

USULAN TUGAS AKHIR

1. IDENTITAS PENGUSUL

NAMA : ADRIANUS YOZA APRILIO
NRP : 5110100085
DOSEN WALI : Ahmad Saikhu, S.Si., M.T.
DOSEN PEMBIMBING : 1. Dr.tech. Ir. R.V. Hari Ginardi, M.Sc.
2. Yudhi Purwananto, S.Kom., M.Kom.

2. JUDUL TUGAS AKHIR

“Manajemen Kualitas Aliran Data *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* (ADS-B) Banyak Titik dengan Pohon Keputusan”

3. LATAR BELAKANG

Saat ini, transportasi merupakan salah satu kebutuhan manusia, termasuk transportasi udara. Peningkatan jumlah pengguna transportasi udara ini mulai memperlihatkan dampaknya dengan kepadatan lalu lintas di udara [1]. Kepadatan lalu lintas udara, selama ini hanya dapat dipantau oleh radar yang dimiliki oleh regulator perhubungan udara, dalam hal ini *Air Traffic Control* (ATC). Pada kenyataannya, banyak data yang disiarkan oleh pesawat dapat diakses oleh publik, salah satunya adalah *Automatic Dependent Surveillance-Broadcast* (ADS-B).

Automatic Dependent Surveillance (ADS) adalah sebuah teknologi masa depan yang akan menggantikan radar sebagai cara untuk melakukan *tracking* pada pesawat udara. ADS adalah mekanisme komunikasi baik antar pesawat maupun antara pesawat dengan stasiun di darat (*ground*) [2]. Data yang dikomunikasikan meliputi lalu lintas dan pergerakan pesawat, cuaca, informasi geografis termasuk *terrain*, dan informasi

penerbangan seperti *Notice to Airmen* (NOTAM) dan *Temporary Flights Restriction* (TFR). Salah satu aspek dalam ADS adalah ADS-B yang dapat diakses secara bebas pada frekuensi 1.090MHz. Data ADS-B akan disiarkan oleh pesawat yang menggunakannya pada frekuensi tersebut [3]. Salah satu data terpenting dari ADS-B adalah data pergerakan masing-masing pesawat itu sendiri. Namun karena sensitivitas frekuensi ini terhadap halangan baik bangunan maupun sinyal radio, diperlukan lebih dari satu penerima (*receiver*) untuk bisa meliputi sebuah area yang cukup besar dan menangkap sinyal dari seluruh pesawat yang berada pada area tersebut.

Dengan penggunaan beberapa penerima, sebuah data yang sama dapat diterima di dua penerima pada waktu yang sedikit berbeda, dengan kondisi (kelengkapan) yang berbeda pula. Karena kondisi inilah, dibutuhkan sebuah metode atau mekanisme yang dapat menyatukan aliran data (*data stream*) dari banyak penerima.

Diharapkan, metode penentuan kepastian data dengan pohon keputusan dapat menghasilkan sebuah data yang merepresentasikan detail pergerakan yang sebenarnya. Data yang dihasilkan pada Tugas Akhir ini dapat digunakan sebagai sumber data untuk melakukan observasi dan simulasi pergerakan pesawat. Selain itu, data ini juga dapat digunakan sebagai sumber data untuk sistem cerdas lain yang berhubungan dengan dunia penerbangan.

4. RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang dibahas dalam Tugas Akhir ini meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Bagaimana metode penyaringan data yang efektif agar aliran data yang tidak diperlukan tidak mengganggu kinerja sistem?
- b. Bagaimana proses pemilihan sebuah data dari dua atau lebih penerima (*receiver*) ADS-B dengan pohon keputusan sehingga dapat merepresentasikan pergerakan yang sebenarnya?

5. BATASAN MASALAH

Batasan masalah yang ada pada Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Data ADS-B yang diproses dibatasi pada data:
 - i. identitas pesawat (*hex code*)
 - ii. nomor penerbangan (*flight number - callsign*)
 - iii. lokasi pesawat (*coordinate*)
 - iv. arah pergerakan (*heading*)
 - v. ketinggian (*flight level* dan *altitude*)
 - vi. kecepatan terukur di darat (*groundspeed*) maupun udara (*airspeed*)
- b. Lingkup Tugas Akhir ini hingga menghasilkan sebuah data yang dapat digunakan sebagai acuan/sumber data untuk perangkat yang lain.

- c. Format penerimaan aliran data ADS-B mengikuti standar manual Mode-S RTL1090 yang didapatkan dari halaman manual RTL1090 [4].
- d. Data yang digunakan adalah data yang memang dikirim oleh *receiver* ADS-B, bukan merupakan perkiraan atau dugaan.
- e. Data akhir yang dihasilkan berupa format *Keyhole Markup Language* (KML) dan *JavaScript Object Notation* (JSON).

6. TUJUAN PEMBUATAN TUGAS AKHIR

Tujuan dari Tugas Akhir ini antara lain:

- a. Menentukan metode penyaringan data yang efektif agar aliran data yang tidak diperlukan tidak mengganggu kinerja sistem.
- b. Membuat mekanisme atau metode pemilihan sebuah data dari dua atau lebih penerima (*receiver*) ADS-B dengan pohon keputusan sehingga dapat merepresentasikan pergerakan yang sebenarnya.

7. MANFAAT TUGAS AKHIR

Manfaat yang diharapkan dari tugas ini antara lain:

- a. Mendapatkan metode pemilihan dan penyaringan yang efektif untuk aliran data ADS-B di banyak titik.
- b. Mendapatkan data gabungan dari beberapa penerima ADS-B yang dapat dimanfaatkan perangkat lain.
- c. Mendapatkan arsip data yang valid, komprehensif, dan berkualitas baik sehingga dapat digunakan untuk observasi atau rekonstruksi rangkaian kejadian dalam penerbangan apabila dibutuhkan.

8. TINJAUAN PUSTAKA

- a. ADS-B

Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) adalah sebuah teknologi yang memungkinkan pesawat yang memilikinya, memancarkan data pada frekuensi tertentu. Pada saat ini, frekuensi yang umum digunakan adalah 1.090MHz. Data yang dipancarkan, antara lain, identitas pesawat, nomor penerbangan, lokasi pesawat, arah pergerakan, ketinggian, kecepatan, perhitungan arah angin, dan beberapa informasi lainnya. Pancaran data ini dapat diterima oleh stasiun darat dan pesawat lainnya. Informasi ini didapat dari informasi *Global Positioning System* (GPS) atau *Flight Management System* (FMS) yang ada di pesawat [2]. International Civil Aviation Organization (ICAO) dan International Air Transport Association (IATA) sebagai regulator internasional telah menerbitkan beberapa dokumen mengenai protokol dan perencanaan implementasi ADS-B di masa depan.

b. SDR

Software-Defined Radio (SDR) adalah sebuah sistem radio yang fleksibel, *multiservice*, *multistandard*, *multiband*, *reconfigurable*, dan *reprogrammable* dengan menggunakan *software*. Tidak seperti radio analog, SDR dapat diubah-ubah karakteristiknya sesuai dengan sistem radio yang dikehendaki. SDR dapat mengaplikasikan berbagai pelayanan atau servis berupa suara, teks dan data. SDR mengandalkan penggerak (*driver*), dalam hal ini adalah sebuah perangkat lunak, untuk memilih frekuensi, standar, servis, dan konfigurasi yang dikehendaki [5].

c. RTL1090

RTL1090 adalah sebuah aplikasi bantu yang menjadi penggerak dan mampu mengubah data pada frekuensi 1.090MHz dari bentuk aliran data dari SDR menjadi standar Mode-S [4]. RTL1090 dibuat oleh komunitas hobi jetvision.de.

d. Mode-S

Mode-S adalah standar pertukaran data pada dunia aviasi. Standar ini berdasarkan identifikasi pesawat sesuai standar ICAO. Standar ini juga diratifikasi oleh FAA [6]. Setiap pesawat memiliki identitas unik sepanjang 24 bit yang dapat membantu proses identifikasi masing-masing pesawat yang terlibat dalam komunikasi data.

e. Pohon Keputusan

Pohon keputusan (*decision tree*) adalah salah satu metode klasifikasi yang paling populer karena mudah dimengerti oleh manusia [7]. Pohon keputusan adalah model prediksi menggunakan struktur pohon atau struktur hierarki. Konsep dari pohon keputusan adalah mengubah data menjadi pohon keputusan dan aturan-aturan keputusan. Manfaat utama dari penggunaan pohon keputusan adalah kemampuannya untuk membuat proses pengambilan keputusan yang kompleks menjadi lebih simpel sehingga pengambil keputusan akan lebih menginterpretasikan solusi dari permasalahan. Pohon keputusan juga berguna untuk mengeksplorasi data, menemukan hubungan tersembunyi antara sejumlah calon variabel masukan dengan sebuah variabel target.

9. RINGKASAN ISI TUGAS AKHIR

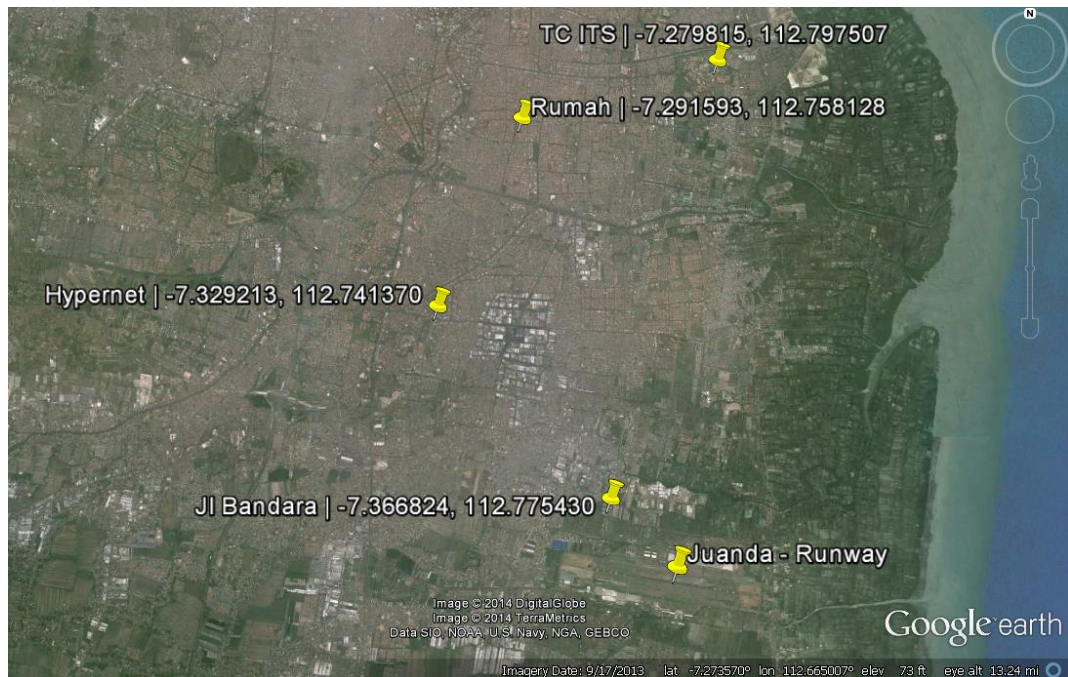
Penggunaan SDR dan RTL1090 sebagai *receiver* ADS-B adalah salah satu cara termudah mendapatkan data ADS-B. SDR dan RTL1090 sendiri memiliki kelemahan, yakni cakupan wilayah yang kecil. Salah satu upaya memperbesar cakupan wilayah adalah dengan menambah *receiver* yang tersebar pada beberapa wilayah, kemudian dilakukan penggabungan data.

Pada studi kasus Bandara Juanda (kode ICAO: WARR, kode IATA: SUB), diperlukan 4 *receiver* untuk mendapatkan data yang cukup lengkap, baik untuk fase *approach*, *landing*, *take-off*, dan *ground movement*. Lokasi *receiver* pada studi kasus Bandara

Juanda (koordinat lintang: S7,379999°, bujur: E112,786666°), ketinggian tempat (elevasi) beserta jarak masing-masing tempat ke Bandara Juanda dapat dilihat pada Tabel 1. Adapun posisi *receiver* terhadap Bandara Juanda dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1. Daftar lokasi *receiver* ADS-B

No	Keterangan Lokasi	Lintang (°)	Bujur (°)	Ketinggian (m dpl)	Jarak ke Juanda (km)
1	Jl. Ngagel Jaya Tengah	S7,291593	E112,758128	+7	10,27
2	Teknik Informatika ITS	S7,279815	E112,797507	+15	11,14
3	HyperNet, Jemursari	S7,329213	E112,741370	+18	7,52
4	Simpang Jl. Bandara	S7,366824	E112,775430	+7	1,91



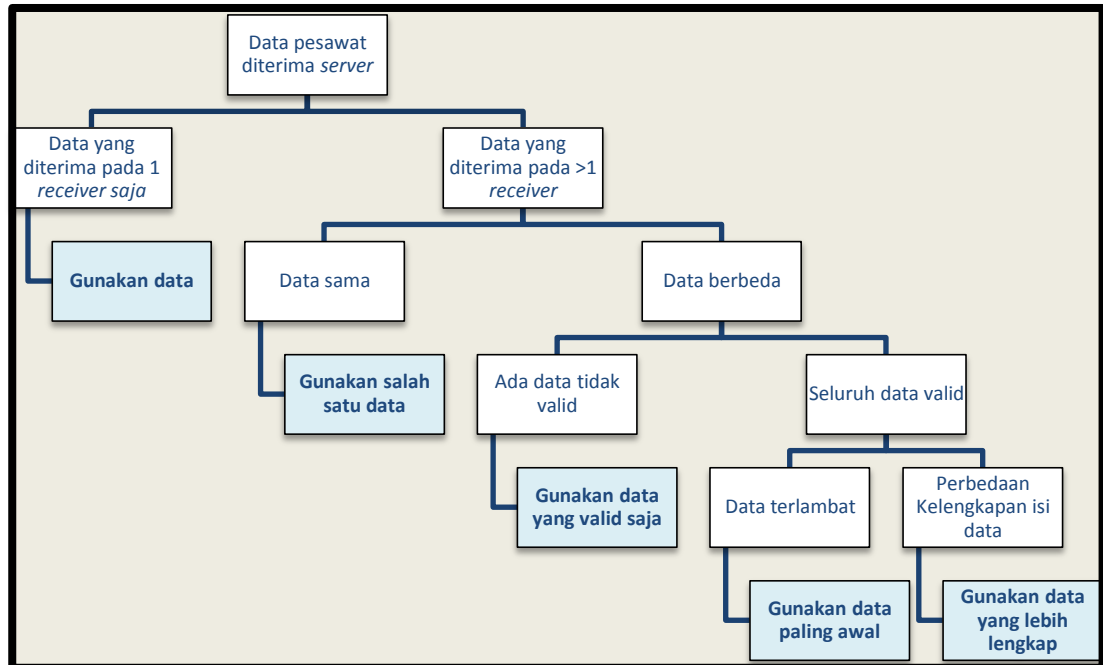
Gambar 1. Plot lokasi *receiver* ADS-B pada Google Earth

Data yang dikirimkan sebuah pesawat belum tentu diterima oleh keempat *receiver* yang ada, ataupun bisa diterima dalam bentuk paket yang tidak komplit. Untuk itu diperlukan sebuah metode untuk memilih data yang akan dijadikan acuan. Data yang dijadikan acuan ini bisa disebabkan oleh:

- Data hanya diterima oleh satu *receiver*.
- Seluruh *receiver* menerima data yang sama.
- Data yang diterima *receiver* lain tidak selengkap data acuan.

- d. Data yang diterima dianggap tidak merepresentasikan kondisi sesungguhnya (dilihat dari histori posisi dan kecepatan).
- e. Data yang diterima *receiver* lain terlambat dikirimkan ke atau diterima oleh *server*.

Alasan-alasan di atas dapat direpresentasikan sebagai pohon keputusan, seperti terlihat dalam Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Contoh pohon keputusan

Perbedaan jumlah data yang diterima pada *receiver* dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 merupakan representasi hasil *logging* pada hari Jumat, 7 Maret 2014 pk. 09.00 – 10.00 dengan interval pengiriman data setiap 15 detik. Selanjutnya, Tabel 3 adalah contoh perbedaan data yang diterima *server* untuk sebuah pesawat pada rentang waktu yang relatif sama. Format data pada tabel 3 mengikuti standar pada [4].

Tabel 2. Perbandingan penerimaan data ADS-B pada beberapa *receiver*

Identifikasi <i>Receiver</i>	Banyaknya paket yang diterima	Jumlahan banyak <i>record</i> pada paket yang diterima	Rata-rata <i>record</i> per paket yang diterima
R1	234	1.319	5,63675
R2	236	2.207	9,35169
R3	236	3.605	15,27542
R4	236	4.003	16,96186

Tabel 3. Perbandingan isi data ADS-B pada beberapa *receiver*

Identifikasi <i>Receiver</i>	Waktu	Data
R1	07-03-2014 09.20.00	8A0441:A-AWQ8302:0:5:0:0:6302:- 7.21238:112.71366:8:0:F107:10650:0:0:700::0:1920:+19 ::292:290:1:257:260:310:468:0:0:0:220::1011:0:0:::0:0: 0:0:3:0:6:17:1:1:1:0:0:0:122:51:- 70:2:8:8:2:44006:2:2:8:164173:11271:2:162305::79243: 82:70:35:2069:16:2103:54:8:1394151598:60
R2	07-03-2014 09.20.00	8A0441:A-AWQ8302:0:5:0:0:6302:- 7.21719:112.72554:8:0:F104:10425:0:0:675::0:1280:+12 ::292::0:0:276:297::0:0:0:220::1011:0:0:::0:0:0:0:3:0:5: 17:1:1:0:0:0:0:::2:12:12:4::2:4:20:::2:::22:12:22::12::44 ::1394151598:60
R3	07-03-2014 09.20.00	8A0441:A-AWQ8302:0:5:0:0:6302:- 7.22230:112.73819:8:0:F104:10425:0:0:675::0:1536:+15 ::292::0:295:260:281::0:0:0:220::1011:0:0:::0:0:0:0:3:0 :5:17:1:1:0:0:0:0:::1:17:17:13:848:13:11:19:252:1086:1 1:26920::26888:179:61:33:790:17:614:61:678:13941515 99:60
R4	07-03-2014 09.20.00	8A0441:A-AWQ8302:0:5:0:0:6302:- 7.22230:112.73819:8:0:F104:10425:0:0:675::0:1536:+15 ::292::0:295:260:281::0:0:0:220::1011:0:0:::0:0:0:0:3:0 :5:17:1:1:0:0:0:0:::1:17:17:13:848:13:11:19:252:1086:1 1:26920::26888:179:61:33:790:17:614:61:678:13941515 99:60

Dapat dilihat bahwa keempat *receiver* menerima data mengenai pesawat yang sama, namun dengan kelengkapan dan isi data yang berbeda. R3 dan R4 menunjukkan data yang sama, sementara R1 dan R2 menunjukkan data yang berbeda. Secara relatif juga dapat dilihat bahwa data *receiver* R2 untuk penerbangan tersebut lebih tidak lengkap dibandingkan dengan R1, R3, maupun R4.

Rata-rata, sebuah pesawat akan mengirimkan *broadcast* ADS-B setiap 1-2 detik. Data yang berada di masing-masing *receiver* akan diambil dari RTL1090 menggunakan sebuah aplikasi kecil yang diimplementasikan dalam bahasa Python. Aplikasi ini akan mengirimkan data yang diambil ke sebuah *server*.

Aplikasi di *server* akan mengolah data kiriman seluruh *receiver* untuk kemudian dapat menghasilkan sebuah data gabungan dari data seluruh *receiver* yang ada. Hasil data ini

akan direpresentasikan dalam sebuah berkas KML dan JSON agar dapat dibaca dan digunakan oleh aplikasi lain.

Sebagai data pembanding, akan digunakan data dari pihak ketiga yang bersumber dari flightradar24.com dan aplikasi PlanePlotter. Untuk itu, semua *receiver* yang terhubung dengan *server*, juga akan terhubung dengan flightradar24.com dan aplikasi PlanePlotter. Namun untuk flightradar24.com, akan dimungkinkan adanya penerimaan data dari *receiver* lain yang berdekatan, misalnya *receiver* di dekat Bandara Abdul Rahman Saleh, Malang (kode ICAO: WARA – dahulu WIAS, kode IATA: MLG) dan di dekat Bandara Ngurah Rai, Bali (kode ICAO: WADD – dahulu WRRR, kode IATA: DPS).

10. METODOLOGI

a. Penyusunan Proposal Tugas Akhir

Proposal Tugas Akhir ditulis untuk mengajukan ide atas pengerjaan Tugas Akhir. Proposal Tugas Akhir juga mengandung proyeksi hasil dari ide Tugas Akhir yang diajukan

b. Studi Literatur

Pada proses ini dilakukan studi lebih lanjut terhadap konsep-konsep yang terdapat pada jurnal, buku, artikel, dan literatur lain yang menunjang. Studi dilakukan untuk mendalami konsep mengenai standar komunikasi Mode-S, ADS-B, konsep algoritma pohon keputusan, proses seleksi data, dan struktur data KML serta JSON yang diharapkan menjadi keluaran aplikasi ini.

c. Implementasi Algoritma

Implementasi merupakan tahap untuk membangun sistem pohon keputusan dan seleksi data. Sistem akan diimplementasikan dengan bahasa pemrograman Python.

d. Pengujian dan Evaluasi

Performa dari algoritma yang diterapkan akan dievaluasi dengan pembandingan hasil program dengan aplikasi atau portal yang menyediakan layanan serupa, yakni PlanePlotter dan flightradar24.com.

e. Penyusunan Buku Tugas Akhir

Pada tahap ini dilakukan penyusunan laporan yang menjelaskan dasar teori dan metode yang digunakan dalam Tugas Akhir ini serta hasil dari implementasi aplikasi perangkat lunak yang telah dibuat. Sistematika penulisan buku Tugas Akhir secara garis besar antara lain:

1. Pendahuluan
 - a. Latar Belakang
 - b. Rumusan Masalah
 - c. Batasan Tugas Akhir
 - d. Tujuan
 - e. Metodologi
 - f. Sistematika Penulisan
2. Tinjauan Pustaka
3. Desain dan Implementasi
4. Pengujian dan Evaluasi
5. Kesimpulan dan Saran
6. Daftar Pustaka

11. JADWAL KEGIATAN

Tahapan dan waktu pengerjaan Tugas Akhir direncanakan akan berlangsung sesuai Tabel 4 berikut.

Tabel 4. Jadwal kegiatan

Tahapan	2014																							
	Februari				Maret				April				Mei				Juni							
Penyusunan Proposal																								
Studi Literatur																								
Perancangan sistem																								
Implementasi																								
Pengujian dan evaluasi																								
Penyusunan buku																								

12. DAFTAR PUSTAKA

- [1] FAA - Federal Aviation Administration, "Surveillance and Broadcast Services," [Online]. Available: <http://www.faa.gov/nextgen/implementation/programs/adsb/broadcastservices/>. [Diakses 10 Maret 2014].

- [2] FAA - Federal Aviation Administration, “ADS-B Final Rule,” 28 Mei 2010. [Online]. Available: <http://edocket.access.gpo.gov/2010/pdf/2010-12645.pdf>. [Diakses 01 Maret 2014].
- [3] A. B. Pradana, Automatic Dependent Surveillance (ADS) Controller-Pilot Data Link Communication (CPDLC), Curug-Tangerang: Civil Aviation Training Institute - Aviation Safety Training Department, 2012.
- [4] jetvision.de, “RTL1090 Installation and Operating Manual,” [Online]. Available: <http://rtl1090.web99.de/homepage/index.php?way=1&site=READOUT&DERNAME=Manual&dm=rtl1090&USER=rtl1090&goto=1&XURL=rtl1090&WB=1&EXTRA X=X&PIDX=102385>. [Diakses 01 Maret 2014].
- [5] F. K. Jondral, “Software-Defined Radio—Basics and Evolution to Cognitive Radio,” *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, vol. 2005, no. 3, pp. 275-283, 2005.
- [6] FAA - Federal Aviation Administration, “The Mode S Team,” FAA - Federal Aviation Administration, 06 Maret 2012. [Online]. Available: http://www.faa.gov/about/office_org/headquarters_offices/ato/service_units/techops/safety_ops_support/nas_engineering/modes_digitizers_sbsm/modes/. [Diakses 10 Maret 2014].
- [7] S. Tsang, B. Kao, K. Y. Yip, W. S. Ho dan S. D. Lee, “Decision Trees for Uncertain Data,” *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, vol. 23, no. 1, pp. 64-78, 01 2011.