

# ANALISIS KECEPATAN PERGERAKAN STATION GNSS CORS UDIP

(Velocity Rate Analysis GNSS Station CORS UDIP)

**Bambang D. Yuwono, M. Awaluddin, dan W. Hapsari**  
Prodi Teknik Geodesi Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, 50275, Indonesia  
E-mail: [bduwono@gmail.com](mailto:bduwono@gmail.com)

Diterima (received): 15 Maret 2017; Direvisi (revised): 6 Juni 2017; Ditetujui untuk Dipublikasikan (accepted): 21 Juni 2017

## ABSTRAK

Teknologi GNSS berkembang pesat seiring dengan adanya sistem pengadaan titik kontrol dasar modern yang digunakan sebagai referensi untuk penentuan posisi. Sistem tersebut dikenal dengan CORS (*Continuously Operating Reference System*). Station GNSS CORS juga dikembangkan di Departemen Geodesi Fakultas Teknik UNDIP pada akhir tahun 2012 dengan nama CORS UDIP. Instalasi GNSS CORS UDIP didasarkan pada kebutuhan keperluan survei, model matematis geodesi, dan pemrosesan sinyal digital. Analisis terhadap kecepatan pergerakan stasiun GNSS CORS UDIP perlu dilakukan untuk keperluan tersebut. Tujuan penelitian untuk mendapatkan nilai kecepatan pergerakan station GNSS CORS UDIP periode 2013 s.d. 2016. Metode yang digunakan adalah pengolahan jaring dengan pengikatan ke 9 stasiun IGS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa stasiun GNSS CORS UDIP dalam periode 2013 s.d. 2016 memiliki kecepatan pergerakan 0,08 cm dalam arah *east* dan 0,36 cm dalam arah *north*.

**Kata kunci:** GNSS CORS, kecepatan pergerakan, pemrosesan data digital

## ABSTRACT

*GNSS technology is growing rapidly along with the procurement system of modern basic control points as a reference for positioning. This system is known as CORS (Continuously Operating Reference System). GNSS CORS Station is also developed in the Department of Geodesy Faculty of Engineering UNDIP at the end of 2012. The GNSS CORS Station name is CORS UDIP. Installation of GNSS CORS UDIP is based on survey needs, geodetic mathematical models, and digital signal processing. An analysis of the movement speed of GNSS CORS UDIP stations is necessary for this purpose. Coordinate Sta GNSS UDIP was calculated using network processing method with 9 sta IGS (International GNSS Service) as reference stations. The results of analysis showed that GNSS UDIP in the period of 2013-2016 had velocity rate 0.08 cm in the east and 0.36 cm in the north.*

**Keywords:** GNSS CORS, velocity rate, digital signal processing

## PENDAHULUAN

Penggunaan *Global Navigation Satellite System* GNSS (GNSS) semakin meningkat dengan ketelitian mencapai centimeter untuk penentuan posisi relatif dengan menggunakan stasiun CORS (Haasdyk, Roberts, & Janssen, 2010). Aplikasi CORS antara lain dapat digunakan untuk keperluan pemodelan geoid (Wu, Kang, Li, Zhen, & Li, 2015) dan untuk keperluan deformasi bendung (Rizos, 2014).

Penentuan koordinat definitif stasiun GNSS CORS UDIP dimulai tahun 2013 (Purba, Yuwono, & Sabri, 2013). Pendefinisian koordinat yang teliti menggunakan perangkat lunak ilmiah GAMIT 10.6. Perangkat lunak GAMIT 10.6 adalah perangkat lunak ilmiah untuk penentuan posisi secara teliti dan dapat dimanfaatkan penelitian terutama di perguruan tinggi dan lembaga riset (Artini, 2014).

Stasiun GNSS CORS UDIP mulai dikembangkan di Universitas Diponegoro Departemen Geodesi pada bulan Desember 2012. Instalasi GNSS CORS UDIP

berada di lantai 3, sedangkan *server* berada di laboratorium Pengukuran dan Pemetaan Departemen Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Deskripsi dari stasiun GNSS CORS UDIP dapat dilihat **Gambar 1**. Pemasangan/instalasi sistem GNSS CORS UDIP ini didasarkan pada kebutuhan keperluan survei, model matematis geodesi, dan pemrosesan sinyal digital (Yuwono, Awaluddin, & Laksana, 2014).

*International Terrestrial Reference Frame* (ITRF) merupakan realisasi dari *International Reference System* (ITRS). ITRS pada dasarnya adalah *Conventional Terrestrial System* (CTS) yang dikelola oleh *International Earth Orientation System* (IERS) (Taftazani & Heliani, 2013). Produk lainnya dari IERS realisasi dari ICRS (*International Celestial Reference System*) dan parameter orientasi bumi/*Earth Orientation Pole* (EOP). ITRF merupakan hasil pengamatan dari VLBI, SLR DORIS dan GPS dari stasiun referensi di seluruh dunia yang mencakup 19, 26, 12.5 dan 16 tahun pengamatan. Data yang

dipakai untuk elaborasi merupakan seri waktu (mingguan dari teknik satelit dan 24 jam sesi pengamatan VLBI), posisi stasiun dan parameter rotasi bumi harian (EOPs). Kerangka ITRF terdiri dari 300 titik di permukaan bumi yang memiliki koordinat dengan ketelitian 1 s.d 3 cm dengan kecepatan 2.8 mm/thn.



Gambar 1. CORS UDIP.

International Association of Geodesy (IAG) mendirikan International GNSS Service (IGS) tahun 1993. Secara formal mulai beroperasi tahun 1994. IGS adalah badan multi nasional yang menyediakan data GPS, informasi orbit GPS serta data dan informasi pendukung penelitian geodetik dan geodesi fisik lainnya. IGS merupakan salah satu dari komponen dari Global Geodetic Observing System jaringan global stasiun GNSS berfungsi sebagai pusat data dan pusat analisis data. IGS juga memiliki untuk menyediakan data dan produk turunan data yang sangat penting untuk penelitian ilmu kebumihan multi-disiplin *positioning*, navigasi, dan waktu, aplikasi dan pendidikan. IGS terdiri atas kurang lebih 400 stasiun permanen yang terus beroperasi dengan kualitas data *tracking* GPS, GLONASS, Galileo, Beidou, QZSS dan SBAS.

Salah satu cara populer mengatasi kesalahan dalam penentuan posisi GPS adalah dengan metode *Relative Positioning* juga dikenal sebagai *Differential GPS* (DGPS). Hal ini dilakukan dengan menghitung perbedaan antara pengamatan simultan dari dua *receiver*. Vektor antara dua *receiver* GPS ditentukan yang sering disebut *vektor baseline* atau hanya *baseline*. Pada dasarnya metode diferensial yang digunakan adalah *Single Differencing*, *Double Differencing* dan *Triple Differencing* (Isaac, 2007).

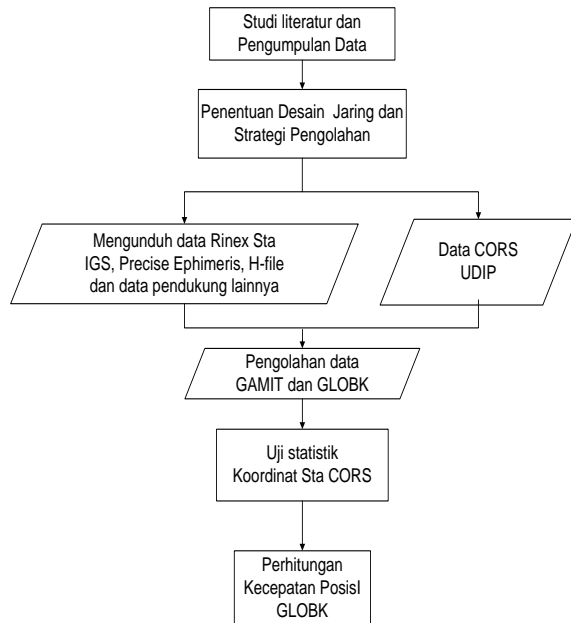
Titik kontrol geodetik senantiasa mengalami perubahan mengikuti pergerakan lempeng kerak bumi. Kepulauan Indonesia sangat rentan terhadap aktifitas tektonik yang berimbas terhadap titik-titik kontrol geodetik di Indonesia. Penelitian (Bock et al., 2003). Bock melakukan penelitian mengenai studi pergerakan lempeng di Kepulauan Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pergerakan lempeng Kepulauan Indonesia relatif terhadap lempeng yang berada di sekitarnya, antara lain Lempeng Hindia-Australia, Eurasia, -Australia, Lempeng Pasifik dan sebagainya. Pergerakan lempeng Indochina dan Asia Tenggara

relatif terhadap Lempeng Eurasia dengan kecepatan  $6 \text{ cm} \pm 3 \text{ mm}$  per tahun.

**METODE**

Data GNSS CORS UDIP pada Penelitian ini adalah file *Receiver Independent Exchange Format* (RINEX) selama 4 tahun yaitu 2013, 2014, 2015 dan 2016. Untuk tahun 2013 digunakan data RINEX selama 10 hari yaitu tanggal 1 Januari 2013 sampai dengan tanggal 10 Januari 2013 (DOY 01 sampai dengan DOY 10). Data CORS UDIP di tahun 2014 yaitu selama 10 hari dimulai dari tanggal 1 Januari 2013 sampai dengan tanggal 10 Januari 2014 (DOY 01 sampai dengan DOY 10). Untuk tahun 2015 digunakan data RINEX selama 12 hari, yakni DOY 76, 77, 78, 79, 98, 99, 100, 101, 131, 132, 133. Di Tahun 2016 menggunakan data RINEX selama 12 hari yaitu di DOY 8, 9, 10, 11, 39, 40, 41, 42, 77, 78, 79, 80. Kesemua data RINEX tersebut digunakan *sampling rate* 30 detik. Keseluruhan data ini diperoleh dari mengunduh dari server stasiun aktif GNSS CORS UDIP. Pemilihan 10 DOY pada masing-masing tahun dikarenakan pada DOY tersebut data pengamatan GPS memiliki kontinuitas data dan *strenght of figure* yang baik.

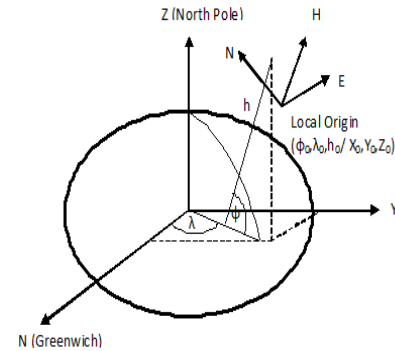
Diagram alir penelitian ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai berikut.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian.

Merepresentasikan arah/vektor pergeseran dari koordinat kartensian 3D WGS 84 harus ditransformasikan ke dalam koordinat lokal toposentrik yang cocok di permukaan tanah. Proses transformasi tersebut diperlukan setidaknya tiga titik sekutu sebagai acuan. Sistem koordinat toposentrik didefinisikan pada asal (Pi) yang terletak di titik tanah. Sistem fitur toposentrik (u) sumbu koordinat diambil sebagai permukaan normal elipsoid lewat dari titik tanah (Pi) yang dipilih

sebagai titik asal. arah positif dari sumbu ini diarahkan zenit. Sumbu (n) pada titik tanah (Pi) pada permukaan elipsoid diambil sebagai titik asal sistem dan meridian termasuk titik kutub (Wellenhof, Lichtenegger, & Collins, 1994) dapat dilihat pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Koordinat Lokal Toposentrik.

Transformasi matrik **Persamaan (1)**:

TM adalah matrik transformasi  $\lambda =$  bujur,  $\varphi =$  lintang

$$TM = \begin{bmatrix} -\sin\lambda & \cos\lambda & 0 \\ -\sin\varphi\cos\lambda & -\sin\varphi\sin\lambda & \cos\varphi \\ \cos\varphi\cos\lambda & \cos\varphi\sin\lambda & \sin\varphi \end{bmatrix} \dots\dots(1)$$

Bidang horisontal ( $X_0, Y_0, Z_0$ ) bersinggungan di titik dengan koordinat kartesian. e, n, u adalah orientasi komponen dalam sistem-kanan yaitu *east* (e), *north* (n) dan *up* (u). Koordinat kartesian diubah relatif terhadap **Persamaan (2)**:

$$\begin{bmatrix} e_t \\ n_t \\ u_t \end{bmatrix} = TM \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \\ Z_i \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} X_o \\ Y_o \\ Z_o \end{bmatrix} \dots\dots\dots(2)$$

Matrik Varian-kovarian dari sistem koordinat kartesian disajikan pada **Persamaan (3)**

$$VCV_{ENH} = TM * VCV_{XYZ} * T^T, \dots\dots\dots(3)$$

Dimana  $VCV_{XYZ}$  matrik varian-kovarian dari sistem koordinat kartesian. Persamaan ini digunakan untuk transformasi ke koordinat toposentrik dari GPS koordinat.

**Penggabungan file RINEX dan cek Kualitas Data**

Penggabungan *raw data* menggunakan *software translation, editing (metadata extraction, formatting, windowing, dan splicing)* (TEQC). TEQC memiliki kemampuan untuk menggabungkan data observasi per jam pengamatan menjadi satu DOY. TEQC juga memiliki fasilitas untuk melakukan cek terhadap kualitas *raw data* untuk mengetahui kualitas data observasi dengan melihat nilai *multipath*. Nilai *multipath* dikatakan baik jika nilai MP1 dan MP2 < 0,5 (Yuwono et al., 2014).

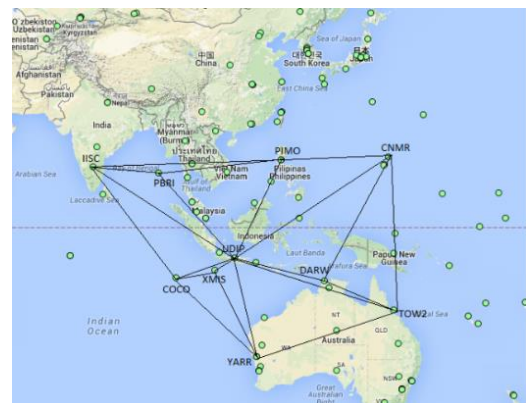
**Strategi Pengolahan GAMIT**

Pengolahan data penelitian dilakukan dengan data primer dari data observasi CORS UDIP, data IGS berupa *file precise ephemeris*, data pendukung antara lain data koreksi pasut, data atmosfer dan pemodelan cuaca. Pengolahan data GNSS CORS UDIP menggunakan GAMIT 10.6 Langkah awal pengolahan GAMIT adalah *editing control file* yaitu *lfile, file process.default, file sites.default, file sittbl*, dan *file sestbl*. *File control* tersebut disesuaikan dengan nama stasiun, DOY, strategi pembobotan dan metode pengolahannya. Setelah *editing control file*, kemudian pengolahan GAMIT dengan *automatic batch processing*. Pengolahan tahun 2013 dan 2014 menggunakan titik ikat IGS yaitu CNMR, COCO, CUSV, DARW, DGAR, IISC, KARR, KUNM, NTUS, PIMO dan SEY1 DOY 01 s.d 10 tahun 2013 dan 2014. Geometri pengolahan baseline jaring dilihat pada **Gambar 4**.

Pengolahan data RINEX CORS UDIP dan data IGS untuk tahun 2015 dan 2016 digunakan stasiun IGS yaitu; CNMR, COCO, DARW, IISC, PIMO, PBRI, TOW2, XMIS dan YARR. Data RINEX digunakan tiga DOY (huruf besar atau kecil) untuk bulan Maret, April, Mei sedangkan untuk tahun 2016 di bulan Januari, Februari dan Maret. Geometri Jaring Pengolahan GPS dengan *base station* IGS dapat dilihat pada **Gambar 5**.



**Gambar 4.** Geometri Pengolahan Baseline (Tahun 2013, 2014).



**Gambar 5.** Geometri Jaring Pengolahan GPS dengan *Base Station* IGS n (Tahun 2015-2016.)

Selain itu untuk mengetahui perubahan posisi yang terjadi dilakukan dengan menggunakan uji t. Uji t dilakukan untuk menguji koefisien regresi secara individual. Pada uji t ini dilakukan dengan cara menguji variabel pergeseran titik (Pij) yang diperoleh dari sesi pengamatan data ke-i ke sesi ke-j yang ujinya dapat dihitung dengan menggunakan **Persamaan (4)**.

$$P_{ij} = (\text{dni}j2 + \text{deij}2)^{0,5} \dots\dots\dots(4)$$

Standar deviasi Pij merupakan nilai kuadrat dari nilai pergeseran dalam arah x dan y, nilai tersebut ditentukan dengan **Persamaan (5)**.

$$\text{Std } P_{ij} = (\text{sd dni}j2 + \text{sd deij}2)^{0,5} \dots\dots\dots(5)$$

Hipotesis nol pada uji t adalah titik tidak mengalami pergeseran dalam selang dari sesi i ke sesi j, Hipotesa nol di asumsikan tidak ada pergeseran jika,  $H_0 < T$  tabel, Hipotesa alternatif di asumsikan ada pergeseran jika,  $H_1 > T$  tabel. Rumus T ditunjukkan pada **Persamaan (6)**.

$$T = P_{ij} / \text{Std } P_{ij} \dots\dots\dots(6)$$

Pergeseran dinyatakan signifikan atau  $H_0$  ditolak jika sesuai dengan **Persamaan (7)** (Wolf & Ghilani, 1997):

$$T > t_{df, \alpha/2} \dots\dots\dots(7)$$

dimana:

- Std : Standar deviasi
- $P_{ij}$  : Nilai pergeseran titik pengamatan pada epoch ke i dan j
- df : Derajat kebebasan
- $\alpha$  : Tingkat signifikan
- T : Besaran yang menunjukkan signifikansi pergeseran

Asumsi bahwa jumlah data pengamatan yang banyak data dengan tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 5\%$ ) dan  $df = \infty$  maka nilai t-tabel adalah 1,96. Apabila hasil t-hitungan lebih besar dari nilai t-tabel (nilai  $t_{df, \alpha/2}$ ) berarti titik pengamatan bergeser secara signifikan. Sebaliknya apabila nilai t-hitung lebih kecil dari t-tabel menunjukkan bahwa titik pengamatan tidak bergeser secara signifikan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Informasi dari efek *multipath* Nilai efek *multipath* menggunakan TEQC yang memuat nilai efek *multipath* dari sinyal L1 (MP1) dan L2 (MP2) dari data observasi yang digunakan. Data dikatakan baik jika nilai MP bernilai kurang dari 0,5 (Yuwono et al., 2014). **Tabel 1a.** menunjukkan Untuk data tahun 2013 nilai MP1 berkisar antara 0,08 sampai dengan 0.10 , nilai MP2 berkisar antara 0,10 sampai dengan 0,14.

**Tabel 1a.** Kualitas Data 2013

Tahun 2013		
DOY	Multipath efek	
	mp1 (m)	mp2 (m)
1	0,0897	0,1203
2	0,0890	0,1081
3	0,0924	0,1336
4	0,0814	0,1266
5	0,0887	0,1321
6	0,0926	0,1478
7	0,0932	0,1250
8	0,0800	0,1447
9	0,1035	0,1497
10	0,0999	0,1179
Rerata	0,0911	0,1306
Max	0,1035	0,1497
Min	0,0800	0,1081

**Tabel 1b** menunjukkan nilai *multipath* di tahun 2014 nilai mp1 antara 0,08 m s.d 0,12 m sedang mp2 antara 0,14 m s.d 0,21.

**Tabel 1b.** Kualitas Data 2014

Tahun 2014		
DOY	Multipath Efek	
	mp1(m)	mp2(m)
1	0,0816	0,1808
2	0,1069	0,1612
3	0,1280	0,1913
4	0,1242	0,1982
5	0,0966	0,1401
6	0,0917	0,1816
7	0,0986	0,1690
8	0,1258	0,1905
9	0,1121	0,2104
10	0,1228	0,2104
Rerata	0,1088	0,1834
Max	0,1280	0,2104
Min	0,0816	0,1401

**Tabel 1c** menunjukkan nilai *multipath* di tahun 2015, nilai mp1 antara 0,090193 m s.d 0,34248 m . Nilai mp2 mempunyai range antara 0,1426880 m s.d 0,3858380 m.

**Tabel 1c.** Kualitas Data 2015

Tahun 2015		
DOY	Multipath efek	
	mp1 (m)	mp2(m)
76	0,1324	0,1613
77	0,1759	0,2069
78	0,1776	0,2259
79	0,1692	0,1989
98	0,1859	0,2717
99	0,0954	0,1427
100	0,1009	0,1554
101	0,0983	0,1665
131	0,3425	0,3858
132	0,1219	0,1759
133	0,1184	0,1793

<b>134</b>	0,0902	0,1483
<b>Rata2</b>	0,1507	0,2016
<b>Max</b>	0,3425	0,3858
<b>Min</b>	0,0902	0,1427

Data di tahun 2016 memiliki nilai mp1 0,088934 m s.d 0.747418 m. Nilai mp2 antara 0.122648 m s.d 0.946546 m ditunjukkan pada **Tabel 1d**. Hasil *multipath* menunjukkan kualitas data pengamatan yang baik.

**Tabel 2a** menunjukkan nilai posfit ditahun 2013 pada masing-masing DOY memiliki nilai yang berkisar antara 0,15 hingga 0,19. Hal ini menunjukkan bahwa pengamatan yang dilakukan memiliki kesalahan yang terdistribusi secara merata. Selain itu, hasil tersebut menunjukkan bahwa bobot yang telah diberikan telah benar. Nilai posfit nrms yang tidak melebihi 0,25 menunjukkan bahwa tidak ada kesalahan dalam pemodelan.

**Tabel 2b** menunjukkan hasil pengolahan tahun 2014 Rentang nilai Posfit nrms constrained *fixed/free* berada 0,15 hingga 0,19. Posfit nrms *loose fixed/free* berada pada rentang 0,18 hingga 0,19. Nilai rerata untuk *constrained fixed/free* adalah 0,18041 dan 0,17995. Nilai rerata untuk *loose fixed/free* adalah 0,18942 dan 0,19406. Menunjukkan bahwa tidak ada nilai yang salah dari parameter orbit dan koordinat stasiun pengamat.

Tahun 2015 menghasilkan nilai posfit *constraint free/fixed* antara 0,18 s.d 0,19 sedangkan untuk nilai posfit *loose free/fixed* memiliki nilai antara 0,17 s.d 0,18. Nilai *WL-fixed* berada pada 75,40% s.d 91,20%. Nilai *NL-fixed* antara 53,60% s.d 79,20%. Walaupun masih ditemukan nilai NL yang kurang dari 80%, dan nilai WL kurang dari 90% tetapi pengolahan GAMIT tetap dapat dilanjutkan, karena hasil nilai posfit telah memenuhi standar untuk pengolahan GAMIT yang baik seperti terlihat pada **Tabel 2c**.

Untuk nilai posfit *constraint free/fixed* tahun 2016 antara 0,18 s.d 0,19. Adapun dari nilai posfit *loose free/fixed* antara 0,17 s.d 0,18. Adapun nilai *WL-fixed* 87.40% s.d 95.00%. Nilai *NL-fixed* antara 73.90% s.d 82.40%. Dimana nilai *WL-fixed* banyak yang melebihi 90% serta *NL-fixed* yang melebihi 80%. Dari hasil pengolahan menghasilkan Nilai *WL-fixed* dan *NL-fixed* mengindikasikan nilai yang baik untuk pengolahan selanjutnya. Dapat dilihat pada **Tabel 2d**.

**Tabel 1d.** Kualitas Data tahun 2016

Tahun 2016		
DOY	Multipath efek	
	mp1 (m)	mp2(m)
<b>8</b>	0,1210	0,1609
<b>9</b>	0,1416	0,1746
<b>10</b>	0,1576	0,1803
<b>11</b>	0,0889	0,1226
<b>39</b>	0,1211	0,1454

<b>40</b>	0,1415	0,1767
<b>41</b>	0,1521	0,1808
<b>42</b>	0,4449	0,5036
<b>77</b>	0,3971	0,5006
<b>78</b>	0,4553	0,5744
<b>79</b>	0,7177	0,9061
<b>80</b>	0,7474	0,9465
<b>Rata2</b>	0,3072	0,3811
<b>Max</b>	0,7474	0,9465
<b>Min</b>	0,0889	0,1226

**Tabel 2a.** Nilai Posfit Nrms Tahun 2013

DOY	Posfit nrms ( <i>loosely</i> )				Ambiguitas fase <i>fixed</i> (%)	
	Constrained		loose		WL- <i>fixed</i>	NL- <i>fixed</i>
	Free	Fixed	Free	Fixed		
<b>1</b>	0,182	0,181	0,186	0,191	89,10	82,70
<b>2</b>	0,193	0,193	0,191	0,196	93,20	<b>87,40</b>
<b>3</b>	0,198	0,197	0,194	0,199	89,40	82,90
<b>4</b>	0,184	0,183	0,188	0,193	87,30	81,50
<b>5</b>	0,197	0,197	0,189	0,193	<b>85,00</b>	<b>77,80</b>
<b>6</b>	0,179	0,179	0,190	0,195	86,70	78,80
<b>7</b>	0,171	0,171	0,194	0,198	91,00	79,90
<b>8</b>	0,157	0,156	0,184	0,189	<b>91,10</b>	83,60
<b>9</b>	0,158	0,157	0,187	0,192	89,00	76,80
<b>10</b>	0,185	0,185	0,190	0,194	88,30	81,60
<b>Total</b>					89,01	81.30

**Tabel 2b.** Nilai Posfit NRMS Tahun 2014

DOY	Posfit nrms ( <i>loosely</i> )				Ambiguitas fase <i>fixed</i> (%)	
	Constrained		Loose		WL- <i>Fixed</i>	NL- <i>Fixed</i>
	Free	Fixed	Free	Fixed		
1	0,183	0,183	0,194	0,201	86,20	77,70
2	0,158	0,157	0,197	0,202	85,10	73,60
3	0,141	0,141	0,186	0,191	88,50	66,20
4	0,162	0,162	0,194	0,197	74,80	47,80
5	0,175	0,174	0,192	0,195	81,70	68,30
6	0,189	0,189	0,192	0,197	87,00	74,10
7	0,165	0,165	0,195	0,199	88,80	76,60
8	0,166	0,166	0,191	0,196	81,70	72,50
9	0,164	0,164	0,193	0,197	80,10	69,70
10	0,162	0,162	0,191	0,195	76,60	63,20
<b>Total</b>					83.02	72.04

**Tabel 2c.** Nilai Posfit NRMS Tahun 2015

DOY	Posfit nrms ( <i>loosely</i> )				Ambiguitas fase <i>fixed</i> (%)	
	<i>Constrained</i>		<i>Loose</i>		WI-Fixed	NL-Fixed
	<i>Free</i>	<i>Fixed</i>	<i>Free</i>	<i>Fixed</i>		
1	0,189	0,193	0,176	0,180	81,70	53,60
2	0,187	0,191	0,176	0,181	91,20	<b>57,40</b>
3	0,185	0,189	0,177	0,181	85,50	72,90
4	0,182	0,186	0,175	0,179	87,70	79,20
5	0,190	0,195	0,183	0,188	<b>87,20</b>	<b>74,70</b>
6	0,186	0,190	0,179	0,183	82,60	74,70
7	0,185	0,189	0,179	0,182	84,50	77,00
8	0,191	0,195	0,182	0,186	<b>86,80</b>	78,50
9	0,188	0,192	0,179	0,183	84,50	68,20
10	0,188	0,192	0,181	0,185	82,40	75,10
11	133	0,184	0,188	0,175	0,179	82,80
				Total	85,17	71,245

**Tabel 2d.** Nilai Posfit NRMS Th 2016

DOY	Posfit nrms ( <i>loosely</i> )				Ambiguitas fase <i>fixed</i> (%)	
	<i>Constrained</i>		<i>Loose</i>		WI-Fixed	NL-Fixed
	<i>Free</i>	<i>Fixed</i>	<i>Free</i>	<i>Fixed</i>		
1	0,187	0,191	0,180	0,184	88,80	77,30
2	0,188	0,191	0,181	0,184	92,60	<b>74,80</b>
3	0,189	0,194	0,182	0,188	88,80	81,40
4	0,189	0,195	0,180	0,186	90,50	81,80
5	0,185	0,191	0,178	0,182	<b>88,50</b>	<b>80,10</b>
6	0,185	0,189	0,179	0,183	87,40	80,10
7	0,192	0,196	0,184	0,189	90,40	76,60
8	0,191	0,199	0,180	0,188	<b>92,50</b>	77,90
9	0,189	0,193	0,177	0,183	92,90	76,60
10	0,191	0,195	0,181	0,186	89,50	73,90
11	0,187	0,191	0,177	0,182	87,90	75,30
Rerata	0,187	0,191	0,177	0,182	87,90	82,42

**Pengolahan Menggunakan GLOBK**

Pengolahan GLOBK menggunakan *hfile* hasil pengolahan GAMIT serta *hfile* global yang diunduh pada <ftp://garner.ucsd.edu/pub/hfiles>. Koordinat dan kecepatan diperoleh dari pengolahan *file* biner dari konversi *hfile* global dan *hfile* dari proses GAMIT (Herring, King, & McClusky, 2010). Pengolahan tersebut menghasilkan *file \*.gdl* yang selanjutnya dilakukan pemberian bobot. Dalam pengolahan GLOBK diperoleh hasil berupa *ouput file* berekstensi *\*.org*. *File \*.org* berisi hasil koordinat definitif serta panjang *baseline*. Nilai *adjust* dan simpangan bakunya digunakan sebagai analisis hasil. Perintah yang dijalankan untuk mendapatkan koordinat dan kecepatan adalah *globk\_comb.cmd* dan *glorg\_comb.cmd* yaitu untuk menghitung

koordinat, sedangkan untuk menghitung velocity digunakan *globk\_long.cmd* dan *glorg\_long.cmd*. Hasil pengolahan GLOBK di masing-masing tahun ditunjukkan pada **Tabel 3** dan **Tabel 4**. Hasil pengolahan menunjukkan bahwa simpangan baku antara 0 s.d 4 mm.

Hasil plotting time series menunjukkan data tidak mengandung outlier kalau nilai *wrms* < 10 mm dan nilai *nrms* < 2 mm. Jika terdapat outliers dapat dilakukan pengolahan ulang pada GAMIT dengan pengaturan pada GAMIT sehingga dapat menghilangkan *outlier*.

**Gambar 6** menunjukkan hasil plotting time series pada komponen north di tahun 2016. Hasilnya menunjukkan nilai *wrms* sebesar 3,4 mm serta nilai *nrms* sebesar 1,46 mm. Kedua nilai tersebut masih dalam toleransi.

Gambar 7 menunjukkan hasil plotting time series pada komponen east, hasil pengolahan data tahun 2016 terikat dengan referensi sta IGS berjumlah sembilan titik ikat IGS, besar nilai wrms sebesar 4.8 mm dan dengan nilai nrms sebesar 0,71 mm, keduanya masih dalam toleransi dimana nilai wrms

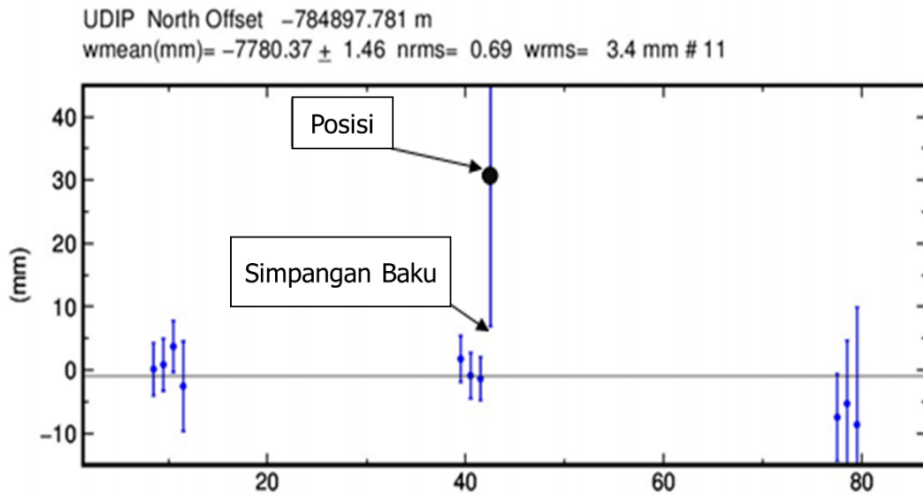
yang diijinkan sebesar 10 mm dan nilai nrms sebesar 2 mm. Kedua nilai tersebut masih dalam rentang toleransi. Sedangkan untuk komponen up dapat dilihat pada gambar 7. nilai wrms sebesar 15,6 mm dan nilai nrms sebesar 0,77 mm.

**Tabel 3.** Koordinat Lokal Neu Tahun 2015 dan 2016 (Hapsari, Yuwono, & Amarrohman, 2016)

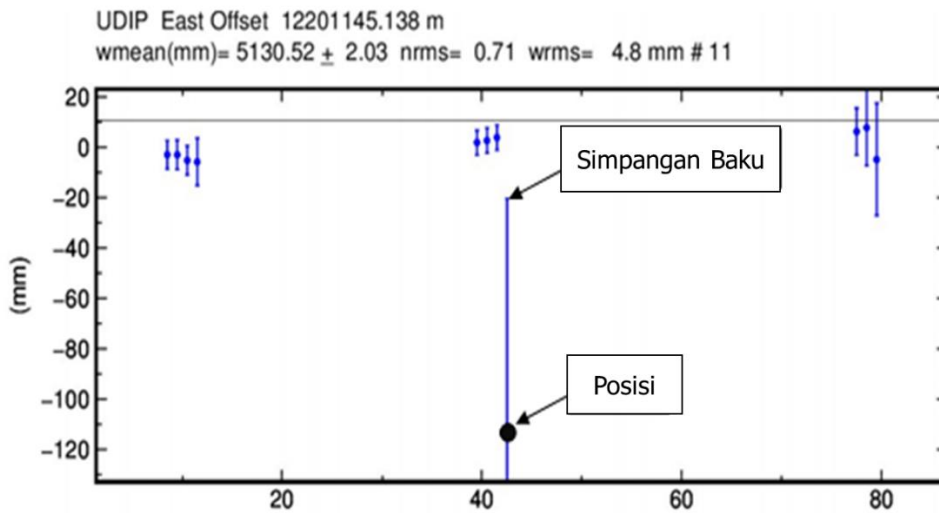
Tahun	Bulan	Koordinat toposentris (m)			Simpangan baku (mm)		
		north	east	up	north	east	up
2015	Maret	-784897,770	12201145,119	243,058	2,34	3,32	1,02
	April	-784897,773	12201145,120	243,040	1,82	2,43	7,21
	Mei	-784897,774	12201145,121	243,049	1,85	2,77	7,78
2016	Maret	-784897,780	12201145,136	243,037	2,14	2,96	9,68
	April	-784897,781	12201145,144	243,052	1,86	2,57	8,12
	Mei	-784897,788	12201145,1450	243,048	0,45	5,63	9,09

**Tabel 4.** Koordinat Lokal Neu Tahun 2013 dan 2014 (Laksana, Yuwono, & Awaluddin, 2014)

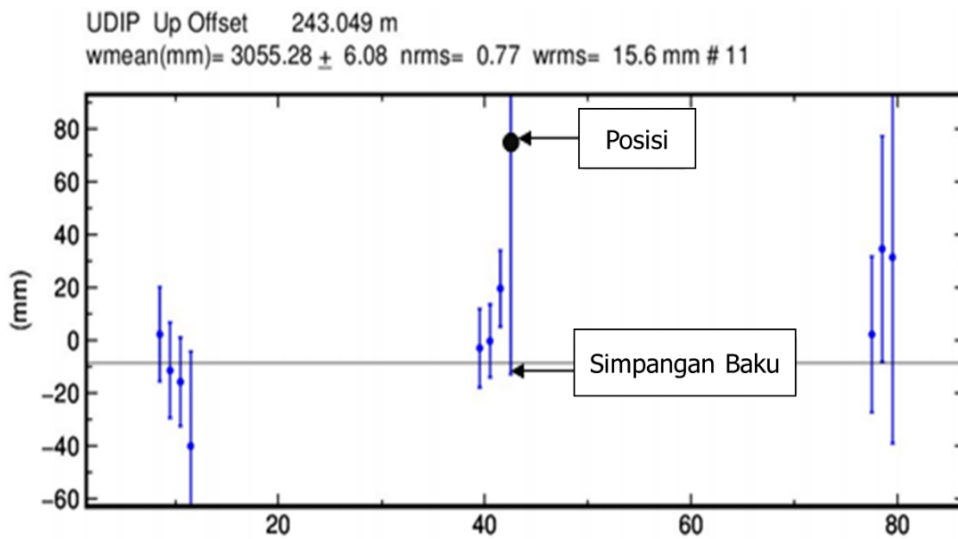
Tahun	DOY	Koordinat (m)			Simpangan baku (mm)		
		north	east	up	north	east	up
2013	001	-784.897,731	12.201.145,218	242,911	3,12	4,12	12,27
	002	-784.897,585	12.201.145,430	242,909	3,23	4,46	12,72
	003	-784.897,585	12.201.145,428	242,913	3,80	4,92	13,48
	004	-784.897,744	12.201.145,063	243,066	3,20	4,42	13,45
	005	-784.897,744	12.201.145,062	243,065	3,42	4,65	12,65
	006	-784.897,746	12.201.145,061	243,063	3,22	4,34	11,88
	007	-784.897,747	12.201.145,067	243,071	3,62	4,99	13,52
	008	-784.897,744	12.201.145,066	243,063	3,68	5,16	15,45
	009	-784.897,743	12.201.145,067	243,067	4,15	5,45	16,12
	010	-784.897,7473	12.201.145,059	243,069	3,47	4,75	13,53
2014	001	-784.897,757	12.201.145,082	243,061	3,21	4,55	12,39
	002	-784.897,749	12.201.145,082	243,047	3,45	5,20	14,72
	003	-784.897,763	12.201.145,091	243,054	4,23	6,90	19,25
	004	-784.897,755	12.201.145,084	243,054	3,92	6,31	16,76
	005	-784.897,756	12.201.145,082	243,051	3,39	4,97	14,03
	006	-784.897,759	12.201.145,086	243,054	3,60	5,12	15,51
	007	-784.897,759	12.201.145,089	243,053	3,70	5,44	15,10
	008	-784.897,759	12.201.145,088	243,068	4,01	5,59	17,26
	009	-784.897,760	12.201.145,089	243,063	3,37	4,94	14,34



Gambar 6. Grafik Plot *Time Series* Komponen *North*



Gambar 7. Grafik Plot *Time Series* Komponen *East*.



Gambar 8. Grafik Plot *Time Series* Komponen *Up*.

**Kecepatan Pergerakan**

Hasil kecepatan pergerakan masing – masing periode waktu disajikan dalam **Tabel 5**. Nilai

kecepatan pergerakan terbesar dalam arah *east* pada periode 2014 s.d 2016 yaitu sebesar 0,026 m/thn sedangkan untuk kecepatan pergerakan dalam arah *north* sebesar 0,0118 mm /thn.



**Tabel 5.** Kecepatan Pergerakan.

Tahun	Kecepatan (m/thn)		
	Vn	Ve	Vu
2013-2014	-0,011	0,024	-0,018
2015-2016	-0,011	0,025	-0,000
2014-2016	-0,012	0,027	-0,006

Tahun	Simpangan baku (mm/thn)		
	Vn	Ve	Vu
2013-2014	2,27	7,04	1,59
2015-2016	2,22	2,97	6,84
2014-2016	2,31	5,015	1,375

Nilai vektor kecepatan pergerakan tersebut masih dipengaruhi oleh pergerakan Blok Sunda. Sehingga untuk mendapatkan nilai kecepatan pergerakan yang sebenarnya selama periode penelitian maka hasil dari vektor kecepatan pergerakan tersebut harus dikurangi dengan perhitungan titik pergerakan pergerakan Blok Sunda. **Tabel 6** menunjukkan bahwa nilai kecepatan stasiun CORS UDIP periode tahun 2013 s.d 2016 dengan kecepatan pergerakan tertinggi pada periode 2013 s.d. 2014 untuk arah timur sebesar 0,18 cm dan 0,39 cm untuk arah utara.

**Tabel 6.** Kecepatan Pergerakan Pengaruh Blok Sunda.

Sta	Kec		Block Sunda		Kec	
	(cm/thn)		(cm/thn)		(cm/thn)	
	e	n	e	n	ve	vn
<b>2013-2014</b>	2,42	-1,19	2,60	-0,80	0,18	0,39
<b>2015-2016</b>	2,49	-1,11	2,60	-0,80	0,11	0,31
<b>2014-2016</b>	2,68	-1,16	2,60	-0,80	-0,08	0,36

Untuk mengetahui nilai kecepatan pergeseran yang terjadi pada stasiun CORS UDIP dilakukan uji t. Hasil uji t pada **Tabel 7.** menunjukkan bahwa nilai t-hitung memiliki nilai yang lebih kecil dari nilai t-tabel sehingga dapat disimpulkan bahwa secara signifikan stasiun CORS UDIP tidak mengalami pergeseran pergerakan.

**Tabel 7.** Uji t.

ve	vn	sde	sdn	t -hitung	t-tabel
0,18	0,39	0,704	0,227	0,5788	1,96
0,11	0,31	0,297	0,222	0,8813	1,96
-0,08	0,36	0,5015	0,231	0,6638	1,96

**KESIMPULAN**

Kecepatan Sta CORS UDIP sebelum dikurangi dari pergeseran blok Sunda adalah tertinggi pada periode 2014-2016 yaitu sebesar 1,15 cm arah north, 0,2.67 cm arah east dan 0.5 cm arah up. Pengaruh Blok Sunda mengakibatkan kecepatan pergerakan stasiun GNSS CORS UDIP menjadi 0,08 s.d. 0,18 cm arah east dan 0,31 s.d 0,39 cm dalam arah north. Uji statistik menunjukkan stasiun CORS

UDIP dalam periode 2014 s.d. 2016 tidak mengalami pergeseran yang signifikan.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih kepada PT Adhimulia Interniagatama dan semua staf Laboratorium Pengukuran dan Pemetaan serta staf di lingkungan Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang atas segala bantuannya sehingga tulisan ini dapat diselesaikan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Artini, S. R. (2014). Penentuan Koordinat Stasiun GNSS CORS GMU1 dengan Kombinasi Titik Ikat GPS Global dan Regional. *PILAR*, 10(1).

Bock, Y., Prawirodirdjo, L., Genrich, J. F., Stevens, C. W., McCaffrey, R., Subarya, C., ... Calais, E. (2003). Crustal motion in Indonesia from global positioning system measurements. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 108(B8).

Haasdyk, J., Roberts, C., & Janssen, V. (2010). Automated monitoring of CORSnet-NSW using the Bernese software. In *FIG Congress: Facing the Challenges - Building the Capacity*. Sydney. Retrieved from <https://eprints.utas.edu.au/9775/>

Hapsari, W., Yuwono, B. D., & Amarrohman, F. J. (2016). Penentuan Posisi Stasiun GNSS CORS Undip Epoch 2015 dan Epoch 2016 Berdasarkan Stasiun IGS dan SRGI Menggunakan Perangkat Lunak Gamit 10.6. *Jurnal Geodesi Undip*, 5(4), 243–253.

Herring, T. A., King, R. W., & McClusky, S. C. (2010). Introduction to GAMIT/GLOBK. *Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts*. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.534.6776&rep=rep1&type=pdf>

Isaac. (2007). *Analysis of Data from the GPS Reference Station at AAU using GAMIT*. Aalborg University.

Laksana, I., Yuwono, B. D., & Awaluddin, M. (2014). Penentuan Posisi Stasiun GNSS CORS Undip pada Tahun 2013 dan 2014 Menggunakan Software GAMIT. *Jurnal Geodesi Undip*, 3(4), 193–201.

Purba, E. S., Yuwono, B. D., & Sabri, L. M. (2013). Penentuan Koordinat Definitif Epoch 2013 Stasiun CORS Geodesi UNDIP dengan Menggunakan Perangkat Lunak GAMIT 10.04. *Jurnal Geodesi Undip*, 2(4). Retrieved from [http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian\\_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku\\_id=63699&is\\_local=1](http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=63699&is_local=1)

Rizos, C. (2014). CORS and its Applications Past, Present, Future. In *Workshop CORS Universitas Gadjah Mada*. Yogyakarta.

Taftazani, M. I., & Heliani, L. S. (2013). *Analisis*

- Geodinamika Lima Stasiun Pasut Pulau Jawa dengan Data Pengamatan GPS Tiga Epok*. Universitas Gadjah Mada. Retrieved from [http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian\\_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku\\_id=63699&is\\_local=1](http://etd.repository.ugm.ac.id/index.php?mod=penelitian_detail&sub=PenelitianDetail&act=view&typ=html&buku_id=63699&is_local=1)
- Wellenhof, B. H., Lichtenegger, H., & Collins, J. (1994). *GPS theory and practice*. Springer, New York. doi (Vol. 10). Springer.
- Wolf, P. R., & Ghilani, C. D. (1997). *Adjustment computations: statistics and least squares in surveying and GIS*. Wiley-Interscience.
- Wu, Q., Kang, J., Li, S., Zhen, J., & Li, H. (2015). GNSS Positioning by CORS and EGM2008 in Jilin Province, China. *Sensors*, 15(12), 30419–30428. <https://doi.org/10.3390/s151229806>
- Yuwono, B. D., Awaluddin, M., & Laksana, I. (2014). Pendefinisian Ulang Koordinat Definitif dan Kecepatan Posisi Stasiun GNSS CORS Undip. In *FIT ISI: Peran Surveyor Indonesia Mendukung Pemerintah Baru melalui One Map Policy di Era Globalisasi*. Bandung.