



## Analisis Tingkat Ketersediaan dan Cakupan dari *Continuously Operating Reference Station* (CORS) di Pulau Jawa

### *Availability and Coverage Analysis of Continuously Operating Reference Station (CORS) in Java Island*

Novie Chiuman<sup>1</sup>, Dedi Atunggal<sup>2</sup>, Nurrohmat Widjajanti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Alumni Universitas Gadjah Mada, Indonesia

<sup>2</sup> Universitas Gadjah Mada, Indonesia

**Penulis Korespondensi:** Dedi Atunggal | **Email:** [dediatunggal@ugm.ac.id](mailto:dediatunggal@ugm.ac.id)

Diterima (*Received*): 18/01/2021 Direvisi (*Revised*): 25/05/2021 Diterima untuk Publikasi (*Accepted*): 02/06/2021

#### ABSTRAK

Ketersediaan layanan dan cakupan *Continuously Operating Reference Station* (CORS) sangat penting untuk kegiatan yang membutuhkan ketelitian level sentimeter atau lebih baik. Penelitian ini menganalisis ketersediaan layanan CORS Indonesia berdasar data *web scraping* server InaCORS pada Desember 2018. Cakupan CORS diestimasi dengan asumsi performansi *Real Time Kinematic* (RTK) *single base* hingga radius 30 kilometer dan untuk RTK *network base* hingga 50 kilometer dari masing-masing stasiun yang kemudian dipadukan dengan data cakupan jaringan komunikasi selular Telkomsel, Indosat dan 3 dari opensignal.com. Hasil *web scraping* menunjukkan terdapat 51 stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di atas 80%, empat dengan ketersediaan layanan di bawah 80%, dua dengan ketersediaan layanan di bawah 50%, dan 14 yang tidak memiliki ketersediaan layanan. Cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan *network base* masing-masing adalah 72,942% dan 98,299%. Luas cakupan CORS terbesar diperoleh *provider* Telkomsel baik untuk metode RTK *single base* maupun *network base* yaitu masing-masing sebesar 34,622% dan 45,180%. Cakupan riil dari estimasi tersebut mungkin lebih besar karena hasil uji lapangan membuktikan bahwa tingkat ketepatan data dari OpenSignal hanya sebesar 69,444% dan masih banyak area tanpa data sinyal. Hasil analisis tingkat duplikasi cakupan CORS menunjukkan bahwa luas duplikasi cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan *network base* masing-masing sebesar 37,076% dan 82,382% dari luas total cakupan CORS. Hasil dari penelitian juga menunjukkan setidaknya ada 20 stasiun CORS yang perlu ditingkatkan ketersediaannya.

**Kata Kunci:** ketersediaan layanan CORS, cakupan CORS, jaringan telekomunikasi, RTK *single base*, RTK *network base*, duplikasi cakupan

#### ABSTRACT

Service availability and coverage of *Continuously Operating Reference Station* (CORS) are critical for activities requiring centimeter-level accuracy or better. This study analyzes the availability of Indonesian CORS services based on InaCORS web scraping server data in December 2018. CORS coverage is estimated with the assumption of single base *Real Time Kinematic* (RTK) performance is up to a radius of 30 kilometers and for RTK *network base* up to 50 kilometers from each station which then combined with Telkomsel, Indosat, and 3 cellular communication network coverage data from opensignal.com. The results of web scraping show that there are 51 CORS stations with service availability above 80%, four with service availability below 80%, two with service availability below 50%, and 14 without service availability. CORS coverage for the single base and network base RTK methods are 72.942% and 98.299%, respectively. The largest CORS coverage area was obtained by Telkomsel provider for both single base and network base RTK methods, which were 34.622% and 45.180%, respectively. The real coverage of the estimate may be greater because the field test results prove that the accuracy of OpenSignal's data is only 69.444% and there are still many areas without signal data. The results of the CORS coverage duplication level analysis show that the CORS coverage duplication area for the single base and network base RTK methods is 37.076% and 82.382%, respectively, of the total CORS coverage area. The results of the study also show that there are at least 20 CORS stations that need to be increased in data availability.

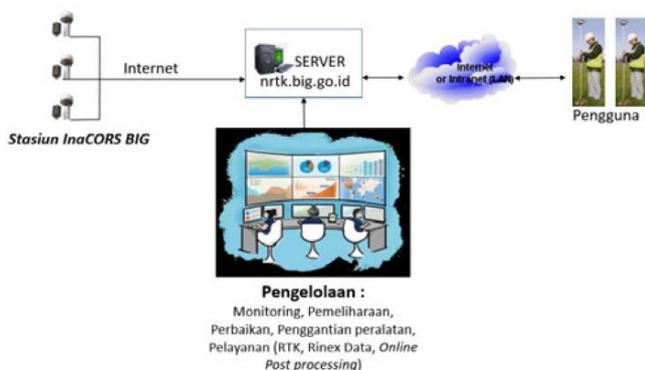
**Keywords:** CORS availability, CORS coverage, telecommunication network, single base RTK, network base RTK, over coverage

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang dengan jumlah populasi terbesar keempat di dunia (The World Bank, 2018). Beberapa tantangan yang dihadapi Indonesia yaitu pembangunan infrastruktur dan penyelenggaraan pendaftaran tanah yang berkelanjutan. Pada tahun 2018, pemerintah telah berhasil membangun 20 dari 222 infrastruktur yang telah direncanakan (The Economist, 2018). Menurut Kementerian Agraria dan Tata Ruang/Badan Pertanahan Nasional (ATR/BPN), jumlah bidang tanah yang telah terdaftar di Indonesia sampai tahun 2018 yaitu 51 juta bidang tanah (tribunnews.com, 2018). Angka-angka tersebut diharapkan dapat ditingkatkan dengan dukungan infrastruktur geospasial yang handal, salah satunya CORS.

CORS pertama kali dikenalkan pada tahun 1986 oleh *National Geodetic Survey* (NGS) dengan nama *Cooperative International GPS Network* atau CIGNET. Setiap situs CIGNET dilengkapi dengan *receiver GPS dual frequency* berkualitas tinggi. Pada tahun 1994, NGS membangun jaringan CORS dengan instalasi stasiun di beberapa titik seperti *National Institutes of Standards and Technology*. Beberapa situs CIGNET juga diubah fungsinya menjadi stasiun CORS (Snay dan Soler, 2008).

CORS umumnya dimanfaatkan sebagai titik ikat untuk pengukuran GNSS metode *Real-Time Kinematic Networked Transfer RTCM via Internet Protocol* (RTK NTRIP). CORS berfungsi mengikat *rover* yang berada di titik pengamatan. *Rover* menerima koreksi dari CORS yang berperan sebagai stasiun referensi untuk menentukan koordinat titik pengamatan (Abidin, dkk., 2010). Data pengamatan satelit GNSS dikirim dari CORS ke segmen kontrol untuk dikompilasi, dianalisis, diproses, diarsip, dan dibagikan ke pengguna di lapangan secara *real-time* untuk penentuan posisi, baik dengan metode *differential GNSS* (DGNSS), *single base RTK*, dan *network base RTK* (NRTK) (Rubinov dan Wonnacott, 2011). Penentuan posisi CORS pada level praktis, secara 3D dapat dikombinasikan dengan model geoid baik global, nasional maupun lokal (Sabri, 2019).



Gambar I.2 Alur pengelolaan data CORS (Badan Informasi Geospasial, 2019)

Instalasi stasiun CORS di Indonesia telah dilakukan oleh beberapa institusi seperti BIG dan BPN (Aditiya dkk., 2014). Rintisan awal InaCORS telah dikembangkan BIG sejak tahun 1996 (BIG, 2019). InaCORS untuk saat ini dapat dikatakan belum ideal apabila dibandingkan dengan jaringan CORS negara-negara lain, misalnya Jepang. Jepang dengan daratan seluas 377.972 km<sup>2</sup> sudah memiliki 1240 stasiun CORS pada tahun 2012 (Imakiire, 2012), sedangkan Indonesia dengan daratan seluas 1,91 juta km<sup>2</sup> hanya memiliki sekitar 285 stasiun CORS pada tahun 2018. Pulau Jawa merupakan pulau dengan jumlah stasiun CORS terbanyak, yaitu sejumlah 71 stasiun. Perbedaan jumlah stasiun CORS dengan pulau-pulau lainnya di Indonesia juga sangat signifikan. Pulau Jawa dengan luas sebesar 132 juta m<sup>2</sup> memiliki total sebanyak 71 stasiun CORS, sedangkan Pulau Kalimantan dengan luas sebesar 535 juta m<sup>2</sup> baru memiliki 21 stasiun CORS. Syetiawan (2015) telah mengkaji secara umum tentang ketimpangan distribusi ini namun belum menganalisis cakupannya.

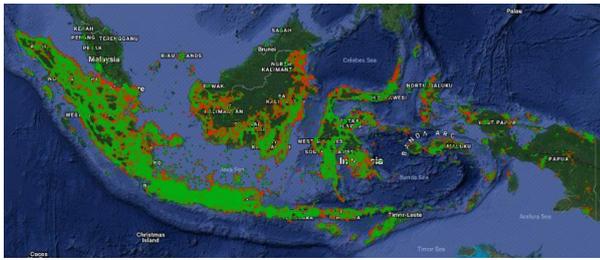
Data kuantitatif dan kualitatif mengenai ketersediaan layanan dan cakupan jaringan CORS yang mencakup seluruh wilayah Indonesia belum tersedia hingga saat ini. Mundakir dan Chabibi (2019) telah mengestimasi cakupan CORS di Sumatera. Pemantauan dan kontrol kualitas jaringan CORS sangat dibutuhkan karena kualitas dan hasil akhir penentuan posisi metode RTK baik *single base* maupun *network base* sangat bergantung pada kualitas data CORS (Cina dkk., 2015) (Brown dkk., 2006). Selain itu, ketersediaan layanan CORS juga sangat krusial untuk pemantauan deformasi suatu daerah (Roberts dan Stanaway, 2006) (Widjajanti dan Emalia, 2018)

Tingkat cakupan CORS sangat bergantung pada cakupan jaringan telekomunikasi. Perkiraan cakupan CORS yaitu 30 km untuk metode RTK *single base* dan lebih dari 50 km untuk metode RTK *network base* (Fajari, 2011) pada kenyataannya mungkin tidak maksimal karena cakupan jaringan telekomunikasi yang kurang (Chiuman dkk., 2019). Tidak adanya jaringan telekomunikasi di daerah pengukuran dapat menyebabkan tidak dapat diterimanya koreksi yang dikirim oleh stasiun CORS ke *rover* sehingga ambiguitas fase dan bias *multipath* sulit dikoreksi (Prabowo, 2014). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat ketersediaan dan cakupan CORS di Pulau Jawa untuk mendapatkan gambaran umum performansi CORS di Pulau Jawa dalam aspek ketersediaan dan cakupan layanan CORS.

## 2. Data dan Metodologi

### 2.1. Data dan Lokasi

Data dalam penelitian ini yaitu data *web scraping* status 71 stasiun CORS di Pulau Jawa selama 30 hari yang dilakukan pada bulan Desember 2018. Koordinat 71 stasiun CORS diperoleh dari *web nrtk.big.go.id*. Data jaringan telekomunikasi yang digunakan yaitu data dari OpenSignal dengan format *tile XYZ* dan data solusi RTK hasil uji lapangan dengan *receiver GNSS* geodetik.



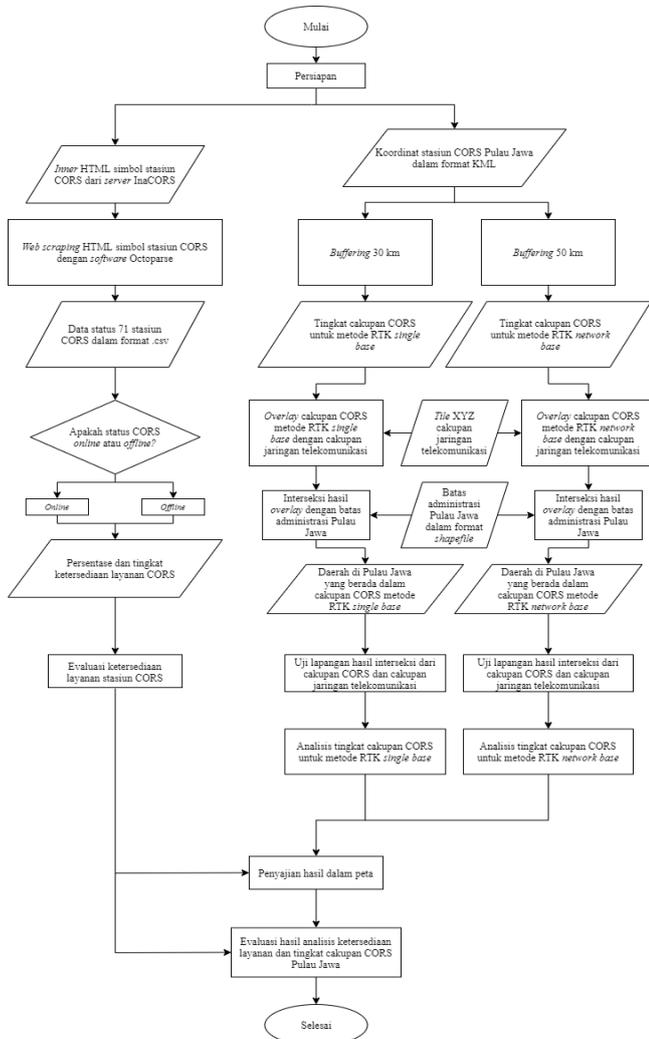
Keterangan

- : Daerah dengan indikasi sinyal kuat
- : Daerah dengan indikasi sinyal lemah

Gambar 2.1 Tampilan data jaringan telekomunikasi provider Telkomsel dari OpenSignal dalam format *tile XYZ*

## 2.2. Metodologi

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahapan (Gambar 2.2), yaitu; persiapan alat dan data, *web scraping* status CORS, *buffering* lokasi stasiun CORS, *overlay* cakupan CORS dengan data jaringan telekomunikasi, uji lapangan, analisis duplikasi cakupan CORS, dan evaluasi ketersediaan layanan serta cakupan CORS.



Gambar 2.2 Diagram alir

*Web scraping* merupakan sebuah metode yang digunakan untuk memperoleh informasi dari sebuah halaman *web* tanpa harus menyalin informasi tersebut secara manual. *Web scraper* merupakan perangkat lunak atau program yang mampu melakukan *web scraping*. *Web scraper* harus mampu mencari informasi tertentu, mengekstrak informasi tersebut, dan menyimpan informasi dalam suatu basisdata (Vargiu dan Urru, 2012). Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Octoparse. Octoparse merupakan *web scraper* yang bersifat *open source*. Pengguna dapat mendefinisikan diagram alir atau *workflow* mulai dari akses halaman *web*, memasukkan nama pengguna dan kata sandi untuk *log in*, sampai dengan ekstraksi data. Uji lapangan dilaksanakan di Kota Yogyakarta, Wates, dan Kulon Progo dengan seperangkat receiver GNSS tipe geodetik ComNav seri T300. Provider internet yang digunakan pada uji lapangan yaitu Telkomsel, Indosat, dan 3.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Ketersediaan Layanan CORS

Hasil tahap *web scraping* yaitu status *online* 71 stasiun CORS di Pulau Jawa selama 30 hari pengamatan (100% *online* diraih jika jumlah hitungan status dari *web scraping* sejumlah 1484). Dari 71 stasiun CORS tersebut, 51 stasiun merupakan CORS yang dikelola oleh BIG dan 20 stasiun merupakan CORS yang dikelola oleh BPN.

Tabel 3.1 Jumlah perhitungan status *online* stasiun CORS di Pulau Jawa

Nama	Jumlah	Nama	Jumlah	Nama	Jumlah
BAKO	1421	CBTU	1466	CPES	1465
BDMK	0	CCIP	1468	CPKL	1466
BJKB	1419	CCIR	1478	CPMK	1468
BJKS	0	CGON	1466	CPTS	1475
BKRY	0	CJEM	1471	CPTU	1456
BKS1	0	CJKT	1467	CPWD	1479
BKS2	1024	CJPR	1451	CPWK	1464
BMYU	0	CJUR	1468	CRKS	1454
BPRJ	549	CKBM	1393	CROL	1329
BPTI	0	CLBG	1467	CRUT	1465
BRKW	0	CLMG	1478	CSBY	1477
BSEM	0	CLUM	1478	CSEM	1451
BSGN	25	CMAG	1479	CSIT	1479
BSKB	0	CMGL	1393	CSLO	1435
BSLM	0	CMIS	1468	CSMN	1477
BSLT	0	CMJT	1396	CSMP	1353
BSRG	1176	CMLG	1480	CSUM	1348
BSUB	0	CMLP	1465	CTAN	1455
BTGL	0	CNGA	1477	CTBN	1473
BTGR	1133	CNYU	1467	CTGL	1466
BWNG	0	CPAC	1449	CTGR	1467
CANG	1008	CPAI	1477	CTUL	1463
CBLR	1381	CPAS	1477	JOGS	1477
CBTL	1473	CPBL	1465		

Keterangan

- : Stasiun CORS BIG
- : Stasiun CORS BPN

Hasil *web scraping* selama 30 hari menunjukkan bahwa jumlah perhitungan status *online* tertinggi diperoleh oleh stasiun CMLG dengan jumlah status *online* sebanyak 1480, sedangkan jumlah perhitungan status *online* terendah diperoleh oleh 14 stasiun yaitu stasiun BDMK, BJKS, BKRY, BKS1, BMYU, BPTI, BRKW, BSEM, BSKB, BSLM, BSLT, BSUB, BTGL, dan BWNG dengan jumlah perhitungan status *online* sebanyak 0. Jumlah perhitungan status *online* 71 stasiun CORS tersebut disajikan pada Tabel 3.1.

Hasil *web scraping* diketahui bahwa persentase ketersediaan layanan tertinggi diperoleh oleh stasiun CMLG dengan ketersediaan layanan 99,730%, sedangkan persentase terendah diperoleh oleh 14 stasiun yaitu stasiun BDMK, BJKS, BKRY, BKS1, BMYU, BPTI, BRKW, BSEM, BSKB, BSLM, BSLT, BSUB, BTGL, dan BWNG dengan ketersediaan layanan 0%.

Hasil *web scraping* juga menunjukkan terdapat 51 stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di atas 80%, empat stasiun dengan ketersediaan layanan di bawah 80%, dua stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 50%, dan 14 stasiun dengan ketersediaan layanan 0%. Persentase ketersediaan layanan tiap stasiun CORS disajikan pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Persentase ketersediaan layanan stasiun CORS dalam 30 hari

Nama	Persentase	Nama	Persentase	Nama	Persentase
BAKO	95,755	CBTU	98,787	CPES	98,720
BDMK	0	CCIP	98,922	CPKL	98,787
BJKB	95,620	CCIR	99,596	CPMK	98,922
BJKS	0	CGON	98,787	CPTS	99,394
BKRY	0	CJEM	99,124	CPTU	98,113
BKS1	0	CJKT	98,854	CPWD	99,663
BKS2	69,003	CJPR	97,776	CPWK	98,652
BMYU	0	CJUR	98,922	CRKS	97,978
BPRJ	36,995	CKBM	93,868	CROL	89,555
BPTI	0	CLBG	98,854	CRUT	98,720
BRKW	0	CLMG	99,596	CSBY	99,528
BSEM	0	CLUM	99,596	CSEM	97,776
BSGN	1,685	CMAG	99,663	CSIT	99,663
BSKB	0	CMGL	93,868	CSLO	96,698
BSLM	0	CMIS	98,922	CSMN	99,528
BSLT	0	CMJT	94,070	CSMP	91,173
BSRG	79,245	CMLG	99,730	CSUM	90,836
BSUB	0	CMLP	98,720	CTAN	98,046
BTGL	0	CNGA	99,528	CTBN	99,259
BTGR	76,348	CNYU	98,854	CTGL	98,787
BWNG	0	CPAC	97,642	CTGR	98,854
CANG	67,925	CPAI	99,528	CTUL	98,585
CBLR	93,059	CPAS	99,528	JOGS	99,528
CBTL	99,259	CPBL	98,720		

Keterangan

- : Stasiun CORS BIG
- : Stasiun CORS BPN

Lokasi dari 20 stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 80% disajikan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Lokasi dari 20 stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 80%

Nama	Persentase	Pengelola	Lokasi
BDMK	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Demak
BJKS	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kota Jakarta Selatan
BKRY	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Karanganyar
BKS1	0	BPN	Kantor Asuransi, Bekasi
BKS2	69,003	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Bekasi
BMYU	0	BPN	Kantor Kejaksaan Negeri Kabupaten Indramayu
BPRJ	36,995	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Purworejo
BPTI	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Pati
BRKW	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten/Kota Karawang
BSEM	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten/Kota Semarang
BSGN	1,685	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Sragen
BSKB	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Sukabumi
BSLM	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Sleman
BSLT	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Salatiga
BSRG	79,245	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Serang
BSUB	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Subang
BTGL	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Tegal
BTGR	76,348	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Tangerang
BWNG	0	BPN	Kantor Pertanahan BPN Kabupaten Wonogiri
CANG	67,925	BIG	Plaza Telkom, Bandung

Keterangan

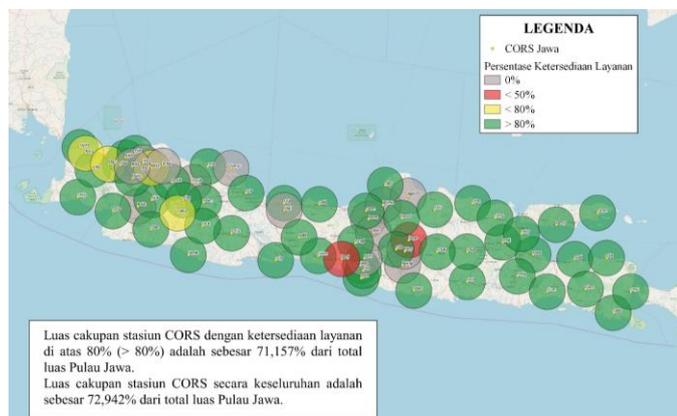
- : Stasiun CORS BIG
- : Stasiun CORS BPN

Tabel 3.3 menyajikan 18 stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 80% dikelola oleh BPN dan berlokasi di Kantor BPN. Terdapat satu stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 80% dikelola oleh BPN dan berlokasi di kantor asuransi. Stasiun CORS CANG memiliki ketersediaan layanan di bawah 80% dikelola oleh BIG dan berlokasi di Plaza Telkom, Bandung.

Mengacu data pada Tabel 3.3, stasiun CORS dengan ketersediaan layanan 0% mengindikasikan adanya permasalahan koneksi internet atau permasalahan perangkat keras lainnya di lokasi CORS. Perlu digarisbawahi kembali bahwa *web scraping* dilakukan selama 30 hari sehingga dapat diartikan permasalahan koneksi internet atau perangkat keras ini bersifat permanen dan belum sempat ditindaklanjuti. Stasiun CORS dengan persentase ketersediaan layanan antara 69,003% hingga 79,245% mengindikasikan ada ketidakstabilan koneksi internet atau perangkat keras CORS di lokasi tersebut.

### 3.2. Cakupan CORS Metode RTK *Single Base*

Tahap *web scraping* dan *buffering* dengan nilai *buffer* 30 km menghasilkan visualisasi cakupan dan ketersediaan layanan CORS untuk metode RTK *single base* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Visualisasi cakupan dan ketersediaan layanan CORS untuk metode RTK *single base*

Luas wilayah yang berada dalam cakupan CORS untuk metode RTK *single base* disajikan dalam Tabel 3.4.

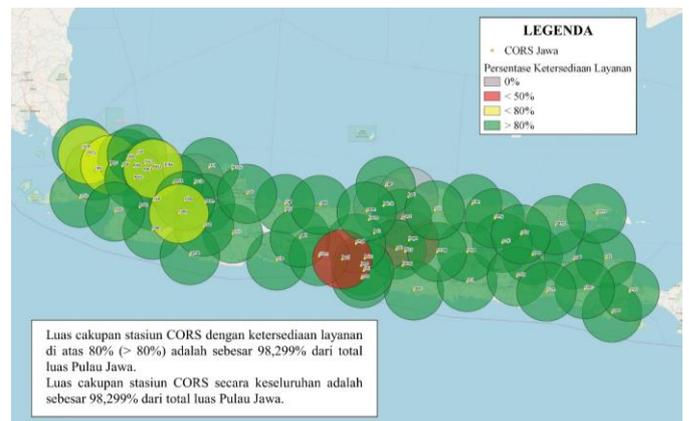
Tabel 3.4 Luas cakupan CORS metode RTK *single base*

Kelas	Luas Cakupan (m <sup>2</sup> )	Persentase Cakupan (%)
Ketersediaan layanan CORS di atas 80%	81.237.103.949,527	61,343
Gabungan stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 80% dan di atas 80%	4.098.737.210,827	3,095
Ketersediaan layanan CORS di bawah 80%	1.144.203.214,912	0,864
Gabungan stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 50% dan di atas 80%	8.899.358.338,210	6,720
Ketersediaan layanan CORS di bawah 50%	1.218.364.534,397	0,920

Luas wilayah Pulau Jawa yang berada dalam cakupan stasiun CORS untuk metode RTK *single base* yaitu 96.597.767.247,875 m<sup>2</sup> atau 72,942% dari luas total Pulau Jawa. Luas wilayah yang tidak berada dalam cakupan stasiun CORS untuk metode RTK *single base* yaitu sebesar 35.831.324.653,281 m<sup>2</sup> atau 27,058% dari luas total Pulau Jawa.

### 3.3. Cakupan CORS Metode RTK *Network Base*

Tahap *web scraping* dan *buffering* dengan nilai *buffer* 50 km menghasilkan visualisasi cakupan dan ketersediaan layanan CORS untuk metode RTK *single base* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Visualisasi cakupan dan ketersediaan layanan CORS untuk metode RTK *network base*

Luas wilayah yang berada dalam cakupan CORS untuk metode RTK *network base* disajikan dalam Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Luas cakupan CORS metode RTK *network base*

Kelas	Luas Cakupan (m <sup>2</sup> )	Persentase Cakupan (%)
Ketersediaan layanan CORS di atas 80%	95.330.792.690,717	71,987
Gabungan stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 80% dan di atas 80%	21.220.626.932,726	16,024
Gabungan stasiun CORS dengan ketersediaan layanan di bawah 50% dan di atas 80%	13.624.475.914,311	10,288

Luas wilayah Pulau Jawa yang berada dalam cakupan stasiun CORS untuk metode RTK *network base* yaitu 130.175.895.537,754 m<sup>2</sup> atau 98,299% dari luas total Pulau Jawa. Luas wilayah yang tidak berada dalam cakupan stasiun CORS untuk metode RTK *single base* yaitu 2.253.196.363,402 m<sup>2</sup> atau 1,071% dari luas total Pulau Jawa.

### 3.4. Cakupan Jaringan Telekomunikasi

Data vektor jaringan telekomunikasi yang diperoleh dari tahap ekstraksi data *tile XYZ* OpenSignal untuk tiga *provider* yaitu Telkomsel, Indosat, dan 3 terbagi menjadi tiga kelas yaitu sinyal kuat, sinyal lemah, dan tanpa data sinyal. Jaringan telekomunikasi sinyal kuat digambarkan dengan warna hijau, sedangkan jaringan telekomunikasi sinyal lemah digambarkan dengan warna merah. Daerah tanpa data sinyal digambarkan dengan warna kuning. Data jaringan telekomunikasi *provider* Telkomsel, Indosat, dan 3 masing-masing tersaji pada Gambar 3.3, 3.4 dan G 3.5.



Keterangan

- : Daerah dengan indikasi sinyal kuat
- : Daerah dengan indikasi sinyal lemah
- : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.3 Data jaringan telekomunikasi *provider* Telkomsel



Keterangan

- : Daerah dengan indikasi sinyal kuat
- : Daerah dengan indikasi sinyal lemah
- : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.4 Data jaringan telekomunikasi *provider* Indosat



Keterangan

- : Daerah dengan indikasi sinyal kuat
- : Daerah dengan indikasi sinyal lemah
- : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.5 Data jaringan telekomunikasi *provider* 3

Luas cakupan jaringan telekomunikasi untuk ketiga *provider* disajikan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Luas cakupan jaringan telekomunikasi untuk ketiga *provider*

<i>Provider</i>	Luas Cakupan Jaringan Telekomunikasi Sinyal Kuat	Luas Cakupan Jaringan Telekomunikasi Sinyal Lemah	Luas Daerah Tanpa Data Sinyal
Telkomsel	48.997.415.243,333 m <sup>2</sup> (37%)	11.015.736.723,847 m <sup>2</sup> (8,317%)	72.415.939.933,976 m <sup>2</sup> (54,683%)
Indosat	40.337.779.797,401 m <sup>2</sup> (30,460%)	12.165.109.738,736 m <sup>2</sup> (9,186%)	79.926.202.365,019 m <sup>2</sup> (60,354%)
3	42.532.864.256,049 m <sup>2</sup> (32,117%)	12.012.195.492,800 m <sup>2</sup> (9,071%)	77.884.032.152,307 m <sup>2</sup> (58,812%)

Data cakupan jaringan telekomunikasi OpenSignal untuk ketiga *provider* menunjukkan bahwa daerah-daerah tanpa data sinyal memiliki total luas yang berkisar antara 72.415.939.934,976 m<sup>2</sup> hingga 79.926.202.365 m<sup>2</sup>, atau 54,683% hingga 60,354% dari total luas Pulau Jawa.

Data jaringan telekomunikasi OpenSignal digunakan dalam penelitian ini karena bersifat *open source* dan mudah diperoleh. Namun, data jaringan telekomunikasi OpenSignal memiliki permasalahan skala dan simbolisasi. Data jaringan telekomunikasi OpenSignal terlihat mencakup seluruh daerah Pulau Jawa ketika ditampilkan pada skala kecil, namun ketika ditampilkan pada skala besar (setelah dilakukan *zoom in*) terlihat bahwa beberapa daerah tidak memiliki data sinyal.

### 3.5. Cakupan CORS Metode RTK *Single Base* dan Jaringan Telekomunikasi

Tahap analisis spasial menghasilkan luasan daerah yang tercapuk oleh stasiun CORS yang memiliki ketersediaan layanan di atas 80% dan jaringan telekomunikasi khusus untuk metode RTK *single base*.



Keterangan

- : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat
- : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal lemah
- : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.6 Tingkat cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan jaringan telekomunikasi Telkomsel



Keterangan

- : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat
- : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal lemah
- : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.7 Tingkat cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan jaringan telekomunikasi Indosat



Keterangan

- : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat
- : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal lemah
- : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.8 Tingkat cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan jaringan telekomunikasi 3

Luas wilayah yang berada dalam cakupan CORS metode RTK *single base* yang memiliki ketersediaan layanan di atas 80% dan jaringan telekomunikasi disajikan dalam Tabel 3.7.

Tabel 3.7 Luas wilayah yang berada dalam cakupan CORS metode RTK *single base* dan jaringan telekomunikasi

Provider	Luas Cakupan Jaringan Telekomunikasi Sinyal Kuat	Luas Cakupan Jaringan Telekomunikasi Sinyal Lemah	Luas Daerah Tanpa Data Sinyal
Telkomsel	38.112.905.911,075 m <sup>2</sup> (28,780%)	7.735.904.716,897 m <sup>2</sup> (5,841%)	86.580.281.273,184 m <sup>2</sup> (65,379%)
Indosat	33.305.566.118,188 m <sup>2</sup> (25,150%)	8.728.070.511,464 m <sup>2</sup> (6,590%)	90.395.455.271,504 m <sup>2</sup> (68,260%)
3	31.973.175.314,720 m <sup>2</sup> (24,144%)	8.825.329.244,980 m <sup>2</sup> (6,664%)	91.630.587.341,456 m <sup>2</sup> (69,192%)

Provider Telkomsel memiliki luas cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat yang paling besar dibandingkan dengan dua provider lainnya, dengan luas sebesar 38.112.905.911,075 m<sup>2</sup> atau 28,780% dari total luas Pulau Jawa. Provider Telkomsel juga memiliki luas total cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi yang paling besar, yaitu 45.848.810.627,972 m<sup>2</sup> atau 34,622% dari total luas Pulau Jawa. Luas daerah tanpa data sinyal berkisar antara 86.580.281.273,184 m<sup>2</sup> hingga 91.630.587.341,456 m<sup>2</sup>, atau 65,379% hingga 69,192% dari total luas Pulau Jawa.

Luas cakupan CORS yang memiliki ketersediaan layanan di atas 80% untuk metode RTK *single base* ketika dikombinasikan dengan data jaringan telekomunikasi menurun dari 94.233.050.399,537 m<sup>2</sup> menjadi 45.848.810.627,972 m<sup>2</sup>, atau sekitar 36,553%. Angka tersebut menunjukkan bahwa menurunnya luas cakupan CORS setelah dikombinasikan dengan data jaringan telekomunikasi diakibatkan oleh data OpenSignal yang kurang lengkap.

### 3.6. Cakupan CORS Metode RTK *Network Base* dan Jaringan Telekomunikasi

Tahap analisis spasial menghasilkan luasan daerah yang tercapuk oleh stasiun CORS yang memiliki ketersediaan layanan di atas 80% dan jaringan telekomunikasi khusus untuk metode RTK *network base*.



Keterangan  
■ : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat  
■ : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal lemah  
■ : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.9 Tingkat cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan jaringan telekomunikasi Telkomsel



Keterangan  
■ : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat  
■ : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal lemah  
■ : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.10 Tingkat cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan jaringan telekomunikasi Indosat



Keterangan  
■ : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat  
■ : Cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal lemah  
■ : Daerah tanpa data sinyal

Gambar 3.11 Tingkat cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan jaringan telekomunikasi 3

Luas wilayah yang berada dalam cakupan CORS metode RTK *network base* yang memiliki ketersediaan layanan di atas 80% dan jaringan telekomunikasi disajikan dalam Tabel 3.8.

Tabel 3.8 Luas wilayah yang berada dalam cakupan CORS metode RTK *network base* dan jaringan telekomunikasi

Provider	Luas Cakupan Jaringan Telekomunikasi Sinyal Kuat	Luas Cakupan Jaringan Telekomunikasi Sinyal Lemah	Luas Daerah Tanpa Data Sinyal
Telkomsel	48.874.485.913,769 m <sup>2</sup> (36,906%)	10.956.752.301,693 m <sup>2</sup> (8,274%)	72.597.853.685,694 m <sup>2</sup> (54,820%)
Indosat	42.436.851.486,702 m <sup>2</sup> (32,045%)	11.948.433.353,632 m <sup>2</sup> (9,023%)	78.043.807.060,822 m <sup>2</sup> (58,932%)
3	40.260.087.694,387 m <sup>2</sup> (30,401%)	12.121.543.235,996 m <sup>2</sup> (9,153%)	80.047.460.970,773 m <sup>2</sup> (60,446%)

Provider Telkomsel memiliki luas cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat yang paling besar dibandingkan dengan dua provider lainnya, dengan luas sebesar 48.874.485.913,769 m<sup>2</sup> atau 36,906% dari total luas Pulau Jawa. Provider Telkomsel juga memiliki luas total cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi yang paling besar, yaitu 59.831.238.215,462 m<sup>2</sup> atau 45,180% dari total luas Pulau Jawa. Luas daerah tanpa data sinyal berkisar antara 72.597.853.685,694 m<sup>2</sup> hingga 80.047.460.970,773 m<sup>2</sup>, atau 54,820% hingga 60,446% dari total luas Pulau Jawa.

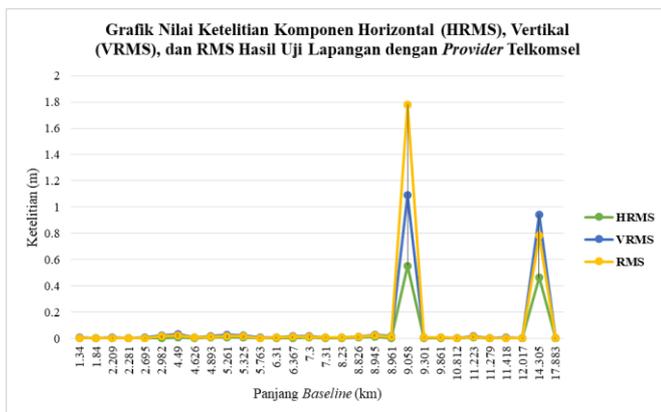
Luas cakupan CORS yang memiliki ketersediaan layanan di atas 80% untuk metode RTK *single base* ketika dikombinasikan dengan data jaringan telekomunikasi menurun dari 130.175.895.537,754 m<sup>2</sup> menjadi

59.831.238.215,462 m<sup>2</sup>, atau sekitar 53,199%. Angka tersebut menunjukkan bahwa menurunnya luas cakupan CORS setelah dikombinasikan dengan data jaringan telekomunikasi diakibatkan oleh data OpenSignal yang kurang lengkap. Pengguna CORS juga perlu melakukan antisipasi atau pengecekan sebelum penentuan posisi di area yang tidak tercakup oleh CORS dan *provider* telekomunikasi. Penelitian ini menggunakan asumsi *network base* RTK dapat mencakup area hingga 50 km dari masing-masing stasiun CORS.

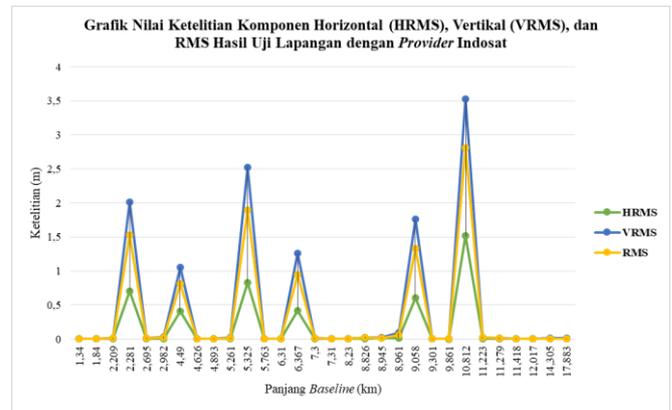
Pengguna CORS direkomendasikan dengan layanan *network base* RTK. Metode RTK *network base* secara empiris memiliki cakupan yang lebih luas dibandingkan dengan metode *single base* (Alkan, dkk., 2017) sehingga lebih ideal digunakan untuk pengukuran pada daerah dengan *baseline* relatif jauh terhadap stasiun CORS terdekat. Kendati demikian, metode RTK NTRIP baik *single base* maupun *network base* perlu didukung dengan jaringan telekomunikasi yang handal (Prabowo, 2014). Cakupan CORS yang luas menjadi tidak relevan ketika jaringan telekomunikasi tidak tersedia.

### 3.7. Hasil Uji Lapangan

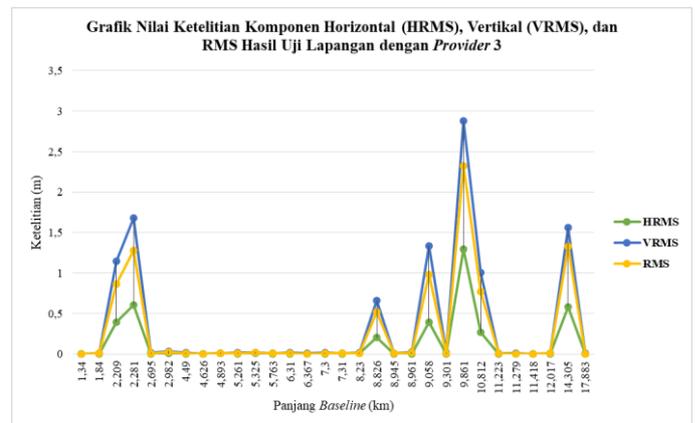
Uji lapangan dilakukan pada 30 titik sampel yang tersebar secara acak di Kota Yogyakarta, Wates, dan Kulon Progo. Tujuan utama dari uji lapangan untuk memverifikasi hasil yang diperoleh dari analisis kombinasi cakupan CORS dengan data jaringan telekomunikasi. Tujuan lainnya dari uji lapangan yaitu untuk membuktikan bahwa cakupan jaringan telekomunikasi merupakan parameter yang krusial dalam pengukuran GNSS metode RTK NTRIP. Oleh karena itu, ketelitian posisi yang diperoleh pada *baseline* panjang belum tentu lebih rendah dibandingkan dengan ketelitian posisi pada *baseline* pendek. Ketelitian komponen horizontal (*horizontal root mean square* - HRMS), vertikal (*vertical root mean square* - VRMS), dan *root mean square* (RMS) diperoleh dari hasil uji lapangan. Nilai-nilai ketelitian tersebut digambarkan secara grafis terhadap panjang *baseline* dan ditampilkan pada Gambar 3.12 hingga 3.14.



Gambar 3.12 Grafik ketelitian hasil uji lapangan dengan *provider* Telkomsel



Gambar 3.13 Grafik ketelitian hasil uji lapangan dengan *provider* Indosat



Gambar 3.14 Grafik ketelitian hasil uji lapangan dengan *provider* 3

Rata-rata jumlah posisi dengan solusi *fixed* untuk ketiga *provider* yang diuji sebanyak 25 dari 30 titik sampel. Uji lapangan membuktikan bahwa panjang *baseline* yang lebih pendek tidak selalu menghasilkan posisi dengan ketelitian yang lebih baik. Perlu digarisbawahi di sini bahwa seluruh titik sampel dipilih pada lokasi yang terbuka sehingga aspek obstruksi dapat diabaikan. Nilai ketelitian HRMS, VRMS, dan RMS pada tiap titik sampel kemudian digunakan untuk menghitung simpangan baku ( $\sigma$ ) untuk tiap *provider* seperti yang disajikan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9 Ketelitian pengukuran untuk masing-masing *provider*

Nama <i>Provider</i>	$\sigma_{HRMS}$ (m)	$\sigma_{VRMS}$ (m)	$\sigma_{RMS}$ (m)
Telkomsel	0,155	0,308	0,419
Indosat	0,418	1,083	0,839
3	0,341	0,848	0,674

Perbandingan antara hasil uji lapangan dengan hasil *overlay* cakupan CORS dengan jaringan telekomunikasi menunjukkan bahwa hasil *overlay* tidak selalu benar. Daerah yang secara teoritis memiliki jaringan telekomunikasi lemah belum tentu pada kenyataannya memiliki jaringan telekomunikasi lemah. Hasil perbandingan dapat dirujuk pada Tabel 3.10 hingga 3.12.

Tabel 3.10 Perbandingan hasil uji lapangan dengan hasil *overlay* untuk *provider* Telkomsel

Titik	Kategori	Baseline (km)	Solusi	HRMS (cm)	VRMS (cm)	RMS (cm)
1	Kuat	17,883	Fixed	0,2	0,4	0,3
2	Kuat	1,84	Fixed	0,3	0,5	0,5
3	Kuat	7,31	Fixed	0,4	1	0,8
4	Kuat	8,961	Fixed	0,4	1,7	1,2
5	Lemah	9,301	Fixed	0,5	1	0,8
6	Lemah	4,49	Fixed	0,8	3,6	2,5
7	Kuat	6,367	Fixed	0,4	1,8	1,3
8	Kuat	2,982	Fixed	0,5	2,2	1,6
10	Lemah	5,261	Fixed	0,6	2,6	1,9
13	Lemah	6,31	Fixed	0,2	0,9	0,6
16	Kuat	7,3	Fixed	0,7	1,9	1,5
17	Kuat	2,695	Fixed	0,2	0,6	0,5
20	Tidak ada data	14,305	Float	46,4	94,3	78,1
21	Kuat	9,861	Fixed	0,3	0,8	0,6
22	Lemah	8,826	Fixed	0,6	1,5	1,2
31	Tidak ada data	2,209	Fixed	0,2	0,7	0,5
34	Tidak ada data	12,017	Fixed	0,2	0,4	0,4
35	Kuat	11,279	Fixed	0,1	0,3	0,2
36	Tidak ada data	11,418	Fixed	0,2	0,6	0,4
37	Kuat	10,812	Fixed	0,1	0,4	0,3
38	Kuat	8,23	Fixed	0,4	1	0,8
39	Kuat	4,626	Fixed	0,4	0,7	0,6
40	Kuat	2,281	Fixed	0,3	0,5	0,4
43	Tidak ada data	5,763	Fixed	0,2	0,6	0,5
47	Kuat	1,34	Fixed	0,3	0,6	0,5
48	Kuat	5,325	Fixed	0,7	2,3	1,7
50	Kuat	8,945	Fixed	1,4	2,9	2,4
52	Lemah	9,058	Float	55,3	109	178,1
53	Lemah	4,893	Fixed	0,8	1,6	1,3
54	Kuat	11,223	Fixed	0,7	1,8	1,4

Secara keseluruhan, jumlah titik yang cocok dengan hasil *overlay* untuk daerah dengan data jaringan komunikasi yaitu 50 dari 72 titik sampel atau 69,444% dari total jumlah titik sampel. Angka tersebut menunjukkan bahwa tingkat ketepatan data OpenSignal yaitu sebesar 69,444% dan ketidaktepatan sebesar 30,556%.

Sebanyak 18 titik sampel diambil pada daerah tanpa data sinyal. Hasil uji lapangan menunjukkan bahwa dari 18 titik sampel, terdapat 15 titik dengan solusi *fixed*, dua titik dengan solusi *float*, dan satu titik dengan solusi *single*. Angka tersebut menunjukkan bahwa pada daerah tanpa data sinyal, solusi yang diperoleh bervariasi dan sangat bergantung pada daerah yang diukur.

Selain itu, luas cakupan CORS dan jaringan telekomunikasi sinyal kuat dan sinyal lemah untuk metode RTK *single base* dan *network base* menjadi lebih besar dibandingkan dengan luas yang disajikan pada Tabel 3.7 dan 3.8. Tidak tersedianya data sinyal pada daerah-daerah tertentu dimungkinkan disebabkan oleh metode perolehan data jaringan telekomunikasi OpenSignal yaitu *crowdsourcing*. Kelengkapan data OpenSignal pada suatu daerah sangat dependen terhadap jumlah pengguna OpenSignal pada daerah tersebut.

Tabel 3.11 Perbandingan hasil uji lapangan dengan hasil *overlay* untuk *provider* Indosat

Titik	Kategori	Baseline (km)	Solusi	HRMS (cm)	VRMS (cm)	RMS (cm)
1	Kuat	17,883	Fixed	0,3	1,1	0,8
2	Kuat	1,84	Fixed	0,3	0,5	0,4
3	Kuat	7,31	Fixed	0,4	0,6	0,5
4	Kuat	8,961	Fixed	1,4	9,2	6,4
5	Lemah	9,301	Fixed	0,5	0,9	0,8
6	Kuat	4,49	Float	40,7	105,4	81,7
7	Kuat	6,367	Float	4,2	125,9	94,7
8	Kuat	2,982	Fixed	0,9	3,6	2,6
10	Lemah	5,261	Fixed	0,5	2	1,4
13	Kuat	6,31	Fixed	0,5	0,7	0,7
16	Lemah	7,3	Fixed	0,4	1,7	1,2
17	Kuat	2,695	Fixed	0,5	1,6	1,2
20	Tidak ada data	14,305	Fixed	0,4	1,2	0,9
21	Tidak ada data	9,861	Fixed	0,1	0,2	0,2
22	Kuat	8,826	Fixed	0,7	2,8	2
31	Tidak ada data	2,209	Fixed	0,4	1,6	1,1
34	Lemah	12,017	Fixed	0,2	0,5	0,4
35	Lemah	11,279	Fixed	0,5	1,7	1,2
36	Tidak ada data	11,418	Fixed	0,3	0,7	0,5
37	Kuat	10,812	Float	151,9	352,8	280,9
38	Kuat	8,23	Fixed	0,5	0,8	0,7
39	Kuat	4,626	Fixed	0,4	0,7	0,6
40	Kuat	2,281	Float	70,6	201,5	152,9
43	Tidak ada data	5,763	Fixed	0,2	0,6	0,4
47	Kuat	1,34	Fixed	0,3	0,6	0,5
48	Lemah	5,325	Float	83,3	252,5	189,5
50	Kuat	8,945	Fixed	1,2	2,1	1,8
52	Lemah	9,058	Float	60,7	176,1	133,2
53	Kuat	4,893	Fixed	0,5	1	0,8
54	Kuat	11,223	Fixed	1	2,6	2

Tabel 3.12 Perbandingan hasil uji lapangan dengan hasil *overlay* untuk *provider* 3

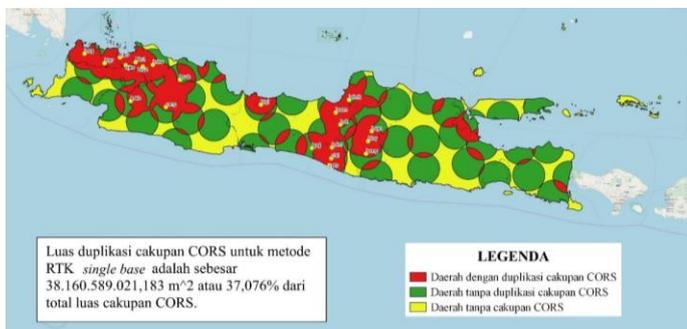
Titik	Kategori	Baseline (km)	Solusi	HRMS (cm)	VRMS (cm)	RMS (cm)
1	Kuat	17,883	Fixed	0,4	0,6	0,5
2	Kuat	1,84	Fixed	0,4	0,8	0,6
3	Kuat	7,31	Fixed	0,3	0,8	0,6
4	Kuat	8,961	Fixed	0,4	2,1	1,5
5	Tidak ada data	9,301	Fixed	0,5	1,5	1,1
6	Kuat	4,49	Fixed	0,5	1,5	1,1
7	Kuat	6,367	Fixed	0,2	0,6	0,5
8	Kuat	2,982	Fixed	0,9	3,6	2,6
10	Lemah	5,261	Fixed	0,4	1,6	1,2
13	Lemah	6,31	Fixed	0,5	1,7	1,3
16	Tidak ada data	7,3	Fixed	0,3	1,4	1
17	Kuat	2,695	Fixed	0,4	1,4	1
20	Tidak ada data	14,305	Single	58,2	155,9	132,6
21	Kuat	9,861	Float	129,7	287,7	232
22	Lemah	8,826	Single	20,2	65,9	51,9
31	Lemah	2,209	Float	39,6	114,5	86,7
34	Tidak ada data	12,017	Fixed	0,4	0,8	0,7
35	Tidak ada data	11,279	Fixed	0,2	0,6	0,5
36	Kuat	11,418	Fixed	0,2	0,5	0,4
37	Kuat	10,812	Single	26,6	100,3	77,2
38	Tidak ada data	8,23	Fixed	0,8	1,5	1,3
39	Kuat	4,626	Fixed	0,2	0,5	0,4

Lanjutan Tabel 3.12 Perbandingan hasil uji lapangan dengan hasil *overlay* untuk *provider 3*

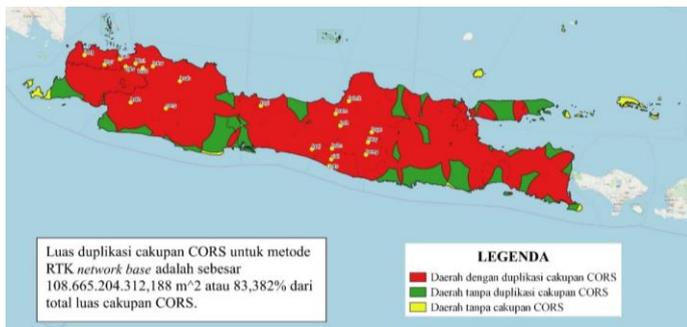
Titik	Kategori	Baseline (km)	Solusi	HRMS (cm)	VRMS (cm)	RMS (cm)
40	Kuat	2,281	Float	60,5	168	128,2
43	Tidak ada data	5,763	Fixed	0,3	0,8	0,6
47	Kuat	1,34	Fixed	0,2	0,4	0,4
48	Lemah	5,325	Fixed	0,6	1,9	1,5
50	Kuat	8,945	Fixed	0,5	0,9	0,8
52	Tidak ada data	9,058	Float	39,4	133,6	98,5
53	Lemah	4,893	Fixed	0,6	1,1	0,9
54	Kuat	11,223	Fixed	0,4	0,9	0,7

### 3.8. Analisis Tingkat Duplikasi Cakupan CORS di Pulau Jawa

Tahap analisis tingkat duplikasi cakupan di Pulau Jawa menghasilkan luas pertampalan antara cakupan stasiun-stasiun CORS untuk metode RTK *single base* maupun *network base*. Tingkat duplikasi cakupan dihitung berdasarkan luas pertampalan antara cakupan stasiun-stasiun CORS.



Gambar 3.15 Visualisasi duplikasi cakupan CORS di Pulau Jawa untuk metode RTK *single base*



Gambar 3.16 Visualisasi duplikasi cakupan CORS di Pulau Jawa untuk metode RTK *network base*

Luas duplikasi cakupan untuk metode RTK *single base* sebesar 38.160.589.021,183 m<sup>2</sup> atau 37,076% dari total luas cakupan CORS seperti tersaji pada Tabel 3.13. Sedangkan untuk metode RTK *network base*, luas duplikasi cakupan sebesar 108.665.204.312,188 m<sup>2</sup> atau 83,382% dari total luas cakupan CORS. Duplikasi tersebut dapat diartikan bahwa beberapa penempatan stasiun CORS di Pulau Jawa kurang strategis atau distribusinya belum ideal. Stasiun-stasiun CORS yang meningkatkan

duplikasi secara signifikan direkomendasikan untuk dipindahkan ke daerah lain, baik di dalam maupun luar Pulau Jawa, yang masih belum terjangkau oleh cakupan CORS.

Tabel 3.13 Luas daerah duplikasi cakupan CORS di Pulau Jawa

Metode	Luas Duplikasi Cakupan (m <sup>2</sup> )
<i>Single base</i>	38.160.589.021,183 (37,076% dari luas total cakupan CORS)
<i>Network base</i>	108.665.204.312,188 (83,382% dari luas total cakupan CORS)

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan, stasiun-stasiun CORS yang direkomendasikan untuk dipindahkan ke daerah lain yang belum tercakup CORS yaitu BDMK, BJKB, BJKS, BKRY, BKS1, BKS2, BPRJ, BRKW, BSEM, BSGN, BSKB, BSLM, BSLT, BSRG, BSUB, BTGL, BTGR, BWNG, CANG, CBTL, dan CPTS.

## 4. Kesimpulan

Hasil *web scraping* status 71 stasiun CORS di Pulau Jawa selama 30 hari menunjukkan ada 14 stasiun CORS tidak memiliki ketersediaan layanan, dua stasiun CORS memiliki ketersediaan layanan di bawah 50 persen, empat stasiun CORS memiliki ketersediaan layanan di bawah 80%, dan 51 stasiun CORS memiliki ketersediaan layanan di atas 80%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa 20 stasiun CORS perlu ditingkatkan kembali ketersediaan layanannya. Ketersediaan layanan CORS di Pulau Jawa sudah baik dimana 71,831% dari stasiun CORS memiliki ketersediaan layanan di atas 80%. Stasiun CORS yang tidak memiliki ketersediaan layanan perlu direlokasi ke daerah yang tidak berada dalam cakupan CORS di Pulau Jawa maupun di Indonesia. Tingkat cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan *network base* sudah baik, yaitu masing-masing sebesar 72,942% dan 98,299% dari total luas Pulau Jawa. Namun, luas wilayah cakupan CORS menurun drastis setelah dikombinasikan dengan data jaringan telekomunikasi OpenSignal. Hal tersebut disebabkan karena data jaringan telekomunikasi OpenSignal tidak lengkap dan perlu ditingkatkan lagi.

Hasil uji lapangan menunjukkan bahwa data jaringan telekomunikasi dari OpenSignal memiliki tingkat ketepatan sebesar 69,444%. Berdasarkan hasil uji lapangan diketahui bahwa panjang *baseline* yang relatif lebih pendek tidak selalu menghasilkan posisi dengan ketelitian yang lebih baik karena selain panjang *baseline* ketersediaan jaringan komunikasi pada penentuan posisi RTK NTRIP merupakan hal yang vital. Hasil analisis tingkat duplikasi cakupan menunjukkan bahwa terdapat duplikasi cakupan CORS di Pulau Jawa masing-masing dengan luas sebesar 37,076% dan 83,382% dari total luas cakupan CORS untuk metode RTK *single base* dan *network base*. Solusi yang direkomendasikan yaitu merelokasi sebanyak 14 stasiun CORS yang tidak memiliki ketersediaan layanan dan stasiun-stasiun CORS yang tidak menambah luas cakupan CORS secara signifikan.

## 5. Pernyataan Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini (*The authors declare no competing interest*).

## 6. Referensi

- Abidin, H. Z., Subarya, C., Muslim, B., & Adiyanto, F. H. (2010). The Applications of GPS CORS in Indonesia : Status , Prospect and Limitation. *FIG Congress 2010 Facung the Challenges - Building the Capacity Sydney, Australia, 11-16 April 2010, April 2010*, 11–16.
- Aditiya, A., Efendi, J., & Syafii, A. (2014). *InaCORS : Infrastructure of GNSS CORS in Indonesia*.
- Alkan, R. M., Ozulu, I. M., & Ilci, V. (2017). *Comparison of Single Baseline RTK and Network RTK GNSS Methods*. October.
- Badan Informasi Geospasial. (2019). *InaCORS BIG Satu Referensi Pemetaan Indonesia*.
- Brown, N., Geisler, I., & Troyer, L. (2006). RTK Rover Performance using the Master-Auxiliary Concept. *Journal of Global Positioning Systems*, 5(1&2), 135–144. <https://doi.org/10.5081/jgps.5.1.135>
- Chiuman, N., Atunggal, D., & Rokhmana, C. A. (2019). Evaluation on the performance of NTRIP RTK positioning using multi-frequency low-cost GPS module in areas with different telecommunication signal strength. *5th International Conference on Science and Technology (ICST)*, 4(11), 369–379.
- Cina, A., Dabove, P., Manzino, A. M., & Piras, M. (2015). Network Real Time Kinematic (NRTK) Positioning – Description, Architectures and Performances. In *Satellite Positioning - Methods, Models and Applications* (pp. 23–45). <https://doi.org/10.5772/59083>
- Fajari, M. K. (2011). *Kajian Ketelitian Penentuan Posisi Metode RTK-NTRIP Menggunakan Single Base dan Network Enhanced Single Base untuk Baseline Pendek dan Baseline Panjang*. Universitas Gadjah Mada.
- Imakiire, T. (2012). GNSS CORS and Reference Frame. *International Federation of Surveyors*.
- Mundakir, I. A., & Chabibi, F. F. (2019). *Densifikasi InaCORS di Sumatera untuk Mendukung Kebijakan Satu Peta*. September, 0–9.
- Prabowo, G. I. (2014). *Perbandingan Tingkat Kepresisian Hasil Pengamatan RTK NTRIP dengan Base Station CORS GMU1 Menggunakan Lima Provider Telekomunikasi*. Universitas Gadjah Mada.
- Roberts, C., & Stanaway, R. (2006). *Cors Growth and Applications in Australia and Indonesia*.
- Rubinov, E., & Wonnacott, R. (2011). Integrity Monitoring of CORS Networks-TrigNet Case Study. *South African Journal of ...*, 1(1), 1–13.
- Sabri, L. M. (2019). Implementation of CORS GNSS and local geoid for precise orthometric height determination in land subsidence region (a case study in Semarang City). *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 2(1), 144–149. <https://doi.org/10.22146/jgise.40828>
- Snay, R. A., & Soler, T. (2008). Continuously Operating Reference Station (CORS): History, Applications, and Future Enhancements. *Journal of Surveying Engineering*, 134(4), 95–104. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9453\(2008\)134:4\(95\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9453(2008)134:4(95))
- Syetiawan, A. (2015). Kondisi dan Tantangan Pembangunan Stasiun CORS di Indonesia. *Seminar Nasional Rekayasa Dan Desain Itenas 2015*.
- The Economist. (2018). *Indonesia's leader, Jokowi, is splurging on infrastructure*. The Economist.
- The World Bank. (2018). *Overview of Indonesia*. [tribunnews.com](http://tribunnews.com).
- (2018). *BPN: 20 Juta Bidang Tanah di Indonesia Belum Jelas Status Kepemilikannya*. [TRIBUNnews.Com](http://TRIBUNnews.Com).
- Vargiu, E., & Urru, M. (2012). Exploiting web scraping in a collaborative filtering- based approach to web advertising. *Artificial Intelligence Research*, 2(1), 44–54. <https://doi.org/10.5430/air.v2n1p44>
- Widjajanti, N., & Emalia, S. S. (2018). GNSS Monitoring Network Optimization Case Study : Opak Fault. *JGISE: Journal of Geospatial Information Science and Engineering*, 1(1), 14–21.