

Praproses Data Alir ADS-B dari *Multi-Receiver* dengan Pengelompokan Agglomerasi Berbasis Konsistensi Jarak

Noor Fitria Azzahra¹, Hari Ginardi², Ahmad Saikhu³

Abstract— ADS-B is a surveillance technology for transportation. For an aircraft, ADS-B broadcasts its information simultaneously such as identity, flight number, position, altitude, velocity, etc. Due to the limited range of receiving the data, ADS-B needs multi-receiver to increase the capability of receiving data. But, the usage of multi-receiver raises new problems in the ADS-B data stream, such as redundant and outliers. These problems can reduce the quality of data received because it does not represent its actual flight conditions, in other words the nature of time-series data are blurred. This paper proposed a new method for preprocessing the data stream of the ADS-B multi-receiver to get good quality of data. The good quality of data means all unique data successfully restored and redundant data is removed, so its time-series characteristic is regained. This method used coordinate information (latitude and longitude) in ADS-B data as a reference for preprocessing. Applying agglomeration clustering techniques and the rule of distance consistency as merging strategy of the cluster, this method is able to generate the data ADS-B that represents the status of the real aircraft, which is time-series data. This simple method can generate good quality of data from the data ADS-B multi-receiver.

Intisari— ADS-B merupakan teknologi pengawasan pesawat. Secara simultan, ADS-B menyebarkan informasi pesawat (ID, nomor penerbangan, posisi, ketinggian, kecepatan, dan lain-lain) melalui gelombang elektromagnetik. Karena terbatasnya wilayah jangkauan receiver dalam menerima data ADS-B, maka diperlukan multi-receiver untuk meningkatkan jangkauan penangkapan sinyal. Penggunaan multi-receiver ini memunculkan masalah baru dalam data alir ADS-B, antara lain data redundan dan data pencila sehingga menyebabkan data yang diterima memiliki kualitas yang rendah karena tidak merepresentasikan kondisi sebuah penerbangan yang sebenarnya, dengan kata lain sifat timeseries pada data yang diterima menjadi kabur. Dalam makalah ini, metode baru diajukan dengan tujuan untuk praproses data alir ADS-B dari multi-receiver sehingga dihasilkan data dengan kualitas yang baik, di mana semua data unik berhasil dikembalikan sifat timeseries-nya dan data redundan berhasil dihilangkan. Metode ini memanfaatkan informasi posisi (lintang dan bujur) pesawat pada data ADS-B sebagai acuan untuk praprosesnya. Dengan teknik pengelompokan aglomerasi dan dengan aturan konsistensi jarak antar data sebagai strategi penggabungan kelompok, metode ini mampu menghasilkan data ADS-B yang merepresentasikan keadaan pesawat sebenarnya, yaitu data yang bersifat timeseries. Dengan metode yang sederhana ini dapat dihasilkan data ADS-B dari multi-receiver dengan kualitas yang baik.

Kata Kunci— agglomerasi, data alir, konsistensi jarak, kualitas data, multi-receiver, praproses, time series.

¹Mahasiswa, Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111 INDONESIA, (tlp: 031-5939214; fax: 031-5939363; e-mail: noorfitria@cs.its.ac.id)

²Dosen, Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111 INDONESIA, (tlp: 031-5939214; fax: 031-5939363; e-mail: hari@its.ac.id)

³Dosen, Jurusan Teknik Informatika Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111 INDONESIA, (tlp: 031-5939214; fax: 031-5939363; e-mail: saikhu@if.its.ac.id)

I. PENDAHULUAN

Implementasi teknologi ADS-B memiliki permasalahan yang mempengaruhi kualitas data ADS-B yang berhasil ditangkap oleh receiver (alat penangkap sinyal). ADS-B menggunakan gelombang elektromagnetik sebagai media transmisi. Gelombang ini memiliki sifat antara lain dapat mengalami defraksi, pembiasan, pemantulan, atau penyerapan oleh atmosfer dan material lainnya yang bersifat penghalang bagi propagasi gelombang tersebut [1]. Selain itu, alat penangkap sinyal tersebut (receiver) memiliki jangkauan yang terbatas, yaitu sekitar 250-400 km untuk segala arah bergantung pada lokasinya. Permasalahan yang muncul ini dapat diatasi dengan menambah jumlah penggunaan receiver (multi-receiver) yang diletakan pada posisi yang menyebar sehingga dapat memperbesar peluang ditangkapnya data yang ditransmisikan. Disisi lain, penggunaan multi-receiver memunculkan permasalahan baru, antara lain data duplikat, outlier, dan time different of arrival (TDOA). Data duplikat yakni satu data yang sama yang diterima oleh server lebih dari sekali. Dalam kasus data alir time series, yang dimaksud dengan outlier adalah data yang secara kontekstual berbeda maknanya dengan data lainnya [2]. Outlier ini disebabkan oleh keterlambatan diterimanya data tersebut oleh receiver. Efek TDOA merupakan selisih waktu yang berbeda diterimanya data oleh receiver. Efek ini menyebabkan perbedaan waktu diterimanya sebuah data yang sama dari satu receiver terhadap receiver lainnya. Ketiga permasalahan tersebut menyebabkan hilangnya sifat time series data, dengan kata lain data yang diterima tidak merepresentasikan keadaan sebenarnya. Hal ini menyebabkan data ADS-B yang diterima dari multi-receiver memiliki kualitas yang rendah. Oleh karena itu, diperlukan praproses untuk mendapatkan kualitas data yang lebih baik.

Tahapan pertama yang perlu dilakukan dalam praproses data ADS-B adalah mengembalikan sifat time series pada data ADS-B yang terkumpul. Pengembalian sifat time series ini dapat dilakukan dengan mengurutkan data sesuai dengan kejadian sebenarnya yang dapat dilakukan dengan memanfaatkan informasi temporal pada data ADS-B. Terdapat dua informasi temporal pada data ADS-B, antara lain timestamp dan posisi pesawat (lintang dan bujur). Dalam data ADS-B, informasi timestamp tidak merepresentasikan kapan data tersebut dibuat [3], sehingga tidak dapat digunakan sebagai acuan pengurutan data. Dalam dokumen ICAO (International Civil Aviation Organization) [4], dikatakan bahwa informasi posisi pada data ADS-B dapat dikatakan informasi yang valid, sehingga dapat digunakan sebagai acuan pengurutan data. Teknik agglomerasi menggunakan informasi konektivitas untuk melakukan mengelompokan data. Konsep ini dapat diadopsi untuk mengembalikan sifat time series pada data ADS-B yang telah terkumpul dengan memanfaatkan informasi konektivitas antar posisi pada data ADS-B. Namun,

teknik aglomerasi konvensional tidak dapat digunakan secara langsung untuk memperbaiki data ADS-B karena konektivitas antar data belum mempertimbangkan urutan data tersebut dibuat, sehingga diperlukan strategi penggabungan (*merging*) antar kelompok yang ada.

Pada makalah ini, diusulkan sebuah metode baru yang bertujuan untuk praproses data alir ADS-B dari *multi-receiver* dengan menggunakan metode pengelompokan aglomerasi dengan aturan konsistensi jarak sebagai strategi penggabungan antar kelompok. Informasi posisi digunakan untuk menghubungkan satu data dengan data lainnya yang saling berdekatan. Aturan konsistensi jarak digunakan untuk penggabungan antar kelompok sehingga dapat ditentukan data mana yang lebih dulu dibuat.

Dengan melakukan praproses data alir ADS-B diharapkan data yang terkumpul memiliki kualitas data yang baik. Kualitas data yang baik dapat merepresentasikan situasi penerbangan yang sebenarnya. Sehingga, data hasil praproses dapat digunakan lebih lanjut untuk informasi lainnya. Misalnya, untuk pengaturan jadwal penerbangan, pengoptimalisasian penggunaan ruang udara, dan lain-lain dalam rangka meningkatkan keselamatan penerbangan.

II. TEKNOLOGI ADS-B

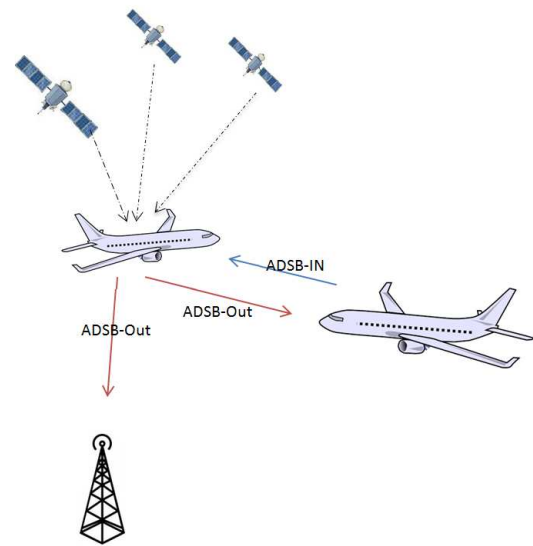
A. Teknologi ADS-B

ADS-B adalah sebuah teknologi *surveillance* (pengawasan) sekunder untuk alat transportasi. ADS-B bersifat otomatis karena tidak memerlukan pilot untuk menjalankan fungsi serta tidak memerlukan pemeriksaan radar dan bersifat tidak bebas (*dependent*) karena membutuhkan alat yang disebut transponder. Alat ini menggunakan frekuensi radio 1030MHz untuk menerima informasi dan 1090MHz untuk mentransmisikan informasi sehingga semua alat dengan frekuensi yang sama dapat menangkap informasi tersebut, mekanisme penyebaran informasi inilah yang disebut broadcast [5].

ADS-B secara kontinu (sekitar dua kali setiap detik) mengirimkan informasi berupa identitas, posisi, ketinggian, kecepatan, serta status sebuah alat transportasi [6]. Gbr 1 menjelaskan bagaimana cara kerja ADS-B pada pesawat [5]. Setiap pesawat akan menentukan posisinya melalui GNSS (*Global Navigation Satellite System*), selanjutnya ADS-B menyebarkan informasi tersebut melalui ADS-B Out. Informasi tersebut diterima oleh penangkap sinyal (*receiver*) dan ATC (*Air Traffic Control*). Selain mengirimkan informasi, ADS-B menerima informasi pesawat lain melalui ADS-B In.

B. Data ADS-B

Data ADS-B menyebarkan informasi identitas pesawat, posisi pesawat, kecepatan pesawat, serta kondisi pesawat seperti status penerbangan, arah gerak, status prioritas penerbangan, dan lain-lain. Gbr 2 menunjukkan 83 atribut dalam data ADS-B [7]. Atribut yang akan diamati dalam penelitian ini ditunjukkan dengan warna merah yang dijelaskan lebih detail pada Tabel 2.1. Pemilihan kesebelas atribut tersebut mempertimbangkan informasi penting yang dapat digunakan untuk keselamatan penerbangan.



Gbr. 1 Ilustrasi Cara Kerja ADS-B

```
4D0105:A5:CLX634:0:5:0:2:3502:53.47741:10.15890
0:8:2:F330:33000:0:0:-1525::0:0:0:42:38:0:301:
476:472:840:2:0:0:330:1013:0:0:::0:0:0:0:3:0
:7:17:1:1:1:1:0:0:317:33:-62:0:0:36:0:12:16:
93::0:::50:8:26:26:14:36:155:::1363371039:TST
```

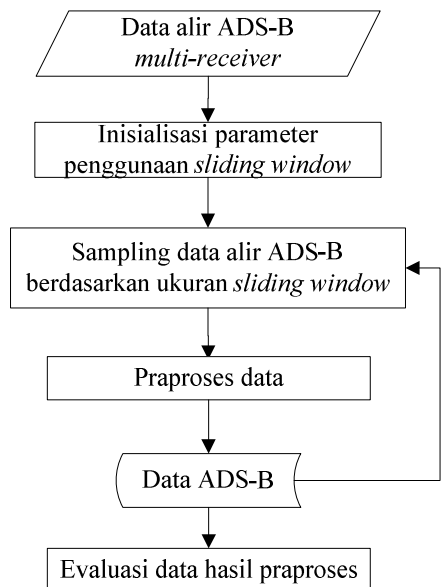
Gbr. 2 Data ADS-B

TABEL I
PENJELASAN ATRIBUT ADS-B YANG DIGUNAKAN DALAM PENELITIAN

Atribut	Keterangan
4D0105	Identitas pesawat (hex code)
CLX634	Call Sign atau nomor penerbangan
53,4774	Lokasi pesawat koordinat x (<i>latitude</i>)
101,5890	Lokasi pesawat koordinat y (<i>longitude</i>)
8	NIC - <i>Navigation Integrity Category</i>
2	NUCV - <i>Navigation Uncertainty Category - Velocity</i>
33000	Flight Level
476	Indicated Air Speed (IAS)
472	True Air Speed (TAS)
840	Ground Speed (GS)
-	Status emergensi
-	Status prioritas

III. METODOLOGI

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini diilustrasikan pada Gbr. 3. Metode ini terdiri dari mekanisme pengumpulan data, penggunaan *sliding window*, sampling, penerapan algoritma aglomerasi dengan aturan penggabungan yang diusulkan, serta evaluasi hasil praproses.

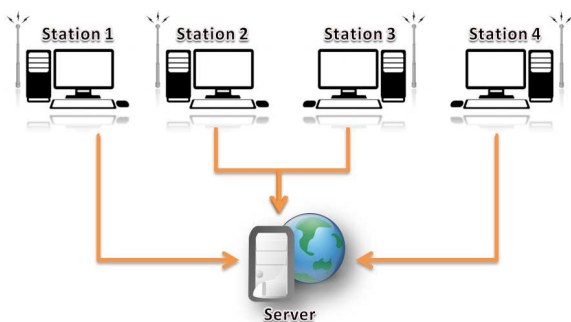


Gbr. 3 Diagram Alir Sistem Praproses Data ADS-B

A. Pengumpulan Data

Mekanisme ini mengikuti model data alir terpusat [8] seperti yang diilustrasikan oleh Gbr. 4. Terdapat empat *station* yang menangkap data ADS-B kemudian data tersebut dikumpulkan ke satu server. Setiap *station* terdiri antenna DVB-T, aplikasi RTL1090 untuk menerjemahkan data yang diterima ke dalam bentuk HTTP.

Uji coba dilakukan pada data primer yang telah dikumpulkan sejak tanggal 14 April 2014 sampai dengan 1 Juni 2014 di kota Surabaya, Jawa Timur. Data yang terkumpul dipilih dengan kriteria bahwa pesawat yang diujicobakan adalah pesawat komersial yang tervalidasi nomor registrasinya. Dari data tersebut, diperoleh 181 penerbangan pesawat komersial yang melintasi kawasan Surabaya.

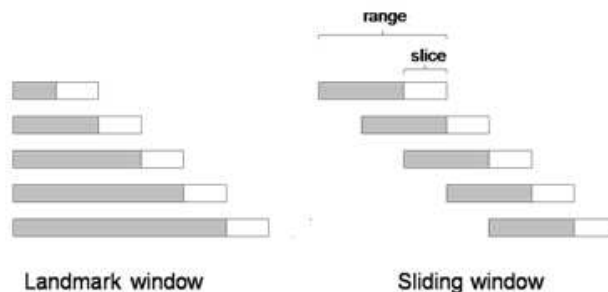


Gbr. 4 Skema Aliran Data ADS-B

B. Penggunaan Sliding Window

Data yang mengalir diproses dengan bantuan *sliding window*, yang digunakan untuk melakukan sampling pada data yang akan diproses. Jenis *sliding window* yang digunakan pada penelitian ini berbasis *timestamp*, yakni ukuran *window* ditentukan berdasarkan durasi waktu [9]. Bentuk *sliding*

window yang digunakan adalah *sliding window* seperti yang diilustrasikan pada Gbr. 5. Berdasarkan gambar tersebut, terdapat istilah *slice* dan *range*. *Slice* adalah sebuah jendela yang sedang diamati saat itu juga, sedangkan istilah *range* adalah ukuran *window* di mana data digabungkan (*aggregate*) dengan data yang telah diproses sebelumnya. Nilai *slice* dan *range* inilah yang nantinya akan diujicobakan pada metode yang diusulkan.



Gbr. 5. Tipe Bentuk Sliding Window

C. Sampling Data

Sampling data diperlukan dalam pemrosesan data alir. Ukuran data yang disampling disesuaikan dengan ukuran *slice* yang digunakan. Sehingga data yang tiba pada durasi *slice*, dikumpulkan kemudian diproses dengan menggunakan metode yang diusulkan.

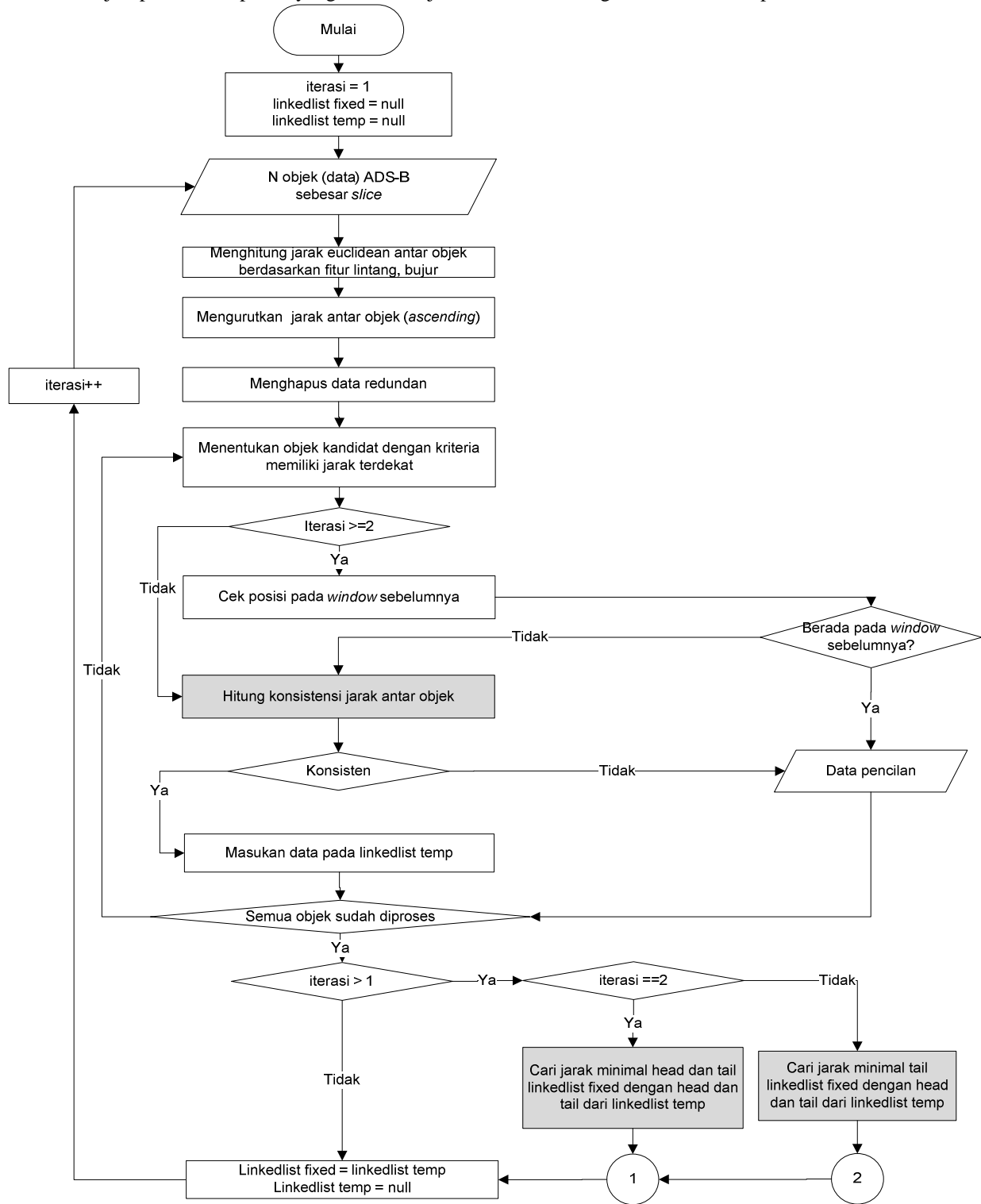
D. Praproses Data

Tahapan praproses data alir ADS-B mengikuti skema yang ditunjukkan pada Gbr. 6. Mekanisme penyimpanan data dilakukan dengan struktur *linkedlist*. Sejumlah n data yang telah disampling sebesar ukuran *slice*, dihitung matriks jarak antar data dengan menggunakan formula jarak Euclidian berdasarkan fitur posisi (lintang dan bujur). Dua data yang memiliki nilai *jarak* = 0, maka data tersebut dianggap duplikasi data, sehingga salah satunya dapat dihapus. Kemudian, setiap data akan dianggap satu kelompok. Selanjutnya diterapkan teknik pengelompokan aglomerasi dengan kriteria *single-linkage* untuk menentukan anggota kelompok barunya seperti yang diformulasikan dengan (1).

$$\min_{a \in A, b \in B} d[a, b] \tag{1}$$

Setelah diperoleh kandidat anggota kelompok, langkah selanjutnya adalah mengecek kekonsistenan posisi pada data tersebut dengan anggota kelompok pada *sliding window* tersebut. *Sliding window* terdiri dari *slice* dan *range*. *Slice* adalah n data yang saat ini sedang diproses yang nantinya akan menghasilkan satu kelompok C , sedangkan *range* adalah m data yang terproses sebelumnya yang menjadi anggota kelompok K . Pengecekan ini dapat dilakukan membandingkan jarak objek kandidat dengan jarak objek-objek pada anggota kelompok C dan kelompok K . Aturan inilah yang berfungsi untuk mengurutkan data serta menghilangkan duplikasi data. Setelah satu *sampling* terproses, proses selanjutnya adalah menggabungkan kelompok C dengan kelompok K . Proses ini dilakukan jika *iterasi* ≥ 2 . Proses pengurutan dilakukan

dengan mencari objek pada kelompok *C* yang memiliki jarak terdekat dengan *tail* dari kelompok *K*.



Gbr. 6 Metode Praproses Data Alir ADS-B

E. Evaluasi Hasil Praproses

Tujuan dari praproses data ADS-B adalah untuk mendapatkan data ADS-B dengan kualitas yang baik. Pada

penelitian ini digunakan dua dimensi pengukuran kualitas data, yakni dimensi akurasi, dan aktualitas.

Dimensi akurasi digunakan untuk mengetahui sejauh mana data yang dihasilkan oleh sistem merepresntasikan data

sebenarnya, sehingga definisi dari dimensi akurasi adalah jumlah data yang benar dibandingkan dengan jumlah data yang ada [10]. Data yang benar adalah data unik yang terurut. Penilaian dimensi akurasi menggunakan (2).

$$akurasi = \frac{TP + TN}{n \log} \quad (2)$$

TP merupakan data unik ADS-B yang terurut. TN adalah data duplikat yang berhasil dihilangkan. $n \log$ adalah jumlah data log yang diterima oleh server.

Dimensi aktualitas diperoleh dengan memanfaatkan informasi nilai kekinian (*currency*) yaitu berapa lama data diproses dalam sistem. Dimensi ini diukur (3).

$$aktualitas = slice + \frac{t_{proses}}{iterasi} \quad (3)$$

Slice adalah durasi pengumpulan data, sehingga masa tunggu sebelum data diproses adalah sebesar *slice*. Istilah t_{proses} merupakan waktu yang dibutuhkan untuk memproses data setiap *slice*, sedangkan iterasi adalah banyaknya iterasi yang dibutuhkan untuk memproses data satu penerbangan.

IV. UJI COBA

Uji coba yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui performa metode yang diusulkan dalam meningkatkan kualitas data alir ADS-B dari *multi-receiver*. Parameter ukuran *sliding window* yang digunakan terdiri dari $slice = \{2 \text{ detik}, 5 \text{ detik}, 10 \text{ detik}, 25 \text{ detik}\}$ dan $range = \{1,2,3,4,5,6\}$.

A. Data Uji Coba

Data yang digunakan dalam proses uji coba adalah data pesawat komersil yang dikumpulkan sejak tanggal 14 April 2014 sampai dengan 1 Juni 2014 di kota Surabaya, Jawa Timur, dengan menggunakan empat *receiver*. Data yang terkumpul disaring dengan syarat:

- Keempat *receiver* aktif secara bersamaan.
- ID pesawat teregistrasi dengan melakukan pengecekan pada portal airframes.org.
- Rute pesawat tervalidasi dengan melakukan pengecekan pada maskapai penerbangan atau pada portal flightradar24.com.

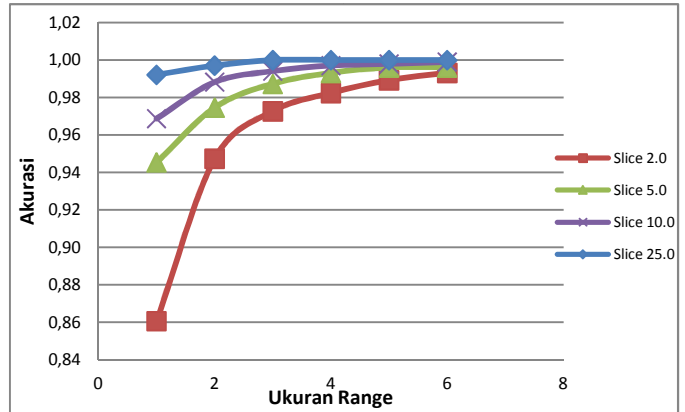
Dari penyaringan tersebut, dihasilkan 181 data penerbangan yang akan digunakan untuk proses uji coba.

B. Hasil Uji Coba

Gbr. 7 menjelaskan tentang hasil praproses pada penerbangan dengan ID 8A01C9 dan *Callsign* AWQ7527. Nilai akurasi dengan parameter *slice* 2 detik memiliki akurasi terendah jika dibandingkan dengan parameter *slice* lainnya. Selanjutnya, dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin besar ukuran *range*, maka nilai akurasi yang dihasilkan juga semakin meningkat.

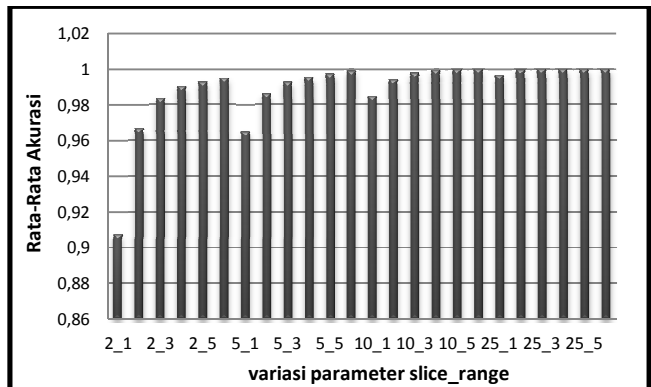
Tren ini juga berlaku untuk hasil praproses pada penerbangan lainnya. Perbedaan penggunaan parameter *slice* dan *range* menyebabkan perbedaan jumlah data yang digunakan untuk mengecek kekonsistenan jarak satu calon kandidat dengan anggota kelompok lainnya. Semakin banyak

data yang digunakan, maka semakin akuratlah hasil yang didapat.



Gbr. 7 Grafik Nilai Akurasi Penerbangan dengan ID 8A01C9 dan *Callsign* AWQ7527

Gbr. 8 menunjukkan rata-rata hasil akurasi praproses data ADS-B secara keseluruhan. Pada gambar tersebut tampak bahwa parameter *slice* 2 detik tidak mampu menghasilkan hasil akurasi yang maksimal ($akurasi = 1$). Parameter *slice* 5 detik dapat mencapai nilai akurasi maksimal dengan parameter $range = 6$. Selanjutnya, parameter *slice* 10 detik dapat mencapai nilai akurasi maksimal dengan menggunakan parameter $range = \{4,5,6\}$. Sedangkan parameter *slice* 25 detik, mencapai nilai akurasi maksimal dengan menggunakan parameter $range = \{2,3,4,5,6\}$. Semakin besar ukuran *slice* yang digunakan maka semakin besar nilai akurasinya. Hal ini juga berlaku pada penggunaan variasi parameter *range* yang digunakan. sehingga dapat disimpulkan bahwa, semakin besar ukuran *sliding window* yang digunakan, maka semakin tinggi tingkat akurasi yang dihasilkan.



Gbr. 8 Grafik Rata-Rata Nilai Akurasi 181

Tabel II menjelaskan tentang rata-rata lamanya waktu yang dibutuhkan untuk memproses data setiap iterasinya. Parameter *slice* 2, 5 dan 10 detik tidak terdapat perbedaan waktu yang signifikan untuk praproses. Sedangkan parameter 25 detik membutuhkan waktu yang cukup signifikan, yakni sekitar 3 hingga 4 detik.

TABEL II
RATA-RATA WAKTU PRAPROSES

Slice (detik)	Range	Lama Proses Running (milidetik)
2	1	21
	2	45
	3	15
	4	15
	5	14
	6	16
5	1	26
	2	239
	3	18
	4	19
	5	18
	6	19
10	1	55
	2	42
	3	40
	4	43
	5	44
	6	42
25	1	3140
	2	3523
	3	4703
	4	3145
	5	3070
	6	3016

V. PEMBAHASAN

Dari Gbr. 8 diperoleh kesimpulan bahwa praproses data alir ADS-B memberikan akurasi maksimal dapat dicapai pada *slice* 5, 10, dan 25 detik. Hal ini dikarenakan semakin besar nilai *slice* dan semakin besar nilai *range* akan menambah data yang akan dijadikan pembanding untuk menentukan apakah sebuah kandidat anggota kelompok dapat digabungkan dengan kelompoknya. Jika data dianggap duplikat dengan anggota kelompok, maka data tersebut batal menjadi kandidat anggota kelompok. Hal ini juga berlaku apabila data tidak memenuhi kekonsistenan jarak antara data tersebut dengan anggota kelompok. Oleh karena itu, semakin banyak data yang dijadikan pembanding, maka data duplikat dan *outlier* semakin banyak tereleminasi. Dengan nilai akurasi yang baik, maka dihasilkan data unik ADS-B yang bersifat *time series*.

Berdasarkan (2), nilai aktualitas terbaik diindikasikan dengan semakin sedikitnya waktu yang dibutuhkan untuk pemrosesan. Berdasarkan parameter *slice*, nilai aktualitas terbaik adalah *slice* 2 detik. Berdasarkan Tabel II, lamanya proses *running* setiap iterasinya tidak berbeda jauh, kecuali pada *slice* 25 detik yang membutuhkan waktu proses rata-rata 3 hingga 4 detik.

Pada penelitian ini, digunakan dua dimensi kualitas data, yakni aktualitas dan akurasi. Kedua dimensi tersebut dapat dicapai dengan menggunakan parameter *slice* 5 detik dengan *range* = 6, di mana waktu yang dibutuhkan adalah 5 detik dan dapat menghasilkan nilai akurasi sempurna.

VI. KESIMPULAN

Pada makalah ini, dijelaskan mengenai metode baru untuk melakukan praproses data alir ADS-B yang berasal dari *multi-*

receiver. Metode yang diusulkan menggunakan teknik pengelompokan aglomerasi dengan menambahkan aturan konsistensi jarak sebagai strategi penggabungan kandidat kelompok dengan kelompok yang sedang diproses dan penggabungan antara kelompok yang sedang diproses.

Dari hasil evaluasi diperoleh bahwa nilai aktualitas terbaik diindikasikan semakin sedikitnya waktu yang dibutuhkan untuk memproses data setiap iterasinya. Sedangkan nilai akurasi terbaik ketika semua data unik berhasil diurutkan dan data duplikat berhasil dihilangkan, sehingga diperoleh data ADS-B yang bersifat *time series* yang merepresentasikan keadaan sebenarnya.

Dalam data ADS-B yang telah diproses masih banyak terdapat data yang tidak lengkap (*missing value*). Sehingga, disarankan untuk melanjutkan penelitian untuk mengetahui metode yang tepat untuk menangani ketidakelempakan data. Selain itu, diperlukan juga penelitian untuk memprediksi waktu data tersebut dibuat, sehingga data ADS-B yang diterima benar-benar merepresentasikan keadaan pesawat sebenarnya. Data yang merepresentasikan keadaan yang sebenarnya dapat digunakan sebagai informasi dalam rangka meningkatkan keselamatan penerbangan.

REFERENSI

- [1] C. Haslett, *Essentials of radio wave propagation*, Cambridge: Cambridge University Press, 2008.
- [2] S. Sadik och L. Gruenwald, "Research Issues in Outlier Detection for Data Streams," *SIGKDD Explorations*, vol. 15, nr 1, pp. 33-40, 2013.
- [3] G. e. a. de Miguel Vela, "Integration of ADS-B surveillance data in operative multiradar tracking processors," i *Proceedings of the 11 th International Conference on Information Fusion*, 2008.
- [4] ICAO, *Guidance Material on Issues to be Considered in ATC Multi-Sensor Fusion Processing Including the Integration of ADS-B Data*, 2008.
- [5] G. Dunston, "ADS-B Introduction," 12 2012.
- [6] ICAO, *ADS-B Implementation and Operations Guidance Document Ed. 4*, 2011.
- [7] jetvision.de, "RTL1090 ADS-B Software," 2013. [Online]. Available: [http://rtl1090.web99.de/homepage/index.php?way=1&site=READOUT&DERNAME=Srv%20Table%202%20\(0-44\)&dm=rtl1090&USER=rtl1090&goto=1&XURL=rtl1090&WB=1&EXTRAX=X&PIDX=104415](http://rtl1090.web99.de/homepage/index.php?way=1&site=READOUT&DERNAME=Srv%20Table%202%20(0-44)&dm=rtl1090&USER=rtl1090&goto=1&XURL=rtl1090&WB=1&EXTRAX=X&PIDX=104415). [Använd Maret 2014].
- [8] A. G. M. E. O. Srinivasan Parthasarathy, "Survey of Distributed Mining of Data Streams," *Advances in Database Systems*, pp. 289-307, 2007.
- [9] D. M. Babcock, "Sampling from a Moving Window Over Streaming Data," i *SODA '02 Proceedings of the thirteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithm*, USA, 2002.
- [10] F. Nauman, "Quality-driven query answering for integrated information systems," i *Lecture Notes in Computer Science*, vol. 2261, 2002.