

# Analisis Data ADS-B untuk Menentukan *Probability of Target Report* pada Sistem A-SMGCS

I Made Astawa<sup>1</sup>, I Putu Ananta Yogiswara<sup>2</sup>, Tahar Agastani<sup>3</sup>, Afrias Sarotama<sup>4</sup>  
 Pusat Teknologi Elektronika, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)  
 Gedung Teknologi 3, Kawasan PUSPIPTEK, Serpong, Indonesia  
 made.astawa@bppt.go.id  
 putu.ananta@bppt.go.id  
 tahar.agastani@bppt.go.id  
 afrias.sarotama@bppt.go.id

Diterima 1 Juni 2019  
 Disetujui 24 Juni 2019

**Abstract** — A-SMGCS is an airport system that is used to improve the efficiency of using runways, apron and taxiways by maximizing runway capacities in all situations and weather while maintaining the required level of security. One of the parameters that becomes a requirement in the A-SMGCS system is the Probability of Target Report (PTR) whose value must be greater or equal to 95% in the area maneuver with update rate of the data one second [1]. Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) is one of the cooperative sensors in the A-SMGCS system. The ADS-B sensor is a receiver that is used to capture ADS-B data from aircraft or vehicles equipped with ADS-B transmitters. The amount of ADS-B data received by the ADS-B receiver and is needed for the A-SMGCS system is one of the factors that determine the Probability of Target Report (PTR). This paper will test three ADS-B receivers which will be selected for use as a cooperative sensor in the next A-SMGCS development. From the results of analysis and retrieval of data obtained by Radarcape ADS-B receiver more suitable for the development of the A-SMGCS system.

**Keywords** : ADS-B Receiver, ADS-B Transmitter, A-SMGCS, PTR, Surveillance

## I. PENDAHULUAN

Pusat Teknologi Elektronika (PTE) – BPPT sedang mengembangkan sistem A-SMGCS (*Advanced-Surface Movement Guidance and Control System*). A-SMGCS adalah sistem di bandara yang digunakan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan landasan pacu, apron dan taxiway dengan mempertahankan pergerakan di darat dan memaksimalkan kapasitas landasan pacu dalam segala situasi dan cuaca dengan tetap mempertahankan tingkat keamanan yang dipersyaratkan. Blok diagram A-SMGCS seperti gambar 1 yang terdiri dari empat sub-sistem sbb :

### A. Surveillance

Sub sistem ini berfungsi untuk meningkatkan *situation awareness* dengan memberikan tampilan atau *Human Machine Interface (HMI)* yang menunjukkan posisi dan identifikasi semua pesawat terbang dan kendaraan yang beroperasi di area tertentu di bandara.

### B. Monitoring/Alerting

Sub sistem ini berfungsi untuk mendeteksi dan memberikan peringatan akan terjadinya konflik pada landasan pacu dan apron.

### C. Route Planning

Sub sistem ini berfungsi untuk perencanaan rute untuk pesawat dan kendaraan.

### D. Guidance

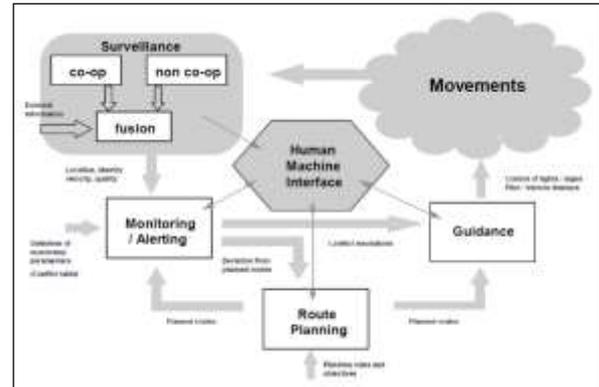
Sub sistem ini berfungsi untuk memberikan petunjuk pada pilot pesawat dan pengemudi kendaraan.

Ada dua jenis sensor pada sub-sistem *Surveillance* yaitu sensor *non-cooperative* dan sensor *cooperative*. Sensor *cooperative* adalah sensor untuk memonitor posisi target dengan menempatkan suatu peralatan pada target tersebut. Contoh dari sensor *cooperative* ini antara lain *Multilateration (MLAT)*, *Secondary Surveillance Radar (SSR)* dan *ADS-B*. Sedangkan sensor *non-cooperative* tidak memerlukan peralatan pada target. Contoh dari sensor *non-cooperative* adalah *Surface Movement Radar (SMR)*, *Primary Surveillance Radar (PSR)*. Sensor *non-cooperative* bisa mendeteksi kendaraan, pesawat ataupun logam yang ada di landasan pacu, taxi way dan apron yang bisa mengganggu penerbangan.

Pada sub-sistem *surveillance* terdapat bagian yang disebut dengan *data fusion* yang blok diagramnya seperti gambar 2. *Data fusion* ini berfungsi untuk menentukan posisi target dari beberapa data sensor. Sebuah pesawat atau kendaraan akan mengirim data

posisinya dan akan diterima oleh sensor *cooperative* dan *non-cooperative*. Kedua sensor ini bisa saja menerima data posisi yang nilainya berbeda walaupun targetnya sama. Tugas dari bagian *data fusion* adalah untuk menentukan satu data posisi dari inputan beberapa data posisi, yang akan dilaporkan oleh sub-sistem *surveillance*.

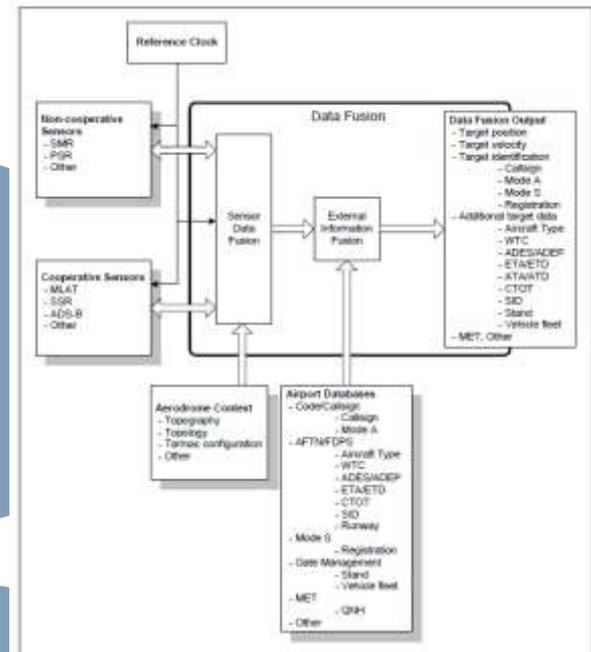
A-SMGCS memiliki beberapa persyaratan kinerja yang harus dipenuhi seperti pada table-1. Salah satu persyaratan yang harus dipenuhi adalah *Probability Of Target Report (PTR)* yang nilainya lebih besar sama dengan 95% dengan *update rate* sebesar satu second untuk area maneuver [1].



Gambar 1-Blok Diagram A-SMGCS[2]

Tabel-1 [1] Parameter Kinerja A-SMGCS

PERFORMANCE PARAMETER	Manoeuvring area	Apron taxiways and aircraft stand taxi lanes	Active stands
PTR (3.2.3.1) [1][2] Probability of Target Report (update rate)	≥ 95% (1 s)	≥ 90% (1 s)	> 95% (5 s)
PFTR (3.2.3.2) [1] Probability of False Target Report	≤ 10 <sup>-6</sup> per report	≤ 10 <sup>-6</sup> per report	≤ 10 <sup>-6</sup> per report
PII (3.2.4.1) [2][3] Probability of Identification	≥ 99.9%	≥ 99.9%	≥ 98%
PFID (3.2.4.2) [2][3] Probability of False Identification	≤ 10 <sup>-4</sup> per identified report	≤ 10 <sup>-4</sup> per identified report	≤ 10 <sup>-4</sup> per identified report
RPA (3.2.6) [2] [4] Reported Position Accuracy	≤ 12 m (95%)	≤ 20 m (95%)	< 25 m (95%)
TRUR (3.2.7) [2] Target Report Update Rate	≥ 1 Hz	≥ 1 Hz	≥ 1 Hz
RVA (3.2.8) [2] Reported Velocity Accuracy	< 5m/s (90%) or < +/- 10% of the actual speed (the higher value applies)	< 5m/s (90%) or < +/- 10% of the actual speed (the higher value applies)	Not applicable
TDL (3.2.9.1) Target Display Latency	≤ 0.5 s	≤ 0.5 s	≤ 0.5 s
PRTOP (3.2.10.1) [2] Position Renewal Time Out Period	≤ 4 s	≤ 4 s	≤ 10 s
IRTOP (3.2.10.2) [3] Identification Renewal Time Out Period	≤ 30 s	≤ 30 s	≤ 30 s
TCGAPS (3.2.11) Track Continuity	Gaps > 5s: TC: ≤ 10 <sup>-6</sup> per Target Report  3s ≤ Gaps ≤ 5s: TC: ≤ 10 <sup>-7</sup> per Target Report	Gaps > 5s: TC: ≤ 10 <sup>-6</sup> per Target Report  3s ≤ Gaps ≤ 5s: TC: ≤ 10 <sup>-7</sup> per Target Report	Gaps > 5s: TC: ≤ 10 <sup>-6</sup> per Target Report
TRIT (3.2.12) [2] Target Report Initiation Time	≤ 5 s	≤ 8 s	≤ 15 s
TRPR (3.2.13) Target Report Position Resolution	≤ 1 m	≤ 1 m	≤ 1 m
TRVR (3.2.14) Target Report Velocity Resolution	≤ 0.25 m/s per cartesian velocity component	≤ 0.25 m/s per cartesian velocity component	≤ 0.25 m/s per cartesian velocity component
TRTR (3.2.15) Target Report Time Resolution	≤ 0.1 s	≤ 0.1 s	≤ 0.1 s



Gambar 2 : Blok Diagram Data Fusion[2]

Saat ini PTE-BPPT memiliki 3 jenis ADS-B receiver seperti gambar-3 yaitu Radarcap, SBS-2 dan SBS-3. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memilih salah satu dari tiga ADS-B receiver tersebut yang lebih cocok untuk digunakan dalam pengembangan sistem A-SMGCS. Pemilihan ADS-B receiver ini berdasarkan pada nilai PTR yang dimiliki oleh setiap ADS-B receiver.



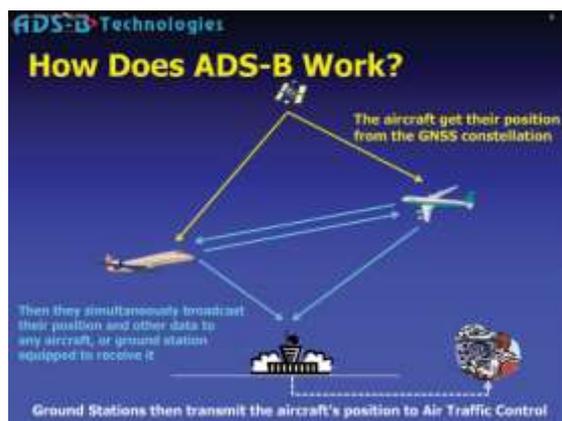
Gambar-3 : Tiga jenis ADS-B receiver yang dimiliki PTE-BPPT

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Sistem ADS-B

ADS-B singkatan dari *Automatic Dependent Surveillance - Broadcast* adalah sebuah sistem pemantauan (*surveillance*) penerbangan nir radar. Pesawat udara dilengkapi dengan sebuah transponder yang berfungsi untuk mengirim data penerbangan

secara otomatis. Data penerbangan seperti posisi dan kecepatan diperoleh dari sistem satelit navigasi GNSS (*Global Navigation Satellite System*) seperti gambar 4. Data penerbangan yang dipancarkan secara broadcast ini akan diterima dan diproses oleh stasiun penerima di darat (*ADS-B Ground Station*). Terminologi dependent menyatakan bahwa data penerbangan bukan diinisiasi oleh *ground station* sebagaimana layaknya sistem radar, melainkan oleh pesawat udara. Sistem ADS-B ini juga memungkinkan komunikasi data antar pesawat udara. *International Civil Aviation Organization (ICAO)* telah menetapkan *road map* bahwa ADS-B ini akan menjadi sistem *surveillance* yang baku sebagai pelengkap sistem yang sudah ada seperti sistem radar untuk meningkatkan keselamatan penerbangan.



Gambar 4. Cara kerja ADS-B [2]

#### B. Daftar Istilah

Beberapa istilah yang berhubungan dengan penelitian ini antara lain [3] :

##### 1. Apron

Adalah Area yang ditentukan pada bandar udara, yang dimaksudkan untuk mengakomodasi pesawat terbang untuk keperluan menaikkan dan menurunkan penumpang, surat atau kargo, pengisian bahan bakar, parkir atau perawatan.

##### 2. Apron Taxiway

Adalah sebagian dari sistem taxiway terletak di apron dan dimaksudkan untuk menyediakan rute melalui apron.

##### 3. Cooperative Target

Adalah Target yang dilengkapi dengan sistem yang mampu secara otomatis dan terus menerus memberikan informasi termasuk Identitasnya ke A-SMGCS.

##### 4. Data Fusion

Adalah istilah umum yang digunakan untuk menggambarkan proses penggabungan informasi dari dua atau lebih sistem sensor.

##### 5. Guidance

Adalah fasilitas informasi dan saran yang diperlukan untuk memberikan informasi yang terus menerus, tidak ambigu dan dapat diandalkan kepada pilot pesawat terbang dan pengemudi kendaraan untuk menjaga pesawat terbang atau kendaraan mereka di permukaan (*surface*) dan memberikan rute yang ditujukan untuk penggunaannya.

##### 6. Manoeuvring Area

Adalah bagian aerodrome yang akan digunakan untuk *take-off*, *landing* dan taxi pesawat terbang dan tidak termasuk apron.

##### 7. Movement Area

Adalah bagian aerodrome yang akan digunakan untuk *take-off*, *landing* dan *taxiing* pesawat terbang, terdiri dari Area Manuver dan Apron.

##### 8. Non-cooperative Target

Adalah target yang tidak dilengkapi dengan sistem yang mampu secara otomatis dan terus menerus memberikan informasi termasuk identitasnya dengan A-SMGCS.

##### 9. Route Planning

Adalah fungsi pada A-SMGCS yang menyediakan alokasi rute dan waktu strategis ke pesawat terbang dan kendaraan untuk memberikan gerakan yang aman, cepat dan efisien dari posisi saat ini ke posisi yang diinginkan.

##### 10. Target

Adalah setiap pesawat terbang, kendaraan atau rintangan (*obstacles*), apakah diam atau bergerak, yang berada di dalam cakupan A-SMGCS

#### C. Probability of Target Report (PTR)

Kemampuan sistem untuk mendeteksi target merupakan ukuran kinerja yang penting pada sistem A-SMGCS. Istilah *Probability of Detection (PD)* terkenal di lingkungan radar. Namun untuk A-SMGCS ukuran kinerja ini tidak boleh bersifat sensor-spesifik karena berbagai jenis sensor dapat digunakan. Satu-satunya persyaratan adalah bahwa harus ada proses fusion data untuk menggabungkan informasi pengawasan (*surveillance*) yang diperoleh dari beberapa sistem sensor untuk mendeteksi target co-operative ataupun target yang non-cooperative. Untuk A-SMGCS ukuran kinerja disebut *Probability of Target Report (PTR)* dan didefinisikan sebagai berikut: Probabilitas setiap kali update data target sudah dilaporkan pada keluaran sub-sistem *surveillance* atau *data fusion* dari sistem A-SMGCS.

Sebagai contoh jika sebuah target atau pesawat di area manuver dalam selang waktu tertentu mengirim data posisi sebanyak 100 kali maka output pada bagian data fusion harus mengeluarkan data posisi minimal 95 kali, dan ini dikatakan PTR nya sudah 95%

### III. METODA PENELITIAN

Dalam rangka untuk memilih jenis ADS-B receiver yang dimiliki oleh PTE-BPPT yang akan digunakan untuk mengembangkan A-SMGCS, maka diperlukan aplikasi perangkat lunak untuk menerima, mengolah dan menyimpan data ADS-B yang dikirim oleh ADS-B receiver. Karena perangkat lunak untuk keperluan ini belum tersedia, maka harus dibuat terlebih dahulu, dan perangkat lunak ini dikembangkan dengan bahasa pemrograman java. Pengambilan data dilakukan selama 2 jam yang mana waktu tersebut sudah mewakili sampel data yang diperlukan.

Pengambilan data dilakukan di laboratorium Navigasi PTE-BPPT dan dilakukan secara real time dan bersamaan pada tiga jenis ADS-B receiver tersebut, Ketiga ADS-B receiver dihubungkan dengan jenis antena yang sama dan panjang kabel antena yang sama, dan ketiga antena ditempatkan berdekatan agar menerima data dari pesawat yang sedang melintas diudara dengan jarak yang sama seperti gambar 5. Aplikasi perangkat lunaknya dijalankan pada satu komputer seperti gambar-6.

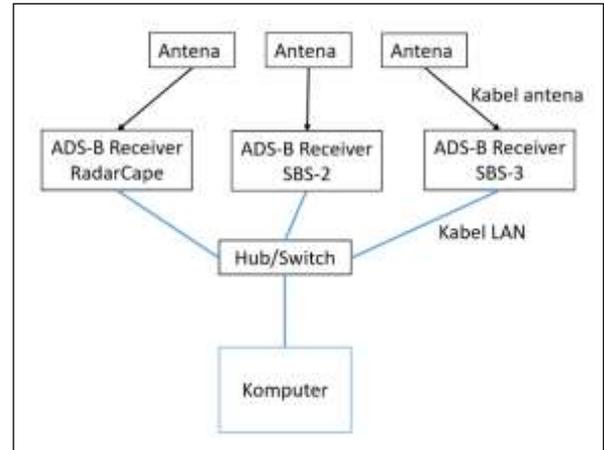
Kemudian dilakukan analisis dan perhitungan data untuk menentukan PTR yang menjadi salah satu acuan untuk memenuhi standar A-SMGCS. Sesuai dengan acuan buku standar A-SMGCS PTR dihitung dengan menggunakan rumus sbb [3]:

$$N_{up} = T \times TRUR$$

$$PTR = \frac{N_{TRP}}{N_{up}}$$



Gambar-5 : Perangkat Pengambilan data ADS-B di Lab Navigasi PTE-BPPT



Gambar-6 : Blok diagram perangkat untuk pengambilan data

$N_{up}$  menunjukkan berapa kali data yang sama di-update selama waktu  $T$ , dan  $T$  adalah lama waktu pengambilan data,  $TRUR$  adalah periode pembaharuan (update) data,  $N_{TRP}$  adalah data hasil pengukuran yang menunjukkan berapa kali data yang sama diupdate selama waktu  $T$ . ADS-B receiver yang memiliki PTR yang lebih tinggi akan dipilih sebagai sensor pada pengembangan sistem A-SMGCS.

### IV. IMPLEMENTASI

Untuk mengambil data dari ADS-B receiver dibuat tiga buah program dan ketiga program memiliki data flow seperti gambar 7. Setiap proses pada gambar 7 diimplementasikan dengan sebuah thread, jadi dalam satu program akan ada 3 buah thread. Ketiga program ini dijalankan pada satu komputer, dan yang membedakan antara ketiga program ini adalah pada proses client. Setiap ADS-B receiver memiliki alamat IP, nomor Port dan format data yang berbeda, oleh karena itu perlu ditangani oleh proses client yang berbeda. Proses client akan melakukan koneksi ke ADS-B receiver dengan protocol TCP/IP untuk mengambil data dan kemudian menaruh data tersebut ke queue.

Waktu mulai dan waktu berakhirnya pengambilan data diseting terlebih dahulu pada proses Start/Stop. Proses Start/Stop ini akan memberikan signal ke proses client dan ke proses pengolahan data pada saat mulai dan pada saat berakhirnya pengambilan data dari ADS-B receiver. Proses Pengolahan Data akan mengambil data dari Queue dan akan melakukan pemisahan data sesuai dengan tipe-tipe ADS-B. Data ADS-B ini akan dipisahkan berdasarkan tipe datanya sbb :

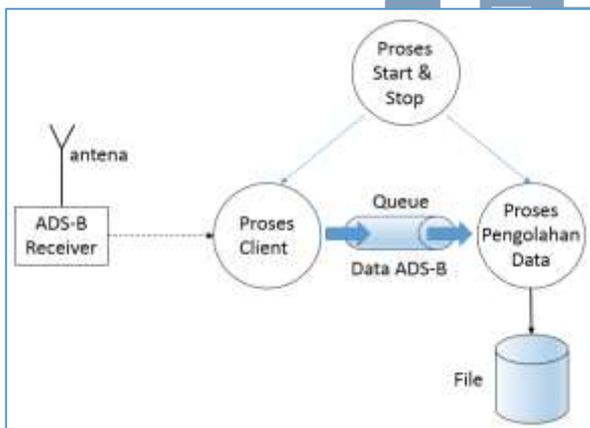
1. Airborne Position Message
2. Surface Position Message
3. Emergency Message
4. Airspeed Message
5. Identification Message
6. Velocity Message
7. TCast Message
8. Status Message

9. Parity Error/Data Error

10. Unknown Format Type Code

Setiap tipe data disediakan satu counter (ada 10 counter) dengan nilai awal nol, dan nilai counter akan ditambah jika data ADS-B sesuai dengan tipenya. Data yang sudah dipisahkan berdasarkan tipe nya kemudian disimpan dalam file, dan ada sepuluh nama file sesuai dengan tipe datanya. Pada saat proses Start/Stop memberikan signal bahwa waktu pengambilan data sudah berakhir, maka nilai counter disimpan ke file.

Airborne position message adalah tipe data ADS-B yang dikirim oleh Transponder yang ada di pesawat terbang pada saat pesawat terbang berada di udara, sedangkan surface position message adalah data ADS-B yang dikirim oleh transponder yang ada di pesawat pada saat pesawat sedang di darat. Data yang dikirim oleh transmitter ADS-B yang ada di kendaraan termasuk data bertipe Surface position message. Karena pengambilan data dilakukan di lab navigasi PTE-BPPT di kawasan Puspiptek Serpong, maka data ADS-B untuk tipe surface position message tidak bisa diterima karena tidak ada pesawat ataupun kendaraan bandara yang berada di darat yang mampu diterima oleh ADS-B receiver yang terpasang di kawasan puspiptek serpong.



Gambar 7 : Proses pengambilan data ADS-B

V. HASIL DAN KESIMPULAN

A. Hasil Analisis Data

Tabel-2 adalah hasil pengambilan data ADS-B selama 2 jam pada 3 jenis ADS-B receiver pada waktu bersamaan. Unknown format adalah tipe-tipe data ADS-B yang tidak akan digunakan dalam pengembangan A-SMGCS. Tipe data yang akan digunakan untuk pengembangan sensor MLAT pada A-SMGCS adalah airborne position message, surface position message, airspeed message, identification message, velocity message dan status message yang totalnya 467283 seperti pada table-2 dan untuk perhitungan PTR datanya tidak diambil dari total data ini karena setiap tipe data memiliki periode update yang berbeda. Tipe data yang digunakan untuk menentukan PTR diambil dari tipe airborne position message dan ini sudah cukup untuk mewakili tipe data yang lainnya.

Pada sistem ADS-B data airborne position message memiliki kecepatan update data 2 kali dalam satu second atau setiap 0.5 second. Jika pengambilan data selama 2 jam (7200 second), maka dapat dihitung PTR untuk airborne position message untuk ADS-B receiver radarcap adalah sbb:

$$N_{up} = T \times TRUR \text{ (untuk satu pesawat/target)}$$

$$N_{up} = T \times TRUR \times N \text{ (untuk N pesawat/target)}$$

$$N_{up} = 7200 \times 2 \times N = 7200N$$

Dari table-2 untuk tipe data airborne position message ADS-B Radarcap didapat :

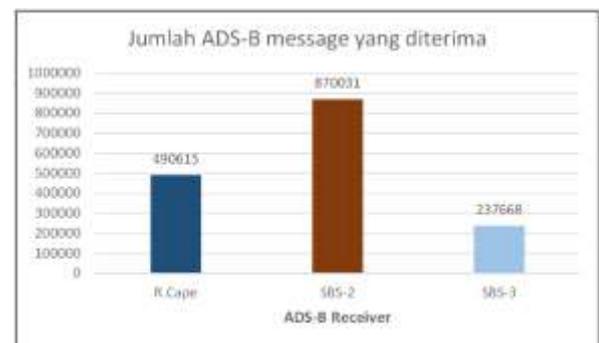
$$N_{TRP} = 214805$$

$$PTR = \frac{N_{TRP}}{N_{up}} = \frac{214805}{7200N} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

Sebagai contoh jika jumlah pesawat N=20, maka PTR=74.59%. Karena pada saat pengambilan data jumlah pesawat yang ada diudara dan yang bisa diterima oleh ADS-B receiver tidak diketahui secara pasti, maka dengan rumus (1) diatas tidak bisa digunakan untuk menghitung nilai PTR yang sebenarnya. Tetapi untuk memilih ADS-B receiver yang mana lebih baik nilai PTR nya rumus diatas bisa digunakan. Dari rumus (1) dapat disimpulkan bahwa ADS-B receiver yang memberikan data lebih besar akan memiliki PTR yang lebih tinggi.

Tabel-2. Jumlah data ADS-B yang diterima oleh ADS-B receiver

No.	Parameter yang diukur	ADS-B Receiver		
		R. Cape	SBS-2	SBS-3
1	Airborne Pos Message	214805	102378	105106
2	Surface Pos Message	0	0	0
3	Emergency Message	9022	4705	3578
4	Airspeed Message	2844	1278	1029
5	Identification Message	21200	10082	10331
6	Velocity Message	215076	101699	105133
7	TCast Message	0	0	0
8	Status Message	13358	6948	5332
9	Data Error	14310	7602	7159
10	Unknown Format Type Code	0	635339	0
Total data yang digunakan untuk MLAT		467283	222385	226931
Total data yang diterima		490615	870031	464599



Gambar 8 : ADS-B message yang diterima oleh 3 ADS-B receiver



Gambar 9 : Data ADS-B yang dapat digunakan untuk sensor MLAT

### B. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data diatas dapat diambil kesimpulan sbb :

1. Jumlah data ADS-B yang diterima oleh receiver SBS-2 lebih banyak dibandingkan dengan receiver Radarscape dan SBS-3, tetapi Radarscape memiliki jumlah data yang diperlukan untuk keperluan pengembangan A-SMGCS lebih besar dibandingkan dengan Receiver SBS-2 dan SBS-3.
2. Dapat disimpulkan ADS-B receiver Radarscape lebih cocok digunakan sebagai sensor/receiver untuk keperluan pengembangan A-SMGCS.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] 2015, "Minimum Aviation System Performance Specification For Advanced Surface Movement Guidance And Control Systems (A-SMGCS) Levels 1 and 2", EUROCAE ED-87
- [2] ADS-B Technologies [online] Tersedia dalam : <http://www.ads-b.com/> [Diakses 6 Mei 2019]
- [3] 2007, "Guidelines For Surveillance Data Fusion In Advanced Surface Movement Guidance And Control Systems (A-SMGCS) Levels 1 and 2", EUROCAE ED-128.
- [4] 2004, "Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems (A-SMGCS) Manual", First Edition, International Civil Aviation Organization (ICAO).
- [5] 2010, "Definition of A-SMGCS Implementation Levels", Edition 1.2, EUROCONTROL.
- [6] 2010, "Operational Concept and Requirements for ASMGCS Implementation Level 1", Edition 2.1, EUROCONTROL,
- [7] Wikipedia Secondary Surveillance Radar [online] Tersedia dalam : [https://id.wikipedia.org/wiki/ Secondary\\_Surveillance\\_Radar](https://id.wikipedia.org/wiki/Secondary_Surveillance_Radar) [Diakses 10 Mei 2019]
- [8] Automatic Dependent Surveillance – Broadcast (ADS-B) [online] Tersedia dalam : <https://pte.bppt.go.id/tentang-kami/portofolio/automatic-dependent-surveillance-broadcast-ads-b> [Diakses 11 Mei 2019]