PROGRAM MAGISTER
JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2015

# PROPOSAL TESIS– RE142541

## UJI COBA PEMANFAATAN DATA $NO_2$ DARI SATELITE GOME-2 METOP B UNTUK ANALISA KORELASI DENGAN DATA PENGUKURAN DI BUMI, ANALISA POLA PENINGKATAN $NO_2$ TERHADAP MUSIM DAN ANALISA POLA PENINGKATAN $NO_2$ TERHADAP RUANG TERBUKA HIJAU

RADEN KOKOH HARYO PUTRO
3314201017

DOSEN PEMBIMBING
DR. ENG. ARIE DIPAREZA, ST., MEPM

# LATAR BELAKANG

- $NO_2$ Merupakan paramater polutan utama dari hasil pembakaran bahan bakar fosil/ BBM.
- Jumlah stasiun pemantau kualitas udara di Indonesia sangat kurang dan tidak di setiap daerah ada.
- Di Bangkok, Rayong dan Chiangmai pernah dilakukan analisa korelasi linear
- Dilakukan analisa korelasi antara data citra satelit dengan data pengukuran Stasiun Pemantau Kualitas Udara, analisa pengaruh musim dan analisa pengaruh luas Ruang Terbuka Hijau (RTH) di Jakarta dan Surabaya

# TUJUAN

- Menentukan Korelasi linear anatara nilai total column dari citra satelit GOME-2 METOP B dengan konsentrasi rata- rata bulanan $NO_2$ dari Stasiun Pemantau Kualitas Udara.
- Menentukan pengaruh musim terhadap peningkatan pola konsentrasi $NO_2$ di udara
- Menentukan Pengaruh Luas RTH terhadap pola peningkatan $NO_2$ di udara

# Metodologi dan Hasil

- Penentuan Stasiun Pemantau Kualitas Udara (SPKU)

| Kota | Titik Pantau | Nama | Alamat | Koordinat |
|---|---|---|---|---|
| Surabaya | SUF 1 | Taman Prestasi | JL Ketabang Kali No 6 | -7.262016, 112.746425 |
| | SUF 2 | Perak Timur | Jl Selangor | -7.223738, 112.733968 |
| | SUF 3 | Sukomanunggal | Jl Kalikundang | -7.248917, 112.647734 |
| | SUF 4 | Gayungan | Jl Raya Pagesangan | -7.333790, 112.707853 |
| | SUF 5 | Gebang Putih | Jl A Rachman Hakim | -7.290515, 112.793565 |
| | SUF 6 | Wonorejo | Jl Kendalsari | -7.313076, 112.785212 |
| | SUF 7 | Kebonsari | | -7.327922, 112.713241 |
| Jakarta | DKI1 | Bunderan HI | | -6.1949571, 106.82306 |
| | DKI2 | Kelapa Gading | | -6.1604549, 106.905461 |
| | DKI3 | Jagakarsa | | -6.334917, 106.823737 |
| | DKI4 | Lubang Buaya | | -6.2939072, 106.903398 |
| | DKI5 | Jakarta Timur | | -62069444,106.752222 |
| | JAF4 | West Jakarta | | -6.1683295, 106.758849 |

# Metodologi dan Hasil

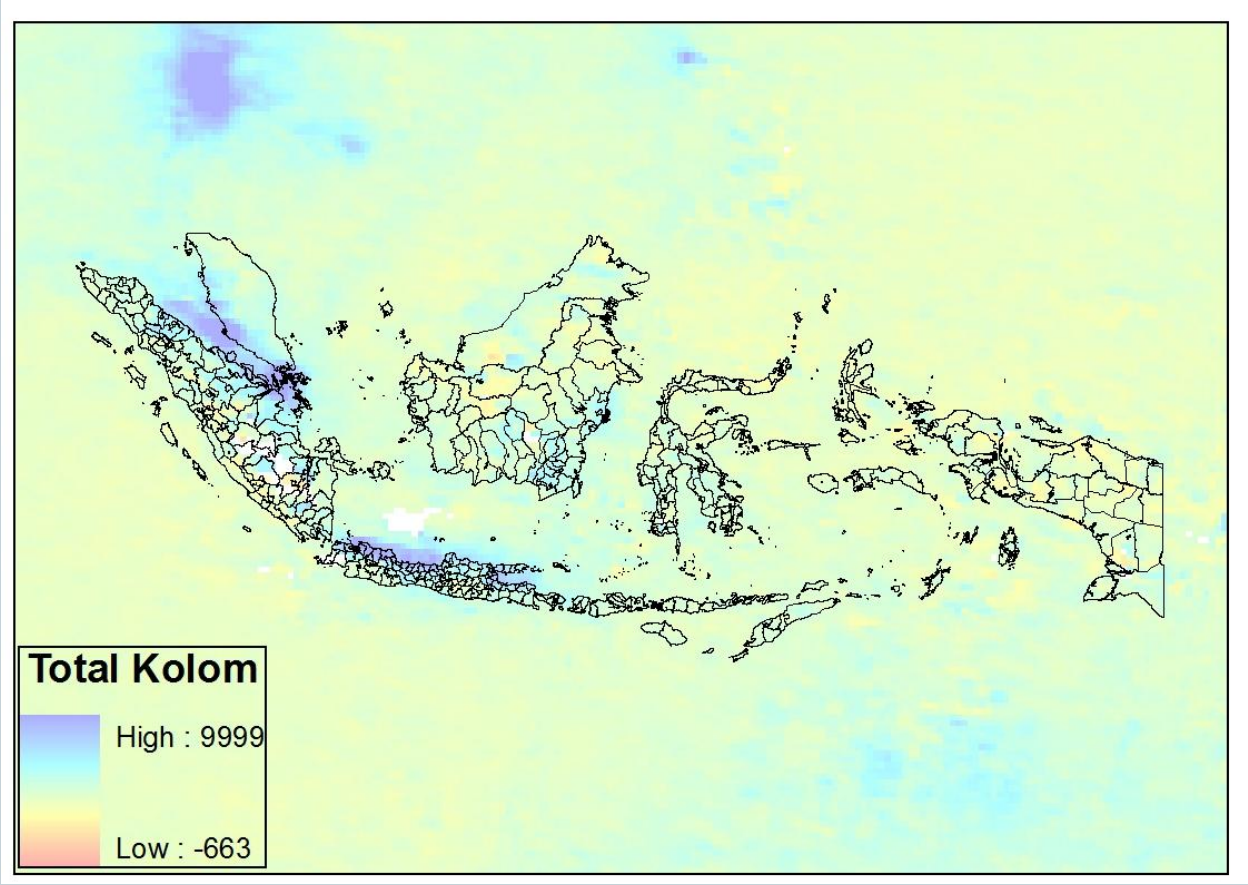
- Satelit GOME 2

| | |
|---|---|
| **Principle** | Nadir-scanning UV/VIS grating spectrometer |
| **Wavelength Range** | 240-790 nm 4 chanel |
| | 300-800 nm in 2 polarisation chanel (s/p) |
| **Detectors** | 1024 element Reticon linear diode arrays |
| **Readout time** | 46,875 ms (complete arrays) |
| **Spectral sampling** | 0,12-0,21 nm (main chanel) |
| **Spectral resolution** | FWHM 0,26-0,51 nm (main chanel) |
| **Swath width** | Deafult 1920 km |
| **Swath Type** | Earth-curvature compensating |
| **Min effective IT** | 187,5 ms |
| **Spatial resolution** | Default 80x40 $km^2$ |
| **Internal Calibration** | LED, spectral lamp (PtCrNeAr), White Lamp |
| **Sun diffuser** | Quartz quasi-volume |
| **Date Rate** | 400 kbits/ or 300 MB/orbit |
| **Duration** | 1,5 day |
| **Altitude Imaging** | 800 mdpl |

*Sumber: Munro at all, 2012; Callies et al, 2000; Burrows et al, 1999)*

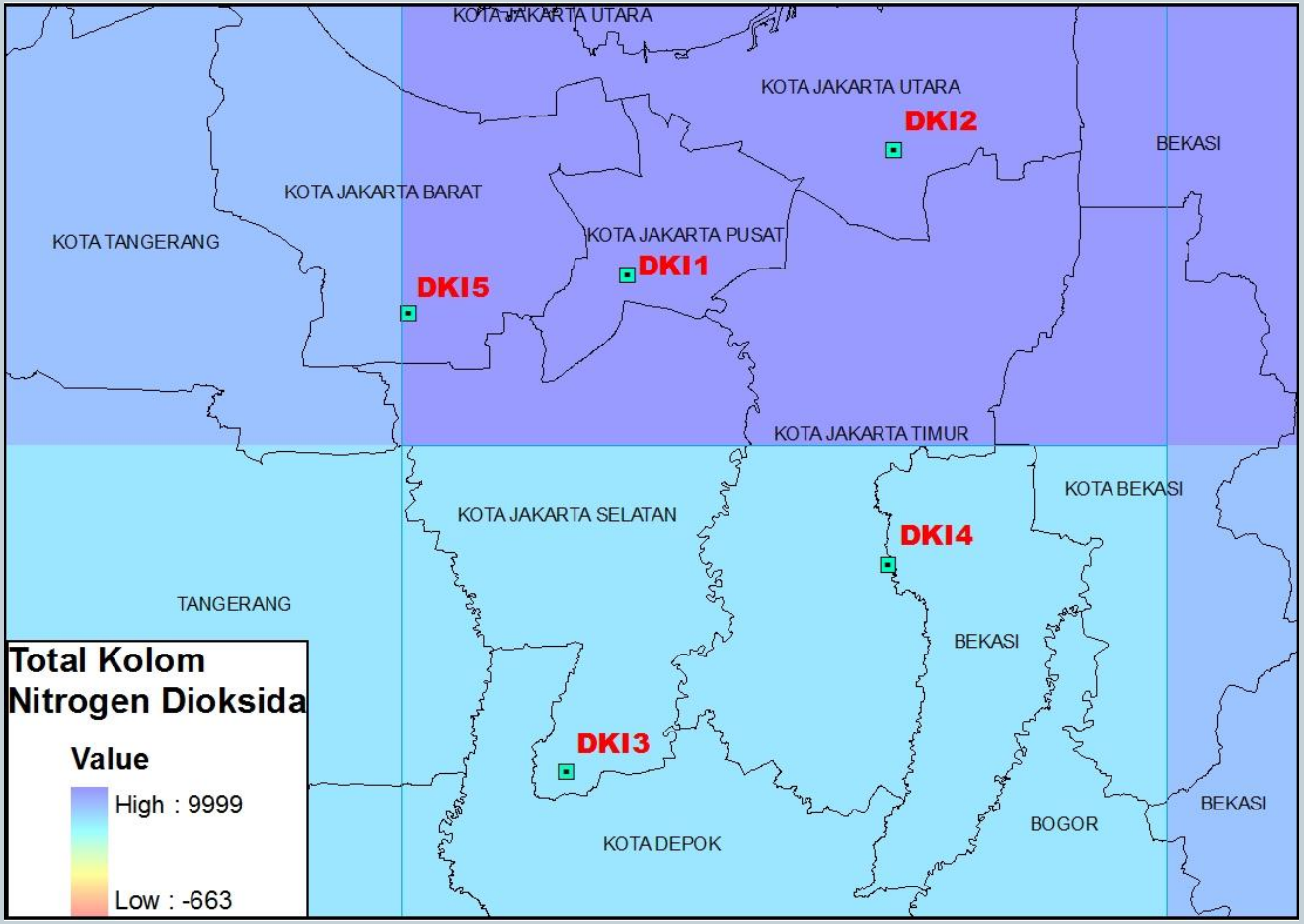
# Metodologi dan Hasil

- Peta Citra Satelite GOME 2 Metop B Januari 2013



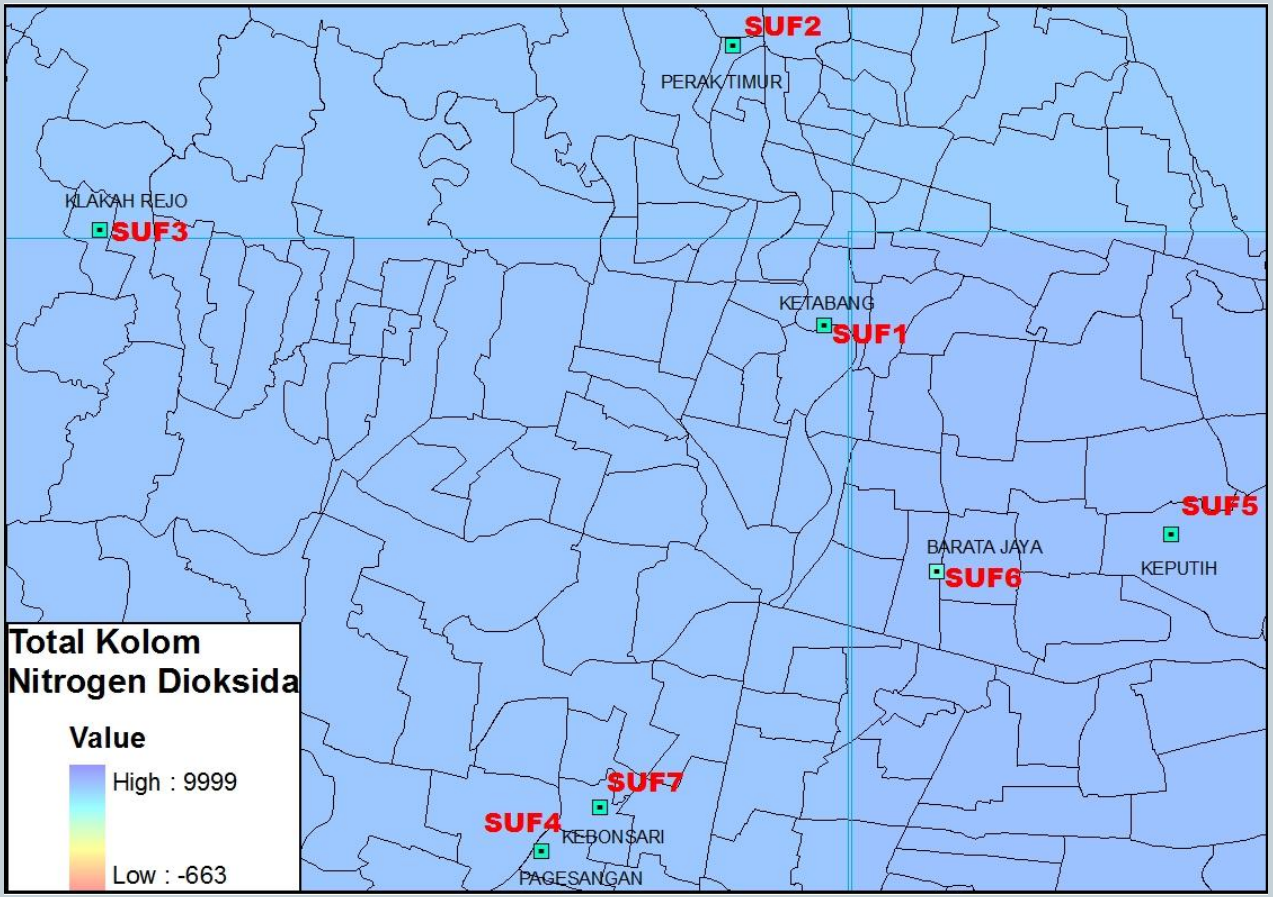
# Metodologi dan Hasil

- Peta Citra Satelit GOME 2 METOP B DKI Jakarta Januari 2013



# Metodologi dan Hasil

- Peta Citra Satelit GOME 2 METOP B Surabaya Januari 2013



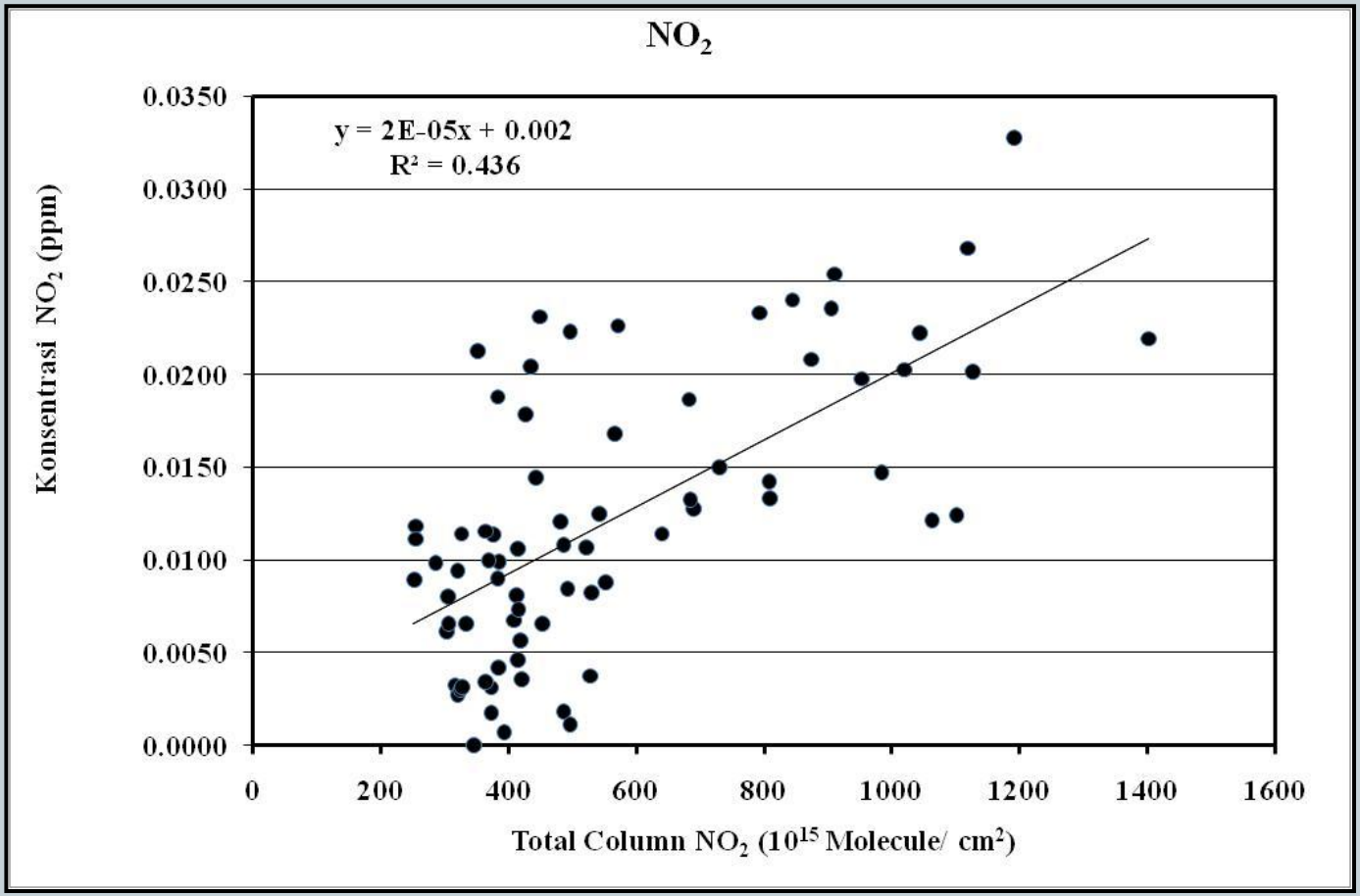
# Metodologi dan Hasil

- Perbandingan Hasil SPKU dan Citra Satelit

| Tahun | Kota | Stasiun | NO2 | Bulan | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | Januari | Februari | Maret | April | Mei | Juni | Juli | Agustus | September | Oktober | November | Desember |
| 2013 | Surabaya | Pixel 2 | AQMS (ppm) | 0,0031 | 0,0018 | 0,0018 | | | 0,0038 | 0,0088 | 0,0033 | 0,0066 | | | |
| | | | Total Kolom | 373 | 486 | 373 | | | 528 | 552 | 316 | 453 | | | |
| | | Pixel 1 | AQMS (ppm) | 0,0035 | | 0,0011 | 0,0007 | 0,0000 | | | | | | | |
| | | | Total Kolom | 363 | | 496 | 393 | 345 | | | | | | | |
| | | Pixel 3 | AQMS (ppm) | 0,0099 | 0,0114 | 0,0116 | 0,0027 | 0,0081 | 0,0108 | 0,0081 | 0,0030 | 0,0067 | 0,0062 | 0,0085 | |
| | | | Total Kolom | 385 | 376 | 363 | 320 | 305 | 486 | 412 | 324 | 408 | 303 | 492 | |
| | Jakarta | Pixel 1 | AQMS (ppm) | 0,0168 | 0,0202 | 0,0219 | 0,0208 | 0,0236 | 0,0223 | | | | 0,0254 | 0,0240 | |
| | | | Total Kolom | 566 | 1.127 | 1.402 | 874 | 905 | 1.044 | | | | 910 | 844 | |
| | | Pixel 2 | AQMS (ppm) | 0,0098 | 0,0121 | 0,0124 | 0,0128 | 0,0147 | 0,0142 | 0,0150 | 0,0125 | 0,0132 | 0,0133 | 0,0114 | |
| | | | Total Kolom | 286 | 1.063 | 1.101 | 689 | 984 | 808 | 730 | 542 | 684 | 809 | 640 | |
| 2014 | Surabaya | Pixel 3 | AQMS (ppm) | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | 0,01 | | | 0,01 | 0,01 | 0,01 | |
| | | | Total Kolom | 252 | 326 | 414 | 521 | 333 | 418 | | | 415 | 306 | 529 | |
| | | Pixel 2 | AQMS (ppm) | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | | | 0,02 | 0,02 | 0,02 | |
| | | | Total Kolom | 481 | 255 | 427 | 571 | 383 | 435 | | | 448 | 352 | 496 | |
| | Jakarta | Pixel 1 | AQMS (ppm) | 0,02 | 0,02 | 0,03 | 0,02 | | | | | | | | |
| | | | Total Kolom | 682 | 793 | 1118 | 952 | | | | | | | | |
| | | Pixel 2 | AQMS (ppm) | 0,01 | 0,02 | 0,03 | | | | | | | | | |
| | | | Total Kolom | 443 | 1019 | 1191 | 843 | | | | | | | | |
| 2015 | Surabaya | Pixel 3 | AQMS (ppm) | 0,0094 | 0,0111 | 0,0090 | 0,0100 | | 0,0046 | | | | | | |
| | | | Total Kolom | 320 | 255 | 383 | 369 | | 414 | | | | | | |
| | | Pixel 2 | AQMS (ppm) | 0,0032 | 0,0042 | 0,0036 | | | | | | | | | |
| | | | Total Kolom | 327 | 384 | 420 | | | | | | | | | |

# Metodologi dan hasil

- Analisa Korelasi dengan Regresi Linear



# Metodologi dan Hasil

- Hubungan linear konsentrasi $NO_2$ dari pengukuran di bumi dengan nilai Total Column data satelit GOME-2 Metop B sebesar 43%.

| **Kota** | **Surabaya** | | | **DKI Jakarta** | | **Total** |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Pixel** | **Pixel 2** | **Pixel 3** | **Pixel 1** | **Pixel 1** | **Pixel 2** | |
| **Jumlah Data** | 21 | 25 | 5 | 15 | 15 | 81 |
| **Durasi** | 2013-2015 | 2013-2015 | 2013 | 2013-2014 | 2013-2014 | 2013-2015 |

# Metodologi dan Hasil

- Koeralasi yang masih lemah dapat disebabkan oleh:
  - Perbedaan durasi pengukuran
  - Berdasarkan teori box pemantauan udara adanya perbedaan sumber emisi, kecepatan angin dan lebar area terhadap arah angin
  - Kestabilan $NO_2$ yang rendah akibat adanya reaksi fotokimia yang berlangsung cepat
  - Aerosol di atmosfer yang mengganggu proses pencitraan satelit

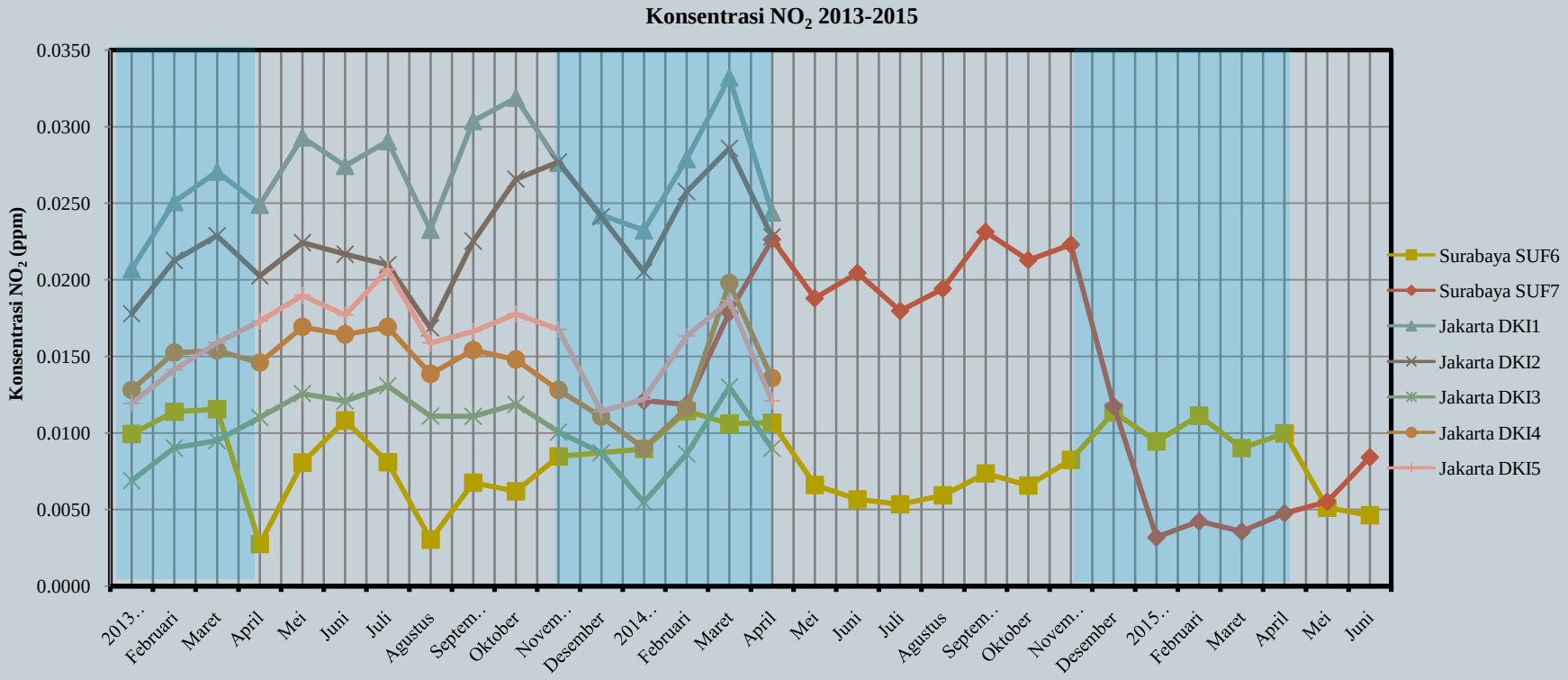
# Metodologi dan Hasil

- Validasi Data

| Tahun | Kota | PIixel | Bulan | Rata Rata Bulanan NO2 [ppm] | Kolom Troposfer ($10^{15}$ molecul/cm$^2$) | Validasi NO2 (ppm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2013 | Surabaya | Pixel 1 | Februari | 0,0010 | 690 | 0,0158 |
| | Jakarta | Pixel 1 | Juli | 0,0236 | 852 | 0,0190 |
| | | | Agustus | 0,0187 | 677 | 0,0155 |
| | | | September | 0,0232 | 778 | 0,0176 |
| 2014 | Jakarta | Pixel 2 | April | 0,0226 | 843 | 0,0189 |
| 2015 | Surabaya | Pixel 2 | April | 0,0048 | 398 | 0,0100 |
| | | | Juni | 0,0084 | 448 | 0,0110 |

# Metodologi dan Hasil

- Analisa Pengaruh Musim Data SPKU



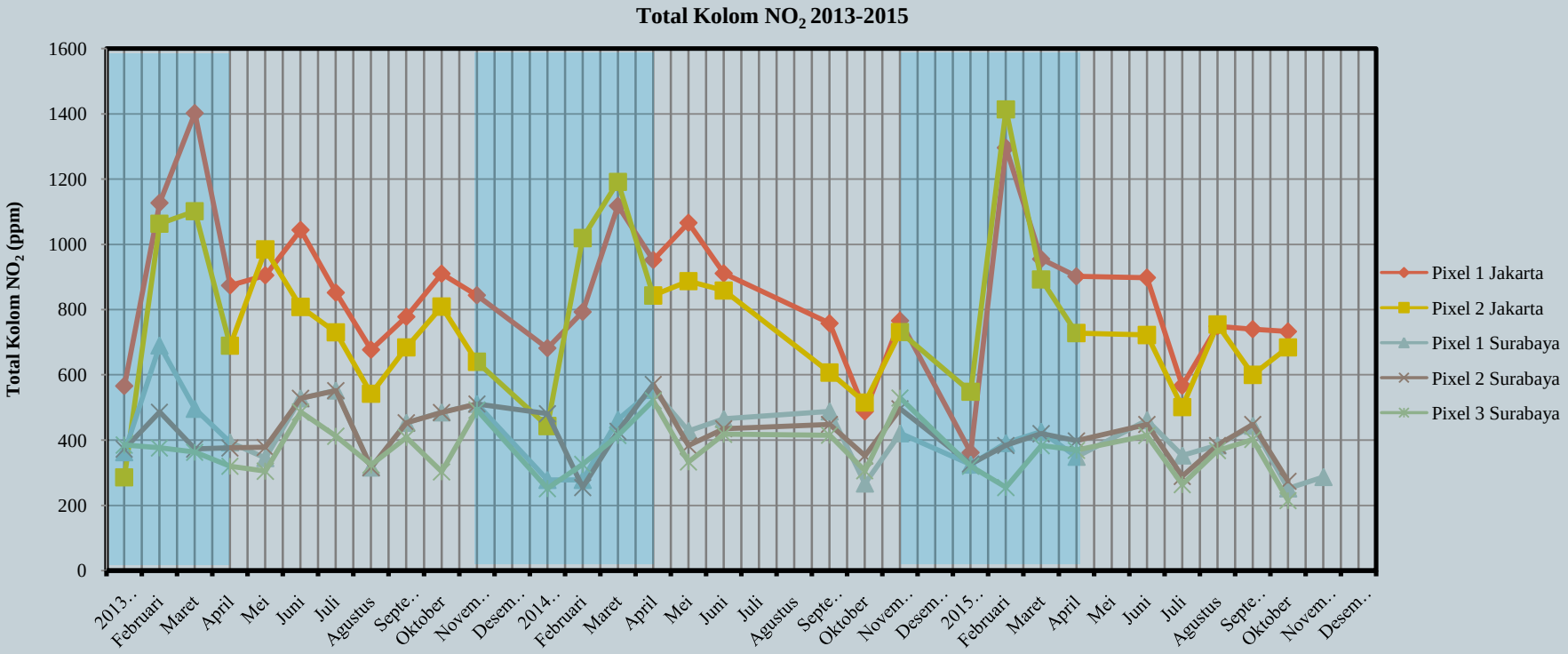
# Metodologi dan Hasil

- Hasil Anova

| SPKU | Hasil Anova (P Value) | Keterangan |
|---|---|---|
| SUF 6 | 0,0002367 | Ada Pengaruh |
| SUF 7 | 0,1228973 | Tidak ada pengaruh |
| DKI 1 | 0,1257578 | Tidak ada pengaruh |
| DKI 2 | 0,4512624 | Tidak ada pengaruh |
| DKI 3 | 0,0065877 | Ada Pengaruh |
| DKI 4 | 0,1172567 | Tidak ada pengaruh |
| DKI 5 | 0,0172859 | Tidak ada pengaruh |

# Metodologi dan Hasil

- Analisa Pengaruh Musim Data Satelit



# Metodologi dan Hasil

- Hasil Anova

| Pixel | Hasil Anova (P Value) | Keterangan |
|---|---|---|
| Pixel 1 Sueabaya | 0,9944220 | Tidak ada pengaruh |
| Pixel 2 Surabaya | 0,4070763 | Tidak ada pengaruh |
| Pixel 3 Surabaya | 0,4903278 | Tidak ada pengaruh |
| Pixel 1 DKI Jakarta | 0,7111100 | Tidak ada pengaruh |
| Pixel 2 DKI jakarta | 0,5582129 | Tidak ada pengaruh |

# Metodologi dan Hasil

- Rata- rata $NO_2$ di setiap musim, Data SPKU

| SPKU | 2013 | | 2014 | | 2015 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hujan | Kemarau | Hujan | Kemarau | Hujan | Kemarau |
| SUF 6 | 0,0088147 | 0,0071521 | 0,0102075 | 0,0062377 | 0,0098900 | 0,0048646 |
| SUF 7 | | | 0,0164159 | 0,0201727 | 0,0039342 | 0,0069629 |
| DKI 1 | 0,0249240 | 0,0285457 | | | | |
| DKI 2 | 0,0223333 | 0,0218378 | | | | |
| DKI 3 | 0,0091909 | 0,0119551 | | | | |
| DKI 4 | 0,0136466 | 0,0157175 | | | | |
| DKI 5 | 0,0145708 | 0,0179371 | | | | |

# Metodologi dan Hasil

- Rata- rata $NO_2$ di setiap musim, Data Satelite

| Pixel | 2013 | | 2014 | | 2015 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Hujan | Kemarau | Hujan | Kemarau | Hujan | Kemarau |
| Pixel 1 Sueabaya | 490,6 | 446,5 | 398,8 | 412,0 | 355,6 | 378,8 |
| Pixel 2 Surabaya | 423,8 | 452,0 | 446,0 | 404,5 | 382,3 | 368,6 |
| Pixel 3 Surabaya | 387,2 | 373,0 | 408,4 | 368,0 | 331,8 | 332,6 |
| Pixel 1 DKI Jakarta | 802,2 | 861,0 | 862,2 | 805,8 | 878,8 | 737,4 |
| Pixel 2 DKI jakarta | 629,8 | 759,5 | 845,4 | 716,8 | 895,3 | 652,2 |

# Metodologi dan Hasil

- Hasil dari anova kedua data (Data SPKU dan data Citra satelit) tidak menunjukan adanya pengaruh yang signifikan, namun jika dilihat dari rata-rata setiap musimnya diperoleh hasil sebagai berikut:
  - Rata-rata Musim dari Data SPKU menunjukan rata-rata yang lebih banyak tinggi di musim kemarau, Reaksi pembentukan $NO_2$ lebih cepat pada suhu tinggi dan ada pengaruh hujan
  - Rata-rata Musim dari Data Citra satelit menunjukan rata-rata yang lebih banyak tinggi di musim hujan, Ketinggian pencitraan diatas 800 m sehingga $NO_2$ terpengaruh oleh reaksi fotokimia di atmosfer saja.

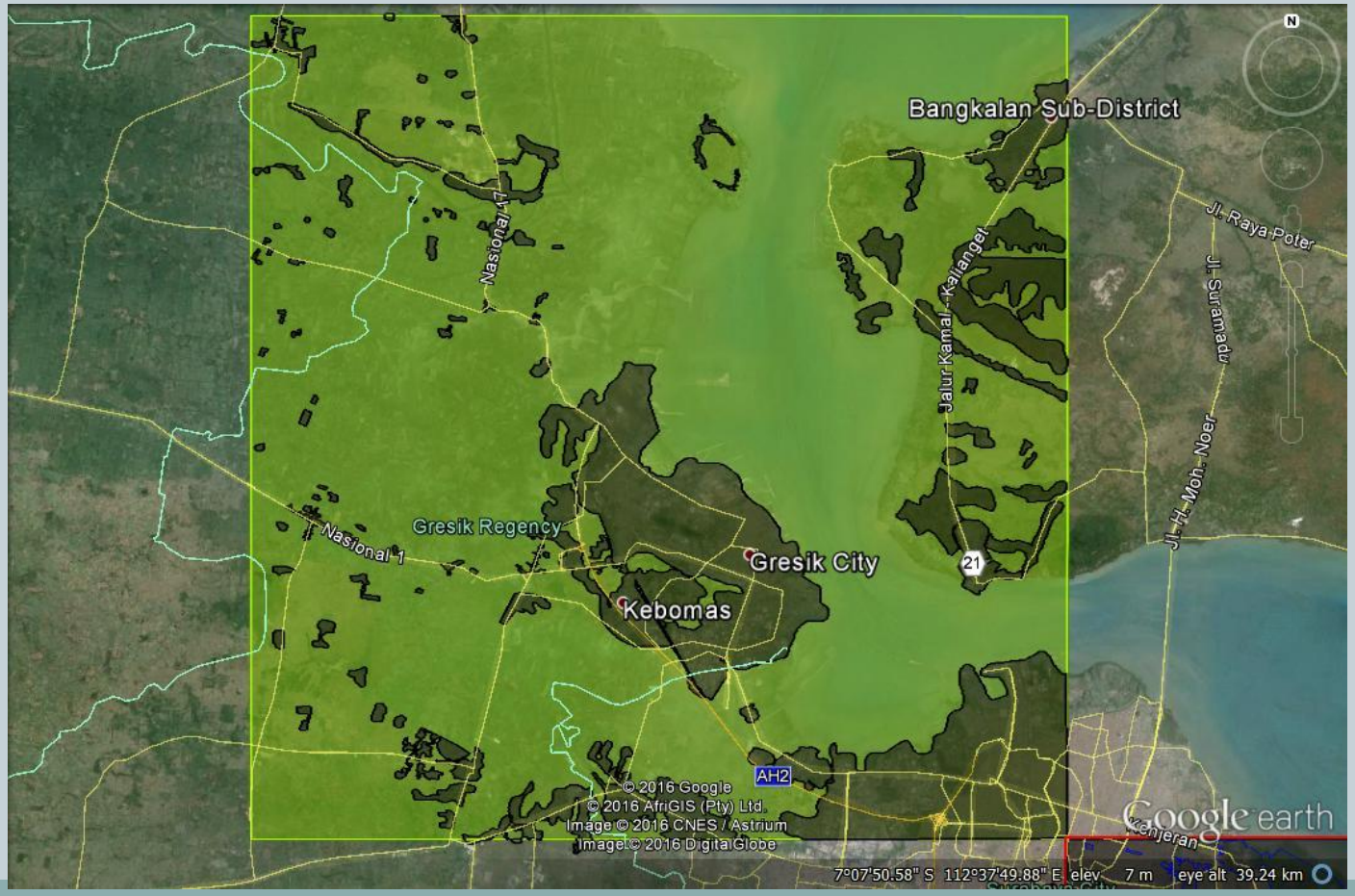
# Metodologi dan Hasil

- Analisa pengaruh luas RTH terhadap pola peningkatan $NO_2$
  - Luasan RTH dihitung berdasarkan luasan yang terlihat pada citra satelit yang dipublikasi oleh google earth pada ketinggian pencitraan 40 km.
  - Luas RTH yang dihitung yaitu luasan RTH pada wilayah pixel pixel penelitian, (di sekitar Surabaya dan Sekitar DKI Jakarta)
  - Perbandingan dilakukan yaitu besar nilai total kolom $NO_2$ dengan nilai rasio RTH terhadap luas terbangun pada satu pixel citra satelit GOME 2 Metop B.

# Metodologi dan Hasil

# Metodologi dan Hasil

- RTH pada pixel 1 SBY Tahun 2013- 2016

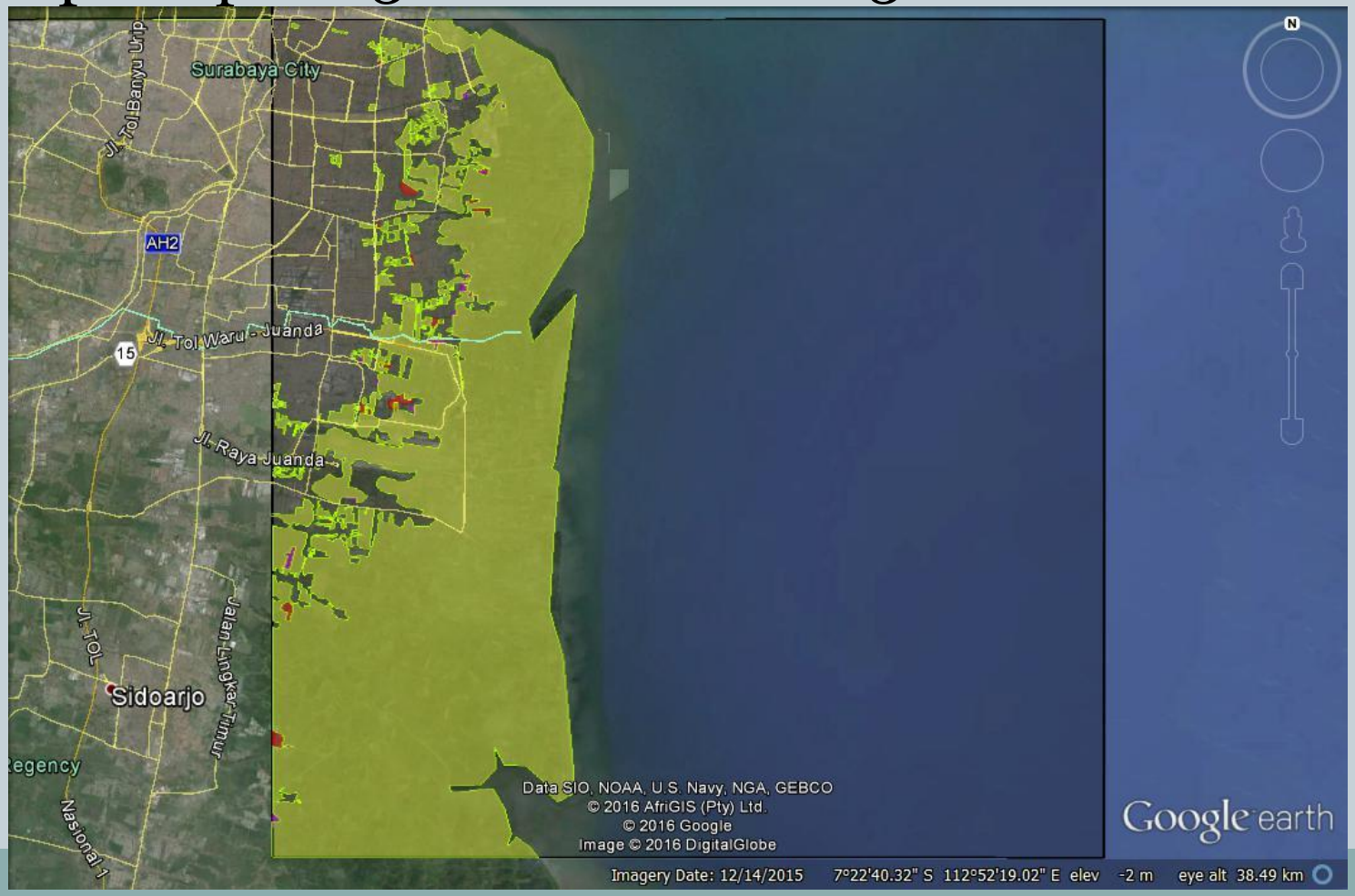


# Metodologi dan Hasil

- RTH pada pixel 2 SBY Tahun 2013-2016. Daerah RTH

# Metodologi dan Hasil

- RTH pada pixel 3 SBY Tahun 2013-2016

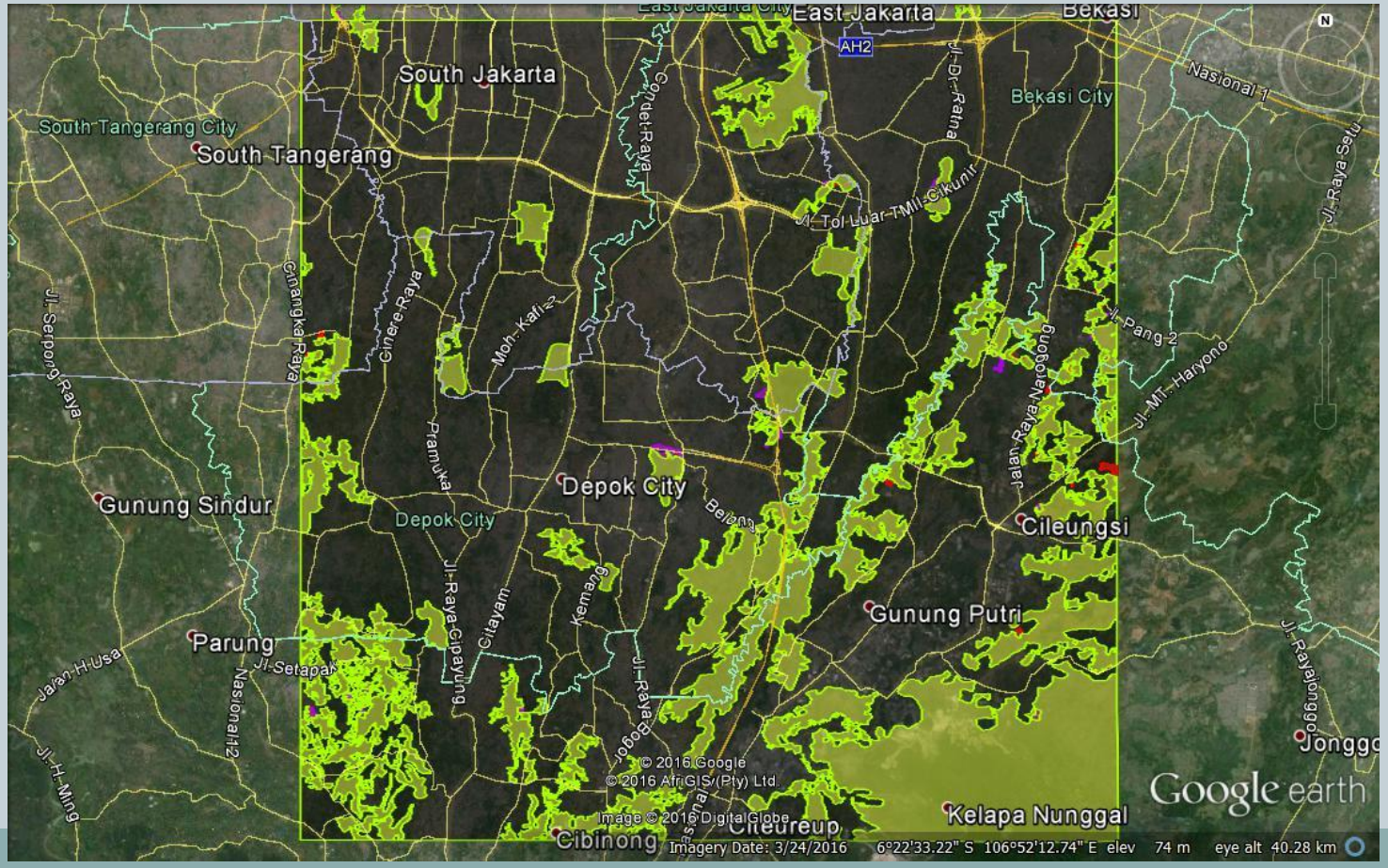


# Metodologi dan Hasil

- RTH pada pixel 1 JKT Tahun 2013-2016

# Metodologi dan Hasil

- RTH pada pixel 2 JKT Tahun 2013-2016

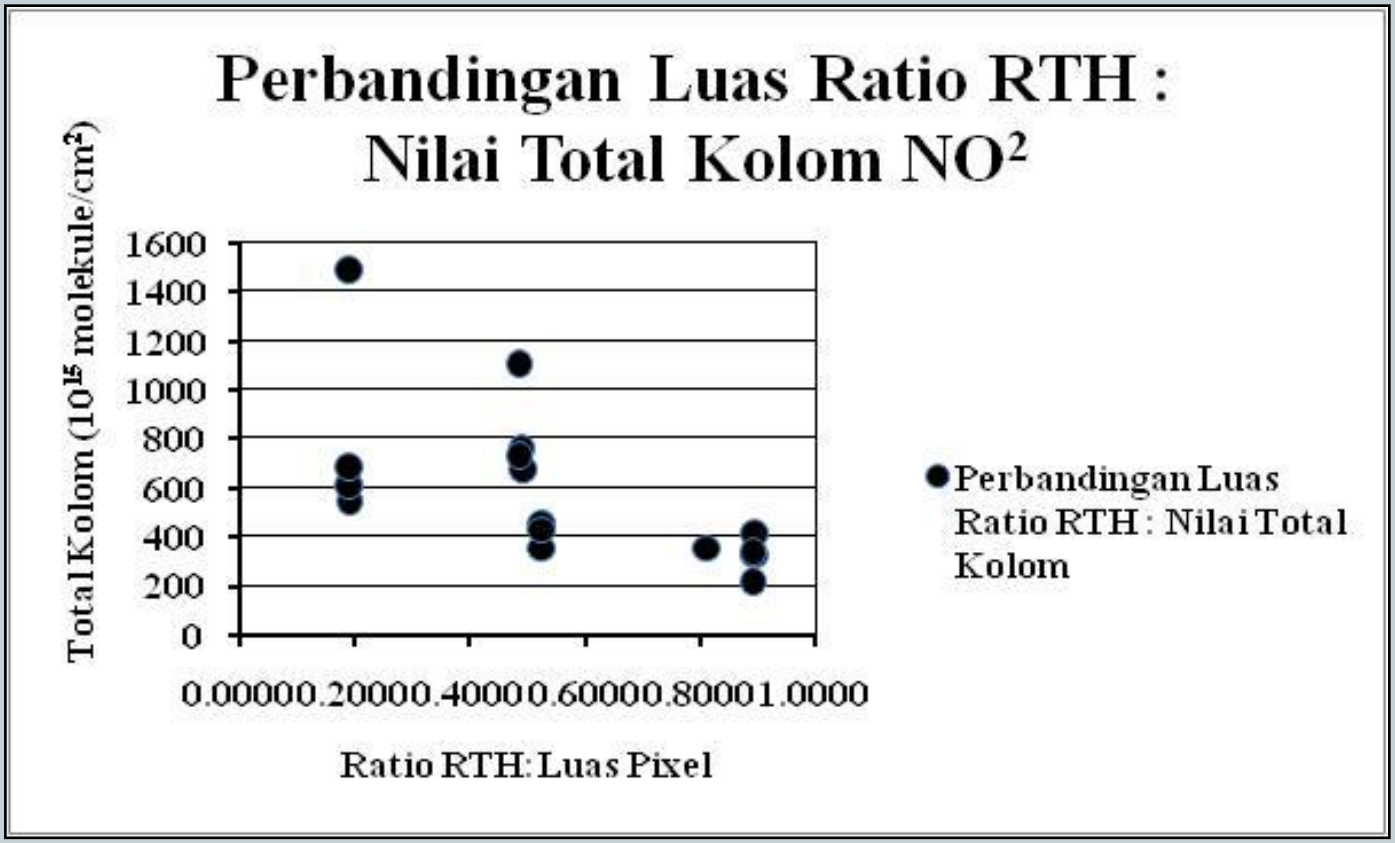


# Metodologi dan Hasil

| Perbandingan Ratio Luas RTH/Pixel dengan Nilai Total Kolom $NO_2$ | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Lokasi** | **Tahun** | **Luas Pixel ($km^2$)** | **Luas Bangunan ($km^2$)** | **Luas RTH ($km^2$)** | **Ratio Luas Luas RTH: Luas Pixel** | **Nilai total Kolom ($10^{15}$ molekul/ $cm^2$)** |
| **Pixel 1 SBY** | **2013** | 763,531 | 147,214 | 616,317 | 0,8072 | 457 |
| | **2014** | | 147,214 | 616,317 | 0,8072 | 488 |
| | **2015** | | 147,214 | 616,317 | 0,8072 | 444 |
| | **2016** | | 147,214 | 616,317 | 0,8072 | 351 |
| **Pixel 2 SBY** | **2013** | 763,118 | 361,9468 | 401,1712 | 0,5254 | 453 |
| | **2014** | | 363,1576 | 399,9604 | 0,5238 | 352 |
| | **2015** | | 363,2078 | 399,9102 | 0,5238 | 448 |
| | **2016** | | 363,3063 | 399,8117 | 0,5236 | 427 |
| **Pixel 3 SBY** | **2013** | 764,8757 | 583,2712 | 181,6045 | 0,2374 | 324 |
| | **2014** | | 584,2643 | 180,6114 | 0,2361 | 415 |
| | **2015** | | 584,9289 | 179,9468 | 0,2353 | 215 |
| | **2016** | | 584,9289 | 179,9468 | 0,2353 | 337 |
| **Pixel 1 JKT** | **2013** | 765,2458 | 389,3734 | 375,8724 | 0,4912 | 677 |
| | **2014** | | 390,9534 | 374,2924 | 0,4891 | 758 |
| | **2015** | | 393,5326 | 371,7132 | 0,4857 | 733 |
| | **2016** | | 393,5326 | 371,7132 | 0,4857 | 1101 |
| **Pixel 2 JKT** | **2013** | 764,8891 | 617,8788 | 147,0103 | 0,1922 | 542 |
| | **2014** | | 618,4314 | 146,4577 | 0,1915 | 607 |
| | **2015** | | 619,6509 | 145,2382 | 0,1899 | 684 |
| | **2016** | | 619,6509 | 145,2382 | 0,1899 | 1488 |

# Metodologi dan Hasil

- Grafik Perbandingan Ratio RTH dan Total Kolom $NO_2$



# Metodologi dan Hasil

- Rasio peningkatan luasan RTH mempengaruhi meningkatnya penyerapan polutan $NO_2$ Oleh tanaman. Tanaman pohon dan tanaman semak memiliki penyerapan $NO_2$ yang tinggi yaitu >30 µg/g

# KESIMPULAN

- Analisa korelasi linear antara data konsentrasi $NO_2$ SPKU dan data total kolom $NO_2$ satelit GOME 2 Metop B di Indonesia menghasilkan korelasi yang lemah. Hasil dari persamaan linear menunjukan kemampuan dari variabel bebas dalam menjelaskan varians dalam variabel terikat hanya sebesar 43,6%.
- Analisa uji anova pengaruh musim terhadap pola konsentrasi $NO_2$ dengan data SPKU dan data Satelit menunjukan bahwa tidak adanya pengaruh yang signifikan, namun dilihat dari rata-rata setiap musim menunjukan pada skala pengukuran SPKU lebih tinggi di musim kemarau dan di skala ketinggian pencitraan satelit menunjukan nilai rata- rata yang lebih tinggi di musim hujan.
- Rasio luas RTH memberikan pengaruh terhadap nilai total kolom $NO_2$. Pengaruh yang terlihat dari hasil analisa yaitu semakin besar rasio luas RTH memiliki nilai total kolom $NO_2$ yang lebih rendah.