

MANAJEMEN RISIKO BAGIAN AIRSIDE MENGGUNAKAN THE STRUCTURED WHAT-IF TECHNIQUE DAN HOUSE OF RISK (Studi Kasus di PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo Surakarta)

Kharisma Ningrum^{*}), Diana Puspita Sari

Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275
Email : kharisma.hartanto@gmail.com

Abstrak

PT Angkasa Pura merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengelolaan jasa kebandarudaraan dan navigasi penerbangan. Pelayanan yang diberikan meliputi jasa aeronautika dan non-aeronautika. Jasa aeronautika merupakan pelayanan yang diberikan kepada aircraft dan passenger. Setiap kecelakaan penerbangan dapat menyebabkan kerugian yang fatal dan tidak terduga. Secara statistik hampir 80% dari kecelakaan penerbangan terjadi di bandara. Pada tanggal 30 November 2004 Pesawat Lion Air dengan nomor penerbangan JT 538 dari Bandara Soekarno Hatta – Bandara Adi Sumarmo dengan jumlah penumpang 146 orang mengalami kecelakaan saat landing di Bandara Adi Sumarmo. Kecelakaan ini mengakibatkan 26 korban meninggal dunia, 55 luka berat dan 63 mengalami luka ringan. PT Angkasa Pura I cabang Bandara Adi Sumarmo belum menyelesaikan proyek pada tahun 2014 sebesar 87% dari proyek yang telah direncanakan pada rencana kerja. Jika pengerjaan proyek tersebut tertunda dapat berakibat pada risiko-risiko yang tidak dapat dihilangkan dalam perusahaan. Salah satu penyebab proyek yang tertunda dapat disebabkan oleh adanya pergeseran anggaran. Penelitian ini menjelaskan tentang penerapan manajemen risiko pada bagian airside di PT. Angkasa Pura 1 Cabang Bandar udara Adi Sumarmo. Metode yang digunakan yaitu HOR (House of Risk) perpaduan antara HOQ (House of Quality) dan FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) dan SWIFT (The Structured What-If Technique). Pada risiko fase penerbangan diperoleh 23 kejadian risiko, 23 penyebab risiko dan 19 usulan strategi. Pada risiko kerja dibagian airside diperoleh 13 kejadian risiko, 13 penyebab risiko dan 8 usulan strategi. Usulan strategi prioritas pertama yaitu pemasangan CCTV di bagian airside.

Kata kunci : manajemen risiko, house of risk , SWIFT, airside, phase of flight

Abstract

Angkasa Pura Inc. is one company that is engaged in the management and operation of airport services and flight navigation. Angkasa Pura Inc. provides aeronautical and non-aeronautical services. Aeronautical services are services provided to aircraft and passenger. Each flight accident may causes fatal and unexpected losses. Statistically, nearly 80% of aviation accidents occurred at the airport. On November 30th, 2004 Lion Air Airlines with flight number JT 538 from Soekarno Hatta - Adi Soemarmo with 146 passengers crashed during landing at Adi Soemarmo Airport. This accident resulted in 26 victims died, 55 were seriously injured and 63 suffered minor injuries. Angkasa Pura I Inc. which branch at Adi Soemarmo Airport has not completed the project in 2014 amounted to 87% of the planned project on the work plan. If the project is delayed this may result in risks that can not be eliminated in the company. One of the causes of delayed projects can be caused by the shifting of the budget. This study uses the application of risk management phase of flight at airside at Angkasa Pura I Airports Adi Soemarmo. The method used are HOR (House of Risk), a combination of HOQ (House of Quality), FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) and SWIFT (The Structured What-If Technique). At the risk of flight phase found 23 of risk event, 23 of risk agent and 19 proposed strategy to mitigate the risk. At the risk of work found 13 of risk event, 13 of risk agent and 8 proposed strategy to mitigate the risk The first priority of the strategy is the installation of CCTV at the airside.

Keywords: risk management, house of risk , airside, phase of flight

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan dan kemajuan zaman, tingkat perpindahan manusia dan barang dari satu tempat ke tempat lainnya semakin tinggi. Transportasi merupakan kegiatan memindahkan atau mengangkut sesuatu dari suatu tempat ke tempat lainnya (Morlok, 1978). Transportasi dapat dilakukan melalui jalur darat, udara dan laut Terdapat peningkatan jumlah pengguna jasa transportasi udara baik domestik maupun internasional dari tahun ketahun, pada tahun 2012 mencapai 66,4 juta penumpang, pada tahun 2013 mencapai 68,7 juta penumpang dan tahun 2014 jumlah pengguna jasa transportasi udara mencapai 72,6 juta penumpang (Kementrian perhubungan, 2015).

PT Angkasa Pura merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam bidang pengelolaan dan pengusahaan jasa kebandarudaraan dan navigasi penerbangan. PT Angkasa Pura memberikan pelayanan yaitu jasa aeronautika dan non-aeronautika. Setiap kecelakaan penerbangan dapat menyebabkan kerugian yang fatal dan tidak terduga. Secara statistik hampir 80% dari kecelakaan penerbangan terjadi di bandara. Kecelakaan di *airside* menyebabkan tidak hanya kerusakan pesawat, cedera staf, tetapi juga jadwal penerbangan *delay* serta kekacauan tidak langsung (Feng, 2012). Pada tanggal 30 November 2004 Pesawat Lion Air dengan nomor penerbangan JT 538 dari Bandara Soekarno Hatta menuju Bandara Adi Sumarmo dengan jumlah penumpang 146 orang mengalami kecelakaan saat *landing* di Bandara Adi Sumarmo. Kecelakaan ini mengakibatkan 26 korban meninggal dunia, 55 luka berat dan 63 mengalami luka ringan. Penyebab kecelakaan tersebut yaitu fungsi sistem pendaratan pada pesawat tidak optimal, cuaca buruk, landasan pacu yang tergenang air atau *hydroplaning* yang menyebabkan pesawat tergelincir serta tidak dapat dikendalikan sehingga pesawat meluncur keluar landasan atau *overrun*, panjang area *Runway End Safety Area* (RESA) yang belum sesuai dengan aturan *International Civil Aviation Organization* (ICAO). Keselamatan penerbangan merupakan hal terpenting dalam pelayanan yang diberikan oleh perusahaan. Selain itu, perusahaan hanya menyelesaikan proyek 13% pada tahun 2014. Hal ini berarti 87% dari proyek yang telah direncanakan pada rencana kerja belum dikerjakan.

Oleh karena itu diperlukan suatu strategi untuk mengelola dan memperkecil berbagai dampak dari risiko yang ada diperusahaan. Manajemen risiko dapat mengidentifikasi risiko, menilai risiko dan mengurangi risiko sampai pada level *risk appetite*.

2. Bahan dan Metode

Hanafi (2009) menyatakan bahwa kondisi dunia bisnis selalu berhubungan dengan ketidakpastian.

Risiko merupakan suatu fenomena yang kompleks dan tidak dapat diprediksi yang dapat menjadi kesempatan yang lebih baik atau menimbulkan kerugian (Rafferty, 1994). Menurut Kaplan dan Garrick (1981) risiko merupakan ketidakpastian tentang pencapaian sasaran yang ingin diraih oleh perusahaan. Risiko harus dikendalikan karena jika tidak dikendalikan dapat menjadi peluang masalah yang dapat menimbulkan kerugian finansial dalam perusahaan, Zsidisin dkk (2008). Besarnya risiko ditentukan oleh beberapa faktor antara lain: besarnya paparan, lokasi, pengguna, kuantiti serta kerentanan unsur yang terlibat didalamnya (Ramli, 2010). Alat untuk mengendalikan risiko yaitu manajemen risiko. Menurut Kezner (1995), manajemen risiko adalah sebuah proses yang mengidentifikasi, mengukur, mengembangkan, menyeleksi dan mengatur pilihan-pilihan untuk menangani risiko-risiko tersebut. Manajemen risiko yang layak yaitu manajemen risiko yang mengaplikasikan kemungkinan-kemungkinan di masa mendatang dan bersifat proaktif dari pada reaktif. Sehingga, manajemen risiko tidak hanya mengurangi kecenderungan terjadinya risiko namun juga dampak yang timbul. Menurut Djojosoedarso (2005) dalam Harahap dkk (2009), fungsi pokok manajemen risiko antara lain menemukan kerugian potensial, melakukan evaluasi kerugian potensial dan memilih cara yang sesuai untuk menganggunangi kerugian. ISO 31000 merupakan sebuah standar internasional yang dikeluarkan oleh *International Organization for Standardization* (ISO) untuk mengelola risiko. Terdapat tiga bagian dalam ISO 31000 yaitu prinsip-prinsip manajemen risiko, kerangka kerja manajemen risiko dan proses manajemen risiko (Susilo dan Víctor, 2014). Fase-fase manajemen risiko antara lain identifikasi ruang lingkup, identifikasi risiko, analisis risiko, identifikasi penyebab risiko dan analisis strategi.

Ruang lingkup pada penelitian ini yaitu manajemen risiko dibagian *airside* yang dibagi menjadi risiko pada fase penerbangan dan risiko kerja dibagian *airside*. Identifikasi risiko dilakukan dengan menggunakan *Structured What-If Technique* (SWIFT) dengan menyiapkan kata-kata acuan (*guidewords*), menjelaskan tujuan yang ingin dicapai, menjelaskan kriteria yang dibutuhkan, mengidentifikasi risiko dengan menggunakan kata acuan pada proses yang dijalankan, setiap partisipan diharapkan memberikan pendapat dengan menggunakan kata-kata “Bagaimana jika...” atau “Bagaimana bisa...” untuk menemukan risiko potensial terkait kata acuan yang dipakai (Card, 2012). Kata acuan yang dipakai yaitu fase penebangan antarlain *standing*, *pushback/towing*, *taxi*, *take off*, *approach* dan *landing* (Feng, 2013). Hasil dari teknik SWIFT sangat bergantung pada pengetahuan partisipan dari sistem atau proses yang sedang dikaji.

Partisipan selain memberikan daftar risiko yang valid, dapat meningkatkan komitmen baru mengenai pengendalian risiko yang ada di perusahaan (ISO 31010,2009).

Selanjutnya menggunakan *House of Risk* untuk analisis risiko, identifikasi penyebab risiko dan analisis strategi. *House of risk* yang dikembangkan oleh Geraldin (2007) yang terdiri dari dua matriks yaitu matriks penilaian risiko (*risk assessment*) dan *risk control & risk treatment*. Model HOR merupakan pengembangan dari model *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) dan *Quality Function Deployment* (QFD). Menurut Pujawan (2007) penerapan HOR terdiri dari dua tahap yaitu HOR 1 dan HOR 2. HOR 1 digunakan untuk menentukan prioritas penyebab risiko untuk menentukan tindakan preventif. Mengidentifikasi kejadian risiko dan penyebab risiko yang berpotensi timbul. Output dari HOR 1 yaitu pengelompokan penyebab risiko ke dalam penyebab risiko prioritas sesuai dengan nilai ARP. HOR 2 digunakan untuk memberikan prioritas dari tindakan yang efektif dan dapat diterima, berhubungan dengan keuangan dan komitmen dari sumber daya perusahaan. Perancangan strategi mitigasi dilakukan untuk penanganan penyebab risiko. Hasil output HOR 1 digunakan sebagai input HOR 2.

Tahapan HOR 1 identifikasi proses bisnis/ rantai pasok perusahaan, pengukuran *severity* atau dampak suatu kejadian risiko, mengidentifikasi penyebab risiko, mengembangkan matriks hubungan, menghitung *aggregate risk potential* dari agen dengan formula matematis (1) dan Meranking nilai risiko dari nilai terbesar ke nilai terkecil

$$ARP_j = O_j \sum_i S_i R_{ij} \quad (1)$$

Tahapan HOR 2 memilih penyebab risiko mulai dari ARP tertinggi hingga terendah dengan menggunakan analisis pareto, mengidentifikasi aksi mitigasi yang relevan (PAK) terhadap penyebab risiko yang muncul, pengukuran nilai korelasi antara penyebab risiko dan penanganan risiko (E_{jk}), menghitung total efektivitas (TE_i) dengan formula matematis (2), mengukur tingkat kesulitan dalam penerapan aksi mitigasi (D_k),

Menghitung total efektivitas penerapan aksi mitigasi *effectiveness to difficulty of ratio* (ETD_k) dengan formula matematis 3 dan menentukan skala prioritas mulai dari ETD tertinggi hingga yang terendah.

$$TE_k = \sum_j ARP_j E_{jk} \forall k \quad (2)$$

$$ETD_j = \frac{TE_k}{D_k} \quad (3)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 SWIFT

Tahap awal penelitian ini yaitu identifikasi risiko yang dilakukan melalui wawancara dan *brainstorming* dengan pemangku kepentingan antara lain *airport operation & readiness section head*, *Apron Movement Center* dan *quality management & customer service section head* terdapat 47 kejadian risiko yang terjadi pada saat fase penerbangan (dimulai dari *standing*, *pushback/towing*, *taxi*, *take off*, *approach* dan *landing*) dan risiko kerja dibagian *airside* di Bandar Udara Adi Sumarmo Surakarta.

3.2 HOR 1

Dalam masing-masing fase penerbangan kadang terdapat kejadian risiko yang sama. Dari data SWIFT kejadian risiko yang sama dihilangkan sehingga diperoleh 23 kejadian risiko pada fase penerbangan dan 13 kejadian risiko pada risiko kerja dibagian *airside*.

Tahap selanjutnya yaitu pengolahan data, menentukan tingkat *severity* dari kejadian risiko pada fase penerbangan pada yang ditunjukkan pada tabel 1 dan *occurrence* dari penyebab risiko pada fase penerbangan yang ditunjukkan pada tabel 2. Penilaian ini dilakukan oleh bagian AMC. Sedangkan nilai *severity* dan *occurrence* pada risiko kerja dibagian *airside* ditunjukkan pada tabel 3 dan tabel 4. Dalam model ini kejadian risiko dan penyebab risiko dilakukan penilaian terhadap korelasi antara keduanya. Penilaian dilakukan oleh *airport operation & readiness section head*. Selanjutnya dengan menggunakan formulasi 1 diperoleh nilai *aggregate risk priority* (ARP), dari hasil nilai ARP selanjutnya dilakukan pemberian ranking.

Tabel 1 Hasil Pengukuran Nilai Dampak Kejadian Risiko Fase Penerbangan

Kode Kejadian	Kejadian Risiko Risiko	Nilai Dampak
E1	Tabrakan antara <i>wing tip</i>	2
E2	Tabrakan dengan kendaraan <i>baggage towing tractor</i>	2
E3	Kebakaran di mesin pesawat saat pengisian bahan bakar	1
E4	Pesawat mengalami <i>return to base</i> (belum mengalami <i>pushback /towing</i>)	2
E5	Pesawat mengalami <i>return to apron</i> (sudah mengalami <i>pushback/towing</i>)	2
E6	Pesawat mengalami gagal <i>pushback/towing</i>	1
E7	Mesin pesawat kebakaran	1
E8	Pesawat tidak dapat melakukan <i>taxi</i> (bergerak dari apron menuju landasan pacu)	1
E9	Terjadi <i>runway excursion</i>	1

Lanjutan Tabel 1. Hasil Pengukuran Nilai Dampak Kejadian Risiko Fase Penerbangan

Kode Kejadian	Kejadian Risiko Risiko	Nilai Dampak
E10	Terjadi <i>runway incursion-animals</i>	2
E11	Terjadi <i>runway incursion-vehicle/person</i>	3
E12	Terjadi <i>birdstrike</i> atau serangan burung	3
E13	Pesawat tidak dapat <i>take off</i>	1
E14	Pesawat mengalami <i>return to gate</i> (pesawat sudah <i>take off</i> harus kembali ke bandara awal)	2
E15	Pesawat tergelincir di landasan pacu	3
E16	Pesawat tidak dapat <i>landing</i>	1
E17	Pesawat <i>landing</i> tidak di tengah landasan (<i>off center</i>)	4
E18	Pesawat mengalami <i>crabbed landing</i> (membentuk sudut serong yang besar dengan landasan)	4
E19	Pesawat <i>landing</i> dengan roda depan menyentuh landasan terlebih dahulu/ <i>nose wheel first touchdown</i>	4
E20	Pesawat <i>landing</i> dengan ekor pesawat/ <i>tail strike</i> menyentuh landasan terlebih dahulu	5
E21	Pesawat <i>landing</i> dengan sayap pesawat/ <i>wing tip</i> menyentuh landasan terlebih dahulu	5
E22	Pesawat mengalami pendaratan tanpa roda	3
E23	<i>Overshoot</i> dan <i>undershoot</i>	3

Tabel 2 Hasil Pengukuran Nilai Probabilitas Fase Penerbangan

Kode Kejadian	Kode Penyebab	Penyebab Kejadian Risiko	Nilai Probabilitas
E1	A1	Tidak ada <i>wing man</i> yang berjaga dibawah sayap pesawat	2
E2	A2	Kurangnya konsentrasi operator dan tidak mematuhi peraturan	4
E3	A3	Terdapat tetesan avtur saat pengisian <i>air power unit</i>	5
	A4	Puntung rokok yang masih menyala	5
	A5	Pekerja menyalakan <i>handphone</i>	5
E4	A6	Masalah teknis mesin pesawat	2
	A7	Tertinggalnya peralatan pada saat <i>ground handling</i>	4
E5	A6	Masalah teknis mesin pesawat	2
E6	A8	Mesin pesawat tidak menyala	1
	A9	Pen patah	3
E7	A6	Masalah teknis mesin pesawat	2
E8	A10	Terdapat pesawat yang akan <i>landing</i>	4
E9	A11	Adanya objek (<i>obstacles</i>) di landasan pacu	1
	A12	Cuaca ekstrim, angin besar	3
E10	A13	Terdapat sumber makanan di area bandara	4
	A14	Kurangnya pengawasan	3
E11	A14	Kurang pengawasan dari <i>aviation security</i>	3
	A15	Kurang komunikasi antara pihak bandara dan tower	2
E12	A13	Terdapat sumber makanan di area bandara	4
	A23	Burung bermigrasi melewati bandara pada musim-musim tertentu	3
E13	A16	Kurang komunikasi antara loading master dan bagian FOO (<i>Flight Operation Officer</i>)	2
	A17	Penumpang sulit diatur	5
	A18	Hujan deras, kabut, jarak pandang <800 meter	3
E14	A6	Masalah teknis pesawat	2
E15	A19	Terdapat genangan air (<i>hydro planning</i>)	3
E16	A18	Hujan deras, kabut, jarak pandang <800 meter	3
	A20	Gangguan layang-layang	4
E17	A18	Hujan deras, kabut ,penglihatan yang minim <800 meter	3

Lanjutan Tabel 2. Hasil Pengukuran Nilai Probabilitas Fase Penerbangan

Kode Kejadian	Kode Penyebab	Penyebab Kejadian Risiko	Nilai Probabilitas
E18	A21	<i>Airfield lighting system</i> mengalami gangguan	2
	A18	Hujan deras, kabut, penglihatan yang minim <800 meter	3
E19	A21	<i>Airfield lighting system</i> mengalami gangguan	2
E20	A6	Masalah teknis pesawat	2
	A6	Masalah teknis pesawat	2
E21	A12	Cuaca ekstrim, angin besar	3
	A6	Masalah teknis pesawat	2
E22	A12	Cuaca ekstrim, angin besar	3
	A6	Masalah teknis pesawat	2
E23	A12	Cuaca ekstrim	3
	A19	Landasan tergenang air	3
	A22	Tidak mematuhi prosedur penerbangan	2

Tabel 3 Hasil Pengukuran Nilai Dampak Kejadian Risiko Kerja Dibagian *Airside*

Kode Kejadian	Kejadian Risiko Risiko	Nilai Dampak
E24	Adanya gangguan pendengaran	3
E25	Petugas atau penumpang tertabrak kendaraan	2
E26	Tindak kekerasan	3
E27	Sabotase fasilitas bandara oleh pihak yang tidak bertanggung jawab	5
E28	Petugas tergelincir saat berjalan ditangga	2
E29	<i>Movement area</i> terganggu	2
E30	Petugas tersengat listrik	3
E31	Penyandang disabilitas mengalami kesulitan (terpeleset) saat melintas dijalan khusus	2
E32	Penumpang atau pekerja tersandung atau terjatuh	2
E33	Terjadi kerusakan kulit (dermatis kontak)	2
E34	Petugas keracunan bahan kimia	4
E35	Polusi udara	2
E36	Petugas <i>aircraft fire fighting rescue</i> mengalami luka bakar	3

Tabel 4 Hasil Pengukuran Nilai Probabilitas Kejadian Risiko Kerja Dibagian *Airside*

Kode Kejadian	Kode Penyebab	Penyebab Kejadian Risiko	Nilai Probabilitas
E1	A1	Tidak ada <i>wing man</i> yang berjaga dibawah sayap pesawat	2
E2	A2	Kurangnya konsentrasi operator dan tidak mematuhi peraturan	4
	A3	Terdapat tetesan avtur saat pengisian <i>air power unit</i>	5
E3	A4	Puntung rokok yang masih menyala	5
	A5	Pekerja menyalakan <i>handphone</i>	5
E4	A6	Masalah teknis mesin pesawat	2
	A7	Tertinggalnya peralatan pada saat <i>ground handling</i>	4
E5	A6	Masalah teknis mesin pesawat	2
E6	A8	Mesin pesawat tidak menyala	1
	A9	Pen patah	3
E7	A6	Masalah teknis mesin pesawat	2
E8	A10	Terdapat pesawat yang akan <i>landing</i>	4

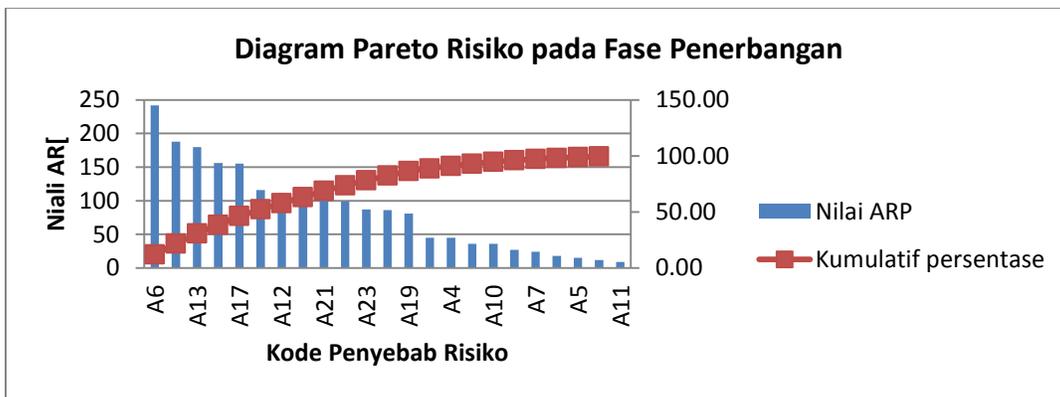
3.3 HOR 2

Menggunakan diagram pareto untuk melakukan pemetaan penyebab risiko dengan menggunakan bantuan *microsoft excel*. Diagram pareto menunjukkan nilai ARP dan kumulatif persentase penyebab risiko. Pada tahap ini terpilih 11 penyebab risiko yang memberikan kontribusi 75% dari total ARP. Pada gambar 1 menunjukkan diagram pareto penyebab risiko pada fase penerbangan dan gambar 2 menunjukkan diagram pareto penyebab risiko kerja dibagian *airside*. Daftar penyebab risiko dan nilai ARP dari masing-masing penyebab risiko yang terpilih pada risiko fase penerbangan dan risiko kerja dibagian *airside* ditunjukkan pada tabel 5 dan tabel 6. Hasil penyebab risiko yang terpilih akan digunakan sebagai input pada tahap selanjutnya.

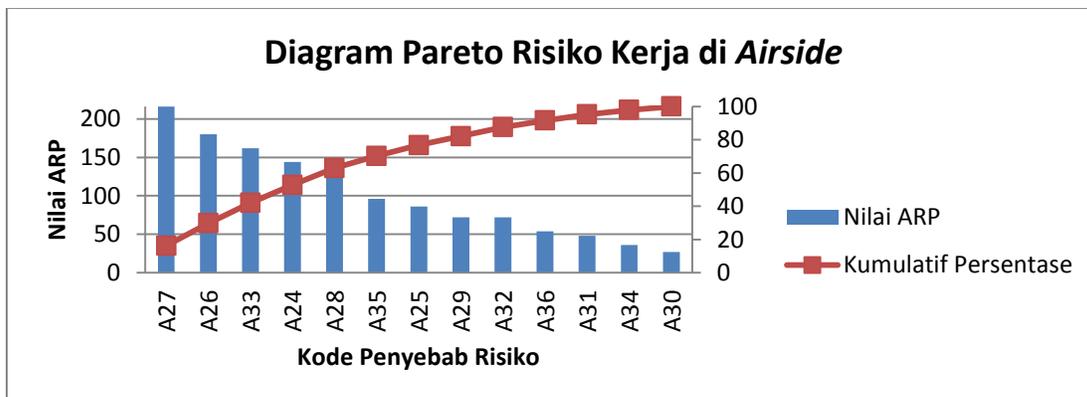
Pada tahap ini dilakukan pengembangan strategi dari penyebab risiko yang terpilih. Selanjutnya ditentukan korelasi antara penyebab risiko dan penanganan risiko/strategi. Nilai yang digunakan antara lain {0,1,3,9} yang memiliki arti tidak ada hubungan, hubungan rendah, hubungan sedang dan hubungan yang tinggi antara strategi dan penyebab risiko. Diharapkan

hubungan yang memiliki nilai korelasi lebih tinggi akan lebih efektif dalam memitigasi risiko. Langkah berikutnya yaitu melakukan perhitungan total efektivitas (TEi) dengan persamaan (2) dan Total Efektivitas aksi mitigasi (ETDk) dengan persamaan (3). Sebelum melakukan perhitungan total efektivitas aksi mitigasi, hal yang dilakukan yaitu mengukur tingkat kesulitan penerapan aksi mitigasi yang di klasifikasikan dalam 3 kategori yaitu *low* dengan nilai 3, *medium* dengan nilai 4 dan *high* dengan nilai 5. Selanjutnya dengan menggunakan nilai Total Efektivitas aksi mitigasi (ETDk) menentukan prioritas strategi yang akan dilakukan berdasarkan nilai (ETDk) terbesar dengan ranking 1 dan seterusnya. Prioritas strategi hasil dari pengolahan data pada risiko fase penerbangan dan risiko kerja di *airside* dapat dilihat pada tabel 7 dan tabel 8.

Berdasarkan hasil pengolahan data, diperoleh 19 strategi atau tindakan yang diusulkan untuk risiko fase penerbangan dan 8 strategi untuk risiko kerja dibagian *airside*.



Gambar 1 Diagram Pareto pada Fase Penerbangan



Gambar 2 Diagram Pareto pada Risiko Kerja di Airside

Tabel 5 Daftar Penyebab Risiko Terpilih pada Fase Penerbangan

Kode	Penyebab Risiko	Nilai ARP
A6	Masalah teknis mesin pesawat	242
A22	Tidak mematuhi prosedur penerbangan	188
A13	Terdapat sumber makanan di area bandara	180
A14	Kurang pengawasan dari <i>aviation security</i>	156
A17	Penumpang sulit diatur	155
A2	Kurangnya konsentrasi operator dan tidak mematuhi peraturan	116
A7	Tertinggalnya peralatan pada saat ground handling	111
A20	Gangguan layang-layang	108
A21	<i>Airfield lighting system</i> mengalami gangguan	108
A18	Hujan deras, kabut, penglihatan yang minim <800 meter	99
A23	Burung bermigrasi melewati bandara pada musim-musim tertentu	87

Tabel 6 Daftar Penyebab Risiko Terpilih pada Risiko Kerja di *Airside*

Kode	Penyebab Risiko	Nilai ARP
A27	Kurangnya pengawasan dari <i>aviation security</i>	216
A26	Masuknya orang yang tidak berkepentingan disisi udara	180
A33	Petugas kontak langsung dengan bahan kimia, bahan bakar (bensin, avtur), minyak hidrolik, larutan desinfektans, insektisida	162
A24	Mesin pesawat memiliki intensitas besar (90-110Db atau lebih) dan petugas tidak mematuhi penggunaan alat pelindung diri	144
A28	Lantai licin setelah hujan, tidak ada kanopi penutup dekat garbarata	135
A35	Lalu lalang kendaraan operasional	96
A25	Kurang konsentrasi <i>driver</i> kendaraan operasioanal bandara	86

Tabel 7 Prioritas Strategi untuk Fase Penerbangan

Urutan Prioritas	Kode	Strategi
1	PA3	Pemasangan CCTV di <i>airside</i>
2	PA2	Ikut mengawasi pengecekan kelayakan pesawat, <i>license</i> pesawat, <i>license</i> teknik, <i>license</i> FOO dan <i>license</i> pilot yang dilakukan oleh dinas perhubungan setempat.
3	PA6	Penambahan jadwal pemotongan rumput
4	PA4	Melaporkan kepada dinas perhubungan setempat
5	PA1	Menyiapkan <i>parking stand</i> dan memberikan informasi kepada <i>ground handling</i> dan <i>airlines</i>
6	PA7	Pengecekan secara berkala pagar perimeter disekeliling bandara
7	PA8	Memperingatkan melalui pengumuman berulang-ulang
8	PA5	Pengecekan pada area rerumputan oleh dinas pemadam kebakaran dan <i>aviation security</i> bandara untuk memusnahkan sarang hewan
9	PA10	Memperingatkan petugas <i>ground handling</i>
10	PA14	Pembuatan tanda larangan bermain layang-layang
11	PA16	Menginfokan kepada pilot dan maskapai kondisi cuaca yang terjadi di bandara secara berkala
12	PA17	Menghubungi bandara alternatif untuk melakukan <i>divert</i>
13	PA11	Pengecekan oleh dinas pemadam kebakaran dan <i>aviation security</i> di area <i>ground handling</i>
14	PA13	<i>Aviation security</i> menegur secara langsung orang yang bermain layang-layang
15	PA9	Memberi sanksi berupa pencabutan surat ijin mengemudi
16	PA12	Melakukan sosialisasi kepada warga setempat untuk melarang permainan layang-layang di area <i>final approach</i>
17	PA15	Berkoordinasi dengan Air Navigation untuk selalu melakukan pengecekan pada <i>airfield lighting system</i>
18	PA19	Pembelian kendaraan pengusir burung (<i>birdstrikes machine</i>)
19	PA18	Melakukan sosialisasi kepada <i>airlines</i> mengenai musim-musim tertentu burung bermigrasi melewati bandara

Tabel 8 Prioritas Strategi untuk Risiko Kerja di Airside

Urutan Prioritas	Kode	Strategi
1	PA20	Pemasangan CCTV di <i>airside</i>
2	PA22	Penyuluhan kepada petugas mengenai pentingnya alat pelindung diri
3	PA21	Penambahan intensitas patroli <i>aviation security</i>
4	PA23	Penerapan sistem <i>reward and punishment</i> oleh bagian <i>safety management system</i>
5	PA25	Pemeliharaan rambu marka dibagian <i>airside</i>
6	PA24	Pembuatan kanopi dan <i>rail</i> dari fiber untuk pegangan
7	PA26	Perawatan kendaraan operasional secara berkala
8	PA27	Penambahan marka lampu dibagian <i>airside</i>

Akan dijelaskan uraian strategi yang diusulkan untuk risiko pada fase penerbangan.

1. **Pemasangan CCTV di *airside***
 Saat ini Bandara Adi Sumarmo belum memasang CCTV dibagian *airside*. Keberadaan CCTV (*closed circuit television*) sangat membantu keefektifan pengamanan di sisi udara. Hal ini merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Tindakan ini dapat dilakukan dalam jangka menengah yaitu dapat diselesaikan selama 10-15 tahun. Pemasangan CCTV akan dilakukan secara bertahap.
2. **Ikut mengawasi pengecekan kelayakan pesawat, *license pesawat, license teknik, license FOO dan license pilot yang dilakukan oleh dinas perhubungan setempat***
 Hal ini merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan ini yaitu jangka pendek, dapat dilakukan dalam waktu 1 tahun untuk menyelesaikan syarat administrasi dan pelaksanaannya setiap 6 bulan sekali. Kegiatan ini dilakukan dengan kerjasama antara maskapai penerbangan dengan bandara yang diwujudkan dengan pembuatan laporan kelayakan dari pihak maskapai yang diperiksa oleh pihak bandara yang dilakukan secara berkala dalam periode 6 bulan sekali.
3. **Penambahan jadwal pemotongan rumput**
 Merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaannya jangka pendek yaitu selama 6. Saat ini perusahaan melakukan jadwal pemotongan rumput di area rerumputan bandar udara setiap 2 kali seminggu dengan menggunakan mesin pemotong rumput. Penjadwalan yang dilakukan dirasa kurang efektif, usulan yang diberikan yaitu menambah jadwal pemotongan rumput setiap 2 hari sekali.
4. **Melaporkan kepada dinas perhubungan setempat**
 Tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan ini yaitu jangka pendek yaitu selama 6 bulan. Saat ini pengawasan hanya dilakukan oleh dinas perhubungan.
5. **Perbaiki prosedur untuk menyediakan *parking stand* dan memberikan informasi kepada *ground handling dan airline***
 Dalam melakukan pelayanan penerbangan dapat terjadi suatu kasus yang mengharuskan sebuah pesawat untuk kembali ke bandara. Dalam hal ini pihak bandara harus dapat mengkoordinasikan pihak-pihak terkait untuk menyediakan *parking stand* untuk pesawat yang akan kembali ke bandara. Hal ini menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo dengan waktu pelaksanaan jangka pendek selama 1 tahun. Prosedur diperbaiki sehingga waktu pelayanan lebih cepat.
6. **Pengecekan secara berkala pagar perimeter disekeliling bandara**
 Merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Pelaksanaan untuk mengajukan usulan ini membutuhkan waktu jangka pendek yaitu selama 6 bulan. Saat ini pengecekan dilakukan oleh *aviation security* sebanyak 2 kali dalam sehari, namun pengawasan keselamatan bandara tentunya akan meningkat apabila pengecekan dapat dilakukan lebih sering yaitu 3 kali dalam sehari.
7. **Memperingatkan melalui pengumuman berulang-ulang**
 Pada kondisi ini, terkadang penumpang sulit untuk diatur dapat membahayakan baik penumpang itu sendiri dan keselamatan pesawat



Gambar 3 Contoh Tanda Larangan Bermain Layang-Layang

- selanjutnya yang akan parkir di apron. Hal ini merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo, pelaksanaan dapat dilakukan selama 3 bulan. Pengumuman diberikan secara berulang-ulang setiap pesawat akan melakukan *take off* atau *landing*.
8. **Pengecekan pada area rerumputan oleh dinas pemadam kebakaran dan aviation security bandara untuk memusnahkan sarang hewan**
Menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan ini jangka pendek selama 6 bulan mulai dari pengajuan usulan sampai keputusan yang dikeluarkan. Sarang hewan dan serangga yang telah ditemukan lalu dimusnahkan dengan cara dibakar akan dilakukan setiap 6 bulan sekali atau jika terdapat pelaporan penemuan sarang hewan.
 10. **Pembuatan tanda larangan bermain layang-layang**
Merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo, dengan waktu pelaksanaan jangka pendek yaitu selama 1 bulan. Saat ini, area *final area* (*take off* dan *landing*) di Bandara Udara Adisoemarmo Surakarta belum terdapat tanda peringatan larangan bermain layang-layang. Pada gambar 3 merupakan contoh desain dari tanda larangan bermain layang-layang. Tanda larangan bermain layang-layang akan dipasang pada pagar perimeter setiap jarak 50 meter. Tahap selanjutnya pengajuan peraturan daerah menegenai larangan bermain layang-layang diarea bandara yang membutuhkan waktu selama 2 tahun.
 11. **Menginfokan kepada pilot dan maskapai kondisi cuaca yang terjadi di bandara secara berkala**
Memberikan perkembangan informasi cuaca disekitar bandara merupakan salah satu tugas dari *Air Navigation* dan merupakan salah satu faktor penting dalam menjamin keselamatan penerbangan. Dalam pelaksanaanya membutuhkan waktu jangka pendek yaitu selama 1 bulan untuk mengusulkan tindakan ini
 9. **Memperingatkan petugas ground handling**
Menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Dalam pelaksanaanya membutuhkan waktu jangka pendek selama 1 bulan. Saat ini evaluasi diberikan secara umum, tidak secara detail kepada petugas yang melakukan pelanggaran. Usulan yang diberikan yaitu jika petugas *ground handling* melanggar aturan maka diberikan surat peringatan kepada petugas yang melanggar aturan tersebut. Surat peringatan diberikan sebanyak 3 kali. Surat peringatan pertama diberikan jika petugas melakukan kesalahan pertama kali dan surat peringatan kedua diberikan jika petugas melanggar aturan atau lalai lebih dari satu kali. Jika melanggar lebih dari tiga kali maka *license* petugas *ground handling* akan dicabut.
kepada pimpinan perusahaan dan pelaksanaanya dilakukan secara terus menerus kepada pesawat yang melakukan penerbangan.
 12. **Menghubungi bandara alternatif untuk melakukan divert**
Hal ini menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo, membutuhkan waktu jangka pendek selama 1 bulan untuk mengusulkan tindakan ini. Tindakan ini dilakukan ketika terjadi *divert*. Diharapkan prosedur penanganan *divert* akan lebih cepat.
 13. **Pengecekan oleh dinas pemadam kebakaran dan aviation security diarea ground handling**
Menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo, dalam pelaksanaanya merupakan jangka pendek, membutuhkan waktu 1 bulan. Tindakan dilakukan setiap pengerjaan *ground handling*.
 14. **Aviation security menegur secara langsung orang yang bermain layang-layang**
Merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo, membutuhkan waktu jangka pendek yaitu 1 bulan dan dilakukan ketika terdapat temuan layang-layang.



Gambar 5. 1 Birdstrike Machine

(Sumber: *Korea Atomic Energy Research Institute*, 2012)

15. Memberi sanksi berupa pencabutan surat ijin mengemudi

Pengendara *baggage towing tractor* bertugas untuk membawa kendaraan bagasi menuju pesawat yang akan *take off* atau membawa bagasi ke terminal. Pengendara harus memiliki konsentrasi tinggi saat membawa kendaraan ini karena memiliki beberapa gerbong. Hal ini menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan ini yaitu jangka pendek selama 6 bulan. Selama ini yang dilakukan perusahaan adalah melakukan evaluasi secara umum belum secara mendetail. Tindakan yang diusulkan yaitu terdapat 3 level peringatan kepada pengendara *baggage towing tractor* yang pertama memberi surat peringatan 1, selanjutnya surat peringatan 2, dan kemudian pencabutan surat ijin mengemudi karena pengendara dianggap membahayakan keselamatan penerbangan.

16. Melakukan sosialisasi kepada warga setempat untuk melarang permainan layang-layang di area final approach

Menjadi tanggung jawab pihak Bandar Udara Adi Sumarmo, jangka waktu pelaksanaan yaitu 1 tahun. Tindakan yang diusulkan yaitu pihak bandara memberikan surat kepada Camat Ngemplak berupa ijin untuk melakukan sosialisasi bahaya bermain layang-layang di area bandara dan kawasan keselamatan operasi penerbangan. Kemudian memberikan surat kepada kelurahan berupa undangan untuk melakukan sosialisasi bahaya bermain layang-layang di area bandara dan kawasan keselamatan operasi penerbangan kepada desa yang terdekat antara lain Desa Gagak Sipat, Desa Dibal, Desa Sindon dan Desa Ngesrep. Kegiatan sosialisasi ini diadakan setahun sekali secara terus menerus.

17. Berkoordinasi dengan Air Navigation untuk selalu melakukan pengecekan pada *airfield lighting system*

Merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Dalam pelaksanaannya termasuk jangka pendek selama 6 bulan. Usulan yang diberikan yaitu pihak bandara dan *Air Navigation* bekerjasama untuk selalu melakukan pengecekan AFL yang berada dibandara. Pengecekan dilakukan setiap 6 bulan sekali. Dilakukan tindakan *corrective maintenance* dan *preventive maintenance* terhadap peralatan alat bantu penerbangan visual yang berada dibandara.

18. Pembelian kendaraan pengusir burung (*birdstrikes machine*)

Menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaannya termasuk dalam jangka menengah, pembelian alat ini diharapkan dapat selesai selama 5 tahun. Pada gambar 4 merupakan contoh *birdstrikes machine*.

19. Melakukan sosialisasi kepada *airlines* mengenai musim-musim tertentu burung bermigrasi melewati bandara

Menjadi tanggung jawab pihak bandara, waktu pelaksanaan jangka pendek selama 6 bulan. Hal yang dilakukan pihak bandara yaitu memberikan surat edaran ke pada manajemen maskapai yang menggunakan jasa di Bandar Udara Adi Sumarmo Surakarta. Surat ini berisi undangan untuk melakukan sosialisasi mengenai migrasi burung yang dapat mengancam keselamatan penerbangan. Maskapai yang menggunakan jasa Bandar Udara Adi Sumarmo antara lain Garuda Indonesia, Air Asia. Sosialisasi akan dilakukan selama 6 bulan setiap pergantian musim.

Sedangkan pada uraian risiko kerja di airside, diperoleh 8 tindakan atau tindakan yang diusulkan kepada perusahaan untuk mengurangi risiko dan meminimalkan dampak yang terjadi. berikut uraian mengenai usulan tindakan yang akan diterapkan diperusahaan.

1. **Pemasangan CCTV di *airside***
Menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Tindakan ini dapat dilakukan dalam jangka menengah yaitu dapat diselesaikan selama 10-15 tahun. Pemasangan CCTV akan dilakukan secara bertahap. Tahap pertama CCTV akan ditempatkan pada beberapa titik diantaranya disudut dinding terminal yang menghadap ke apron, di tiang lampu pada daerah apron, dan di menara ATC (*Air Traffic Control*). Tahap selanjutnya dipasang pada beberapa titik di daerah pagar perimeter.
2. **Penyuluhan kepada petugas mengenai pentingnya alat pelindung diri**
Merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan ini yaitu jangka pendek selama 1 tahun. Saat ini belum dilakukan penyuluhan APD diperusahaan. Budaya sadar penggunaan alat pelindung diri pada perusahaan memang sulit untuk dilakukan oleh personel perusahaan. Namun perusahaan tetap harus melakukan pengawasan dan penyuluhan mengenai pentingnya penggunaan alat pelindung diri. Di dalam lingkungan bandara APD yang paling dasar digunakan adalah penutup telinga, sepatu, rompi, dan helm. Dengan menjaga agar semua pekerja menggunakan APD tersebut dilingkungan tersebut akan dapat mengurangi dampak risiko yang diterima. Penyuluhan akan diadakan dua kali dalam satu tahun dan diikuti oleh seluruh karyawan perusahaan.
3. **Penambahan intensitas patroli *aviation security***
Menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan dalam jangka pendek yaitu selama 6 bulan. Saat ini patrol yang dilakukan perusahaan yaitu dua kali setiap hari. Dengan penambahan intensitas patroli oleh *aviation security* menjadi tiga kali dalam sehari, diharapkan mampu mencegah dan menghilangkan kemungkinan masuknya pihak-pihak yang tidak berkepentingan memasuki area khusus personel bandara.
4. **Penerapan sistem *reward and punishment* oleh bagian *safety management system***
Merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan dalam jangka pendek yaitu selama 6 bulan. Selama ini usulan belum dilakukan diperusahaan. Dengan menggunakan sistem *reward and punishment* oleh pihak *safety management system* diharapkan dapat memberi motivasi pekerja untuk lebih memperhatikan aspek-aspek keselamatan lingkungan kerja.
5. **Pemeliharaan rambu marka dibagian *airside***
Menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan dalam jangka pendek yaitu selama 6 bulan. Pemeliharaan rambu marka sebelumnya sudah dilakukan diperusahaan dilakukan setiap 2 tahun sekali. Peremajaan marka ini perlu dilakukan secara rutin yaitu 6 bulan sekali untuk menghindari risiko kecelakaan terhadap kendaraan operasional *airside*.
6. **Pembuatan kanopi dan *rail* dari fiber untuk pegangan**
Merupakan tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan dalam jangka pendek yaitu selama 2 sampai 3 tahun. Kondisi saat ini yaitu tangga yang tidak memiliki fasilitas kanopi dan *handrail*. Usulan yang diberikan yaitu pembuatan kanopi dan *rail* dari fiber untuk pegangan. bertujuan untuk melindungi pekerja dari hujan yang dapat menyebabkan lantai licin. Selain itu juga berfungsi sebagai salah satu upaya pemeliharaan asset perusahaan.
7. **Perawatan kendaraan operasional secara berkala**
Menjadi tanggung jawab PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo. Waktu pelaksanaan tindakan dalam jangka pendek yaitu selama 6 bulan. Saat ini perawatan yang dilakukan yaitu kendaraan akan diperbaiki setelah kendaraan mengalami kerusakan. Usulan yang diberikan yaitu perawatan kendaraan secara rutin meliputi kebersihan, perawatan ban, penggantian oli mesin, perawatan mesin yang sudah tua, tujuannya adalah menjaga agar umur pemakaian dari kendaraan tersebut tetap panjang dan mengatur agar tidak ada kendaran yang memiliki gas emisi yang buruk.
8. **Pemberian marka lampu dibagian *airside***
Menjadi tanggung jawab pihak bandara. Waktu pelaksanaan tindakan dalam jangka pendek yaitu selama 1-2 tahun. Saat ini belum ada marka lampu untuk kendaraan dibagian *airside*. Usulan yang diberikan yaitu pemberian marka lampu kedip berwarna kuning merupakan salah satu cara untuk menjaga agar konsentrasi dari pengemudi kendaraan operasional *airside* dibagian penyebrangan penumpang dan tikungan. Dengan terdapat marka lampu pengemudi akan lebih fokus dan berhati-hati sehingga dapat mengurangi kemungkinan terjadinya risiko tertabraknya petugas oleh kendaraan.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan SWIFT dan HOR fase I terdapat 23 kejadian risiko yang terjadi pada fase penerbangan dan 13 kejadian risiko pada risiko kerja dibagian *airside*. Berdasarkan diagram pareto untuk risiko fase penerbangan terdapat 11 dan 7 penyebab risiko pada risiko kerja dibagian *airside* yang harus ditindaklanjuti karena penyebab risiko ini berkontribusi 75%. Rekomendasi strategi yang diusulkan untuk risiko pada fase penerbangan berdasar tingkat prioritas pelaksanaan strategi antara lain pemasangan CCTV di *airside*. Ikut mengawasi pengecekan kelayakan pesawat, *license* pesawat, *license* teknik, *license* FOO dan *license* pilot yang dilakukan oleh dinas perhubungan setempat. Penambahan jadwal pemotongan rumput. Melaporkan kepada dinas perhubungan setempat. Menyiapkan *parking stand* dan memberikan informasi kepada *ground handling* dan *airlines*. Pengecekan secara berkala pagar perimeter. Memperingatkan melalui pengumuman berulang. Pengecekan pada area rerumputan untuk memusnahkan sarang hewan. Memperingatkan petugas *ground handling*. Pembuatan larangan bermain layang-layang. Menginfokan kepada pilot dan maskapai kondisi cuaca yang terjadi di bandara. Menghubungi bandara alternatif untuk melakukan *divert*. Pengecekan di area *ground handling*. *Aviation security* menegur secara langsung orang yang bermain layang-layang. Memberi sanksi berupa pencabutan surat ijin mengemudi. Melakukan sosialisasi kepada warga setempat untuk melarang permainan layang-layang di area *final approach*. Berkoordinasi dengan Air Navigation untuk selalu melakukan pengecekan pada AFS. Pembelian kendaraan pengusir burung (*birdstrikes machine*). Melakukan sosialisasi kepada *airlines* mengenai musim-musim tertentu burung bermigrasi melewati bandara. Urutan prioritas strategi untuk risiko dibagian *airside* antarlain pemasangan CCTV pada *airside*. Penambahan intensitas patroli aviation security. Penyuluhan kepada petugas mengenai alat pelindung diri. Penerapan sistem *reward and punishment* oleh bagian safety management system. Pembuatan kanopi dan rail dari fiber untuk pegangan pemeliharaan rambu marka dibagian *airside*. Perawatan kendaraan operasional secara berkala dan penambahan marka lampu dibagian *airside*.

Daftar Pustaka

Anonim 2011, *Laporan Tahunan 2011 PT Angkasa Pura I*, Jakarta
Card A J, Ward J R & Clarkson P J 2012, 'Beyond FMEA: The Structured What If Technique (SWIFT)', *Journal of Healthcare Risk Management*, vol. 31, no.4, pp.23-29.

Feng, C, Chung, C 2013, 'Assessing the Risks of Airport Airside through the Fuzzy Logic-Based Failure Modes, Effect, and Criticality Analysis', *Mathematical Problems in Engineering* vol. 2013, no. 1, hh. 1-11.
Geraldin, L, Pujawan, I & Dewi, D 2007, 'Manajemen Risiko dan Aksi Mitigasi untuk Menciptakan Rantai Pasok yang Robust', *Jurnal Teknologi dan Rekayasa Teknik Sipil*, vol. Maret, no. 1, hh. 53-64
Hanafi, Mamduh M 2009, *Manajemen Risiko*, Sekolah Tinggi Ilmu Manajemen YKPN, Yogyakarta.
Harahap, Rudy dkk 2009. *Pengukuran Risiko Aset Teknologi Informasi Berbasis PBI pada Sektor Perbankan di Indonesia*. Jurusan Komputerisasi Akuntansi, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Bina Nusantara.
ISO 31010 2009, *Risk Management—Risk Assessment Techniques*, Geneva, Switzerland.
Kaplan, S, & Garrick, BJ 1981, 'On The Quantitative Definition of Risk', *Risk Analysis Journal*, vol.1, no.1, hh.11-27.
Kementrian Perhubungan 2015, Jumlah Penumpang Angkutan Udara 2014 mencapai 72,6 juta Orang, dilihat 8 april 2015, <<http://hubud.dephub.go.id/?id/news/detail/2374>>.
Korea Atomic Energy Research Institute 2012, Roving robotic scarecrows battle airport birds, CNN 8 Februari 2012, dilihat 1 Desember 2015, <http://travel.cnn.com/seoul/visit/birdstrike-robot-779434/>
Morlok, Edward K 1978, *Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*, Penerbit Erlangga
Pujawan, N, Geraldin, L 2009, 'House of Risk : a model for proactive supply chain risk management', *Bussiness Process Manajement Journal*, vol. 15, no. 6, pp. 953-967.
Raftery, J 1994, *Risk Analysis in Project Management*, E & FN Spon, New York.
Ramli, Soehatman 2010, *Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (OHSAS 18001) Seri Manajemen K3*, PT Dian Rakyat, Jakarta.
Susilo, L, & Kaho, V 2014, *Manajemen Risiko Berbasis ISO 31000 untuk Industri Nonperbankan*, Penerbit PPM, Jakarta.