BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Bandara

Bandara merupakan sebuah fasilitas tempat dimana pesawat terbang dapat melakukan lepas landas (*take off*) dan pendaratan (*landing*), minimal bandara memiliki sebuah landasan pacu / landasan terbang. Sedangkan, pengertian bandara menurut PT (PERSERO) Angkasa Pura I adalah lapangan udara termasuk segala bangunan dan peralatan yang merupakan kelengkapan minimal untuk menjamin tersedianya fasilitas bagi angkutan udara untuk; masyarakat.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), bandara adalah sebuah fasilitas tempat pesawat terbang dapat lepas landas dan mendarat. Bandara yang paling sederhana minimal memiliki sebuah landas pacu. Namun bandara-bandara besar biasanya dilengkapi berbagai fasilitas lain baik untuk operator pelayanan penerbangan maupun bagi penggunanya. Sedangkan, Menurut *International Civil Aviation Organization* (ICAO) yang tercantum pada *Annex 14*, bandara adalah area tertentu di daratan atau perairan (termasuk bangunan, instalasi dan peralatan) yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat.

2.2 Profil Bandara Adisutjipto Yogyakarta

Bandara Adisutjipto adalah bandara yang terletak di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Bandara Adisutjipto ini sendiri funngsi awalnya diperuntukan sebagai pangkalan udara Tentara Nasional Indonesia Angkatan Udara (TNI AU). Bandara ini dulu dinamakan Maguwo, nama tersebut disesuai dengan nama desa lokasi pangkalan udara ini berada yaitu Desa Maguwoharjo. Pangkalan udara Maguwo sendiri dibangun pada tahun 1940. Kemudian dipergunakan oleh *Militaire Luchtvaart* (Angkatan Udara Belanda) di tahun 1942.

Pada tahun 1942, Kota Yogyakarta diambil alih oleh Tentara Jepang dan pangkalan udara Maguwo di ambil alih Tentara Jepang dari Pemerintah Belanda.

Setelah Kemerdekaan Republik Indonesia tepatnya pada bulan November 1945, lapangan terbang beserta fasilitasnya dapat diambil alih oleh Badan Keamanan Rakyat (BKR) Yogyakarta Timur yang di pimpin oleh Bapak Umar Slamet. Pada akhir tahun 1945 Pangkalan Udara Maguwo di ambil alih oleh Pemerintah Republik Indonesia dan dijadikan sebagai Pangkalan Angkatan Udara guna mempertahankan kedaulatan Republik Indonesia. Lapangan terbang ini, kemudian digunakan kegiatan operasional bagi pesawat Angkatan Udara Republik Indonesia (AURI), serta untuk kegiatan latihan terbang bagi calonn perwira atau taruna sekolah penerbang di Maguwo yang di pimpin oleh Marsekal Muda Anumerta Agustinus Adisutjipto.

Gambar 2.1 Bandara Adisutjipto Yogyakarta
Sumber: http://www.adisutjipto-airport.co.id/

Pada tanggal 29 Juli 1947, Pesawat Dakota VT-CLA yang dikemudikan oleh Marsekal Muda Anumerta Agustinus Adisutjipto ditembak jatuh oleh pesawat Belanda. Tahun 1950 lapangan terbang Maguwo dan fasilitas pendukung lainnya seperti pembekalan diserahkan seluruhnya kepada AURI. Dengan perkembangan zaman dan pertumbuhan serta perubahan Pemerintahan, pangkalan udara Maguwo ikut mengalami perubahan nama yang di sesuaikan dengan fungsi dan peranan TNI AU. Berdasarkan Keputusan Kepala Staff Angkatan Udara No.76 Tahun 1952, terhitung pada tanggal 17

Agustus 1952 nama pangkalan udara Maguwo berganti nama menjadi pangkalan udara Adisutjipto.

Mulai tahun 1959 Bandara Adisutjipto dijadikan untuk Akademi Angkatan Udara (AAU) Republik Indonesia. Tahun 1964 Direktorat Jenderal Perhubungan Udara dengan keputusan dan atas persetujuan dari TNI AU, Pelabuhan Udara Adisutjipto Yogyakarta menjadi pelabuhan udara Gabungan Sipil dan Militer. Pada tahun 1972 dilakukan perluasan Terminal sipil yang pertama. Kemudian pada tahun 1977 dilakukan perluasan terminal lagi dikarena dinamika penerbangan komersial semakin meningkat. Pada tanggal 1 April 1992, sesuai dengan PP Nomor 48 Tahun 1992, Bandara Adisutjipto secara resmi tercantum dalam pengelolaan Perusahaan Umum Angkasa Pura I. Tanggal 2 Januari 1993 statusnya menjadi PT (PERSERO) Angkasa Pura I cabang Bandara Adisutjipto sesuai Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 1993 hingga sekarang.

2.3 Fasilitas Bandara Adisutjipto Yogyakarta

Fasilitas yang dimiliki oleh Bandara Adisutjipto Yogyakarta yang berada di Terminal A maupun di Terminal B yaitu:

1. X'Ray *Check In*
2. X'Ray Ruang Tunggu
3. Counter *Check In*
4. FIDS (*Flight Information Display System*)
5. Toilet
6. Mushola
7. ATM
8. Bagian Informasi
9. *Conveyor Belt*
10. *Executive Lounge*
11. Restoran
12. *Trolley*
13. Taxi Land Transportation
14. *Waving Gallery*
15. Custom / Bea Cukai (Internasional)
16. Imigrasi (Internasional)

17. Karantina (Internasional)
18. Money Changer
19. Counter Balai Pelayanan Penempatan dan Perlindungan Tenaga Kerja Indonesia BP3TKI (Internasional)
20. Kantor Kesehatan Pelabuhan (KKP) (Internasional)
21. X'Ray Kedatangan (Internasional)
22. *Mini market*
23. Halte TransJogja
24. Integrasi dengan Stasiun Kereta Api Maguwo

2.4 Pengertian Bangunan Hijau (*Green Building*)

Konsep bangunan hijau adalah suatu konsep dalam desain, membangun, mengelola dan memelihara bangunan dengan tujuan untuk menjaga kesehatan penghuni, meningkatkan produktivitas penghuni bangunan, menggunakan bahan-bahan alam dengan baik, dan mengurangi dampak buruk bangunan terhadap lingkungan.

Menurut *Green Building Council Indonesia* (GBCI) dalam tahap perencanaan, pembangunan, pengoperasian hingga pemeliharaannya perlu diperhatikan aspek melindungi, menghemat, mengurangi konsumsi sumber daya alam untuk menjaga kualitas bangunan secara fisik maupun kondisi lingkungan di area bangunan yang memperhatikan kesehatan penghuni di kawasan bangunan tersebut berdasarkan asas dari pembangunan berkelanjutan.

2.5 Bandara Berwawasan Lingkungan (*Eco-Airport*)

Menurut Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/124/Vl/2009 Tentang Pedoman Pelaksanaan Bandar Udara Ramah Lingkungan (*Eco Airport*), *Eco Airport* adalah bandara yang telah dilakukan pengukuran yang terukur terhadap beberapa komponen yang berpotensi menimbulkan dampak terhadap lingkungan untuk menciptakan lingkungan yang sehat di bandara dan sekitarnya. Dengan ini *eco airport* bertujuan sebagai berikut:

1. Mewujudkan bandar udara yang mempunyai visi global lingkungan hidup

2. Melaksanakan pengelolaan bandar udara yang terpadu, serasi dan selaras dengan lingkungan sekitarnya
3. Menyelenggarakan bandar udara yang dapat mendukung tercapainya pembangunan berkelanjutan (*sustainable development*).

Komponen pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup di bandara untuk terlaksananya *eco-airport* pada **Gambar 2.2**.

Gambar 2.2 Komponen Pengelolaan *Eco-Airport*
(adaptasi dari SKEP/124/VI/2009 Tentang Pedoman Pelaksanaan Bandar Udara Ramah Lingkungan)

Kelestarian lingkungan ditetapkan sebagai sebagai faktor persyaratan penting yang penting diperhatikan dan diperhitungan sampai perencanaan pembangunan dan penyelengaraan sebuah bandara. Hal itu masuk dalam pembahasan penyusunan tatanan kebandarudaraan nasional (Adisasmita, 2014).

Dari tahapan perencanaan, perancangan dan pengoperasian pengelolaan bandara di masa depan harus mengakomodasi dan mewujudkan aspek lingkungan (Adisasmita, 2012). Penerapan *eco-airport* di bandara dapat dilakukan dengan perubahan dalam pola pikir, tingkah laku, menerapkan ilmu pengetahuan dan memperbaiki teknologi di bidang penerbangan sipil dan pengelola kebandarudaraan yang berbasis lingkungan. Konsep dasar dari *eco-airport* yaitu pengoperasian bandara yang memperhatikan segi lingkungan di area bandara, mengoperasikan bandara

yang bisa bertahan lama selaras dengan lingkungan global, memberikan kontribusi positif terhadap lingkungan hidup yang dengan pembangunan yang berkelanjutan. Sedangkan, terhadap lingkungan sekitarnya bandara diharapkan dapat mencegah dan mengurangi tingkat pencemaran air limbah yang dihasilkan dengan memanfaatkan prasarana dan sarana untuk mengelola, mengolah dan melakukan daur ulang air limbah dari aktivitas yang ada di bandara (Rachman, 2007).

Gambar 2.3 ***Airport Environment Plan*** **(AEvP)**
Sumber: *Eco-Airport in Japan*, 2014

Berdasarkan rencana lingkungan airport, isu-isu seperti polusi udara dan kebisingan dan getaran, serta energi dan daur ulang air harus dilakukan sebagai bagian dari kegiatan administratif (operasi, pemeliharaan dan perbaikan) dari masing-masing bandara. Setiap dewan yang mengurusi tentang *eco-airport* harus menetapkan rencana sendiri yang menyesuaikan dengan karakteristik negara dan mengusulkan rencana implementasi langkah-langkah untuk direalisasikan untuk setiap tahun. (Japan International Cooperation Agency, 2009)

Beberapa bandara internasional di Jepang menerepkan *Airport Environmental Plan* (AEvP) sebagai pendekatan dari program *eco-airport* yang dapat diadaptasi di bandara-bandara lain. Poin-poin dari AEvP ini sendiri lebih cenderung pemanfaatan teknologi modern, penerapan 3R (*reduse, reuse, recycle*), manusia dan sinergi alam yang kesinambungan seperti:

1. Penggunaan rumput bermutu tinggi untuk pemupukan
2. Kendaraan elektrik (ramah lingkungan)
3. Daur ulang dan penggunaan kembali air hujan dan *grey water*
4. Penggunaan *Ground Power Unit*
5. Penggunaan pencahayaan LED
6. *Rooftop Greening*
7. Pemanfaatan tenaga surya menggunakan *solar panel*
8. Memiliki area/unit untuk melakukan *recycle* limbah padat (*recycling plant*)

2.6 Keuntungan *Eco-Airport*

Dengan menerapkan *eco-airport* di kawasan bandara secara paradigma awal dipastikan memerlukan biaya yang cukup besar dalam pengadaan prasarana dan sarananya. Namun dalam praktiknya, penerapan secara menyeluruh dari segala aspek *eco-airport* akan menghemat dalam biaya operasional dan mengurangi potensi konflik dengan masyarakat sekitar kawasan bandara. Keuntungan dari *eco-airport* sendiri adalah:

1. Terwujudnya kenyamanan secara visual (*aesthetically pleasing*) maupun termal (*microclimate*)
2. Biaya perawatan rendah
3. Mengurangi potensi timbulan limbah yang dapat mencemari lingkungan
4. Meningkatnya proteksi terhadap kelangsungan ekosistem
5. Penghematan energi dari penggunaan listrik hingga penggunaan air bersih
6. *Return of Investment* (ROI) atau *Payback Period* yang rendah
7. Peningkatan nilai dan status dari gedung bandara

2.7 Air Limbah Domestik

Air limbah yang dihasilkan dari pembuangan air kotor (*black water*) dan air bekas (*grey water*) baik itu dari aktivitas mandi, toilet, dapur serta kegiatan lain yang menghasilkan potensi dari *black water* ataupun *grey water*. Air yang kotor ini berasal dari kotoran-kotoran campuran dari zat-zat bahan mineral dan organik dalam banyak bentuk, termasuk partikel-partikel besar dan kecil benda padat, sisa-sisa bahan larutan yang mengapung.

Untuk *grey water* sendiri mengandung banyak komponen sabun atau detergen dan mikroorganisme, sedangkan untuk *black water* mengandung ekskreta, yakni tinja dan *urine* manusia. Meskipun zat yang terkandung itu padat, ekskreta ini masuk dalam jenis limbah cair. Apabila dibandingkan antara *grey water* untuk ekskreta ini lebih berbahaya karena mengandung banyak mikroba patogen. Walaupun ada faktor lainnya seperti lamanya mikroba ini bertahan di lingkungan menjadi penentu penting dalam penyebaran penyakit melalui ekskreta (Slamet, 2011).

Air limbah sendiri secara umum terdiri dari tiga bagian penting yang ada di ekskreta maupun limbah cair lainnya yaitu:

1. Tinja (*faeces*), mengandung mikroba-mikroba patogen
2. Air seni (*urine*), mengandung nitrogen, fosfor dan protein lainya serta kemungkinan kecil mikroorganisme
3. *Greywater* merupakan air bekas cucian dapur, mesin cuci, kamar mandi dari *floor drain*, *wastafel* (Ricki, 2005).

Menurut Metcalf dan Eddy (1991) yang dimaksud air limbah (*waste water*) adalah kombinasi dari cairan dan sampah–sampah atau air yang berasal dari daerah permukiman, perdagangan, perkantoran, dan industri dengan air tanah, air permukaan dan air hujan yang mungkin ada. Karakteristik air limbah di kawasan bandara sama halnya karakteristik air limbah domestik, dikarenakan air limbah yang dihasilkan berasal dari *water closet*, kamar mandi, tempat cuci dan tempat memasak. Akan tetapi dikarenakan, kawasan bandara memiliki potensi air limbah tambahan yang berasal dari tumpahan avtur yang berasal dari proses pengisian bahan bakar pesawat terbang.

Dengan konsep pengelolaan air limbah yaitu *onsite* dan *offsite* serta ditandai dengan adanya sistem pengolahan limbah di lingkungan. Kemudian air olahan yang dapat digunakan kembali (*reuse*) untuk keperluan di bangunan area bandara atau disalurkan ke Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Kota Yogyakarta atau ke badan air sekitar bandara.

2.8 Contoh Pengelolaan Air Limbah di Bandara dengan Predikat *Eco-Airport*

2.8.1 *Narita International Airport* (NAA)

Selain disebut Narita Internasional Airport (NAA) juga dikenal dengan nama Tokyo Narita Airport, bandara ini merupakan bandara internasional utama yang melayani area *Greater Tokyo*, Jepang. Hal ini terletak 57,5 km timur dari Stasiun Tokyo dan 7 km tenggara dari Stasiun Narita. NAA menangani sebagian besar lalu lintas penerbangan internasional dari Jepang, dan juga merupakan jalur penghubung utama untuk penerbangan antara Asia dan Amerika. Bandara ini dalam setahun mampu melayani sebesar 35.478.146 penumpang. Pada tahun 2007, NAA sendiri dinobatkan sebagai bandara tersibuk kedua di Jepang dan dari skala global NAA merupakan bandara kesembilan tersibuk.

Dalam segi pengelolaan air limbah, NAA memiliki fasilitas pengolahan air limbah dari kegiatan dapur yang kemudian diubah menjadi produksi *greywater*. Air limbah dari kegiatan dapur seperti dari restoran yang berada di bangunan terminal diperlakukan untuk digunakan kembali sebagai pembilasan air di toilet bandara.

Air limbah ini mengandung seperti minyak, lemak dan zat organik lainnya. Oleh karena itu, dilakukan *treatment* di Fasilitas Pengolahan Air Limbah Kegiatan Dapur NAA yang mana air limbah tersebut dilakukan pembersihan dan proses biodegradasi. Setelah itu, air dibawa ke Fasilitas Produksi *Greywater* NAA dimana air limbah di desinfeksi dan melalui proses *purified* melalui membran dan absorpsi menggunakan karbon aktif, yang memungkinkan untuk digunakan kembali sebagai *greywater*.

Greywater yang dihasilkan dengan proses ini digunakan kembali untuk menyiram toilet di terminal penumpang dan pada bangunan NAA.

Sekitar 200 juta liter *greywater* yang dihasilkan dari air limbah dapur maupun restoran untuk digunakan efektif menurut fiskal NAA pada tahun 2014.

Gambar 2.4 *Kitchen Wastewater Treatment Facilities* NAA
Sumber: NAA *Environment Report*, 2015

NAA memiliki fasilitas *oil separation plant* dan *holding pond* telah berada di NAA untuk mencegah air hujan limpasan dari mempengaruhi kualitas dan volume air di saluran air di hilir. Air hujan dari terminal penumpang, *maintenance areas*, area kargo, dan di tempat lain dikumpulkan dalam *holding pond* dengan kapasitas sekitar 610.000 m^3 terletak di sisi barat dari *Runway* A dan mengalir keluar dari sana ke saluran *drainase* di luar bandara.

Gambar 2.5 *Holding Pond* di NAA
Sumber: NAA *Environment Report*, 2015

NAA mulai mengoperasikan fasilitas pengolahan air hujan untuk melakukan *treatment* terhadap limpasan air hujan pada tahun 2002 dengan tujuan secara efektif menggunakan air hujan dan mencegah es, salju, atau cairan beku dari suatu permukaan, dalam hal ini badan pesawat (*de-icing*) mengalir ke sungai dan sungai selama *de-icing* di musim dingin.

Air hujan yang dikumpulkan dalam *holding pond* akan digubah menjadi *greywater* di fasilitas ini dan digunakan sebagai air pendingin di *Central Heating, Cooling Plant* dan untuk menyiram toilet di terminal penumpang. Pada tahun 2014, fasilitas pengolahan air hujan memproduksi sekitar 390 juta liter *greywater* yang dapat dimanfaatkan.

2.8.2 *Kansai International Airport* (KIX)

Bandara ini merupakan bandara pertama di Jepang yang dibangun di tengah laut dalam bentuk seperti pulau buatan. Pertama kali dibuka untuk umum pada 4 September 1994. Sejarah pembangunan bandara ini bermula pada awal tahun 1960 ketika Bandara Narita, Tokyo tidak mampu lagi untuk menampung jumlah penumpang keberangkatan. Pengembang kemudian menyusun sebuah rencana pembangunan bandara baru yang akan dibangun dekat dengan Kota Kobe dan Kota Osaka. Rencananya bandara baru tersebut akan diberi nama *Osaka International Airport*.

Pembangunan bandara ini urung dilaksanakan karena banyaknya protes yang berkaitan dengan polusi udara yang akan ditimbulkan bila pembangunan bandara ini jadi dibangun dan dioperasikan. Untuk mengatasi permasalahan ini, pengembang pun mengusulkan agar bandara baru yang nanti akan dibangun tidak berada di tengah pemukiman penduduk, tetapi dipindahkan ke daerah yang dampak kerusakan lingkungannya relatif kecil apabila pembangunan bandara ini dilaksanakan. Pembangunan bandara pun tetap dilaksanakan dengan tempat pembangunan dilaksanakan di Teluk Osaka yang relatif jauh dari pemukiman penduduk.

Gambar 2.6 *Kansai International Airport*
Sumber: https://aveasia.wordpress.com

Dalam pengelolaan air limbah untuk bangunan terminal penumpang dan fasilitas bandara lainnya dianggap *general wastewater*. Kemudian dilakukan *advanced treatment* seperti menggunakan lumpur aktif dengan proses sirkulasi nitrifikasi / denitrifikasi, proses penjernihan air secara kimia (koagulasi / sedimentasi) dan penyaringan pasir cepat.

Gambar 2.7 Instalasi Pengolahan Air Limbah *Kansai International Airport*
Sumber: KIX *Environment Report*, 2015

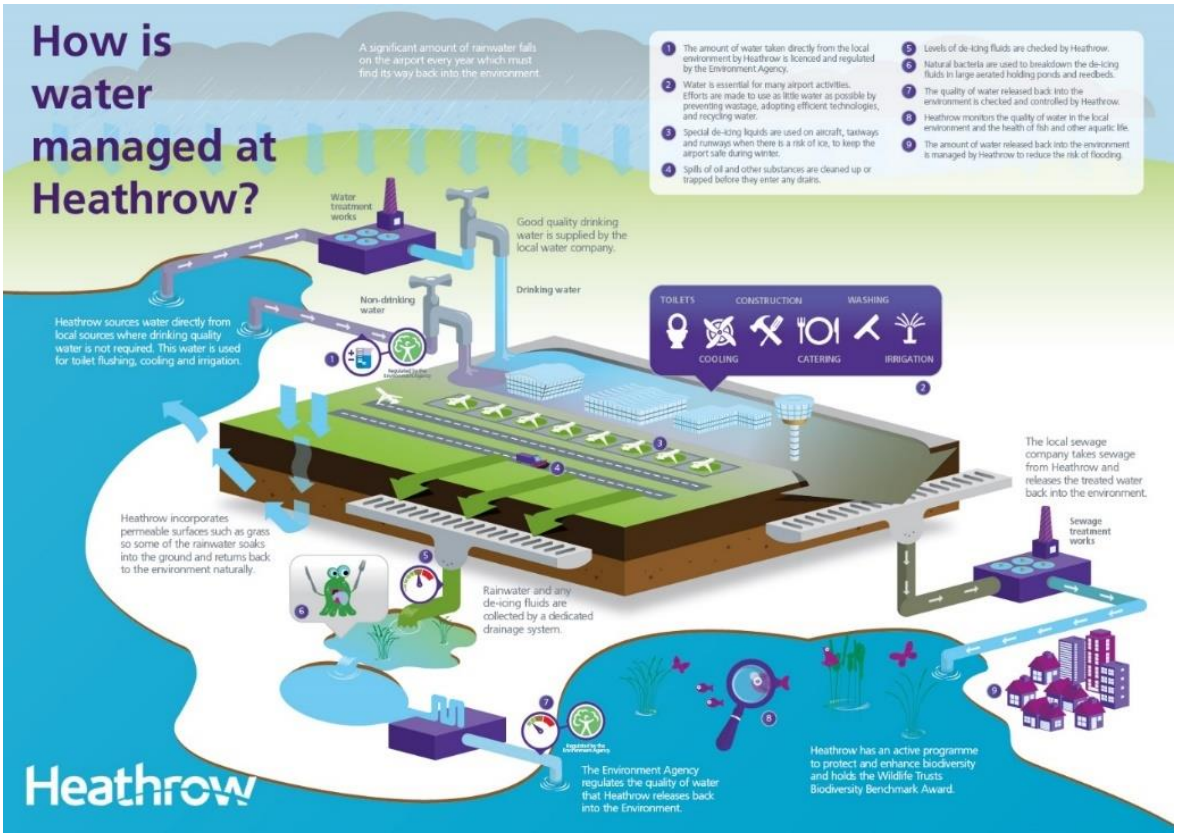
Special wastewater dari sumber-sumber industri, pertama kali dilakukan *onsite pre-processing* yaitu menurunkan / menghilangkan kadar zat yang berbahaya, kemudian dilakukan *advanced treatment* di instalasi pengolahan air limbah, dengan proses yang sama dengan *general wastewater* dengan proses penjernihan air secara kimia (koagulasi / sedimentasi) dan proses penyaringan pasir cepat. Setelah *advanced treatment*, air yang diolah digunakan kembali sebagai air reklamasi untuk *flushing* toilet bandara, melakukan penyiraman tanaman. Apabila jumlah air yang telah terolah dalam volume berlebih / surplus, akan dialirkan ke laut.

2.8.3 *Heathrow International Airport* (LHR)

Bandara ini merupakan bandara utama yang melayani Kota London, Britania Raya. Secara global, merupakan bandara tersibuk ke-5 di dunia, *Heathrow International Airport* sendiri mengambil air permukaan secara langsung dari lingkungan sekitar, pengambilan air ini diatur dan mendapatkan izin oleh *UK Environment Agency*. Karena air sangat penting untuk banyak kegiatan bandara. Upaya yang dilakukan adalah menggunakan seminimal mungkin air dengan mencegah pemborosan, mengadopsi teknologi yang efisien seperti keran *auto stop* dan melakukan daur ulang air. Untuk cairan *de-icing* digunakan pada pesawat, *taxiway* dan *runway* ketika

ada risiko terbentuknya es, yang berfungsi untuk menjaga bandara aman selama musim dingin ditampung dan dialirkan ke saluran drainase

Gambar 2.8 *Heathrow International Airport*
Sumber: *Responsible Heathrow Performance Summary*, 2014



Gambar 2.9 Diagram Alir Pemanfaatan Air di *Heathrow International Airport*
Sumber: *Responsible Heathrow Performance Summary*, 2014

Sedangkan untuk air limbah dialirkan menuju instalasi pengolahan air limbah *Heathrow Internasional Airport* sebelum dibuang, diolah kembali dan dialirkan menuju lanskep *Heathrow Internasional Airport* dan menuju sungai.