

OPTIMALISASI STAR RNAV 1 MENGGUNAKAN KONSEP *POINT OF MERGE* DI WILAYAH *TERMINAL AIRSPACE* BANDAR UDARA SOEKARNO HATTA

Pangsa Rizkina Aswia⁽¹⁾, Dwi Lestary⁽²⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia Curug, Tangerang.

Abstrak : Hasil temuan pra penelitian di terminal airspace Bandara Soekarno Hatta terdapat sebaran pergerakan pesawat yang tidak merata sehingga hal tersebut berakibat pada waktu kedatangan pesawat di entry point terminal airspace sangat sempit terutama saat *peak hour*. Teknik pengaturan saat ini menggunakan radar vector dan holding yang dikombinasikan dengan STAR RNAV 1. Eurocontrol Experimental center (EEC) mengembangkan sebuah penelitian untuk mengetahui konsep pengaturan seperti apa yang sesuai dengan kondisi lalu lintas udara saat ini. Penelitian tersebut melahirkan sebuah konsep pengaturan yang dinamakan dengan konsep point of merge. Kemudian beberapa negara di Eropa mencoba untuk mengimplementasikan konsep ini dan hasilnya cukup baik. Tujuan dari penelitian ini yaitu ingin mengetahui apakah konsep *Point of Merge* (POM) dapat diterapkan di *Terminal Airspace* Bandar Udara Soekarno Hatta Jakarta yang bertujuan untuk optimalisasi STAR RNAV 1 yang selama ini telah dioperasikan. Penelitian dilakukan dengan simulasi menggunakan Real Time Simulator. Dari hasil analisis didapati pengurangan beban kerja ATC 1 – 2 tingkat dibandingkan konsep pengaturan saat ini. Selain itu beban komunikasi dapat berkurang 20-23% yang disebabkan karena tidak adanya lagi intruksi untuk merubah arah pesawat dan holding. Flying time pesawat saat berada di wilayah terminal airspace dapat berkurang 3-5 menit.

Kata-kunci : *Point of Merge, Radar Vector, Real Time Simulator, Terminal Airspace, Optimalisasi*

Pengantar

Pertumbuhan penumpang angkutan udara di Indonesia pada tahun 2012 meningkat cukup signifikan yaitu 15% dibandingkan pada tahun sebelumnya. Hal ini tidak lepas dari pesatnya pertumbuhan *low cost carrier* di Indonesia dan wilayah Asia - Pasifik. Pertumbuhan ini diperkirakan akan terus meningkat seiring dengan rencana

implementasi *ASEAN Open Sky* yang direncanakan mulai berlaku pada tahun 2015. Dengan kompleksitas yang ada serta belum terimplementasinya manajemen arus lalu lintas penerbangan (ATFM) di wilayah Jakarta FIR, salah satu upaya untuk mengendalikan arus lalu lintas penerbangan secara taktikal adalah dengan menggunakan prosedur Standard Instrument Arrival (STAR) dan Standard instrument Departure

(SID) Area Navigation (RNAV)1. STAR merupakan suatu rute kedatangan untuk penerbangan instrument dimana rute tersebut terhubung dengan *check point*, dan biasanya dimulai dari Air Traffic Service (ATS) *route* sampai dengan *check point* dimana proses pendekatan secara instrumen mulai dilakukan.

Tujuan dari diimplementasikannya STAR & SID RNAV-1 di wilayah udara Bandar Udara Soekarno Hatta adalah untuk mengurangi beban kerja ATC dan Pilot yang selama ini terasa sangat berat jika menggunakan pengaturan konvensional (radar vector). Tujuan lainnya adalah untuk efisiensi penggunaan ruang udara serta penghematan bahan bakar pesawat. Setelah implementasi prosedur ini banyak pilot baik dari airline domestik maupun internasional yang mengeluh karena *holding* yang cukup lama ataupun diberikan radar vector yang tidak memiliki kepastian untuk mendapat kesempatan mendarat. Hal tersebut disebabkan karena banyaknya pesawat yang datang secara bersamaan dengan jarak yang sangat dekat menuju satu titik dimana prosedur STAR dimulai.

Banyaknya pesawat yang datang secara bersamaan menuju satu titik memang menjadi masalah global dalam dunia penerbangan, ICAO menawarkan solusi dengan konsep *Air Traffic Flow Management* (ATFM). Di Eropa, konsep ini telah dimulai sekitar 25-30 tahun yang lalu dan mereka masih tetap mengalami masalah dengan pengaturan pesawat, namun selain terus berusaha menerapkan konsep ATFM, mereka melakukan banyak penelitian eksperimental secara paralel untuk dapat mengantisipasi arus lalu lintas udara yang terus meningkat. Salah satu konsep

pengaturan arus lalu lintas udara yang mereka lakukan adalah konsep *Point of Merge* dan telah berhasil diterapkan di beberapa negara di Eropa. Mereka mengklaim bahwa dengan diterapkannya konsep ini tidak ada lagi pesawat yang *holding* walaupun datang secara bersamaan.

Tinjauan Literatur

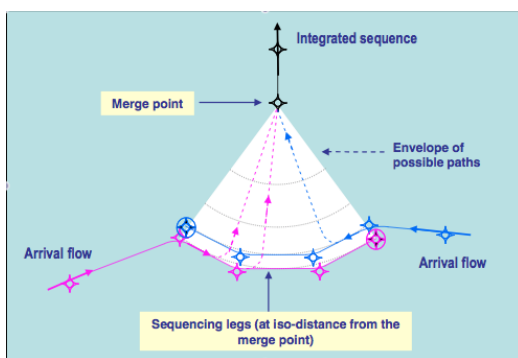
Konsep Point Of Merge (POM)

Konsep *point of merge* (POM) merupakan hasil dari penelitian yang dilakukan di Eropa oleh SESAR (*Single European Sky Air Traffic Management and Research*). Konsep ini dilatarbelakangi karena demand yang sangat tinggi di wilayah udara eropa namun sistem pengaturan yang konvensional yang diterapkan sebelumnya tidak dapat memenuhinya.

Menurut Bruno Favennec dkk (2009), POM merupakan teknik pengaturan arus lalu lintas udara dengan menggabungkan pesawat *arrival* di *merge point* dengan sebelumnya diatur di *sequence legs*. Metode untuk mengoperasikan konsep ini terdiri dari 2 cara, yaitu :

A. Ketika pesawat sedang berada di *sequence legs*, kita intruksikan untuk terbang mengarah menuju *merge point* (*Direct to*) pada waktu yang tepat. Waktu yang tepat berarti pesawat tersebut telah memiliki jarak aman dengan pesawat yang ada di depannya.

B. Tetap menjaga jarak aman dengan pengaturan kecepatan (*speed control*) Jarak antara *merge point* dengan *outer sequence leg* $\pm 22,1$ nm yang bertujuan agar tetap dapat mengatur kecepatan pesawat agar jarak aman dapat tercapai. Sedangkan jarak antara *center line inner leg* dan *outer leg* adalah tergantung dari jenis STAR yang



Gambar 1. Konsep POM (Sumber: ICAO Doc 9931 tahun 2010 h.A-1-8)

digunakan, jika konsep POM ini diaplikasikan di terminal *air space* Soekarno Hatta maka POM ini merupakan bagian dari STAR RNAV-1 sehingga jarak *center line inner leg* dan *outer leg* adalah minimal 2 nm. Pesawat yang melewati *inner leg* dan *outer leg* dipisahkan menggunakan *vertical separation* 1000 ft, dimana *inner leg* lebih tinggi 1000 ft daripada *outer leg*.

Diskusi dan implementasi konsep POM di beberapa Negara.

Di sebagian besar wilayah *terminal airspace* penggabungan aliran pesawat arrival tergantung pada radar vector (instruksi heading), walaupun lebih fleksibel radar vector menimbulkan beban kerja yang cukup berat pada ATC dan Pilot sehingga ATC dipaksa untuk mengambil keputusan dengan cepat. Akibatnya beban kerja yang meningkat, penggunaan frekuensi radio meningkat, kurangnya antisipasi, kesulitan mengoptimalkan *vertical flight profile* yang tentunya berdampak besar terhadap efisiensi penerbangan.

Beberapa penelitian eksperimental telah dilakukan di Negara Eropa untuk melihat sejauh mana kemampuan konsep *point of merge* dalam mengatur aliran pesawat arrival. Salah satunya

adalah Ludovic dkk dalam penelitiannya *merging arrival flows without heading instruction* (2007). Yang menjadi pertanyaan penting dalam penelitian ini adalah apa keuntungan dari konsep *point of merge*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan *Real Time Simulator* dengan menggunakan 3 skenario yang berbeda, yaitu dengan menambahkan efek angin. Data pergerakan pesawat yang digunakan adalah data pengamatan di lapangan.

Metode analisis yang digunakan adalah metode statistik deskriptif dan dikombinasikan dengan analisa perbandingan antara konsep saat ini (radar vector) dan konsep yang diajukan (*point of merge*). Analisa didasarkan pada beberapa komponen indikator, diantaranya adalah *human factor*, *ATC activity*, *effectiveness*, *quality of service* dan *safety*.

Saat ini *Point of merge* telah diterapkan di beberapa Negara di Eropa, salah satunya di Oslo–Norwegia. Terdapat penelitian eksperimental untuk melihat kelayakan operasional dari konsep ini sebelum akhirnya diterapkan sampai saat ini. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2010 dengan menggunakan real time simulator. Tujuh skenario disiapkan dalam simulasi ini dengan masing-masing skenario dibedakan dengan jumlah pergerakan pesawat dan sebaran pergerakan pesawat. Penelitian ini juga mengakomodasi kondisi cuaca yang berbeda-beda serta pergerakan pesawat yang tidak normal (gagal mendarat). Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan teknik survey melalui kuesioner yang disebar kepada para ATC (EEC, 2010).

Dalam penelitian ini terdapat 4 indikator untuk melihat kelayakan konsep ini jika diterapkan di Oslo – Norwegia. Indikator tersebut adalah *operability*

(*Acceptability, workload, job satisfaction*), *safety, capacity* dan *efficiency (quality of service, vertical profile)*. Untuk melihat bagaimana beban kerja personil ATC dalam menggunakan konsep ini, digunakan metode *Instantaneous self-assessment (ISA)* dengan 5 skala beban kerja (*very high, high, fair, low, very low*).

Dari beberapa pemaparan mengenai penelitian sebelumnya, peneliti melihat peluang untuk dapat meneliti konsep *point of merge* di Indonesia. Penelitian awal ini bertujuan untuk melihat apakah konsep ini dapat optimal jika diterapkan di wilayah terminal air space Bandar udara Soekarno Hatta.

Metodologi Penelitian

Metode Penelitian

Sesuai dengan tujuan penelitian untuk mengoptimalkan pengaturan arus lalu lintas udara yang ada saat ini (STAR RNAV 1) menggunakan konsep *Point of Merge* di *Terminal Airspace* Bandar Udara Soekarno Hatta. Penelitian dilakukan dengan pendekatan metode simulasi menggunakan *Real Time Simulator*. Sifat penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan konsep pengaturan arus lalu lintas udara yang ada menggunakan konsep pengaturan yang dilalukan di sebagian negara di Eropa yaitu *Point of Merge*.

Populasi dan sampel

Populasi pada penelitian kali ini adalah seluruh pesawat udara yang akan mendarat di Bandar Udara Soekarno Hatta, sedangkan teknik pengambilan sampelnya dilakukan dengan cara *purposive sampling*. Data sampel yang akan digunakan adalah data pergerakan pesawat selama 1 jam di *terminal airspace* Bandar udara

Soekarno Hatta. Dikarenakan mayoritas pergerakan di bandara ini berasal dari penerbangan berjadwal sehingga kita bisa menganalisis data satu bulan sebelum bulan observasi.

Dengan pertimbangan waktu penelitian yang relatif sempit maka personil pemandu lalu lintas udara yang akan dijadikan sampel pada penelitian ini berjumlah 10 orang sesuai dengan jumlah personil yang diamati saat observasi dilakukan.

Jenis Dan Sumber Data

Jenis dan sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

Data primer adalah data yang diperoleh melalui proses pengamatan (observasi) secara langsung terhadap pergerakan pesawat *arrival* di *terminal airspace* serta wawancara terhadap para personil ATC. Lokasi pengamatan adalah *operation room* Jakarta Air Traffic Service Center. Data yang dibutuhkan antara lain:

- A. Nomor Penerbangan (*Aircraft Callsign*)
- B. Tipe Pesawat
- C. *Ground speed* pesawat saat melewati *entry point*
- D. Ketinggian pesawat saat melewati *entry point*.
- E. *Runway In Used* (landasan yang digunakan)
- F. Pesawat *holding*
 - 1) Banyaknya pesawat yang *holding*
Data yang diambil pada proses ini adalah berapa banyaknya pesawat yang *holding* di *terminal airspace* dalam 1 jam.
 - 2) Waktu yang dibutuhkan untuk *holding*
Data waktu yang dihitung adalah saat pesawat mencapai *holding fix* sampai pesawat meninggalkan *holding fix* menuju *merge point*.

G. Komunikasi ATC dan Pilot

- 1) Perubahan ketinggian
Berapa kali petugas ATC melakukan instruksi untuk perubahan ketinggian pesawat untuk masing-masing pesawat
- 2) Perubahan arah pesawat
Berapa kali petugas ATC melakukan instruksi untuk perubahan arah pesawat untuk masing-masing pesawat.
- 3) Instruksi *holding*
Berapa kali petugas ATC melakukan instruksi untuk pesawat melakukan prosedur *holding* untuk masing-masing pesawat
- 4) Perubahan kecepatan pesawat
Berapa kali petugas ATC melakukan instruksi untuk perubahan kecepatan pesawat

H. Waktu Terbang Pesawat

Untuk mendapatkan perbandingan yang sama terhadap waktu terbang pesawat saat di lapangan dan di simulator maka kita gunakan perhitungan yang sama. Waktu terbang yang digunakan adalah lamanya pesawat terbang mulai dari *entry point* sampai dengan pesawat *landing*. Berikut adalah *entry point* yang digunakan untuk masing-masing runway :

- 1) *Runway 07L*: GASPA, IMU
- 2) *Runway 07R*: CARLI, BUNIK, DENDI
- 3) *Runway 25L*: GASPA, IMU
- 4) *Runway 25R*: CARLI, BUNIK, DENDY

I. Pendapat Wawancara

Data yang ingin didapatkan saat wawancara terhadap subjek 1 adalah pendapatnya tentang konsep pengaturan saat ini dan konsep pengaturan menggunakan POM serta pendapatnya tentang beban kerja untuk masing-masing konsep. Untuk subjek 2 data

yang ingin diperoleh adalah biaya untuk training menggunakan simulator jika konsep ini diterapkan. Wawancara yang dilakukan terhadap subjek 3 ditujukan untuk mendapatkan data mengenai konsumsi bahan bakar pesawat untuk tipe B 737-800 dan A 330. Selanjutnya adalah wawancara terhadap pihak perum LPPNPI untuk mengetahui pendapatnya mengenai biaya training personil ATC.

Data sekunder adalah data terkait penelitian yang diperoleh dari Kementerian Perhubungan dan Jakarta Air Traffic Center. Data yang dibutuhkan antara lain :

- A. Data STAR RNAV 1 untuk runway 07 dan runway 25
- B. Data pergerakan pesawat pada bulan januari 2015
- C. *Standard Operational Procedure* (SOP) di wilayah *terminal airspace* Bandara soekarno hatta

Pengolahan Data

Desain *Point of Merge*

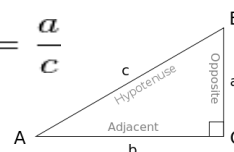
Untuk menghitung koordinat poin yang akan digunakan, dihitung dengan menggunakan rumus trigonometri kemudian dikonversikan ke dalam nilai koordinat. Rumus dasar trigonometri yang akan digunakan adalah :

$$\cos A = \frac{b}{c} \quad \sin A = \frac{a}{c}$$

$$\tan A = \frac{\sin A}{\cos A} = \frac{a}{b}$$

$$\cot A = \frac{1}{\tan A} = \frac{\cos A}{\sin A} = \frac{b}{a}$$

$$\sec A = \frac{1}{\cos A} = \frac{c}{b}$$



Nilai Konversi

- 1° = 60' = 60 nm
- 1' = 1852 m
- 1'' = 30,87 m

Simulasi

Simulasi konsep *point of merge* di *terminal airspace* bandara Soekarno Hatta akan menggunakan *Real Time Simulator* yang dimiliki Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia. Data yang didapat pada saat pengumpulan data kemudian diinput ke dalam *simulator* agar kondisinya sama seperti di lapangan. Sehingga kita akan mendapatkan keakuratan dalam data pengamatan setelah simulasi ini dilakukan.

Dalam simulasi ini kita menggunakan 10 orang personil senior ATC aktif dengan pengalaman minimal 10 tahun bekerja di *terminal air space*. Yang menjadi pilot adalah para instruktur ATC di Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia yang telah berpengalaman dalam mengoperasikan simulator ini.

Pengukuran Beban Kerja

ISA adalah teknik penilaian beban kerja subjektif yang sangat sederhana yang dikembangkan oleh NATS untuk digunakan dalam penilaian beban kerja mental pemandu lalu lintas udara (Kirwan et al 1997). Dalam mengukur beban kerja, teknik yang digunakan cukup sederhana yaitu memberikan nilai terhadap beban kerja mereka selama tugas (biasanya setiap dua menit) pada skala 1 (rendah) sampai 5 (tinggi). Kirwan et al (1997) menggunakan skala ISA berikut untuk menilai pengendali lalu lintas udara (ATC) beban kerja.

Tabel 1 Skala dan deskripsi beban kerja ISA

Level	Workload	Spare Capacity	Description
5	Very High (VH)	None	Behind on tasks. Losing track of the full
4	High (H)	Very Little	Non essential tasks suffering. Could not
3	Fair (F)	Busy	All tasks well in hand. Busy but stimulating pace. Could keep
2	Low (L)	Ample	More than enough time for all tasks.
1	Very Low (VL)	Very Much	Nothing to do. Rather boring.

(Sumber : Oslo Advanced Sectorization and Automation Project tahun 2010)

Analisa Data dan Pembahasan

Desain *Point of Merge*

Proses perhitungan titik koordinat yang akan digunakan pada konsep *point of merge* dimulai dengan mengkonversikan titik koordinat Nokta atau Esala ke dalam satuan jarak (meter). Langkah selanjutnya adalah mencari sisi tegak atau sisi miring menggunakan rumus trigonometri dan mengkonversikannya ke dalam meter. Hasil konversi titik koordinat nokta dijumlahkan atau dikurangi dengan hasil konversi sisi tegak atau sisi miring. Setelah mendapatkan hasil penjumlahan atau pengurangan tersebut, kemudian dikonversikan kembali untuk mendapatkan titik koordinat.

Berikut adalah data titik koordinat hasil perhitungan POM Utara dan Timur

Tabel 2 Nama Point dan Koordinat POM Utara

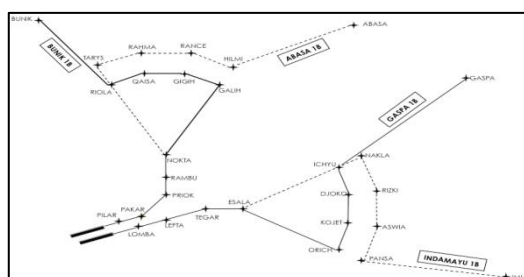
N O	POI N	NAMA POIN	KOORDINAT	
			LINTANG	BUJUR
1	1	GALIH	05°11'4,8" S	107°04'06,00"
2	2	GIGIH	05°08'41,99" S	106°57'34,19"
3	3	QAISA	05°08'41,99" S	106°50'37,8" E
4	4	RIOLA	05°11'4,8" S	106°44'06,00"
5	5	HILMI	05°09'15,6" S	107°05'8,9" E
6	6	RANCE	05°06'38,39" S	106°57'53,99"
7	7	RAHMA	05°06'38,39" S	106°50'17,99"
8	8	TARYS	05°09'15,6" S	106°43'2,99" E

(Sumber : Hasil Perhitungan)

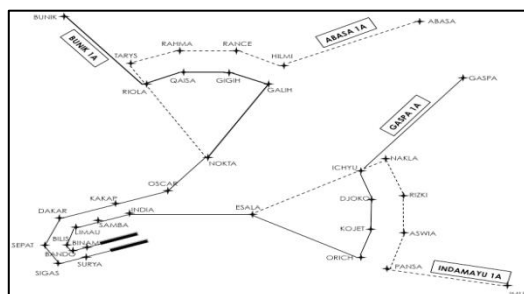
Tabel 3 Nama Point dan Koordinat POM Timur

NO	POIN	NAMA POIN	KOORDINAT	
			LINTANG	BUJUR
1	1	ORICH	06°07'42,00" S	107°36'19,19"
2	2	KOJET	06°01'10,19" S	107°38'41,9" E
3	3	DJOKO	05°54'13,79" S	107°38'41,9" E
4	4	ICHYU	05°47'42,00" S	107°36'19,19"
5	5	PANSA	06°08'44,99" S	107°38'07,79"
6	6	ASWIA	06°01'31,79" S	107°40'45,59"
7	7	RIZKI	05°53'52,19" S	107°40'45,59"
8	8	NAKLA	05°46'38,99" S	107°38'07,79"

(Sumber : Hasil Perhitungan)



Gambar 4 Desain *Point of Merge* untuk Runway 25R dan 25L



Gambar 5 Desain *Point of Merge* untuk Runway 07R dan 07L.

Hasil Simulasi Point of Merge

Sebelum simulasi dilakukan, penulis terlebih dahulu melakukan pengarahannya singkat mengenai konsep point of merge baik itu secara konsep maupun secara operasional. Dari 10 personil ATC yang melakukan simulasi tidak ada satu pun yang mengetahui mengenai konsep ini, sehingga penulis harus melakukan pengarahannya yang lebih mendalam agar simulasi dapat berjalan dengan lancar.

Dan kemudian simulasi pun dilakukan selama 5 hari tanpa ada hambatan yang berarti.

Setelah simulasi dilakukan hasilnya pun cukup mengagumkan dan banyak komentar positif maupun masukan untuk penelitian ini. Secara umum mereka beranggapan bahwa konsep ini cukup simple, nyaman, sangat mudah secara operasional dan sangat membantu untuk mengurangi beban kerja yang sangat berat yang mereka alami saat ini terutama saat peak hour. Hal lain yang mereka rasakan adalah berkurangnya intensitas komunikasi karena tidak adanya instruksi untuk merubah arah pesawat maupun instruksi untuk holding yang saat ini sering dilakukan untuk sequencing pesawat.

Analisa Beban Kerja

Saat penulis melakukan observasi di lapangan penulis juga melakukan survey terhadap beban kerja personil ATC. Setelah observasi dilakukan kemudian penulis mengajukan pertanyaan mengenai beban kerja yang mereka alami saat itu selama 1 jam. Hasil survey mengenai beban kerja dengan kondisi saat ini maupun konsep *point of merge* dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Perbandingan hasil survey mengenai beban kerja personil ATC

NO	ATC	TANGGAL	RADAR VECTOR & HOLDING		POINT OF MERGE	
			SEKTOR	WORKLOAD	SEKTOR	WORKLOAD
1	AT	1002201	TW	HIGH	TW	FAIR
2	AT	1002201	TE	FAIR	TE	LOW
3	AT	1102201	TW	HIGH	TW	LOW
4	AT	1102201	TE	HIGH	TE	FAIR
5	AT	1202201	TW	VERY	TW	FAIR
6	AT	1202201	TE	HIGH	TE	LOW
7	AT	1302201	TW	FAIR	TW	LOW
8	AT	1302201	TE	HIGH	TE	LOW
9	AT	1402201	TW	HIGH	TW	LOW
10	AT	1402201	TE	VERY	TE	FAIR

(Sumber : Hasil Survey)

Untuk sektor Terminal West, hasil survey di lapangan menyatakan bahwa

dari 5 personil ATC 3 diantaranya menyatakan bahwa beban kerja yang mereka rasakan tinggi dengan konsep pengaturan saat ini sedangkan 2 lainnya menyatakan beban kerja sedang dan sangat tinggi. Dengan konsep point of merge beban kerja personil ATC dapat berkurang satu tingkat bahkan 3 personil ATC menyatakan bahwa beban kerja mereka dapat berkurang dua tingkat dibawahnya.

Untuk sektor Terminal East, hasil survey di lapangan menyatakan bahwa dari 5 personil ATC 3 diantaranya menyatakan bahwa beban kerja yang mereka rasakan tinggi dengan konsep pengaturan saat ini sedangkan 2 lainnya menyatakan beban kerja sedang dan sangat tinggi. Dengan konsep point of merge beban kerja personil ATC dapat berkurang satu tingkat bahkan 3 personil ATC menyatakan bahwa beban kerja mereka dapat berkurang dua tingkat dibawahnya.

Dari hasil observasi penulis di lapangan, dimana pengaturan arus lalu lintas udara menggunakan teknik vector dan holding menghasilkan jumlah komunikasi yang cukup banyak. Dari hasil pengamatan penulis di sektor terminal west selama 5 hari, persentase rata-rata jumlah komunikasi paling besar adalah perubahan ketinggian pesawat yaitu sebesar 23%. Sedangkan untuk perubahan arah pesawat dan holding pesawat masing-masing sebesar 16% dan 3%. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 6.

Jika kita lihat pada tabel 5, jumlah dari seluruh jenis komunikasi menurun terkecuali komunikasi untuk first contact dan last contact yang sifatnya konstan karena tergantung jumlah pesawat dan sifatnya wajib untuk kedua konsep pengaturan ini. Jenis komunikasi lain yang jumlahnya tidak menurun adalah intruksi direct menuju merge point yang

cenderung meningkat. Hal tersebut memang wajar dikarenakan kunci dari konsep point of merge adalah intruksi direct dan perubahan kecepatan pesawat (jika dibutuhkan).

Selanjutnya jika kita bandingkan rata-rata jumlah komunikasi per jam antara kedua konsep ini, untuk sektor terminal west rata-rata jumlah komunikasi berkurang sebanyak 20,6% sedangkan untuk sektor terminal east rata-rata jumlah komunikasi berkurang sebesar 23%. Jika beban komunikasi personil ATC berkurang tentunya hal tersebut juga akan berdampak langsung terhadap beban komunikasi pilot. Hal tersebut dikarenakan pilot wajib mengulang kembali seluruh instruksi maupun informasi yang ditujukan kepadanya. Berkurangnya beban komunikasi ini juga akan berpengaruh positif terhadap kenyamanan kerja para personil ATC.

Analisa Efisiensi Penerbangan

Selain analisa beban kerja dan beban komunikasi, hal lain yang diteliti dalam penelitian ini adalah mengenai efisiensi penerbangan. Yang dimaksud efisien dalam hal ini yaitu seberapa besar pengurangan flying time pesawat selama berada di wilayah terminal airspace. Jika kita lihat pada tabel 6 yang menyajikan data perbandingan rata-rata flying time antara konsep radar vector dan konsep point of merge, untuk pesawat yang terbang di wilayah terminal west dapat menghemat flying time sebesar 3 menit sedangkan untuk terminal east 5 menit untuk satu pesawat.

Jika kita lihat, penghematan flying time ini memang tidak signifikan akan tetapi jika melihat jumlah pergerakan pesawat di soekarno hatta yang sangat besar, angka tersebut akan menjadi sangat signifikan. Dari data pergerakan pesawat pada bulan januari 2015, didapat rata-

rata jumlah pergerakan pesawat sebesar 996 pergerakan (take off dan landing). Jika persentase jumlah pergerakan yang berangkat dan mendarat di soekarno hatta kita anggap masing-masing 50%, maka kemudian rata-rata jumlah pergerakan pesawat yang mendarat sebanyak 498. Selanjutnya jika kita ambil rata-rata penghematan flying time di kedua sektor adalah 4 menit, maka dalam satu hari akan menghemat flying time sebanyak 1992 menit. Penghematan flying time berarti pengurangan konsumsi bahan bakar pesawat dan itu merupakan keuntungan bagi maskapai penerbangan. Selain itu juga emisi gas buang pesawat akan berkurang dan tentunya ramah lingkungan.

Data yang penulis dapatkan dari personil Flight Operation Officer salah satu maskapai penerbangan nasional mengenai konsumsi bahan bakar pesawat saat kondisi normal adalah 43,5 kg fuel per menit untuk tipe pesawat Boeing 737-800, sedangkan untuk tipe Airbus A-330 konsumsi bahan bakar per menitnya adalah 100 kg fuel per menit. Sehingga maskapai penerbangan yang menggunakan pesawat dengan tipe B737-800 yang terbang melewati wilayah terminal airspace soekarno hatta dapat menghemat bahan bakar sebanyak 174 kg fuel jet A1. Jika penghematan tersebut kita konversikan ke dalam rupiah dengan harga bahan bakar Rp. 9.850/liter maka maskapai penerbangan dapat mengurangi biaya operasional sebesar ± Rp. 2.100.000. Untuk maskapai yang menggunakan pesawat dengan tipe Airbus A-330 dapat mengurangi biaya operasional sebesar ± Rp. 4.860.000.

Diskusi dan Pembahasan Akhir

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsep point of

merge dapat mengoptimalkan STAR RNAV 1 yang sampai saat ini masih digunakan. Hal tersebut ditunjukkan dari beberapa indikator yang telah dijelaskan sebelumnya. Tentunya akan ada konsekuensi logis jika konsep ini diterapkan di wilayah terminal airspace Bandar udara Soekarno Hatta. Bagi maskapai penerbangan hal ini cukup menjanjikan dan dapat menguntungkan pihaknya karena konsumsi bahan bakar yang berkurang. Sedangkan di sisi lain yaitu bagi Perum LPPNPI mereka harus mengeluarkan biaya untuk penelitian lanjutan serta untuk pelatihan personil ATC.

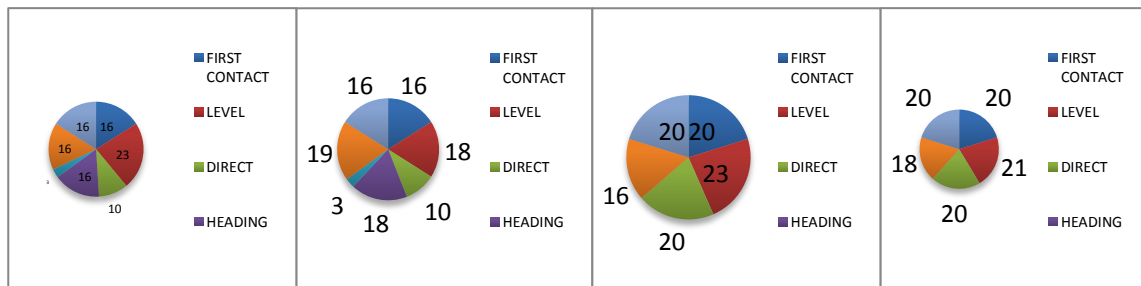
Tabel 6 Perbandingan rata-rata flying time pesawat di sektor terminal west dan terminal east

SEKTOR : TERMINAL WEST				
NO	TANGGAL	RADAR VECTOR & HOLDING	POINT OF MERGE	BESARNYA PENGHEMATAN FLYING TIME (menit)
		RATA-RATA FLYING TIME (menit)	RATA-RATA FLYING TIME (menit)	
1	10 / 02 / 2015	21	19	2
2	11 / 02 / 2015	22	18	4
3	12 / 02 / 2015	21	18	3
4	13 / 02 / 2015	22	18	4
5	14 / 02 / 2015	21	18	3
RATA - RATA		21	18	3
SEKTOR : TERMINAL EAST				
6	10 / 02 / 2015	23	19	4
7	11 / 02 / 2015	24	19	5
8	12 / 02 / 2015	24	19	5
9	13 / 02 / 2015	24	19	5
10	14 / 02 / 2015	24	20	4
RATA - RATA		24	19	5

(Sumber : Hasil analisis)

Tabel 5. Data Perbandingan Jumlah Komunikasi ATC – Pilot

SEKTOR :		RADAR VECTOR & HOLDING								POINT OF MERGE							
TERMINAL WEST																	
N	KOMUNIKASI TANGGAL	FC	LEV	DIR	HEA	HOL	SP	JU	FC	LEV	DIR	HEA	HOL	SPE	JUML		
					DIN	DIN	EE	ML				DIN	DING	ED	AH		
1	10/02/2015	19	29	14	23	3	17	19	124	19	20	19	0	0	13	19	90
2	11/02/2015	19	25	10	10	2	19	19	104	19	21	19	0	0	19	19	97
3	12/02/2015	18	27	11	18	4	17	18	113	18	22	18	0	0	15	18	91
4	13/02/2015	19	26	11	19	4	17	19	115	19	20	19	0	0	11	19	88
5	14/02/2015	19	24	12	25	3	21	19	123	19	21	19	0	0	16	19	94
RATA – RATA			19	12	19	3	18		19		21	19	0	0	15		19
								PERSENTASE MENURUNNYA JML KOM								20,6%	
SEKTOR : TERMINAL EAST																	
N	KOMUNIKASI TANGGAL	FC	LEV	DIR	HEA	HOL	SP	JU	FC	LEV	DIR	HEA	HOL	SPE	JUML		
					DIN	DIN	EE	ML				DIN	DING	ED	AH		
6	10/02/2015	18	20	10	10	3	20	18	97	18	18	17	0	0	15	18	84
7	11/02/2015	17	19	13	20	3	23	17	112	17	17	17	0	0	14	17	82
8	12/02/2015	17	19	12	21	3	21	17	110	17	17	17	0	0	17	17	85
9	13/02/2015	20	23	11	24	4	25	20	125	20	20	19	0	0	15	20	92
10	14/02/2015	19	22	12	25	5	21	19	121	19	19	18	0	0	19	19	92
RATA – RATA			21	12	20	4	22		113		18	18	0	0	16		87
								PERSENTASE MENURUNNYA JML KOM								23%	



Gambar 6 persentase rata-rata jumlah komunikasi ATC – Pilot di Terminal West (kiri) dan Terminal East (kanan) saat observasi lapangan
 Gambar 7 persentase rata-rata jumlah komunikasi ATC – Pilot di Terminal West (kiri) dan Terminal East (kanan) saat observasi di simulator

Kesimpulan

A. STAR RNAV 1 yang mulai diimplementasikan tahun 2012 merupakan sebuah perubahan lebih baik dari konsep pengaturan yang hanya menggunakan radar vector yang berlangsung sampai 2012. Teknik sequencing pesawat yang dioperasikan saat ini masih menggunakan radar vector yang dikombinasikan dengan STAR RNAV 1. Teknik radar vector mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya adalah :

- 1) Lamanya satu pesawat diberikan radar vector tidak dapat diprediksi dan kadang lupa untuk mengembalikan pesawat pada rute yang seharusnya.
- 2) Karna waktunya tidak dapat diprediksi maka pesawat harus terbang lebih lama dari yang seharusnya. Sehingga maskapai penerbangan harus menanggung biaya konsumsi bahan bakar pesawat tersebut.
- 3) Tingginya beban kerja karena banyak instruksi yang harus diberikan kepada pilot.

Selain beberapa kelemahan tersebut radar vector mempunyai beberapa keunggulan, diantaranya adalah sangat fleksibel terutama pada saat kondisi yang tidak normal baik itu saat pesawat dalam kondisi emergency maupun kondisi cuaca buruk.

B. Dari hasil observasi di lapangan selama 5 hari hasilnya adalah sebagai berikut ;

- 1) Untuk survey beban kerja, 3 personil ATC menilai bahwa beban kerja yang mereka rasakan tinggi sedangkan 2 lainnya menyatakan beban kerja yang mereka rasakan sedang dan sangat tinggi

2) Hasil observasi penulis terhadap jumlah komunikasi di sektor ini, rata-rata jumlah komunikasi selama 1 jam adalah sebanyak 116 kali.

3) Sedangkan rata-rata flying time pesawat adalah 21 menit

Untuk sektor terminal east hasilnya adalah sebagai berikut :

1) Untuk survey beban kerja, 3 personil ATC menilai bahwa beban kerja yang mereka rasakan tinggi sedangkan 2 lainnya menyatakan beban kerja yang mereka rasakan sedang dan sangat tinggi

2) Hasil observasi penulis terhadap jumlah komunikasi di sektor ini, rata-rata jumlah komunikasi selama 1 jam adalah sebanyak 113 kali.

3) Sedangkan rata-rata flying time pesawat adalah 24 menit

C. Dari hasil observasi dan di simulator, untuk sektor terminal west hasilnya adalah sebagai berikut ;

1) Untuk survey beban kerja, 3 personil ATC menilai bahwa beban kerja yang mereka rasakan rendah sedangkan 2 lainnya menyatakan beban kerja yang mereka rasakan sedang.

2) Hasil observasi penulis terhadap jumlah komunikasi di sektor ini, rata-rata jumlah komunikasi selama 1 jam adalah sebanyak 92 kali.

3) Sedangkan rata-rata flying time pesawat adalah 18 menit

Untuk sektor terminal east hasilnya adalah sebagai berikut :

1) Untuk survey beban kerja, 3 personil ATC menilai bahwa beban kerja yang mereka rasakan rendah sedangkan 2 lainnya menyatakan beban kerja yang mereka rasakan sedang.

2) Hasil observasi penulis terhadap jumlah komunikasi di sektor ini,

rata-rata jumlah komunikasi selama 1 jam adalah sebanyak 87 kali.

3) Sedangkan rata-rata flying time pesawat adalah 19 menit

D. Dari hasil yang telah dijelaskan sebelumnya dapat kita tarik kesimpulan akhir bahwa konsep point of merge lebih baik dari konsep yang ada saat ini. Hal tersebut dapat kita lihat dari beberapa indikator, diantaranya menurunnya tingkat beban kerja personil ATC. Beban komunikasi ATC dan pilot dapat dikurangi 20% - 23%. Pergerakan pesawat lebih dapat diprediksi dan lebih efisien dengan pengurangan flying time 3-5 menit dibandingkan dengan konsep saat ini. Penerbangan yang lebih efisien akan berdampak langsung bagi maskapai penerbangan, dimana biaya operasional yang akan semakin berkurang. Dampak lainnya yang dirasakan adalah meningkatnya kualitas pelayanan lalu lintas udara yang berikan Perum LPPNPI terhadap maskapai penerbangan.

Daftar Pustaka

- ICAO International Standard and Recommended Practices. Annex 11. (2001). Air Traffic Service, Thirteenth Edition.
- ICAO Procedure for Air Navigation Service, Doc.4444. (2007). Air Traffic Management, Fifteenth Edition.
- ICAO Procedure for Air Navigation Service, Doc.8168. (2006). Aircraft Operation Vol. II, Fifth Edition.
- Undang-undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan.
- Kementerian Perhubungan, Aeronautical Information Publication of Indonesia Vol.I (2011). Enroute, Jakarta.
- Kementerian Perhubungan, Aeronautical Information Publication of Indonesia Vol.II (2011). International Aerodrome, Jakarta.
- Manual Airnav Indonesia (2014), Perhitungan Kapasitas Ruang Udara. Edisi Pertama, Jakarta
- Ivanescu, D. Chris, S. Constantine, T. (2009). Models of Air Traffic Merging Technique : Evaluating Performance of Point of Merge, France
- Bruno, F. Eric, H. Aymeric, T. Francois, V. Karim, Z. (2009). The Point of Merge Arrival Flow Integration Technique : Towards More Complex Environmentvnad Advance Continuous Descend, France
- Ludovic, B. Bruno, F. Eric, H. Aymeric, T. Francois, V. Karim, Z. (2007). Merging Arrival Flow Without Heading Instructions, Spain
- John, E, Robinson. (2010). Benefit of Continous Descend Operation in High Density Terminal Airspace Under Scheduling Constraint.
- Eurocontrol Experimental Centre Number. 2010-002 (2010). Real Time Simulation Oslo Advance Sectorization and Automation Project, France.
- Eurocontrol Experimental Centre Number. 2010-012 (2010). Real Time Simulation Dublin TMA2012 Phase 2, Implementation of Point of Merge System in Dublin TMA, France.

Airbus. 2012. Dalam Laporan Final Evaluasi RNAV 1 di Jakarta, Airnav Indonesia 2013

Peraturan Menteri Perhubungan No.33 Tahun 2014 tentang *Biaya Pelayanan Jasa Navigasi Penerbangan*

Peraturan Menteri Perhubungan No.17 Tahun 2014 tentang *Formulasi dan Mekanisme Penetapan Biaya Pelayanan Jasa Navigasi Penerbangan*

Manuaba, 2000. Dalam Manual Perhitungan Kapasitas Ruang Udara, Airnav Indonesia (2014)

Kirma et al, 2007. Dalam Scientific Report Oslo Advance Sectorization and Automation Project (2010)

Sumber intenet

<http://www.ana.jp> (diakses pada tanggal 20 Maret 2015)

<http://www.iata.org> (diakses pada tanggal 25 Februari 2015)