

Analisa Perbandingan Sinkronisasi Berbasis Sistem Global Positioning System (GPS) dan Global Navigation System (GLONASS)

Comparative Analysis of Synchronization Based Global Positioning System (GPS) and Design and Global Navigation System (GLONASS)

PASHA DANI PAMUNGKAS¹, DHARU ARSENO, S.T., M.T.², EDWAR, S.T., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹pashadani.pamungkas@gmail.com, ²darseno@telkomuniversity.ac.id, ³edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi pada saat ini terbilang sangat pesat, dengan meningkatnya populasi manusia yang terus bertambah maka teknologi informasi dan komunikasi menjadi kebutuhan pokok pada saat ini. Salah satunya yaitu teknologi navigasi, sistem teknologi navigasi yang saat ini beroperasi global adalah sistem *Global Positioning System (GPS)* dan *Global Navigation System (GLONASS)*. Dengan memanfaatkan sistem ini, maka kebutuhan masyarakat yang besar dalam hal efisiensi, serta kelancaran dalam melakukan komunikasi menjadi hal yang utama.

Pada tugas akhir ini penulis menganalisa dan membandingkan sinkronisasi dari sistem *Global Positioning System (GPS)* dan *Global Navigation System (GLONASS)*. Untuk mencapai tujuan tersebut, penulis menggunakan data yang dikumpulkan di PT. Relia Telemet Semesta dan customer PT. Relia Telemet Semesta Pekanbaru dengan menggunakan alat Synchronization Supply Unit – 2000 (SSU-2000). Parameter yang digunakan berupa jumlah satelit, waktu kecepatan *lock*, dan SNR.

Berdasarkan hasil yang didapat pada data PT. Relia Telemet Semesta, maka diperoleh sistem satelit GPS lebih baik dari pada GLONASS. Dengan melihat parameter jumlah satelit, satelit GPS lebih mudah ditemukan (>10 satelit) sedangkan GLONASS (<10 satelit); waktu kecepatan *lock*, satelit GPS lebih cepat ter-*lock* dengan selisih waktu *lock* 1000 detik dengan GLONASS; SNR, satelit GPS memiliki kualitas SNR lebih baik. Kemudian berdasarkan hasil yang didapatkan pada data di Pekanbaru, sinkronisasi satelit GPS terbaik untuk wilayah indonesia yaitu karena wilayah Indonesia berada dekat dengan garis *equator* atau khatulistiwa.

Kata Kunci : GPS, GLONASS, Sinkronisasi, *Synchronization Signal Unit – 2000 (SSU-2000)*

Abstract

The development of information and communication technology at this time is very rapid, with the increasing human population, information and communication technology is becoming a staple at this time. One of them is navigation technology, navigation technology system that currently operates globally is Global Positioning System (GPS) and Global Navigation System (GLONASS) system. By utilizing this system, the need for a large community in terms of efficiency, and the smoothness of communication is the main thing.

In this final project the author analyzes and compares synchronization from the Global Positioning System (GPS) and Global Navigation System (GLONASS) systems. To achieve this goal, the author uses data collected at PT. Relia Telemet Semesta and customer PT. Relia Telemet Semesta Pekanbaru using the 2000 Synchronization Supply Unit (SSU-2000). The parameters used are satellite number, *lock* speed time, and SNR.

Based on the analysis of Relia Telemet Semesta's data, the GPS satellite system is better than the GLONASS satellite system. With the number of satellite as the parameter, satellites of GPS is easier to find (>10 satellites) while GLONASS (<10 satellites); with *lock* speed time as the parameter, GPS satellite is being *locked* faster with a *lock* time difference is 1000 seconds; with SNR as the parameter, GPS satellite has better SNR quality. Then, based on the Pekanbaru data result, the GPS satellite synchronization is the best for Indonesia because Indonesia region is close to the equator.

Keywords : GPS, GLONASS, *Synchronization*, *Synchronization Signal Unit - 2000 (SSU-2000)*

1. Pendahuluan

Sinkronisasi dan pengaturan waktu sangat penting pada jaringan telekomunikasi, untuk memastikan kinerja yang optimal dan mencegah packet loss. Sebagian besar aplikasi telekomunikasi membutuhkan waktu, frekuensi, dan sinkronisasi yang tepat untuk beroperasi dengan benar. Dalam jaringan telekomunikasi digital (TDM), sinkronisasi menggunakan dua jenis elemen sinkronisasi, *Primary Reference Clocks (PRC)* dan distribusi *clock*. PRC atau PRS (menggunakan Cesium atau GPS/satelit) menyediakan sinyal referensi untuk sinkronisasi *clock* pada jaringan [1].

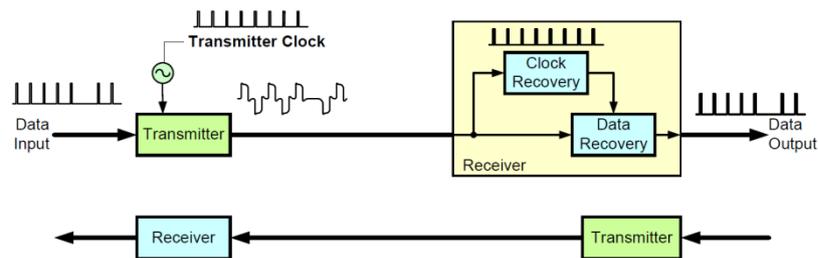
Salah satu perangkat yang dapat digunakan untuk sinkronisasi *clock* adalah *Synchronization Supply Unit* (SSU-2000). SSU-2000 menerima sinyal input dari satelit yang menjadi *source clock*. Kemudian SSU-2000 mendistribusikan *clock* ke seluruh perangkat yang membutuhkannya [2][3].

GPS dan GLONASS adalah dua sistem satelit yang sudah beroperasi dengan cakupan seluruh dunia, sehingga penggunaannya dapat diandalkan untuk positioning dan real time. GPS dan GLONASS merupakan sistem satelit yang berbeda dan memiliki cara kerja yang berbeda [4]. Kemudian teori dasar yang digunakan pada penelitian ini akan dijelaskan pada bab berikutnya. Permodelan sistem ini akan dijelaskan pada bab ketiga dan hasil analisisnya di bab keempat.

2. Dasar Teori

2.1. Sinkronisasi

Sinkronisasi proses menyelaraskan skala waktu transmisi dan peralatan *switching* sehingga operasi dari peralatan terjadi pada waktu yang tepat dan dalam urutan yang benar. Sinkronisasi membutuhkan *clock receiver* untuk memperoleh dan melacak informasi waktu periodik dalam sinyal yang dikirimkan [5].



GAMBAR 2. 1 TRANSMITTER DAN RECEIVER CLOCK [5]

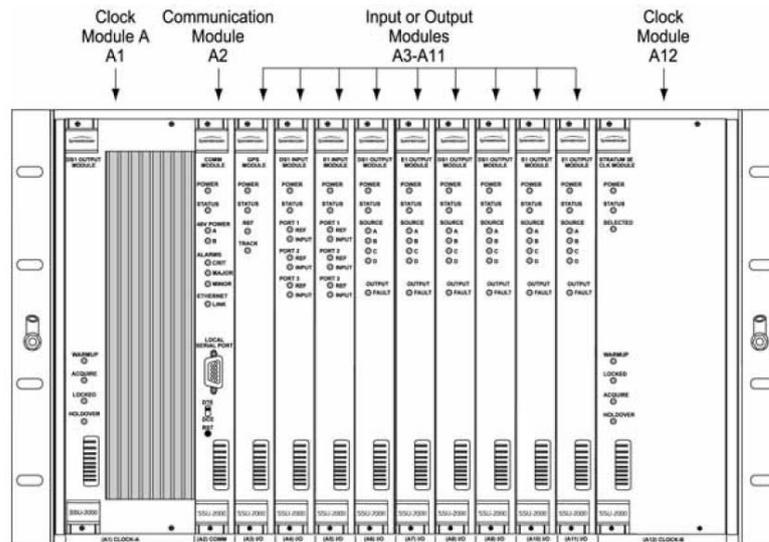
Sinyal yang diterima diproses oleh *clock recovery*, dan *clock* kemudian digunakan untuk memulihkan data. *Transmitter* dan *receiver* untuk kedua arah bersifat identik. Performansi *clock* telekomunikasi ditentukan sesuai dengan hirarki sinkronisasi, atau level stratum *clock*, yang didefinisikan dalam ANSI T1.101 (Tabel 2.1). [5].

TABEL 2. 1 ANSI T1.101 CLOCK PERFORMANCE REQUIREMENTS [5]

Stratum Level	Free-Run Accuracy	Holdover Accuracy in 1 st 24 hours	Slip Rate @ DS-1 Rate	Rearrangement MTIE
1	1×10^{-11}	N/A	≤ 1 Slip in 72 days	N/A
2	1.6×10^{-8}	1×10^{-10}	≤ 1 Slip in 13 days	$1 \mu\text{s}$
3E	4.6×10^{-6}	1×10^{-8}	≤ 7 Slip in 1 days	$1 \mu\text{s}$
3	4.6×10^{-6}	3.7×10^{-7}	≤ 255 Slip in 1 days	$1 \mu\text{s}$
4	32×10^{-10}	N/A	N/A	$1 \mu\text{s}$

2.2. SSU-2000

SSU-2000 adalah alat yang digunakan oleh operator jaringan komunikasi untuk menghasilkan dan mendistribusikan sinyal sinkronisasi yang tepat untuk jaringan mereka. SSU-2000 terus memonitor integritas dari timing signal yang masuk. Sistem dari SSU-2000 adalah *Timing Signal Generator* (TSG) yang berguna untuk menghasilkan, memonitor, mengontrol, dan mendistribusikan sinyal sinkronisasi jaringan. Pengangguhan sistem dan penyaringan dipengaruhi oleh kualitas dari oscillator yang digunakan di internal modul *clock* SSU-2000. Modul dapat dimasukkan atau dihilangkan dari SSU 2000 ketika rangkaian tersebut beroperasi tanpa adanya degradasi dari sinyal *output*. Tiap modul menyokong pengelolaan dalam situasi kritis, mayor, peringatan minor. *Output modules* dan *Clock modules* dapat dikonfigurasi di dalam pasangan yang lebih untuk menaikkan kinerjanya [3].



GAMBAR 2. 2 SLOT SSU-2000 [3]

Dari diagram diatas terbagi 4 bagian utama [3]:

1. *Input section*
2. *Clock section*
3. *Output section*
4. *Communication section*

2.3. GPS

GPS adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit dari Amerika. Sistem yang dapat digunakan untuk memberikan posisi, kecepatan tiga-dimensi, dan waktu, secara kontinyu di seluruh dunia. GPS terdiri dari 24 satelit yang menempati 6 bidang orbit. Saat ini GPS memiliki 33 satelit di orbitnya. Keenam bidang orbit satelit GPS mempunyai spasi sudut yang sama. Setiap orbit ditempati oleh 4 satelit. Jarak antar satelit diatur sedemikian rupa untuk memaksimalkan probabilitas kenampakan minimum 4 satelit [4].



GAMBAR 2. 3 ORBITAL SATELIT GPS [4]

Sistem GPS mampu memberikan posisi lokasi dengan tingkat ketelitian 1-5 meter melalui receiver kode A/C. Konstelasi satelit GPS beroperasi pada ketinggian 20.200 km dengan umur satelit rata-rata 7,3 tahun-7,8 tahun [6].

Sinyal GPS ditransmisikan pada dua frekuensi radio dalam pita L, yang disebut sebagai *Link 1* (L1) dan *Link 2* (L2), atau pita L1 dan L2. Ada juga dua sinyal tambahan pada frekuensi yang disebut L3 (terkait dengan sistem deteksi peledak nuklir) dan L4 (untuk keperluan militer lainnya). Sinyal tersebut terpolarisasi secara sirkular dan frekuensi itu berasal dari frekuensi dasar $f_0=10.23$ MHz, yang dihasilkan *clock* atom [7].

$$L1 = 154 \times 10.23 \text{ MHz} = 1575.420\text{MHz} \tag{2.1}$$

$$L2 = 120 \times 10.23 \text{ MHz} = 1227.600\text{MHz} \tag{2.2}$$

Pada sistem navigasinya, informasi lokasi satelit diberikan variabel x, y, z dan waktu pengiriman menggunakan variabel s. Menjadi [xi, yi, zi, si], dimana huruf i kecil melambangkan satelit nomor berapa

yang memberikan data dimana diperlukan minimal 4 satelit. Jika variabel untuk waktu yang diterima oleh GPS dilambangkan dengan tanda \tilde{t}_i , maka waktu sebenarnya yang diterima adalah $t_i = \tilde{t}_i - b$ dimana b merupakan *offset* waktu penerimaan dari satelit yang jauh lebih akurat. Waktu penerimaan pesan adalah $\tilde{t}_i - b - s_i$ dimana s_i adalah waktu satelit. Jika diasumsikan bahwa pesan dikirimkan dengan kecepatan cahaya yang disimbolkan dengan c , maka jarak yang ditempuh adalah $(\tilde{t}_i - b - s_i)c$. Untuk sebanyak n satelit, persamaan yang memenuhinya adalah [8]:

$$(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2 = ((\tilde{t}_i - b - s_i)c)^2, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

Atau dalam istilah pseudoranges, $p_i = (\tilde{t}_i - s_i)c$, sebagai:

$$\sqrt{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2 + (z - z_i)^2} - bc = p_i, i = 1, 2, \dots, n \quad (2.4)$$

Karena persamaannya memiliki 4 nilai yang tidak diketahui $[x, y, z, b]$, yaitu tiga komponen dari posisi penerima GPS dan jam yang tidak tentu, maka setidaknya diperlukan 4 satelit untuk menyelesaikan persamaan ini. Ketika ada lebih dari 4 satelit yang digunakan, maka membutuhkan teori lain untuk menyelesaikannya [8].

2.4. GLONASS

GLONASS adalah sistem satelit global navigasi yang dimiliki oleh Rusia yang memberikan alternatif untuk GPS dan merupakan sistem navigasi alternatif kedua yang beroperasi dengan cakupan global dan presisi yang sebanding. GLONASS telah mencakupi seluruh wilayah di Rusia dan pada bulan Oktober 2011, seluruh orbital konstelasi dari 24 satelit sudah secara global. [6].

GLONASS berada dalam tiga bidang orbit dimana kedudukan satelit terpisah dengan jarak 120° dan berada pada ketinggian 19.100 km diatas permukaan Bumi dengan inklinasi $64,8^\circ$ dan siklus perputaran satelit mengelilingi Bumi 11 jam 16 menit [6].



GAMBAR 2. 4 ORBITAL SATELIT GLONASS [9]

Orbit GLONASS sesuai untuk penggunaan di lintang tinggi (utara atau selatan), di mana mendapatkan sinyal GPS bisa menjadi masalah [10].

Sinyal GLONASS terpolarisasi secara sirkular dan terpusat pada dua frekuensi radio di pita L, yang disebut di sini sebagai pita G1 dan G2. GLONASS diamati (kode dan fasa) mirip dengan GPS. Perbedaan utama antara GPS dan GLONASS adalah GLONASS menggunakan teknologi *Frequency Division Multiple Access* (FDMA) untuk membedakan sinyal dari satelit yang berbeda. Setiap *broadcast* dari satelit GLONASS pada frekuensi tertentu ada di dalam pita. Frekuensi ini menentukan jumlah saluran frekuensi satelit dan memungkinkan *receiver* pengguna untuk mengidentifikasi satelit [7].

Semua satelit GLONASS mentransmisikan kode C/A- dan P yang sama, tetapi masing-masing satelit mempunyai perbedaan frekuensi *carrier* yang sedikit berbeda. Nominal dari frekuensi *carrier* untuk sinyal G1 dan G2 dapat ditulis seperti berikut [7] :

$$\text{Pita frekuensi G1 } f_1^n = 1602 + 0.5625 \times n \text{ MHz} \quad (2.5)$$

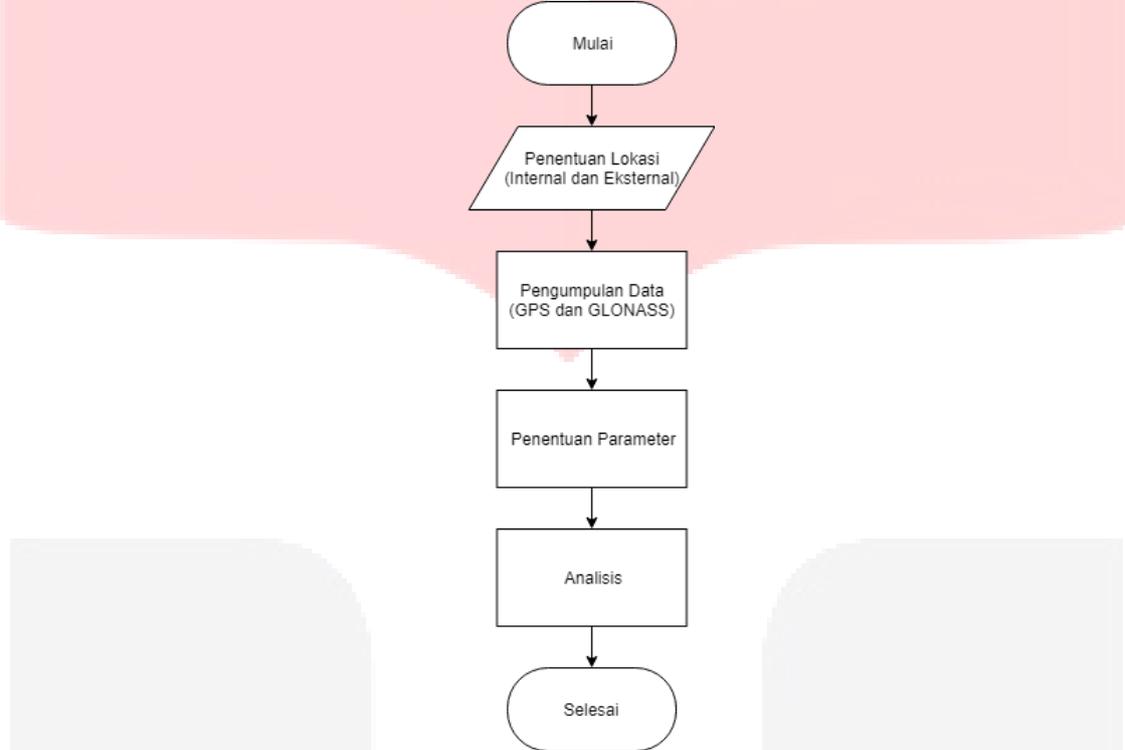
$$\text{Pita frekuensi G2 } f_2^n = 1246 + 0.4375 \times n \text{ MHz} \quad (2.6)$$

$$\text{dengan, } \frac{f_1^n}{f_2^n} = \frac{9}{7} \quad (2.7)$$

Dengan n adalah jumlah kanal frekuensi. Angka frekuensi n pada awalnya ada untuk menyediakan 24 kanal dengan $n=1, \dots, 24$, tetapi menurut *International Electric Communication Union*, semua satelit GLONASS yang diluncurkan setelah tahun 2005 harus menggunakan $n=-7, \dots, 6$ [7].

3. Permodelan Sistem

3.1. Diagram Alir

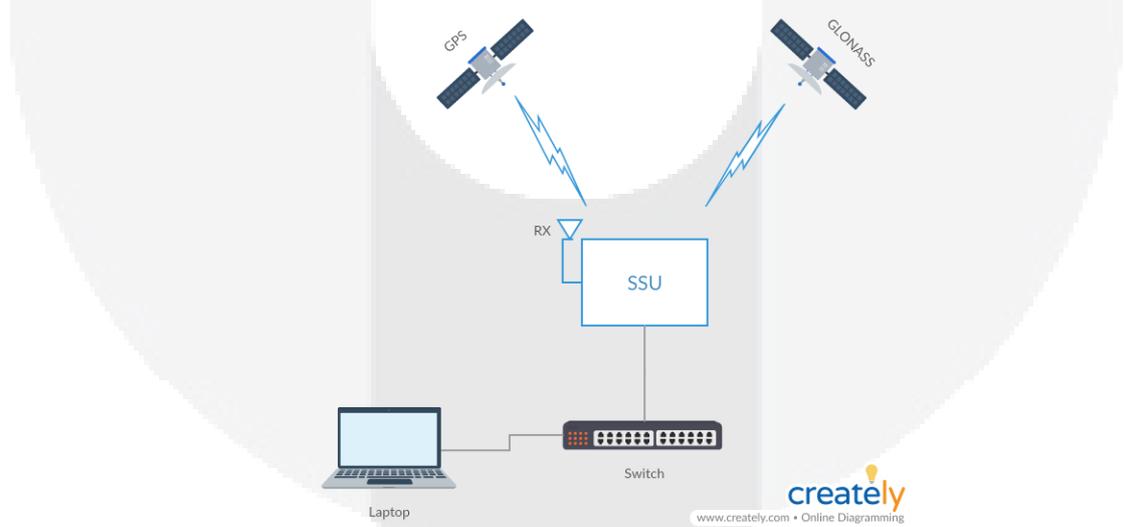


GAMBAR 3. 1 DIAGRAM ALIR

3.2. Penentuan Lokasi

1. Internal

Pada tipe lokasi internal dilakukan di PT. Relia Telemet Semesta yang berada di *The East Tower* lantai 17, Jakarta Selatan.



GAMBAR 3. 2 TOPOLOGI JARINGAN PT RELIA TELEMET SEMESTA

2. Eksternal

Pada tipe lokasi eksternal dilakukan pengambilan data pada customer yang dapat diakses melalui VPN dari PT. Relia Telemet Semesta. Lokasi dapat berada di banyak tempat di seluruh Indonesia, untuk penelitian ini data diambil dari lokasi di Pekanbaru dengan pengaturan “GPS+GLONASS”.

3.3. Pengumpulan Data

Pengambilan data dilakukan berdasarkan data internal dan eksternal dengan arahan dari divisi engineering PT. Relia Telemet Semesta.

1. Jadwal pengumpulan data, tanggal 2, 3, dan 4 Mei 2018.
2. GPS, menggunakan “gnss 1a3 cmode gps”. Pengaturan ini hanya dilakukan pada tipe lokasi internal.
3. GLONASS, menggunakan “gnss 1a3 cmode glonass”. Pengaturan ini hanya dilakukan pada tipe lokasi internal.

3.4. Parameter

Pada penelitian ini memiliki tiga parameter pada SSU-2000 untuk menentukan baik atau tidaknya sinkronisasi menggunakan satelit yang didapatkan.

1. Jumlah Satelit
 - a. Tujuan pengukuran, untuk mengetahui jumlah satelit GPS dan GLONASS yang didapatkan dari performansi SSU-2000.
 - b. Sistematika pengukuran, dilakukan dengan me-remote SSU-2000 menjadi konstelasi GPS dan GLONASS. Saat SSU-2000 me-remote menggunakan konstelasi GPS dan GLONASS, SSU-2000 mendapatkan jumlah satelit dengan status track yang berbeda pada setiap satelit yaitu “SRC” dan “OK”. SRC (*searching*) merupakan salah satu status track satelit pada SSU-2000 yang berarti masih mencari satelit. Kemudian status track OK yang berarti satelit dengan SSU-2000 sudah terhubung dan sinkron.
2. Waktu Kecepatan Lock
 - a. Tujuan pengukuran, untuk mengetahui kecepatan lock pada SSU-2000 dengan konstelasi satelit GPS dan GLONASS.
 - b. Sistematika Pengukuran, dilakukan dengan me-remote SSU-2000 menjadi konstelasi GPS dan GLONASS. Saat SSU-2000 me-remote menggunakan konstelasi GPS dan GLONASS, SecureCRT dapat melihat status tiap modul SSU-2000 yang terjadi lengkap dengan waktu dan tanggal tiap kejadian dengan menggunakan command “event all”. Status modul yang diukur dimulai dari modul ter-install sampai dengan lock. Lock merupakan kejadian dimana modul pada SSU-2000 sudah menerima sinyal clock satelit yang dibutuhkan sebagai sumber sinkronisasi utama untuk pendistribusian sinyal sinkronisasi.
3. SNR
 - a. Tujuan Pengukuran, untuk mengetahui SNR pada performansi SSU-2000 dari satelit GPS dan GLONASS.
 - b. Sistematika Pengukuran, dilakukan dengan me-remote SSU-2000 menjadi konstelasi GPS dan GLONASS. Saat SSU-2000 me-remote menggunakan konstelasi GPS dan GLONASS, SSU-2000 mendapatkan jumlah satelit dengan status track yang berbeda pada setiap satelit yaitu “SRC” dan “OK” dengan masing - masing status terdapat SNR dengan ID satelit yang disertakan. Pada SSU-2000 ID satelit dapat menunjukkan jenis satelit apa yg didapatkan, track GPS satelit ID 1 – 32 dan track GLONASS satelit ID 65 – 96. Pada nilai SNR yang didapatkan tiap satelit di SSU-2000, kemudian di rata-ratakan.

4. Analisis dan Hasil

Pada bab ini akan dibahas mengenai analisis dari hasil pengukuran yang telah dilakukan. Bertujuan untuk mengetahui perbandingan sistem satelit GPS dan GLONASS menggunakan SSU-2000 yang terletak di PT. Relia Telemet Semesta dan customer yang terletak di Pekanbaru. Parameter yang diambil adalah nilai SNR, jumlah satelit, dan kecepatan waktu lock. Untuk memperoleh data, pengambilan dibantu dengan aplikasi SecureCRT yang digunakan untuk meng-remote SSU-2000 menggunakan beberapa command.

4.1. Jumlah Satelit

TABEL 4.1 JUMLAH SATELIT LAB. PT. RELIA TELEMET SEMESTA

Tanggal Pengerjaan	GPS		GLONASS	
	OK	SRC	OK	SRC
2 Mei 18	2	11	2	5
3 Mei 18	3	11	2	7
4 Mei 18	3	10	3	3

TABEL 4.2 JUMLAH SATELIT PEKANBARU

Tanggal Pengerjaan	GPS		GLONASS	
	OK	SRC	OK	SRC
2 Mei 18	11	0	0	0
3 Mei 18	13	0	0	0
4 Mei 18	12	0	0	0

4.2. Waktu Kecepatan Lock

TABEL 4.3 WAKTU KECEPATAN LOCK LAB. PT. RELIA TELEMET SEMESTA

Tanggal Pengerjaan	GPS		GLONASS	
	1A03-1A01 (detik)	1A05-1A12 (detik)	1A03-1A01 (detik)	1A05-1A12 (detik)
2 Mei 18	8790	8566	13344	13553
3 Mei 18	2377	5499	10868	10850
4 Mei 18	7570	7559	8042	8037

Pekanbaru, 19 Maret 2018 memiliki waktu kecepatan *lock* yang dimulai dari *holdover* sampai dengan *lock*. Keterbatasan akses data dan pengaturan menjadi penyebab waktu kecepatan *lock* tidak bisa diukur dari saat modul ter-*install*, sehingga pengukuran diukur dimulai dari status *holdover*. Sedangkan waktu kecepatan *lock* GLONASS tidak ada, dikarenakan SSU-2000 tidak mendapatkan satelit GLONASS. Dengan hasil pengukuran dari satelit GPS didapatkan modul 1A01 memiliki kecepatan 139 detik dan modul 1A12 memiliki kecepatan 140 detik.

```

PKU_ARIFIN_ACHMAD->con
2018-05-12T16:48:35Z ID: SSU2000, Name: PKU_ARIFIN_ACHMAD
Loc# Name HW Part # HW Rev Date Serial #
-----
1 SSU-2000 25413020-000-0
1A01 Clock Stratum 2E 23413016-000-0 H 07OCT16 AG5175
1A02 Communication 23413012-000-0 F.01 15MAY08 R41446
1A03 Input GNSS 23413019-001-0 D 10OCT13 B82701
1A04 Input E1 3Port 23413014-002-0 B.09 03OCT04 M32449
1A05 Input GNSS 23413019-001-0 D 10OCT13 B82697
1A06 Output E1/2048 kHz 23413292-000-0 A.02 08OCT04 M30208
1A07 Output E1/2048 kHz 23413292-000-0 A.04 01SEP05 M31754
1A08 PackeTime_PTP 23413325-001-0 F 06FEB14 C20143
1A09 PackeTime_PTP 23413325-001-0 D 26FEB13 B00698
1A10 Output E1/2048 kHz 23413292-000-0 B.05 14FEB11 A12234
1A11 Output E1/2048 kHz 23413292-000-0 B.05 14FEB11 A12175
1A12 Clock Stratum 2E 23413016-000-0 F5 19MAR14 C23736
2 SDU-2000 25413023-000-0
2A01 PackeTime_PTP 23413325-001-0 F 14DEC16 AG9685
2A03 PackeTime_PTP 23413325-001-0 F 15DEC16 AG9683
2A05 PackeTime_PTP 23413325-001-0 F 08NOV16 AG5732
2A07 PackeTime_PTP 23413325-001-0 F 14DEC16 AG9682
2A15 Buffer Card 23413122-000-0 C 13DEC16 AH0411
2A16 Buffer Card 23413122-000-0 C 13DEC16 AH0378

```

GAMBAR 4. 1 UMUR CLOCK PEKANBARU

Pada Gambar 4.1 modul *clock* 1A01 dibuat tanggal 7 Oktober 2016 dan modul *clock* 1A12 dibuat tanggal 19 Maret 2014. Umur modul *clock* 1A01 ± 2 tahun. dan 1A12 ± 4 tahun.

4.3. SNR

TABEL 4.4 SNR LAB. RELIA TELEMET SEMESTA

Tanggal Pengerjaan	GPS		GLONASS	
	OK (dB)	SRC (dB)	OK (dB)	SRC (dB)
2 Mei 18	40,50	25,41	36,50	9,16
3 Mei 18	45,00	26,18	36,00	21,85
4 Mei 18	34,30	23,00	36,30	27,30

TABEL 4.5 SNR PEKANBARU

Tanggal Pengerjaan	GPS		GLONASS	
	OK (dB)	SRC (dB)	OK (dB)	SRC (dB)
2 Mei 18	40,80	-	-	-
3 Mei 18	40,60	-	-	-
4 Mei 18	40,80	-	-	-

Pada satelit GLONASS tidak ada nilai SNR, dikarenakan SSU-2000 tidak mendapatkan satelit GLONASS. Dapat dilihat dari grafik GPS dengan status "OK" memiliki rata – rata SNR yang baik untuk SSU-2000. Dengan nilai SNR yang baik dan memenuhi jumlah satelit yang dibutuhkan maka sinkronisasi SSU-2000 dapat bekerja dengan baik.

5. Kesimpulan

Berdasarkan pengujian dan analisis system yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil yang didapatkan dalam pengukuran jumlah satelit, satelit GPS lebih mudah didapatkan dari GLONASS di wilayah Indonesia. Orbit dari satelit mempengaruhi hasil sinkronisasi SSU-2000.
2. Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk sinkronisasi, kecepatan *lock* GPS lebih cepat dari GLONASS. Kecepatan *lock* dipengaruhi oleh umur atom *clock* yang berada pada SSU-2000.
3. Berdasarkan hasil yang didapatkan untuk sinkronisasi, SNR pada GPS lebih besar dari GLONASS. SNR dipengaruhi dari pemasangan antena yang digunakan.
4. Di Indonesia penggunaan GPS lebih unggul dan mudah didapatkan, karena jumlah yang banyak dan orbital GPS melewati wilayah Indonesia.
5. Penggunaan satelit GLONASS tidak menjadi sumber utama, biasanya digunakan menjadi cadangan bagi GPS.

Daftar Pustaka

- [1] Datta Rajendra Nath., "Understanding the concepts of synchronization *and holdover*", in Symmetricom, 2011.
- [2] Microsemi, Corp., "SSU 2000/SSU 2000e, Synchronization Supply Unit (SSU) for Carrier-Grade Network", in *Microsemi, Corp.*
- [3] Symmetricom, Inc., "SSU User Guide Rev. H", in Symmetricom, Inc., 1999.
- [4] Abidin, H. Z., "Perkembangan Sistem dan Aplikasi GPS dan GLONASS", in Bandung: Institut Teknologi Bandung, 2005.
- [5] Reeve, W. D., "Telecommunication Synchronization Overview", in Alaska: Reeve Engineers, 2002.
- [6] Jakondar, B., "Perkembangan Sistem Satelit Navigasi Global dan Aplikasinya", *Berita Dirgantara* Vol. 12 No. 2 Juni 2011: 38-47, 2011.
- [7] Sanz Subirana, J., Juan Zornoza, J. M., and Hernández-Pajares, M., "GNSS Data Processing, Vol. 1: Fundamentals and Algorithms", in France: European Space Agency, 2013.
- [8] Blewitt Geoffrey., "Basics of the GPS Technique : Observation Equations", in Department of Geomatics, University of Newcastle, United Kingdom.
- [9] GNSS Science Service Centre, "GLONASS Space Segment", from: https://gssc.esa.int/navipedia/index.php/GLONASS_Space_Segment. (Accessed on: February 2018)
- [10] Langley, R., "GPS, GLONASS, and More", in Canada: University of New Brunswick, 2010.