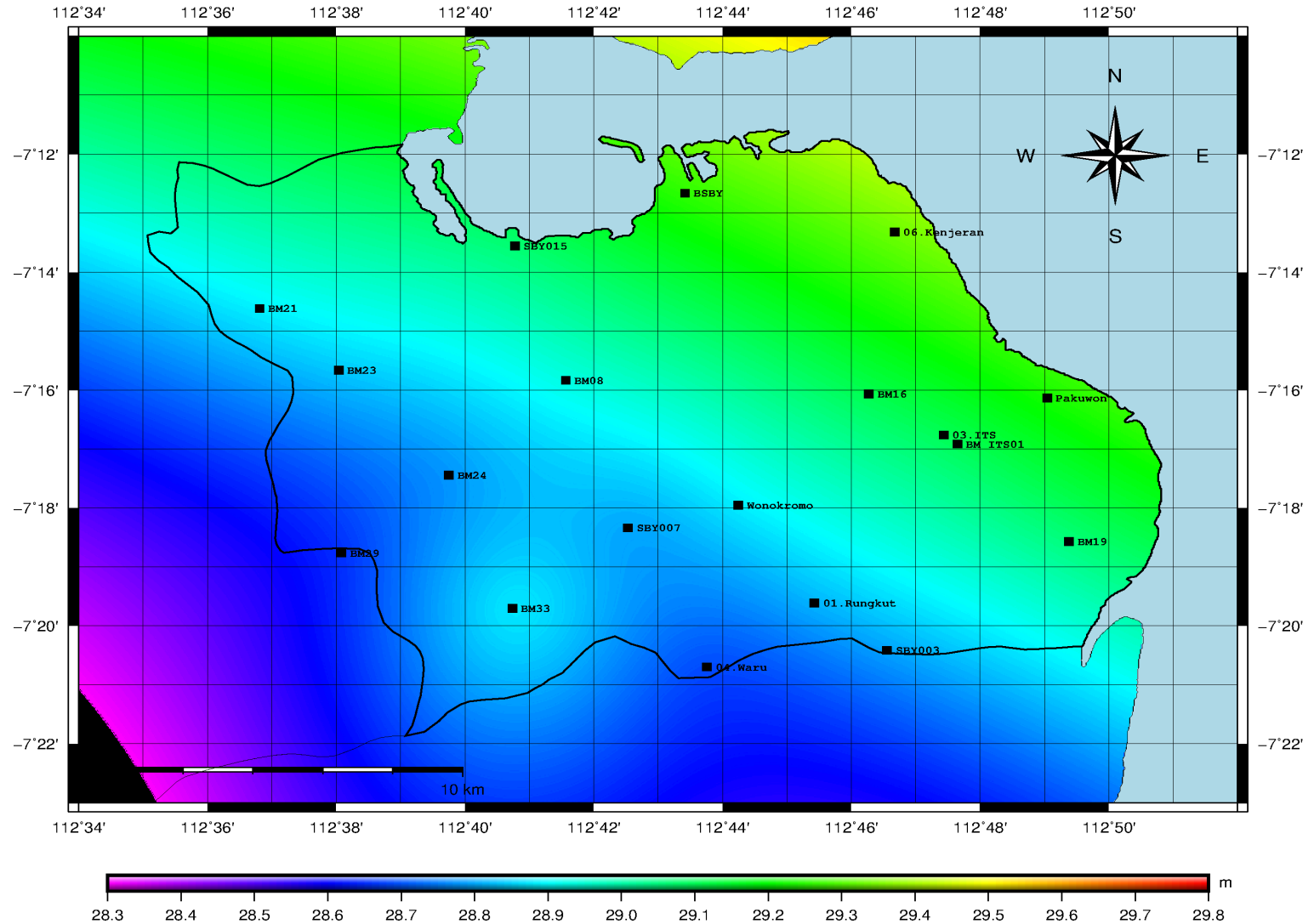
Anomali Gayabarat vs Topografi



Data GPS Kala 1

Titik	Lintang	Bujur	N_{GM}	$N_{\Delta g}$	N
BSBY	-7.21104219	112.72362173	29.2140	0.0361	29.2501
BM16	-7.26777862	112.77119580	29.0480	0.0563	29.1043
06.Kenjeran	-7.22200000	112.77790000	29.3080	0.0182	29.3262
Wonokromo	-7.29924000	112.73739000	28.8060	0.0727	28.8787
04.Waru	-7.34500000	112.72930000	28.5990	0.0856	28.6846
SBY007	-7.30564413	112.70882490	28.7140	0.0809	28.7949
BM33	-7.32841545	112.67896180	28.7730	0.0955	28.8685
BM29	-7.31278024	112.63465860	28.5570	0.0962	28.6532
BM24	-7.29075134	112.66251260	28.6890	0.0851	28.7741
BM23	-7.26107473	112.63397410	28.7730	0.0603	28.8333
BM21	-7.24364774	112.61352160	28.8230	0.0603	28.8833
SBY015	-7.22596326	112.67958650	29.0290	0.0361	29.0651
BM08	-7.26396235	112.69276490	28.8700	0.0605	28.9305
BM ITS01	-7.28198000	112.79414000	29.0420	0.0539	29.0959
Pakuwon	-7.26897000	112.81737000	29.1760	0.0435	29.2195
BM19	-7.30954810	112.82299320	28.9880	0.0642	29.0522
01.Rungkut	-7.32690000	112.75710000	28.7280	0.0809	28.8089
SBY003	-7.34026304	112.77589599	28.7160	0.0731	28.7891
03.ITS	-7.27940000	112.79060000	29.0440	0.0539	29.0979

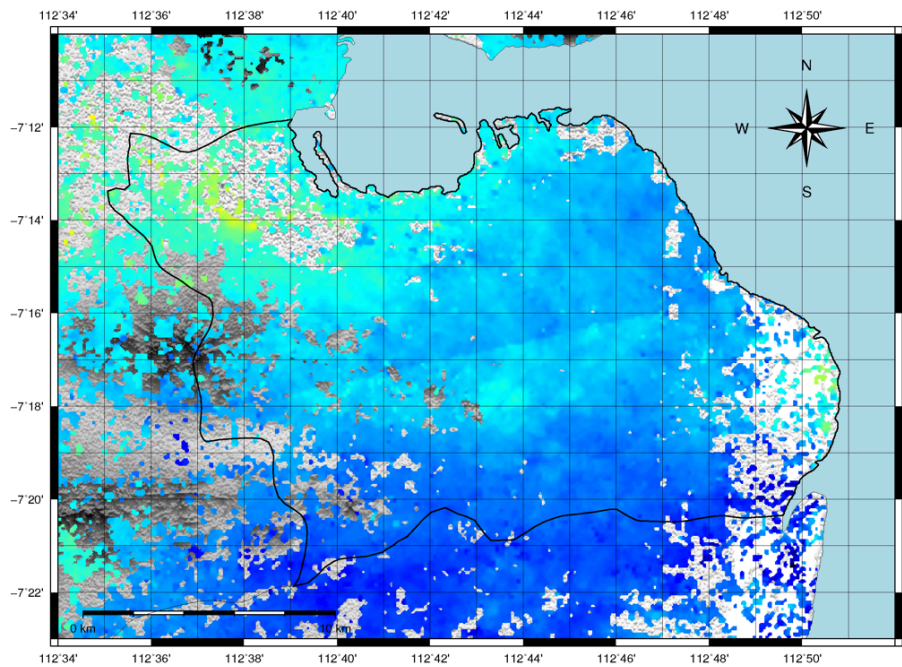
Distribusi nilai undulasi geoid (N) di seluruh wilayah Surabaya dari hasil pengukuran GPS kala ke-1



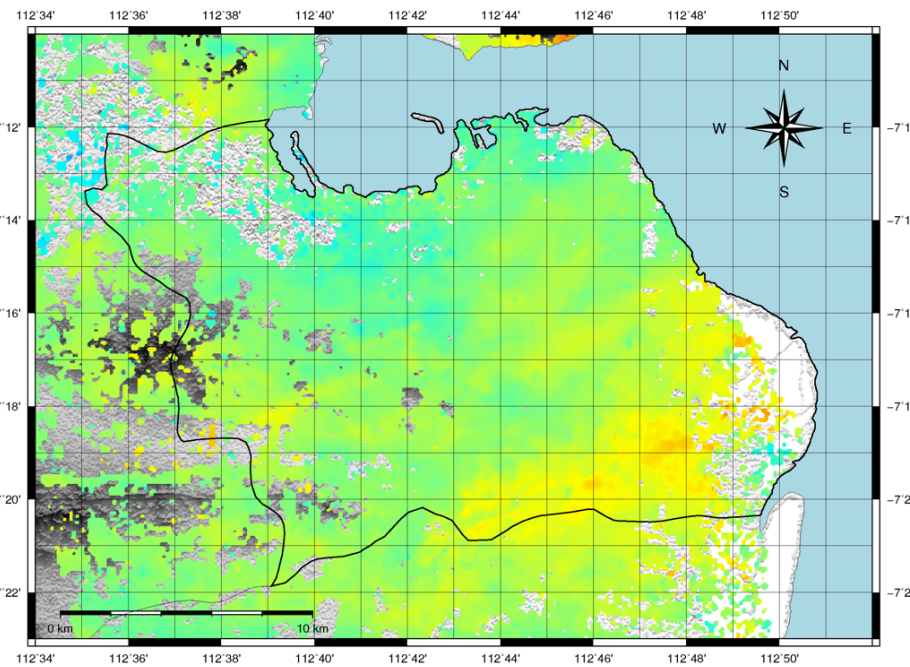
Analisa Metode DInSAR

Data Interferogram Sentinel-1A yang digunakan dalam penelitian

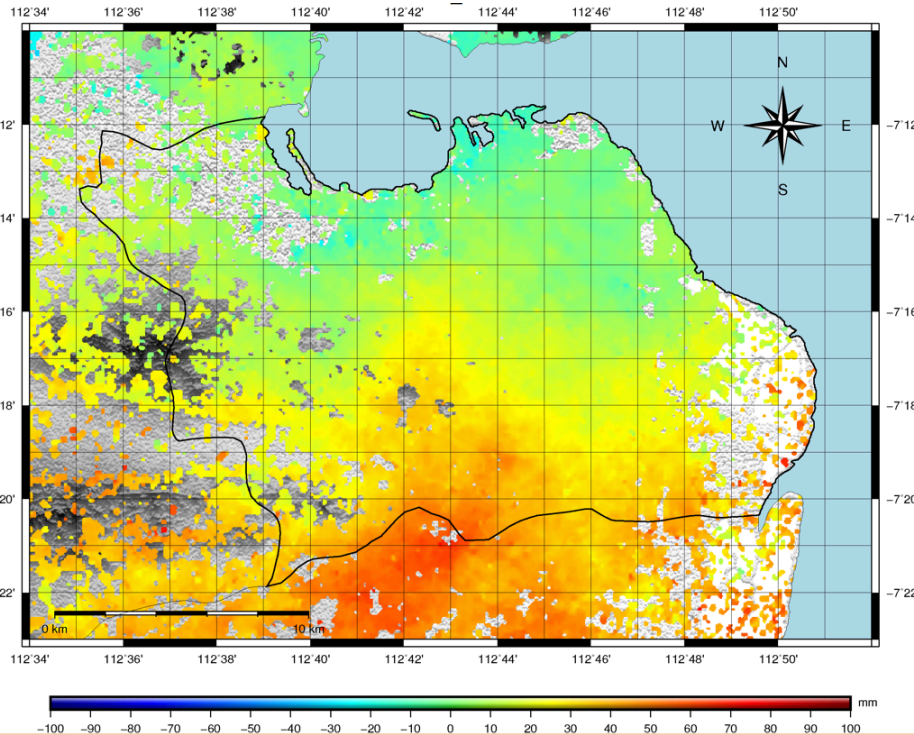
Series number	Master image date	Slave image date	Orbit heading	Mode	Polarisation	Baseline perpendicular (m)	Baseline parallel (m)	Baseline temporal (days)
1	1 Mei 2015	22 Sept 2015	Ascending	IW	Single – VV	96.67	50.52	120
2	22 Sept 2015	20 Jan 2016	Ascending	IW	Single – VV	24.90	39.59	120
3	20 Jan 2016	19 Mei 2016	Ascending	IW	Single – VV	26.10	2.37	120
4	19 Mei 2016	16 Sept 2016	Ascending	IW	Single – VV	-19.97	1.42	120
5	16 Sept 2016	14 Jan 2017	Ascending	IW	Single – VV	-59.25	-33.91	120
6	14 Jan 2017	26 Mei 2017	Ascending	IW	Single – VV	68.77	45.48	120



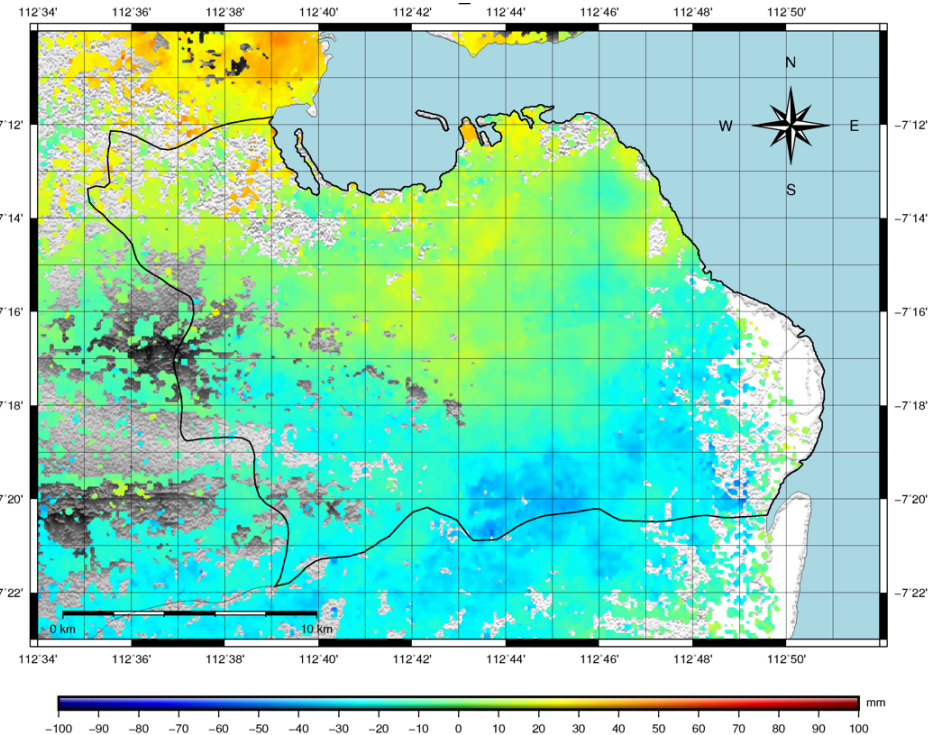
Mei 2015 – September 2015



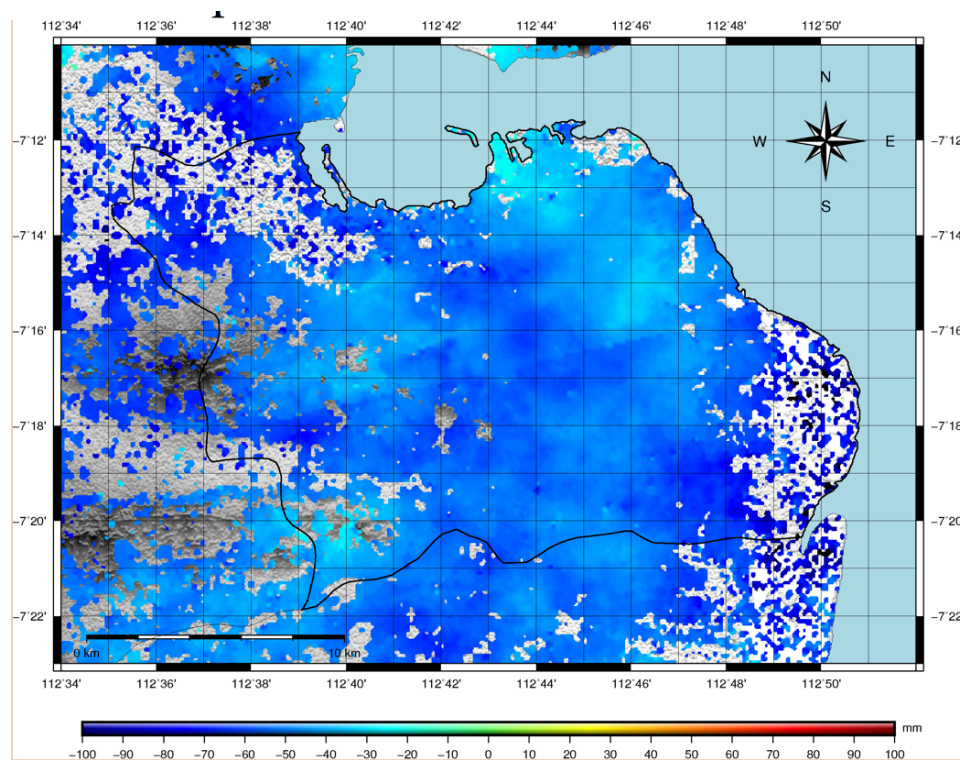
Mei 2016 – September 2016



September 2015 – Januari 2016



September 2016 – Januari 2017

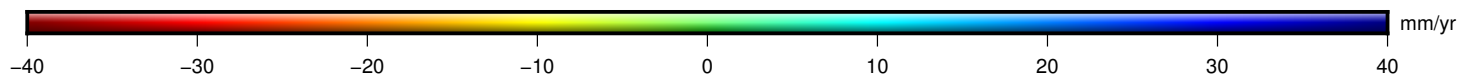
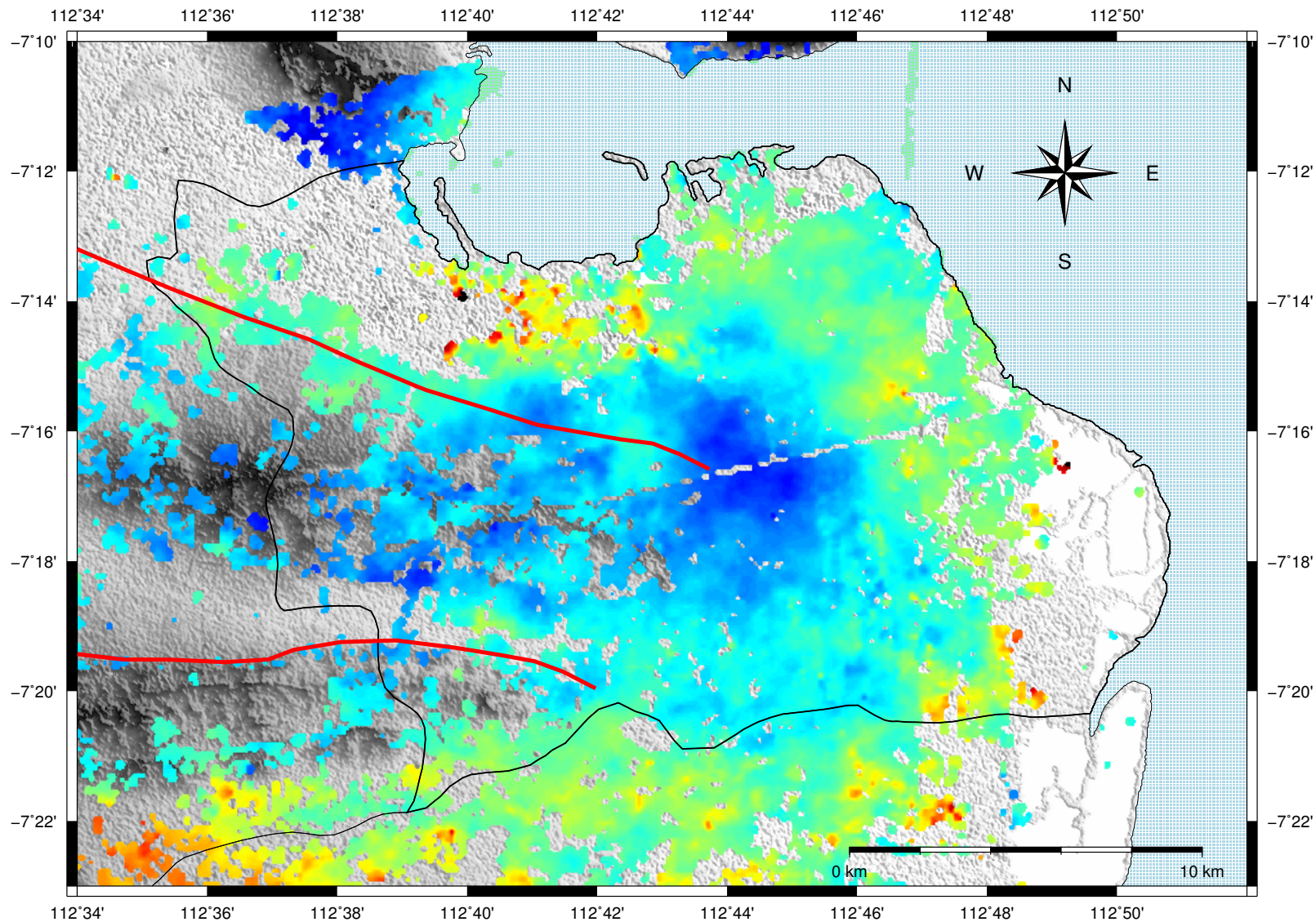


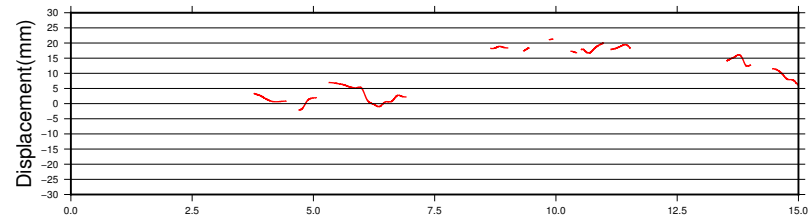
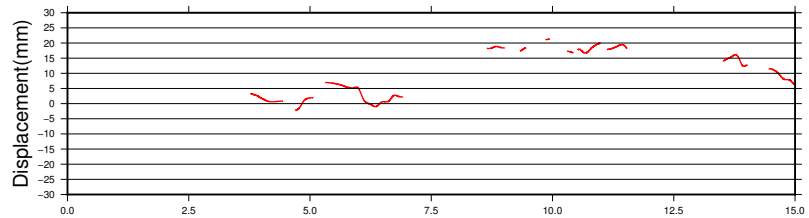
Januari 2016 – Mei 2016

Hasil bulan Januari 2017 – Mei 2017 masih mengalami error dalam proses prosesingnya

Analisa Metode Time-Series InSAR

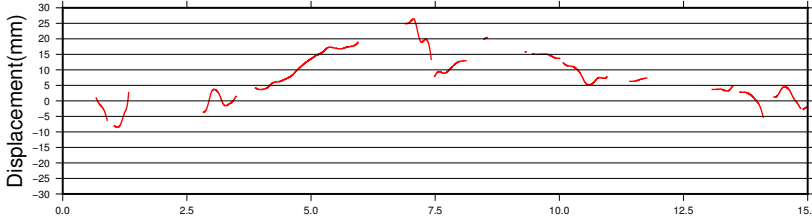
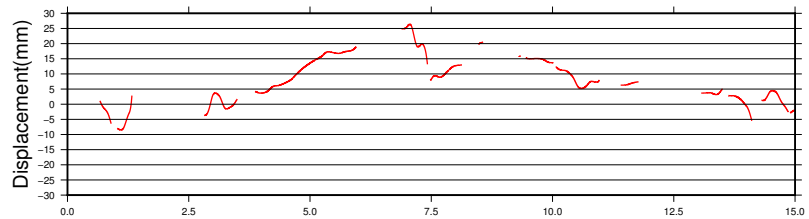
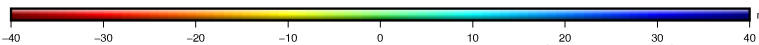
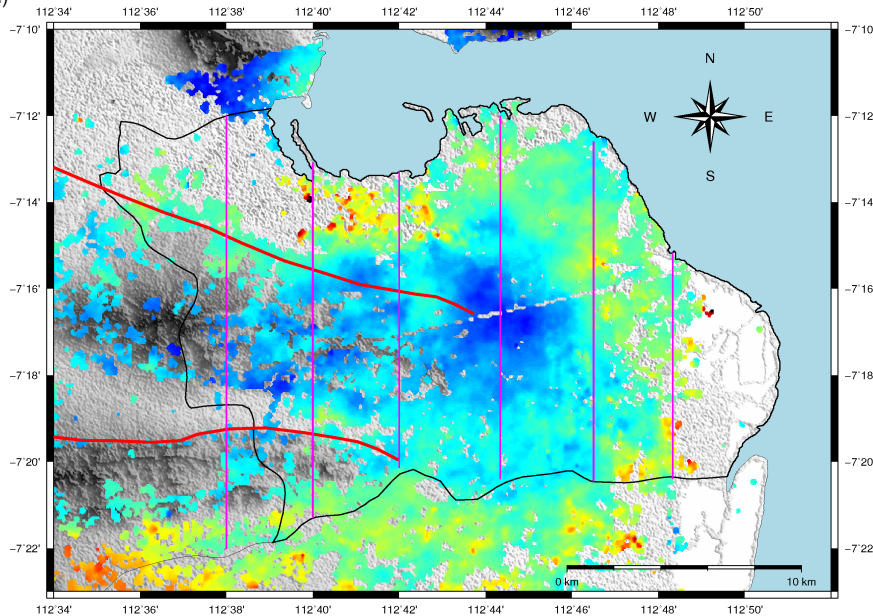
- Data Sentinel 1A Mei 2015 – Mei 2017
- Dem SRTM 30 m





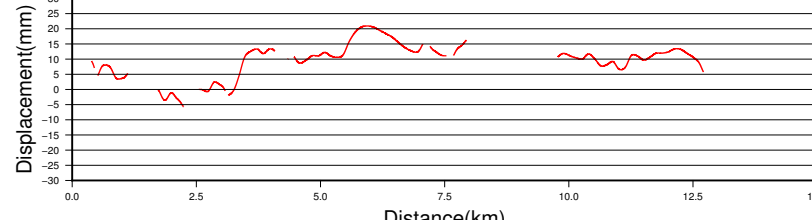
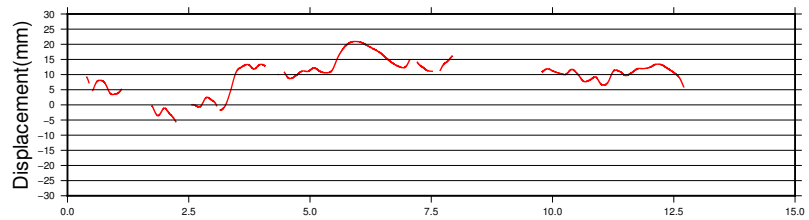
Distance(km)

Distance(km)



Distance(km)

Distance(km)



Distance(km)

Distance(km)

Kesimpulan Sementara

- Data pengukuran gayaberat dari beberapa titik pengukuran memberikan kontribusi terhadap peningkatan kualitas model geoid untuk wilayah Surabaya.
- Belum dapat ditentukan nilai deformasi yang terjadi di wilayah Surabaya dari pengukuran GPS.
- Dari hasil analisa data SAR dapat disimpulkan bahwa untuk keseluruhan wilayah Surabaya mengalami deformasi permukaan yang bervariasi berupa uplift dan *subsidence*.
- Perlu dilakukan validasi dari antar metode pengamatan deformasi yang digunakan.

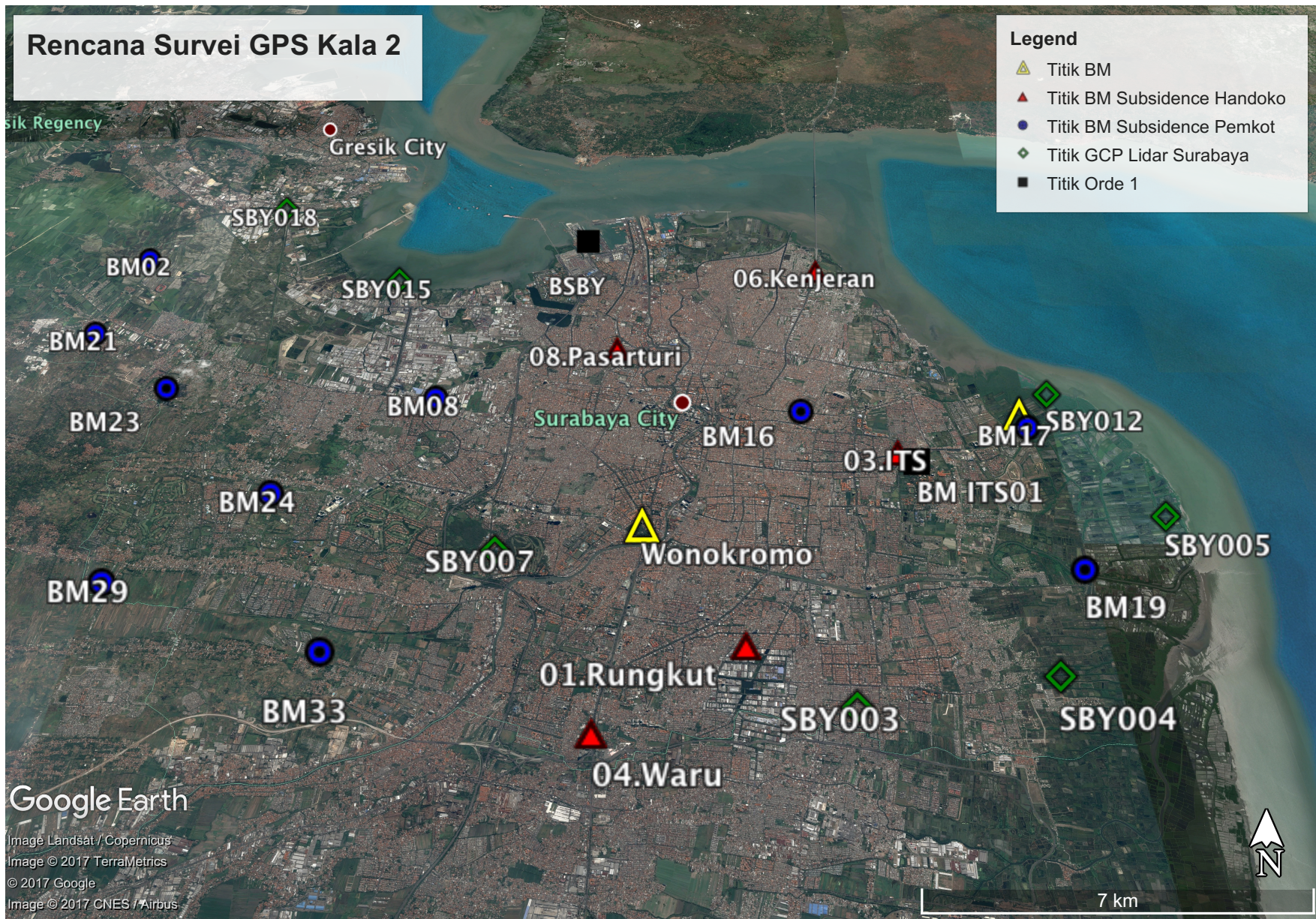
Rencana Berikutnya

- Pengukuran GPS kala ke-2
- Pengukuran Gayaberat dengan metode grid
- Analisa land subsidence/ uplift dari metode-metode yang digunakan
- Validasi antara masing-masing metode

Rencana Survei GPS Kala 2

Legend

- ▲ Titik BM
- ▲ Titik BM Subsidence Handoko
- Titik BM Subsidence Pemkot
- ◆ Titik GCP Lidar Surabaya
- Titik Orde 1



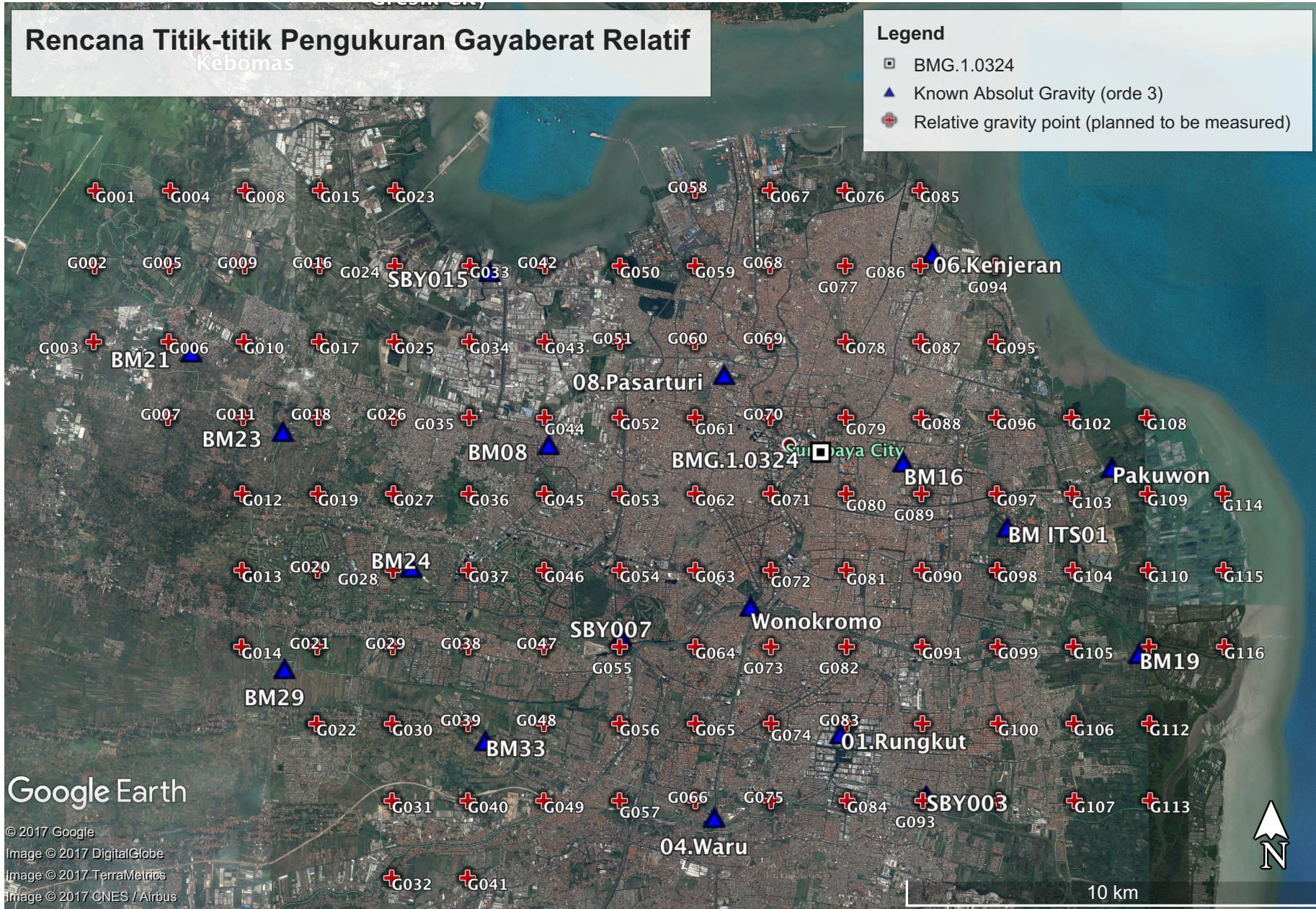
Google Earth

Image Landsat / Copernicus
Image © 2017 TerraMetrics
© 2017 Google
Image © 2017 CNES / Airbus

Rencana Titik-titik Pengukuran Gayaberat Relatif

Legend

- BMG.1.0324
- Known Absolut Gravity (orde 3)
- Relative gravity point (planned to be measured)



Google Earth

© 2017 Google

Image © 2017 DigitalGlobe

Image © 2017 TerraMetrics

Image © 2017 CNES / Airbus

Pengikatan Nilai Gayaberat ke Titik GBU Orde 1



TERIMA KASIH