

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Transportasi udara menjadi pilihan bagi banyak masyarakat Indonesia untuk melakukan perjalanannya. Disamping hanya memerlukan waktu yang singkat, pilihan maskapai dengan harga yang terjangkau saat ini juga menjadi faktor yang membuat transportasi udara menjadi pilihan. Seperti di Bandar Udara Adisumarmo yang memiliki predikat bandara *internasional* di Indonesia. Bandara ini memiliki jalur penerbangan tidak hanya kedalam negeri, namun juga melayani keluar negeri. Bandara Adi Soemarmo memiliki jumlah penumpang 3,225 juta orang pada tahun 2017.

Menurut Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 Tentang Penerbangan Bab I Pasal 1 ayat 42, Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan adalah wilayah daratan dan/atau perairan serta ruang udara di sekitar bandar udara yang digunakan untuk kegiatan operasi penerbangan dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan. Saat ini, di Indonesia karena semakin berkurangnya lahan yang dapat digunakan untuk pemukiman membuat masyarakat Indonesia cenderung meninggikan tempat tinggal mereka. Tidak hanya itu, dengan semakin meningkatnya jumlah penduduk, menyebabkan kebutuhan manusia dalam berkomunikasi semakin tinggi, oleh sebab itu semakin banyaknya menara pemancar. Bangunan tinggi seperti ruko, apartemen, serta menara pemancar atau sutet perlu diperhatikan terlebih lagi yang berada dalam Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan. Masalah yang sering timbul dalam kawasan bandara adalah adanya halangan (*obstacle*) yang mengganggu penerbangan yang dalam hal ini adalah benda-benda yang memiliki ketinggian melebihi zona tinggi yang telah ditentukan oleh pemerintah.

Penentuan batasan-batas Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan merupakan salah satu syarat beroperasinya suatu bandar udara, selain itu dengan adanya batas-batas Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan maka akan meningkatkan keamanan dan keselamatan serta mengurangi potensi terjadinya kecelakaan operasi penerbangan di suatu bandar udara. Dalam hal ini

mensyaratkan bahwa kawasan udara di sekitar bandar udara harus bebas dari segala bentuk hambatan yang akan mengganggu pergerakan pesawat udara dengan menerapkan batasan-batasan ketinggian tertentu terhadap objek-objek di sekitar bandar udara. Pada peraturan tentang KKOP ini tidak dibenarkan terdapat adanya bangunan atau benda tumbuh, baik, yang tetap, maupun berpindah ke tempat yang lebih tinggi dari batas ketinggian yang telah ditentukan. Adapun wilayah KKOPYaitu: (a) Kawasan ancangan pendaratan dan lepas landas, (b) Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan, (c) Kawasan di bawah permukaan transisi, (d) Kawasan di bawah permukaan *horizontal* dalam, (e) Kawasan di bawah permukaan *horizontal* luar, dan (f) Kawasan di bawah permukaan kerucut.

Bandar udara Internasional Adisumarmo Surakarta adalah bandar udara kelas IIA yang di kelola PT Angkasa Pura 1. Pada pembahasan kali ini penulis Akan melakukan penelitian berjudul “Deteksi Obstacle di Bandar Udara Internasional Adisumarmo untuk Identifikasi Zona Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)”.

Penulis menganalisis tema tersebut karena bandar udara ini berpotensi tercatat peningkatan penumpang dari bulan mei 2023 65.884 orang, angka tersebut meningkat 37,42 persen sumber Badan Pusat Statistika Kota Surakarta. untuk berkembang lebih cepat terutama di Jawa pembangunan *Airport City* di Bandara Adisumarmo Solo. Selain itu kota Solo juga mempunyai perkembangan yang pesat, baik dari sisi perekonomian maupun sebagai kota pariwisata. Ada beberapa alasan yang penulis simpulkan berkaitan dengan potensi perkembangan bandar udara Internasional Adsumarmo Surakarta.

maka perlu dilakukan analisis atau kajian berkaitan dengan Penentuan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP). Karena itu pada penelitian ini penulis berharap dapat menentukan batasan-batasan utama dari kawasan-kawasan tersebut di atas serta hasil penelitian ini di harapkan juga dapat memberikan masukan bagi pemerintah daerah dalam pembuatan peraturan daerah mengenai syarat pendirian bangunan di sekitar wilayah bandar udara.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana melakukan penentuan batas Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) dan Obstacle di Bandar Udara Internasional Adisumarmo Surakarta ?
2. Menentukan *Obstacle Limitation Surfaces* (OLS) di Bandar Udara Internasional Adisumarmo ?
3. Bagaimana menentukan resiko atau potensi bahaya di wilayah Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) menggunakan *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) ?

## 1.2 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat dilakukan lebih fokus, sempurna, dan mendalam maka penulis memandang penelitian yang diangkat perlu dibatasi variabelnya. Oleh karena itu, adapun batasan masalah pada penulisan tugas akhir sebagai berikut:

1. Analisis KKOP kondisi existing di bandar udara Internasional Adisumarmo Surakarta
2. Penentuan batas KKOP menggunakan metode *Overlay* atau menumpang tindihkan hasil penentuan ukuran dengan potongan permukaan *Google Earth Pro*.
3. Desain ukuran KKOP menggunakan *Corel Draw X7*.
4. Potongan gambar permukaan menggunakan *Google Earth Pro* dan
5. *Tophographic* di ketinggian 2 km.
6. Lengkungan pada permukaan *Google Earth Pro* saat melakukan penggambaran diabaikan.
7. Titik *Obstacle* di wilayah Ngemplak.
8. Analisis FMEA menggunakan data dari tahun 2018 sampai 2020.

## 1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian pada tugas akhir ini memiliki beberapa tujuan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Untuk menentukan ukuran, *obstacle*, dan wilayah, yang masuk dalam Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) Bandar Udara *Internasional* Adisumarmo Surakarta
2. Untuk mengetahui tingkat resiko atau potensi bahaya menggunakan *Metode Failure Mode Effect Analysis* (FMEA).

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian pada tugas akhir ini memiliki beberapa manfaat diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan potensi keamanan dan keselamatan operasi penerbangan..
2. Sebagai referensi pemetaan dan tata letak kota
3. Dapat menjadi referensi dalam penentuan KKOP selanjutnya.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Adapun sistematika penulisan dan penyusunan tugas akhir ini disusun menjadi beberapa bagian bab yang saling berhubungan berguna untuk mempermudah dalam mempelajari dan memahami laporan skripsi ini maka digunakan sistematika penulisan yang mencakup hal-hal sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Menggambarkan secara singkat hal yang akan dibahas dalam tugas akhir ini yang berisi tentang Latar Belakang, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, dan Sistematika Penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang kajian pustaka berguna sebagai referensi dari penelitian-penelitian yang sudah ada sebelumnya dan landasan teori yang digunakan sebagai dasar pengerjaan penulisan penelitian ini.

#### **BAB III METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini berisi tentang penjabaran kegiatan penelitian dalam mendapatkan data mengolah dan menafsirkan yang berupa Objek Penelitian, Metode Pengumpulan Data, Diagram Alur Penelitian, Jadwal dan Tempat Penelitian, Sumber Dan Jenis Data.

#### **BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisi tentang penjelasan secara teoritis maupun penjelasan secara kualitatif. Dalam bab ini juga diuraikan penjelasan tentang pembahasan hasil dari pengolahan data yang selanjutnya untuk dibuat kesimpulan.

#### **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi tentang penulis memberikan beberapa kesimpulan dari hasil pengolahan data serta saran dan masukan untuk pembaca, peneliti selanjutnya dan perusahaan atau instansi yang terkait dari penulisan tugas akhir ini.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

Bagian yang berisikan sumber referensi dalam penulisan skripsi.

#### **LAMPIRAN**

Bagian yang berisikan data-data pendukung dari pendukung dari pelaksanaan kegiatan skripsi yang menyangkut topik yang dibalas.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Kajian Pustaka**

Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis mengambil beberapa referensi serta pedoman dari beberapa contoh penelitian yang dilakukan sebelumnya dan juga relevan dengan analisis yang akan penulis lakukan. Adapun beberapa tinjauan pustaka yang penulis ambil adalah sebagai berikut:

1. Dalam penelitiannya (Dijayanti, 2014) yang berjudul “Analisis Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) di bandar udara *internasional* Adisutjipto Yogyakarta” melakukan analisis KKOP menggunakan metode Overlay mengambil potongan gambar dari *Google Map* dari ketinggian 2 km yang dioverlay dengan gambar Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan yang dibuat dengan skala yang sama menggunakan aplikasi *Corel Draw X4*. Hasil dari penelitian untuk menentukan daerah mana saja yang masuk ke dalam Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan sekitar Bandar Udara Internasional Adisutjipto Yogyakarta.
2. Dalam penelitiannya (Putra, 2009) yang berjudul “Analisis Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) Bandar Udara Pekon Serai di Kabupaten Lampung Barat” melakukan analisis KKOP dengan mengambil titik-titik koordinat pada *Differential-GPS* (D-GPS) sebagai referensi dalam menentukan hasil penelitian, karena koordinat tersebut memiliki ketelitian yang tinggi. Hasil dari penelitiannya yaitu untuk menentukan batas-batas kawasan keselamatan operasi penerbangan serta mencari obstacle-obstacle yang ada di kawasan keselamatan operasi tersebut dengan harapan tidak mengganggu lalu lintas penerbangan serta kemungkinan terjadi kecelakaan penerbangan.
3. Dalam penelitiannya (Susanti, 2015) yang berjudul “*Visualisasi 3D Peta* Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Bandar Udara Ngurah Rai Bali” melakukan penelitian dengan menggunakan *visualisasi 3D* pada

*Google Earth SketchUp Pro 2014* untuk menentukan batasan keselamatan operasi penerbangan dan proses pengerjaannya di analisis menggunakan ArcGIS10. Hasil dari penelitian yaitu untuk menentukan ketinggian obstacle di kawasan tersebut yang belum sesuai dengan peraturan menteri perhubungan dan menentukan persebaran *obstacle* yang ada pada KKOP.

4. Dalam penelitiannya (Winaya, 2016) yang berjudul “Studi Tentang Pelaksanaan Kewenangan Pemerintah Daerah Dalam Mengendalikan Pembangunan dan Benda Tumbuh di Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan Bandar Udara Ahmad Yani Semarang” melakukan penelitian menggunakan metode pendekatan yuridis normatif dengan ketentuan-ketentuan hukum yang berlaku di Indonesia serta mempelajari dan menelaah teori-teori berkaitan dengan permasalahan hukum tentang KKOP. Hasil dari penelitiannya untuk pengaturan pembangunan dan benda tumbuh di Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP) berdasarkan ketentuan *Internasional* yang diterbitkan oleh ICAO yaitu dalam *Annex XIV* tentang aerodrome, kemudian diakomodir di dalam peraturan perundang undangan nasional yaitu UU No.1 Tahun 2009.

5. Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan Bandara Adi Soemarmo Keputusan Menteri Perhubungan No. 408 tahun 2017 tentang Rencana Induk Bandar Udara Internasional Adi Soemarmo Kabupaten Boyolali Provinsi Jawa Tengah terdiri atas :

Kawasan Dibawah Permukaan Transisi (KDPT) Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan (KKBK) Kawasan Pendekatan dan Lepas Landas (KPLL) Kawasan *Horizontal* Dalam (KHD)

Kawasan Permukaan Kerucut (KPK) Kawasan *Horizontal* Luar (KHL)

Pembagian wilayah zona KKOP yang dapat dilihat.

## **2.2 Landasan Teori**

### **Pengertian Bandar Udara**

Bandar udara adalah kawasan di darat dan atau perairan dengan batas- batas tertentu yang dipergunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat, lepas landas, naik turun penumpang, bongkar muat barang dan tempat perpindahan intra dan antar moda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas dan fasilitas penunjang lainnya (UU RI No.1 Tahun 2009).

### **2.2.1 Bagian Bandar Udara**

Bagian dari bandar udara terbagi menjadi beberapa wilayah yaitu sebagai Berikut

#### *1. Land Side*

Adalah suatu wilayah di bandar udara yang terbuka untuk umum (*Public Area*). Wilayah yang termasuk dalam *Land Side* adalah sebagai berikut:

##### *a. Area Parkir*

Parkir adalah keadaan tidak bergerak suatu kendaraan yang bersifat sementara karena ditinggalkan oleh pengemudinya dan Parkiran adalah tempat pemberhentian kendaraan dalam jangka waktu pendek atau lama sesuai dengan kebutuhan seorang pengendara.

##### *b. Terminal Penumpang*

Terminal Penumpang adalah prasarana transportasi jalan untuk keperluan menaikkan dan menurunkan penumpang, perpindahan antar moda transportasi serta pengaturan kedatangan dan pemberangkatan kendaraan umum.

#### *2. Air Side*

Adalah suatu wilayah di bandar udara yang tertutup untuk umum (*Non Public Area*). Wilayah yang masuk ke dalam airtside adalah sebagai berikut:

##### *a. Taxiway*

Adalah jalur penghubung antar runway dan apron di suatu bandar udara.



*b. Runway*

Adalah landasan pacu atau daerah persegi yang telah ditentukan di bandar udara untuk pendaratan atau lepas landas pesawat udara.

*c. Apron*

Apron merupakan wilayah di aerodrome dengan tujuan untuk bongkar muat penumpang, pos, atau kargo, pengisian bahan bakar, parkir dan bahkan pemeliharaan pesawat.

### **2.2.2 Keselamatan Penerbangan**

Keselamatan penerbangan adalah suatu keadaan terpenuhinya persyaratan keselamatan dalam pemanfaatan wilayah udara, pesawat udara, bandar udara, angkutan udara, navigasi penerbangan, alat bantu pendaratan serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya (UU RI No.1 Tahun 2009).

Setiap bandar udara besar biasanya dilengkapi dengan fasilitas keamanan dan keselamatan serta fasilitas pokok maupun fasilitas penunjang lainnya untuk mencapai keamanan dan keselamatan penerbangan. Salah satu bentuk yang dimaksud adalah menentukan batasan batasan kawasan keselamatan operasi penerbangan seperti batasan ancangan pendaratan dan lepas landas, batas kawasan rawan kecelakaan dan lain lain.

### **2.2.3 Keamanan Penerbangan**

Keamanan penerbangan adalah suatu keadaan yang memberikan perlindungan kepada penerbangan dari tindakan melawan hukum melalui keterpaduan pemanfaatan sumber daya manusia, fasilitas, dan prosedur (UU RI No.1 Tahun 2009).

### **2.2.4 Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (KKOP)**

Kawasan keselamatan operasi penerbangan adalah wilayah daratan dan atau perairan dan ruang udara di sekitar bandar udara yang dipergunakan untuk kegiatan operasi penerbangan dalam rangka menjamin keselamatan penerbangan. Kawasan ini perlu diperhatikan dimana untuk menjaga keselamatan penerbangan atau operasi penerbangan di sekitar bandar udara, hal ini paling umum dan berkaitan dengan kondisi ketinggian bangunan serta Obstacle yang ada seperti bukit, pepohonan, bangunan, di sekitar wilayah operasi penerbangan atau bandar

udara. Dalam hal ini ada beberapa pembagian pembagian wilayah yang diatur dalam menentukan kawasan keselamatan penerbangan, pembagian wilayah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kawasan ancangan pendaratan dan lepas landas

Kawasan ini adalah suatu kawasan perpanjangan kedua ujung landasan pacu, tepatnya berada di bawah lintasan pesawat udara setelah lepas landas atau akan mendarat, yang dibatasi oleh ukuran panjang dan lebar tertentu.

Kawasan ini dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan ujung-ujung permukaan utama dengan jarak 60 meter dari ujung landasan pacu dengan lebar tertentu (sesuai klasifikasi landasan pacu) pada bagian dalam, kawasan-kawasan ini melebar ke arah luar secara teratur dengan sudut pelebaran 10% atau 15% (sesuai dengan klasifikasi landasan pacu) serta garis tengah bidangnya merupakan perpanjangan dari garis tengah landasan pacu dengan jarak mendatar tertentu dengan akhir kawasan dengan lebar tertentu.

2. Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan

Kawasan ini adalah suatu kawasan dari pendekatan yang berbatasan langsung dengan ujung ujung landasan pacu dan mempunyai ukuran tertentu, yang dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya kecelakaan operasi pesawat di suatu bandar udara.

Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan ujung-ujung permukaan utama dengan lebar 60 meter atau 80 meter atau 150 meter atau 300 meter (sesuai dengan klasifikasi landasan pacu). Kawasan ini meluas ke luar secara teratur dengan garis tengahnya merupakan perpanjangan dari garis tengah landasan pacu sampai lebar 660 meter atau 680 meter atau 750 meter atau 1150 meter atau 1200 meter (sesuai dengan klasifikasi landasan pacu) dengan jarak mendatar 3000 meter dari ujung permukaan utama.

3. Kawasan di bawah permukaan transisi

Kawasan ini adalah suatu bidang dengan kemiringan tertentu sejajar dengan jarak tertentu dari sumbu landasan pacu, pada bagian bawah dibatasi oleh

titik perpotongan dengan garis garis datar yang ditarik tegak lurus pada sumbu landasan pacu dan pada bagian atas dibatasi oleh garis perpotongan dengan permukaan horizontal dalam.

Kawasan ini dibatasi oleh tepi dalam yang berhimpit dengan sisi panjang permukaan utama dan sisi permukaan pendekatan, kawasan ini meluas keluar sampai jarak mendatar 225 meter atau 315 meter (sesuai dengan klasifikasi landasan pacu) dengan kemiringan 14,3 % atau 20% (sesuai klasifikasi landasan pacu).

4. Kawasan di bawah permukaan horizontal dalam

Kawasan ini adalah suatu bidang datar di atas dan sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan pesawat udara melakukan terbang rendah pada waktu akan mendarat atau setelah lepas landas.

Kawasan ini di batasi oleh lingkaran dengan radius 2000 meter atau 2500 meter atau 3500 meter atau 4000 meter (sesuai klasifikasi landasan pacu) dari titik tengah tiap ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berdekatan tetapi kawasan ini tidak termasuk kawasan di bawah permukaan transisi.

5. Kawasan di bawah permukaan kerucut

Kawasan ini adalah suatu bidang dari kerucut yang bagian bawahnya dibatasi oleh garis perpotongan dengan horizontal dalam dan bagian atasnya dibatasi oleh garis perpotongan dari permukaan horizontal luar, masing masing dengan radius dan ketinggian tertentu di hitung dari titik referensi yang ditentukan.

Kawasan ini dibatasi oleh tepi luar kawasan di bawah permukaan horizontal dalam dan meluas dengan jarak mendatar 700 meter atau 1100 meter atau 1200 meter atau 1500 meter atau 2000 meter (sesuai klasifikasi landasan pacu) dengan kemiringn 5% (sesuai klasifikasi landasan pacu).

6. Kawasan di bawah permukaan horizontal luar

Kawasan ini adalah suatu bidang datar di sekitar bandar udara yang dibatasi oleh radius dan ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan keselamatan dan efisiensi operasi penerbangan antara lain pada saat pesawat melakukan pendekatan untuk mendarat dan gerakan setelah tinggal landas atau gerak dalam hal mengalami kegagalan dalam pendaratan.

Kawasan ini dibatasi oleh lingkaran dengan radius 15000 meter dari titik tengah tiap ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berdekatan tetapi kawasan ini tidak termasuk kawasan di bawah permukaan transisi, kawasan di bawah permukaan *horizontal* dalam, kawasan di bawah permukaan kerucut.

Gambar suatu wilayah untuk menjadi kawasan keselamatan operasi penerbangan (KKOP) beserta ketentuan ukuran di suatu bandar udara dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan  
Sumber: Dokumen Angkasa Pura I

Dalam menentukan kawasan keselamatan operasi penerbangan tentunya memiliki fungsi yang berhubungan dengan keselamatan serta keamanan operasi penerbangan, adapun fungsi dalam menentukan kawasan keselamatan operasi penerbangan adalah sebagai berikut:

1. Sebagai pengatur dan pengendali ketinggian dari suatu bangunan atau benda tumbuh yang diperkirakan dapat mengganggu keselamatan operasi penerbangan pesawat.
2. Sebagai pengatur dan pengendali tata guna lahan di sekitar bandar udara untuk penyusunan tata ruang suatu wilayah.

#### ***2.2.5 Bandar Udara Internasional Adisumarmo Surakarta***

Bandara ini dulu bernama Pangkalan Udara (Lanud) Panasan, karena terletak di kawasan Panasan. Bandara ini dulu bernama Pangkalan Udara (Lanud) Panasan yang dibangun pertama kali pada tahun 1940 oleh Pemerintah Belanda sebagai lapangan terbang darurat.

Ketika bala tentara Jepang masuk ke Indonesia bandara tersebut sempat dihancurkan oleh Belanda namun dibangun lagi oleh Pemerintah Jepang sejak pada tahun 1942 sebagai basis militer penerbangan angkatan laut (Kaigun Bokusha). Setelah Proklamasi Kemerdekaan Republik Indonesia penyelenggaraan bandara dilaksanakan oleh “Penerbangan Surakarta” yang diresmikan pada tanggal 6 Februari 1946. Pada tanggal 1 Mei 1946, Penerbangan Surakarta sejak berubah menjadi “Pangkalan Udara Panasan” yang hanya diperuntukkan penerbangan militer.

Pangkalan udara tersebut pertama kali digunakan secara resmi untuk penerbangan komersial pada tanggal 23 April 1974 yang dilayani oleh Garuda Indonesia dengan rute Jakarta-Kemayoran-Solo & Solo- Jakarta-Kemayoran dengan frekuensi 3-kali seminggu. Pada tanggal 25 Juli 1977, “Pangkalan Udara Panasan” berubah nama menjadi “Pangkalan Udara Utama Adi Sumarmo” yang diambil dari nama Adisumarmo Wiryokusumo (adik dari Agustinus Adisucipto).

Pada tanggal 31 Maret 1989, Bandara ini ditetapkan menjadi Bandara Internasional dengan melayani penerbangan rute Solo-Kuala Lumpur & Solo- Singapore. Adapun bentuk bandar udara Internasional Adisumarmo Surakarta dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Bandar Udara *Internasional* Adisumarmo Surakarta

Sumber : *Angkasa Pura Airport*

Bandar udara Interasional Adisumarmo Surakarta terletak di sebelah barat laut landasan pacu 13 dan berjarak kurang lebih 1500 meter. Udara. Adapun spesifikasinya dapat dilihat pada, Bandara Adisumarmo dikelola oleh Perusahaan Umum Angkasa Pura I yang pada tanggal 1 Januari 1993 berubah status menjadi Persero Terbatas Angkasa Pura I sampai dengan sekarang tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Spesifikasi Bandar Udara *Internasional* Adisumarmo Surakarta

1.	Umum	Nama Kota : Surakarta Bandar Udara : Adisumarmo Surakarta Telepon: +62 (0271) 780058 Alamat Email: <i>soc@angkasapura1.co.id</i>
2.	Klasifikasi Bandara	Kelas II A
3.	Pengelola	PT Angkasa Pura 1
3.	Elevasi	414 feet

**Lanjutan Tabel 2.1**

4.	Kode ICAO/IATA	WARQ/SOC
5.	Jam Operasi	H 24 ( pada periode penerbangan Haji)
6.	Lokasi Bandara	07°31'005"S.110°45'18,4"E.
7.	Landasan	Dimensi: 2600 m x 45 m (117.000 m <sup>2</sup> ) Konstruksi: <i>Asphaltic Concrete</i> Slope : 0,50%
8.	<i>Taxiway</i>	Dimensi: 240 m x 23 m
9.	Apron	Dimensi:202.50 m x 135 m
10.	Kapasitas Landside	Dimensi: 29.828 m <sup>2</sup>
11.	Kategori PKP-PK	Ketegori VIII / 8
12.	Klasifikaso Opr.	<i>Non Instrumen</i>
13.	D.P.P.U	ADA
14.	Pelayanan LLUa	AIR NAV

Sumber: Direktorat Jendral Perhubungan Udara

## **2.2.6 Peraturan Penerbangan tentang KKOP**

### **Dasar Hukum**

Dasar hukum dalam menentukan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan dapat dilihat pada sumber berikut:

1. UU No.1 tahun 2009 tentang Penerbangan (pasal 206 s.d 211).
2. Peraturan Menteri Pehubungan KM 11 Tahun 2010 tentang Tatanan Kebandarudaraan Nasional (pasal 23 & 24).
3. SNI 03-7112-2005 tentang Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan
4. Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara nomor: 326 tahun 2019 tentang Standar Teknis dan Operasional

Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil- bagian 139 (*Manual Of Standard Cask - Part 139*) Volume I Bandar Udara (*Aerodrome*).

5. *Airport Services Manual* (ICAO) doc. 9137 Part 6. *Control of Obstacle*.

6. *Annex 14*, ICAO, Vol. 1. *Aerodromes*.

### **2.2.7 Persyaratan**

Dalam menentukan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan terlebih dahulu harus memenuhi persyaratan yang telah ditentukan. Adapun persyaratan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan ditentukan batas- batasnya dengan koordinat yang mengacu pada bidang referensi *World Geodetic System* 1984 (WGS-84) dan batas-batas ketinggian di atas permukaan laut rata-rata (*Mean of Sea Level*) dalam satuan meter.
2. Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan di sekitar bandar udara meliputi:
  - a. Kawasan ancangan pendaratan dan lepas landas
  - b. Kawasan kemungkinan bahaya keceakaan
  - c. Kawasan di bawah permukaan *horizontal* dalam
  - d. Kawasan di bawah permukaan transisi
  - e. Kawasan di bawah permukaan.
  - f. Kawasan dibawah permukaan horizontal

### **2.2.8 Ketentuan Bangunan / Benda Tumbuh di KKOP**

Dalam menentukan ketentuan benda tumbuh di Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan ada ketentuan-ketentuan yang telah di tetapkan sesuai standar yang berlaku. Ketentuan-ketentuan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Tidak menimbulkan gangguan terhadap isyarat-isyarat Navigasi Penerbangan atau komunikasi radio antar Bandar Udara dan pesawat udara;
2. Tidak melemahkan jarak pandang sekitar bandar udara;
3. Tidak menyebabkan kesilauan pada mata penerbang yang mempergunakan Bandar Udara;



4. Tidak menyebabkan kesilauan pada matapenerbang yang mempergunakan Bandar Udara;
5. Diperlukan rekomendasi dari Direktorat Jenderal Perhubungan Udara (terkait batas ketinggian rencana bangunan di KKOP).

#### **2.2.6 Failure Mode Effect Analysis (FMEA)**

*Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) merupakan suatu metode yang berfungsi untuk mengidentifikasi masalah (*failure mode*) yang mungkin timbul dalam suatu sistem yang dapat menyebabkan sistem tersebut tidak mampu menghasilkan output yang diinginkan dan kemudian menetapkan tindakan penanggulangannya sebelum masalah itu terjadi. Dengan demikian masalah-masalah pada operasional penerbangan dapat dikurangi dan akhirnya dapat dieliminasi.

Pada dasarnya FMEA mengidentifikasi tiga hal yaitu penyebab kegagalan yang potensial dari pesawat, efek dari kegagalan dan tingkat efek kegagalan terhadap fungsi sistem. Pada gambar 2.3 menunjukkan desain dari FMEA worksheet yang terdiri dari perkiraan potensi kegagalan yang mungkin timbul dalam sistem (*Failure Mode*), perkiraan pengaruh timbulnya masalah produk (*effect*), penentuan penyebab dari tiap kegagalan (*cause*), dan urutan prioritas penanggulangan masalah berdasarkan frekuensi dan tingkat kefatalan.

FMEA digunakan untuk mengidentifikasi sumber dan akar penyebab dari suatu masalah. FMEA suatu prosedur terstruktur untuk mengidentifikasi dan mencegah sebanyak mungkin mode kegagalan (*failure mode*). Proses pengembangan *failure mode and effect* (FMEA) memiliki tujuan yaitu mengetahui dan melakukan evaluasi berdasarkan potensi kegagalan dan dampak yang dihasilkan. Mengidentifikasi dan menentukan prioritas perbaikan untuk menghilangkan potensi kegagalan dan mengurangi peluang terjadinya potensi kegagalan. Kemudian mendokumentasikan hasil identifikasi analisis dan perbaikan sehingga peningkatan pengendalian kualitas produk atau proses dapat dilakukan secara terus menerus.

FMEA merupakan sebuah metodologi yang digunakan untuk mengevaluasi kegagalan terjadi dalam sebuah sistem, desain, proses atau pelayanan (*service*). Identifikasi kegagalan potensial dilakukan dengan cara pemberian nilai atau skor masing-masing moda kegagalan berdasarkan atas tingkat kejadian (*occurrence*), tingkat keparahan (*severity*) dan tingkat deteksi (*detection*) (Stamatis, 1995).

Potential Failure Mode and Effects Analysis (Process FMEA)																		
Item: Model Year / Vehicle(s): Core Team:		Process Responsibility: Key Date:				FMEA Number: Prepared by: FMEA Date (Orig.):			(Rev.):									
Process Step / Function	Requirements	Potential Failure Mode	Potential Effects of Failure	S E V E R I T Y	C L A S S	Potential Causes / Mechanisms of Failure	Current Process Controls Prevention	O C C	Current Process Controls Detection	D E T E C T I O N	Recommended Actions	Responsibility & Target Completion Date	Action Results					
													Actions Taken	S E V E R I T Y	O C C	D E T E C T I O N		

Gambar 2. 3 FMEA Worksheet

(Sumber: SAE J-1739,1995)

Dalam pembuatan *worksheet* FMEA terdiri dari beberapa item yang dijelaskan sebagai berikut:

1. *Potensial Failure Mode*

*Potensial Failure Mode* merupakan suatu potensi kegagalan yang ditemukan pada suatu sistem dengan pemikiran logika atau pengidentifikasian dari jenis jenis kegagalan suatu sistem.

1. *Potensial Effect of Failure*

*Potensial Effect of Failure* adalah akibat atau pengaruh kegagalan yang akan terjadi pada suatu sistem dari potensi kegagalan yang ada.

2. *Severity*

*Severity* merupakan penilaian terhadap tingkat keseriusan atau tingkat keparahan suatu efek atau akibat dari potensi kegagalan pada suatu sistem yang berpengaruh pada suatu hasil kerja system. *Severity* dapat dinilai pada skala 1 sampai dengan 10. Penilaian terhadap keseriusan dari efek yang ditimbulkan. Dalam arti setiap kegagalan yang timbul Akan dinilai seberapa besarkah tingkat keseriusannya. Terdapat hubungan secara langsung antara efek dan *severity*. Sebagai contoh apabila efek yang terjadi adalah efek kritis maka nilai *severity* pun akan tinggi (Stamatis, 1995). Tabel 2.2 menunjukkan ranking *severity*.

Tabel 2. 2 *Saverity Rank*

EFEK	KRITERIA	RANK
Berbahaya tanpaada peringatan	Kegagalan sangat tinggi, dapat menggagalkan sistem dan membahayakanoperator mesin, tetapi tidak ada tanda-tanda kerusakan sebelumnya	10
Berbahaya dengan AdanyaPeringatan	Kegagalan sangat tinggi, dapat mengagalkan sistem, dan membahayakanoperator mesin, dengan adanya tanda-tanda kerusakan sebelumnya	9
Sangat Tinggi	Mesin tidak dapat beroperasi dengan optimal karena ada gangguan major, tingkat performa menurun sehingga hasilkerja yang di hasilkan tidak memuaskan. Hilangnya fungsi utama mesin	8
Tinggi	Mesin tidak dapat beroperasi dengan optimal karena adanya gangguan minor, tingkat performa menurun	7
Sedang	Mesin dapat dioperasikan, namun ada gangguan minor, dan beberapa alat tidak dapat dioperasikan	6
Rendah	Mesin dapat beroperasi pada penurunantingkat performa sehingga hasil kerja mesin tidak memuaskan	5

(Sumber: SAE J-1739, 1995)

**Lanjutan Tabel 2.2**

Sangat Rendah	Mesin dapat beroperasi dengan baik, namun masih ada tanda-tanda kerusakan-kerusakan minor dari mesin. Adanya kesalahan dalam penyetelan-penyetelen kecil.	4
Kecil	Mesin dapat beroperasi dengan baik, namun masih ada tanda-tanda kerusakan-kerusakan minor dari mesin. Adanya kesalahan dalam penyetelan-penyetelen kecil	3
Sangat kecil	Mesin dapat beroperasi dengan baik, dengan gangguan yang sangat minimal	2
None	<i>No effect</i>	1

(Sumber: SAE J-1739, 1995)

4. *Potensial Cause of Failure*

*Potensial Cause of Failure* adalah penyebab kegagalan yang terjadi pada suatu sistem dari potensi kegagalan yang ada.

5. *Occurance*

*Occurrence* adalah sebuah penilaian terhadap tingkatan keseringan dari suatu potensi kegagalan. Dari angka atau tingkatan occurrence ini dapat diketahui kemungkinan terdapatnya kerusakan dan tingkat keseringan terjadinya kerusakan pada sistem (Stamatis, 1995). Rating atau nilai kemungkinan kejadian dilihat dari seberapa sering mode kegagalan terjadi pada interval waktu tertentu. Semakin tinggi rating berarti semakin besar kemungkinan kegagalan itu terjadi. Untuk

memudahkan dalam menentukan rating pada *occurrence* diperlukan kriteria. Adapun kriteria pada *occurrence* di tunjukan pada tabel 2.3.

Tabel 2. 3 *Occurrence Rank*

KEMUNGKINAN TERJADI KEGAGALAN	LAJU KEGAGALAN	RANK
Sangat tinggi : kegagalan pasti terjadi	1 dalam 2 kejadian	10
	1 dalam 3 kejadian	9
Tinggi : kegagalan yang berulang-ulang	1 dalam 8 kejadian	8
	1 dalam 20 kejadian	7
Sedang : kegagalan terjadi sesekali	1 dalam 80 kejadian	6
	1 dalam 400 kejadian	5
	1 dalam 2000 kejadian	4
Rendah : kegagalan yang terjadi tergolong jarang	1 dalam 15000 kejadian	3
	1 dalam 150000 kejadian	2
Kecil: kegagalan hampir tidak pernah terjadi.	1 dalam 1500000 kejadian	1

(Sumber: SAE J-1739, 1995)

#### 6. *Current Control Detection*

*Current Control Detection* merupakan suatu cara atau metode yang digunakan untuk mendeteksi potensi kegagalan yang terjadi.

#### 7. *Current Control Preventif*

*Current control preventif* adalah bagaimana cara pencegahan atau pananggulangan dalam menyelesaikan permasalahan potensi kegagalan yang ada dengan cara mendesain atau merencanakan suatu *preventive action* atau tindakan pencegahan menuju hasil yang lebih baik, sehingga potensi kegagalan pada sistem tidak terjadi atau setidaknya- tidaknya mengurangi angka kejadian terjadinya potensi kegagalan.

## 9. Detection

*Detection* adalah sebuah penilaian terhadap tingkat kemudahan mendeteksi suatu potensial kegagalan. Penilaian tingkat *detection* sangat penting dalam menemukan potensi penyebab kegagalan yang

Tabel 2. 4 *Detection Rank*

DETEKSI	KRITERIA PELUANG DETEKSI	RANK
Hampir Tidak ada	Tidak ada mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan	10
Sangat Kecil	Hampir tidak ada mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan	9
Kecil	Peluang sangat kecil mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan.	8
Sangat Rendah	Peluang kecil mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan	7
Rendah	Peluang agak kecil mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan	6
Sedang	Peluang sedang mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan.	5

**Lanjutan Tabel 2.4**

Cukup Tinggi	Peluang agak tinggi mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan	4
Tinggi	Peluang tinggi mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan	3
Sangat Tinggi	Peluang sangat tinggi mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab kegagalan potensial atau modus kegagalan	2
Hampir Pasti	Peluang hampir pasti mekanisme yang tersedia untuk mendeteksi penyebab potensial atau modus kegagalan	1

(Sumber: SAE J-1739, 1995)

#### 9. Risk Priority Number (RPN)

Risk Priority Number (RPN) merupakan produk dari hasil perkalian tingkat keparahan, tingkat kejadian dan tingkat deteksi. RPN menentukan prioritas dari kegagalan. RPN tidak memiliki nilai atau arti (Stamatis, 1995).

$$RPN = S \times O \times D \quad (2.1)$$

*Severity (S)*, *Occurance (O)*, dan *Detection (D)*.

Nilai Risk Priority Number (RPN) dapat digunakan untuk menentukan tindakan perbaikan yang sesuai dengan tingkat nilai yang diperoleh. Nilai RPN berkisar dari 1 (terbaik mutlak) hingga 1000 (absolut terburuk). Dimana nilai 1 = tidak terjadi kegagalan, 2-60= kegagalan yang terjadi rendah, di atas 60- 990 = tingkat kegagalan sedang dan 1000 = tingkat kegagalan yang tinggi. Selanjutnya untuk menentukan nilai *criticality* dapat menggunakan rumus berikut:



$$Criticality = S \times O \quad (2.2)$$

*Severity (S)* dan *Occurance (O)*

Meskipun benar bahwa nilai-nilai RPN yang lebih besar biasanya mengidentifikasi “*failure mode*” yang lebih kritis, hal ini tidak selalu terjadi. Sebagai contoh, disini kita memiliki tiga kasus dimana RPN adalah identik, tetapi jelas kasus kedua akan menjamin perhatian yang besar.

Sebagai aturan umum, setiap “*failure mode*” yang memiliki efek yang dihasilkan severity 9 atau 10 akan memiliki prioritas utama. *Severity* diberi nilai tinggi adalah paling berat ketika menilai resiko. Selanjutnya, *severity* dan kemungkinan kejadian ( $S \times O$ ) dikombinasikan, hasilnya menjadi untuk dasar penilaian, yang merupakan kekritisan peralatan atau sistem tersebut.

S	X	O	X	D	= RPN
2		10		10	200
10		10		2	200
10		2		10	200

Diatas ini adalah contoh lain RPN mengingatkan kita bahwa kita perlu berhati-hati untuk tidak menilai resiko murni berdasarkan nilai RPN. Disini “*failure mode*” dengan nilai RPN terendah sebenarnya yang paling penting. Berhati-hatilah untuk memberi “nilai ambang batas” pada saat memberi nilai resiko untuk RPN. Dibawah ini kita melihat bahwa #1 adalah yang paling kritis bahkan meskipun memiliki nilai RPN terendah, kemudian #2, dan kemudian #3. Singkatnya, tidak selalu “*failure mode*” Akan mendapatkan nilai RPN tinggi dengan nilai *severity* yang tinggi, tanpa mempertimbangkan nilai-nilai mereka secara keseluruhan RPN (nilai O = *Occurance* dan nilai D = *Detection*).