

**PERENCANAAN PENGOPTIMALISASI AIR KONDENSASI
UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI BANDAR UDARA**

TUGAS AKHIR

Karya tulis sebagai salah satu syarat lulus pendidikan
Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara
Program Sarjana Terapan

Oleh:

AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA

NIT. 56192010004



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2024**

**PERENCANAAN PENGOPTIMALISASI AIR KONDENSASI
UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI BANDAR UDARA**

TUGAS AKHIR

Oleh:

Tar. AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA

NIT. 56192010004



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA
PROGRAM SARJANA TERAPAN
POLITEKNIK PENERBANGAN PALEMBANG
JULI 2024**

ABSTRAK

PERENCANAAN PENGOPTIMALISASI AIR KONDENSASI UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI BANDAR UDARA

Oleh:

AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA

NIT: 56192010004

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN

Air kondensasi atau hasil pengembunan dari AC memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber air alternatif karena masih mengandung sedikit mineral, memiliki suhu rendah, dan terjaga kualitasnya. Namun hingga saat ini air kondensasi ini belum dimanfaatkan untuk aktivitas operasional bandar udara. Padahal bisa saja air ini dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman yang selama ini menghabiskan 5.000 liter air bersih. Tujuan Tugas Akhir ini adalah melakukan desain perencanaan *water tank* atau penampungan air kondensasi tersebut agar mudah dalam mendistribusikan. Peneliti menggunakan model pengembangan metode *Research and Development* (R&D) mengarah pada model 4D yaitu tahap pertama Pendefinisian (*define*), tahap kedua Perencanaan (*design*), tahap ketiga Pengembangan (*develop*), dan tahap keempat Penyebaran (*disseminate*) dengan dibatasi hingga tahap *design*. Hasil penelitian ini berupa rancangan desain 3 dimensi sistem penampungan air kondensasi 50.000 liter yang dilengkapi dengan sistem perpipaan, bak kontrol dan pompa untuk mendistribusikannya. Penelitian ini telah mendapatkan validasi desain dari ahli materi dan supervisor unit mekanikal bandar udara. Hasil validasi menunjukkan nilai penilaian aspek fungsi 77,5 % (Baik) dan aspek kualitas 82 % (Baik) dengan catatan perlu dipertimbangkan sistem pemeliharaan tangki lebih lanjut. Dari penilaian tersebut desain perencanaan pengoptimalisasian air kondensasi disimpulkan layak diimplementasikan.

Kata Kunci: perencanaan, optimalisasi, AC, air kondensasi, *water tank*

ABSTRACT

CONDENSATION WATER OPTIMIZATION PLANNING FOR CLEAN WATER NEEDS AT AIRPORTS

By :

AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA

NIT: 56192010004

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA BANDAR
UDARA PROGRAM SARJANA TERAPAN**

Condensate water from air conditioners has the potential to be utilized as an alternative water source because it still contains minerals, has a low temperature, and maintains its quality. However, until now this condensate water has not been utilized for airport operational activities. In fact, this water could have been used for watering plants that have consumed 5,000 liters of clean water. The purpose of this Final Project is to design the planning of the water tank so that it is easy to distribute. Researchers use the Research and Development (R&D) method development model leading to the 4D model, which the first stage define, design, develop, and disseminate by being limited to the design stage. The results of this research are in the form of a 3-dimensional design of a 50,000 liter condensation water storage system equipped with a piping system, control tub and pump to distribute it. This research has received design validation from material experts and airport mechanical unit supervisors. The validation results show the assessment value of the function aspect is 77.5% (Good) and the quality aspect is 82% (Good) with a note that the tank maintenance system needs to be considered further. From this assessment, the design of condensation water optimization planning is concluded to be feasible to implement.

Keywords: *planning, optimization, AC, condensation water, water tank.*

PENGESAHAN PEMBIMBING

Tugas Akhir : “PERENCANAAN PENGOPTIMALISASIAN AIR KONDENSASI UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI BANDAR UDARA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang - Palembang.



Nama : AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA

NIT : 56192010004

PEMBIMBING I

Ir. DIRESTU AMALIA, S.T.,MS.ASM

Penata (III/c)

NIP. 19831213 201012 2 003

PEMBIMBING II

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST.,M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

KETUA PROGRAM STUDI

Ir. M. INDRA MARTADINATA, S.ST.,M.Si.

Pembina (IV/a)

NIP. 19810306 200212 1 001

PENGESAH PENGUJI

Tugas Akhir : “PERENCANAAN PENGOPTIMALISASIAN AIR KONDENSASI UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI BANDAR UDARA” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Tugas Akhir Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan Angkatan ke-1, Politeknik Penerbangan Palembang – Palembang. Tugas akhir ini telah dinyatakan LULUS Program Sarjana Terapan pada tanggal 22 Juli 2024.

KETUA



Dr. Ir. SETIYO, M,M
Pembina Tk.I (IV/b)
NIP. 19601127 198002 1 002

SEKRETARIS



Ir. DIRESTU AMALIA, S.T.,MS.ASM
Penata (III/c)
NIP. 19831213 201012 2 003

ANGGOTA



SUNARDI, S.T, M.Pd., MT
Penata Tk. I (III/d)
NIP. 19720217 199501 1 001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA

NIT : 56192010004

Program Studi : Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan

Menyatakan bahwa tugas akhir berjudul “PERENCANAAN PENGOPTIMALISASIAN AIR KONDENSASI UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI BANDAR UDARA” merupakan karya asli saya bukan merupakan hasil plagiarisme.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya, dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi berupa pencabutan gelar akademik dari Politeknik Penerbangan Palembang.

Demikian Pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun

Palembang, 23 Juli 2024

Yang Membuat Pernyataan



AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA

PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR

Tugas akhir program sarjana terapan yang tidak dipublikasikan terdaftar dan tersedia di Perpustakaan Politeknik Penerbangan Palembang, dan terbuka untuk umum dengan ketentuan bahwa hak cipta ada pada pengarang dengan mengikuti aturan HaKI yang berlaku di Politeknik Penerbangan Palembang. Referensi kepustakaan diperkenankan dicatat, tetapi pengutipan atau peringkasan hanya dapat dilakukan seizin pengarang dan harus disertai dengan kaidah ilmiah untuk menyebutkan sumbernya.

Sitasi hasil penelitian Tugas Akhir ini dapat ditulis dalam bahasa Indonesia sebagai berikut :

AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA . (2024): “Perencanaan Pengoptimalisasian Air Kondensasi Untuk Kebutuhan Air Bersih Di Bandar Udara”, Tugas Akhir Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

Memperbanyak atau menerbitkan sebagian atau seluruh tugas akhir haruslah seizin Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bandar Udara Program Sarjana Terapan, Politeknik Penerbangan Palembang.

KATA PENGANTAR

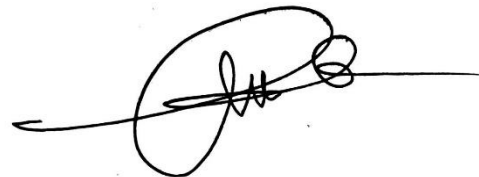
Puji syukur saya ucapkan kepada tuhan Yang Maha Esa, karna berkat limpahan rahmat dan hidayahNya, tugas akhir dengan judul “PERENCANAAN PENGOPTIMALISASIAN AIR KONDENSASI UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI BANDAR UDARA” diselesaikan dengan baik .

Penyelesaian Tugas Akhir ini dimaksudkan sebagai salah satu prasyarat untuk menempuh pendidikan di perguruan tinggi penerbangan Politeknik Penerbangan Palembang untuk memperoleh Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T).

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini khususnya Allah SWT yang telah memberikan limpahan anugerah dan lindungan pada hamba-Nya, kedua Orang Tua, atas doa, semangat dan dukungan berupa materi serta moral. Keluarga, Saudara, dan Teman atas doa dan semangat, dan dukungan yang diberikan Bapak Sukahir S,Si.T, M.T. selaku Direktur Politrknik Penerbangan Palembang, Bapak M. Indara Martadinata, S.ST., M.Si selaku Ketua Program Studi Diploma IV TRBU, Ibu Ir. Direstu Amalia, S.T.,MS.ASM. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir.

Penulis menyadari Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karna itu, saran dan kritik dari semua pihak sangat diharapkan demi perbaikan di masa mendatang. Penulis pun berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukan.

Palembang, 23 Juli 2024



AKBAR NOPRIANSYAH SAPUTRA

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	ii
PENGESAHAN PEMBIMBING.....	iii
KETUA PROGRAM STUDI.....	iii
PENGESAH PENGUJI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
PEDOMAN PENGGUNAAN TUGAS AKHIR	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR LAMPIRAN	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi masalah	3
C. Tujuan	4
D. Manfaat.....	4
E Batasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Bandar Udara.....	5
B. Manajemen Pemeliharaan Fasilitas Mekanikal Bandar Udara	5
C. Kebutuhan Air Bersih di Bandar Udara	6
D. <i>Air Conditioning Chiller</i>	9
E. <i>Air Handling Unit</i>	11
F. Proses Terjadinya Air Kondensasi	12
G. Klasifikasi Mutu Air	13
H. Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup	13
I. <i>Water Tank</i>	14
J. Bak Kontrol.....	14
K. Pompa	15
L. Jurnal Yang Relevan.....	15

BAB III METODE PENELITIAN.....	18
A. Kerangka Penelitian.....	18
B. Jenis Penelitian	19
C. Prosedur Pengembangan.....	20
D. Teknik Pengumpulan Data.....	21
E. Desain Produk	22
1. Cara Kerja Alat	22
2. Spesifikasi Alat	23
F. Validasi Desain	24
G. Tempat Penelitian	25
H. Waktu Penelitian	25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
A Hasil Penelitian	27
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	49
A. KESIMPULAN	49
B. SARAN.....	49
DAFTAR PUSTAKA	48
DAFTAR LAMPIRAN	52

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A : Dokumentasi Observasi	52
LAMPIRAN B : Dokumentasi Validasi Desain.....	53
LAMPIRAN C : Hasil uji Laboratorium dengan tester physical and Chemical Analysis.....	55
LAMPIRAN D : Turnitin.....	56
LAMPIRAN E : Lembar Bimbingan	57
LAMPIRAN F : Desain Produk.....	59

DAFTAR GAMBAR

Gambar I. 1 Bandar Udara Internasional Batam Tampak Bangunan.....	1
Gambar II. 1 AC Chiller.....	9
Gambar II. 2 Cara Kerja AC	10
Gambar II. 3 <i>Air Handling Unit</i>	12
Gambar III. 1 Kerangka Penelitian	18
Gambar III. 2 Langkah-langkah penggunaan Metode 4D	20
Gambar III. 3 Observasi Partisipatif Lapangan.....	22
Gambar III. 4 <i>Flowchart Water Tank</i>	23
Gambar IV. 1 <i>Layout</i> sebelum.....	28
Gambar IV. 2 Tampak dekat <i>Layout</i> Sebelum.....	28
Gambar IV. 3 <i>Report of Analysis</i>	33
Gambar IV. 4 Hasil Laboratorium SUCOFINDO.....	34
Gambar IV. 5 <i>Layout</i> Desain Sesudah.....	37
Gambar IV. 6 Tampak dekat <i>Layout</i> Desain Sesudah	37
Gambar IV. 7 Desain Produk	38
Gambar IV. 8 Desain <i>Water Tank</i>	38
Gambar IV. 9 Desain Perpipaan	39
Gambar IV. 10 Desain Pompa.....	40
Gambar IV. 11 Blok Sistem <i>Valve</i>	40
Gambar IV.12 <i>Ball Valve</i>	41
Gambar IV. 13 Desain <i>Gate Valve Output Water Tank</i>	41
Gambar IV. 14 valve distribusi utama.....	42
Gambar IV. 15 valve distribusi kedua	42
Gambar IV. 16 Desain Pipa Pengisi	43
Gambar IV. 17 <i>Stop Valve</i>	43
Gambar IV. 18 Bak kontrol	44
Gambar IV. 19 <i>Layout</i> Bak kontrol	44
Gambar IV. 20 Lembar Validasi Desain.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Kebutuhan air penumpang bandara	6
Tabel II. 2 kebutuhan air Pengantar dan penjemput.....	7
Tabel II. 3 Kebutuhan air non domestik.....	7
Tabel II. 4 Kebutuhan air di PKP-PK.....	8
Tabel II. 5 Kebutuhan air untuk kegiatan sehari-hari.....	8
Tabel II. 6 rekapitulasi kebutuhan air.....	9
Tabel II. 7 Jurnal Yang Relevan	15
Table III. 1 Spesifikasi Alat.....	23
Table III. 2 Tabel Kriteria Jawaban Angket dengan skala likert	25
Table III. 3 Kriteria persentase tanggapan responden terhadap skor ideal	25
Table III. 4 Waktu Penelitian.....	26
Tabel IV. 1 Hasil Perhitungan Air Kondensasi.....	29

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dengan suhu rata-rata 24 hingga 35 derajat Celcius dan kelembaban rata-rata 76%, Kota Batam terletak di daerah tropis. Udara semakin panas dan terasa panas akibat perubahan iklim. Data Badan Usaha Batam tahun 2024 menunjukkan musim hujan berlangsung pada bulan November hingga April, dan musim kemarau berlangsung pada bulan Mei hingga Oktober (Samidjo & Suharso, 2017). Udara panas dapat mengganggu aktifitas manusia sehingga dibutuhkan perangkat *Air Conditioning System* yang mampu mengatasi permasalahan, khususnya diruangan pelayanan Bandar Udara.



Gambar I. 1 Bandar Udara Internasional Batam Tampak Bangunan
(Sumber : Fasilitas BIB, 2023)

Infrastruktur, peralatan, dan utilitas bandar udara semuanya dianggap sebagai bagian dari fasilitas yang digunakan untuk operasional bandar udara dan penerbangan yang di tetapkan pada PM 77 Tahun 2015 Tentang Standarisasi dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara. Salah satu peralatan mekanikal Bandar udara ialah *Air Conditioning System* yang berfungsi untuk mengatur suhu udara sekaligus kelembabannya, perkondisian suhu. Fasilitas untuk sirkulasi udara dapat menggunakan AC, kipas angin, dan ventilasi udara dengan standar PM 38 Tahun 2015 dengan suhu maksimal 27°C di terminal penumpang bekerja dengan

menyerap panas pada ruangan dan mensirkulasi udara dalam ruangan tersebut *Air Conditioning System* terdiri dari beberapa bagian, diantaranya *Chiller*, *Air Handling Unit* dan *Fan Coil Unit*. *Chiller* adalah sistem induk dari sebuah *Air Conditioning System*, karena di dalam sistem *Chiller* terdapat kompresor, kondensor, dan *valve ekspansi* (Nugraha dkk., 2021). Sistem pendingin udara, menggunakan pendingin air. "*Primary Refrigerant*" yang digunakan oleh unit *Water Chiller* adalah R134A pada unit *Cooled* dan R123 pada unit *Chiller*. Ini mendinginkan "*Refrigeran Sekunder*", yaitu air. Pompa air dingin akan mensirkulasikan air dingin ke unit koil kipas dan unit penanganan udara. (Mamat, 2023). Berdasarkan sistem dan kegunaannya, *Air Handling Unit* dan *Fan Coil Unit* adalah sama. Keduanya sama-sama mendapat suplai air dingin dari *Chiller* dan keduanya sama-sama berfungsi untuk mendinginkan ruangan.

Walaupun air limbah AC jumlahnya cukup banyak, namun seringkali dibuang melalui pipa air limbah AC ke lingkungan sekitar (Fahri dkk., 2021). Ketika sistem pendingin udara bekerja terus menerus, air kondensasi dihasilkan sebagai air limbah. Karena udara seharusnya berada di bawah titik embun, kondensasi terjadi segera setelah bersentuhan dengan koil pendingin. Udara yang mengembun terbentuk sebagai akibatnya. Udara berubah menjadi partikel embun dan kadar uap air turun saat mencapai suhu titik embun. Hal ini menurunkan suhu relatif dan menciptakan tetesan air AC (Al-Rosyid dkk, 2022).

Bandar Udara Hang Nadim Batam menyediakan 8 sistem *Air Conditioning Chiller* dan 22 sistem pembantu *Air Handling Unit* yang mampu menghasilkan udara terasa sejuk. Hasil observasi penulis melihat pada Bandar Udara Hang Nadim, air kondensasi masih terbuang percuma dan belum dimanfaatkan meskipun jumlahnya sebenarnya cukup banyak. Pada saat dilapangan, penulis pernah mengukur jumlah debit air pada pipa pembuangan *Air Handling Unit* yang langsung ke drainase, dimana debit air berjumlah lebih kurang 25.000 liter/hari. Apabila kita melihat kepada literatur sebelumnya, dimana air kondensasi AC ini dapat dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman, maka tentu hal ini dapat memangkas biaya pemeliharaan serta lebih ramah lingkungan. Limbah dan zat kimia yang ditimbulkan dari pembangunan, operasional dan perawatan Bandar Udara dan

pesawat udara sebagaimana dimaksud dalam Pasal 38, harus dikelola terlebih dahulu sebelum dibawa ke luar Bandar Udara sesuai dengan ketentuan PP Nomor 40 Tahun 2012.

Walaupun air limbah AC jumlahnya cukup banyak, namun seringkali dibuang melalui pipa air limbah AC ke lingkungan sekitar yang jadinya air kondensasi terbuang cuma-cuma (Fahri dkk., 2021). Pada penelitian (Hari dkk., 2016) menemukan bahwa air kondensasi yang keluar dari AC merupakan air murni akibat pengembunan dari udara luar kandungan pengotornya hanya berasal dari udara dan dapat dimanfaatkan biasanya air kondensasi tersebut dibuang begitu saja. Oleh karena itu, pemanfaatan sebagai air bersih untuk menyiram tanaman hias merupakan salah satu penerapan kondensasi AC (Nurhasana dkk., 2019). Menyiram tanaman dengan air limbah AC dengan menggunakan alat sensor *Water Flow* untuk mengukur jumlah air yang dibutuhkan, yang selanjutnya memicu *Real Time Clock* untuk membuka dan mengeluarkan air dari *Solenoid Valve* (keran air yang dapat dikontrol) (Nurhasana dkk, 2019). Banyaknya air kondensasi yang dihasilkan di Bandara Hang Nadim Batam sehingga bisa dimanfaatkan untuk penyiraman tanaman dan sebagai persediaan air PPKP dengan banyak air 24.300 liter kelas 9. Sehingga inovasi perencanaan penampungan air kondensasi tersebut dapat mendukung keselamatan di bandar udara serta berdampak positif bagi lingkungan sekaligus efisiensi air.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis mengangkat judul **"PERENCANAAN PENGOPTIMALISASI AIR KONDENSASI UNTUK KEBUTUHAN AIR BERSIH DI BANDAR UDARA"**. Diharapkan hasil penelitian ini dapat berkontribusi meningkatkan efisiensi dan menjadi inovasi manajemen pemeliharaan di Bandar Udara.

B. Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan dapat diidentifikasi, bagaimana merencanakan desain alat pengoptimalisasian air kondensasi AC tersebut?

C. Tujuan

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah tersebut, maka tujuan penulisan tugas akhir ini untuk membuat perencanaan desain peralatan untuk penampungan air kondensasi AC.

D. Manfaat

Manfaat dari penelitian adalah :

1. Untuk mengoptimalkan air kondensasi yang terbuang cuma-cuma tetapi bisa di manfaatkan untuk penyiraman tanaman di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam.
2. Mengurangi anggaran biaya untuk penyiraman tanaman di Bandar Udara internasional Hang Nadim Batam.
3. Memberikan kontribusi ilmu pengetahuan yang diharapkan meningkatkan keilmuan penulis, maupun pembaca Tugas Akhir ini sekaligus seluruh civitas akademika Politeknik Penerbangan Palembang dan dunia penerbangan pada umumnya.

E Batasan Masalah

Dalam konteks judul " Perencanaan Pengoptimalisasian Air Kondensasi Untuk Penyiraman Tanaman Di Bandar Udara Hang Nadim Batam", Batasan masalah agar perencanaan pembahasan dalam tugas akhir ini tidak terlalu luas dan keluar dari topik yang telah ditentukan maka penulis membatasi permasalahan untuk perencanaan alat pengoptimalisasian air kondensasi hanya sampai dengan perencanaan desain.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Bandar Udara

Bandar udara adalah suatu lokasi tertentu di darat atau di laut yang digunakan untuk sejumlah kegiatan, seperti pendaratan dan lepas landas pesawat udara, naik dan turunnya penumpang, pembongkaran muatan, dan transportasi intra dan antar moda. dilengkapi dengan fasilitas dasar dan tambahan, serta fasilitas yang berkaitan dengan keselamatan dan keamanan penerbangan (Aulia, 2021).

1. Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam

Bandar Udara yang berfungsi sebagai pintu gerbang layanan internasional disebut sebagai Bandar Udara internasional. Bandar Udara yang beroperasi secara internasional diharuskan mematuhi protokol layanan yang sama dengan industri penerbangan global. Prosedur imigrasi, bea dan cukai, karantina, dan lainnya merupakan bagian dari proses kedatangan dan keberangkatan. (Ramadhika, 2019). Koordinat Bandar Udara Hang Nadim, Bandar Udara internasional yang terletak di Pulau Batam, adalah $01^{\circ} 07' 07''$ LU $104^{\circ} 06' 50''$ BT. Landasan pacu memiliki panjang 4.025 meter dan lebar 45 meter. Nomor landasan 04 dan 22 digunakan untuk navigasi. Sebab, pesawat berbadan lebar seperti Boeing 747 dan lainnya bisa mendarat di atasnya. Apron seluas 110.541.150 meter persegi. Kapasitas *Apron Boeing 747* tujuh buah, *DC* tiga buah, *Fokker 27* tiga buah, dan seterusnya. Ketinggian *Runway 22* dari permukaan laut + 21 meter, sedangkan ketinggian *Runway 04* + 38 meter (Irawati & Shinta, 2012).

B. Manajemen Pemeliharaan Fasilitas Mekanikal Bandar Udara

Standar kompetensi personal mekanikal Bandar Udara dalam KP 22 Tahun 2015 yang mencakup kompetensi, *Air Conditioning System*, *Water Pump System* dan *Traction Equipment*. Unit mekanikal bertanggung jawab untuk melakukan perawatan, perbaikan, serta perencanaan terhadap fasilitas mekanikal di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam. Penjelasan mengenai fasilitas yang dikelola unit mekanikal adalah sebagai berikut :

1. *Traction Equipment*

Garbarata, eskalator, dan konveyor adalah contoh peralatan traksi. Peralatan traksi adalah peralatan yang mendukung infrastruktur bandar udara dan berfungsi untuk menjaga kenyamanan dan kelancaran penumpang.

2. *Water Pump System*

Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam memiliki unit pengelolaan air (bersih dan kotor) yang tugasnya mengatur dan mengelola kebutuhan air di Bandar Udara. Bagian bagian yang dikelola antara lain *sewage treatment plant* atau sistem pengolahan air limbah, sistem *plumbing*, dan juga *fire hydrant*.

3. *Air Conditioning System*

Sistem pengkondisian udara AC adalah suatu perangkat atau sistem yang dimaksudkan untuk mengatur kelembaban dan suhu udara suatu ruangan. Tergantung pada kondisi udara pada waktu tertentu, sistem dapat digunakan untuk pemanasan atau pendinginan. Pengoperasian sistem pendingin udara menghasilkan udara dingin dan uap air yang dibutuhkan tubuh agar terasa nyaman.

C. Kebutuhan Air Bersih di Bandar Udara

1. Kebutuhan air penumpang

Perhitungan kebutuhan air penumpang menurut SKEP 77,2005 adalah 20 l/orang/hari dimana 20% dari jumlah penumpang menggunakan fasilitas air bersih. Perhitungan kebutuhan air untuk penumpang seperti tertera pada Tabel II.1

Tabel II. 1 Kebutuhan air penumpang bandara

Tahap	Penumpang	Penumpang	Pengguna	Kebutuhan air	
	(tahun)	(hari)	air (20%)	l/orang/hari	Liter/hari
	(orang)	(orang)	(orang)		
1	15.000.000	41.096	82.192	20	164.384
2	20.000.000	54.795	10.959	20	219.178
3	25.000.000	68.493	13.699	20	273.973
		Total			657.534

(Sumber : BIB, 2021)

2. Kebutuhan air Pengantar dan penjemput

Perhitungan kebutuhan air untuk pengantar dan penjemput dipengaruhi oleh data rencana jumlah penumpang. Menurut SKEP 77,2005 jumlah pengantar atau penjemput tiap penumpang adalah 2 orang dan 20% dari jumlah pengantar atau penjemput menggunakan fasilitas air bersih. Perhitungan kebutuhan air untuk pengantar dan penjemput seperti tertera pada Tabel II.2.

Tabel II. 2 kebutuhan air Pengantar dan penjemput

Tahap	Penumpang	Penumpang	Pengantar	Pengguna	Kebutuhan air	
	(tahun)	(hari)	dan penjemput	air (20%)	1/orang/hari	Liter/hari
	(orang)	(orang)	(orang)	(orang)		
1	15.000.000	41.096	82.192	16.438	20	328.767
2	20.000.000	54.795	10.959	21.918	20	438.356
3	25.000.000	68.493	13.699	27.397	20	547.945
			Total			1.315.068

(Sumber : BIB, 2021)

3. Pemadam kebakaran

Jumlah air yang disediakan untuk fasilitas pemadam kebakaran/hidran mengacu pada Tabel 5 yaitu diambil sebesar 5% dari kebutuhan air total.

Tabel II. 3 Kebutuhan air non domestik

Sektor	Nilai
Lapangan Terbang	10 Liter/detik
Pelabuhan	50 Liter/detik
Stasiun KA-Terminal Bus	1.200 Liter/detik
Kawasan Industri	90 Liter/detik
Hidran Kebakaran	5% Keb. Domestik
Kebocoran	20% Keb Domestik

(sumber : Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya PU Tahun 2000 & SNI 2002)

Volume kebutuhan air hidran pada tahap 3 sebesar 124.031 l/hari atau 1,44 l/dt.

4. Kebutuhan air di PKP-PK

Kebutuhan air yang harus disediakan pada gedung PKP-PK diambil dari katagori kelas 9 dari PKP-PK. Kebutuhan minimum yang wajib disediakan dalam PKP-PK di Bandar Udara sebagaimana table berikut :

Tabel II. 4 Kebutuhan air di PKP-PK

Katagori PKP-PK	Kinerja campuran <i>Foam</i> Mutu B		Kinerja campuran <i>Foam</i> Mutu C		Pemadam Pelengkap	
	Kebutuhan air (liter)	Rata-rata pancaran (liter/menit)	Kebutuhan air untuk memproduksi busa (liter)	Rata-rata pancaran (liter/menit)	<i>Dry chemical powder</i> (kg)	<i>Discharge Rate</i> (kg/detik)
1	230	230	160	160	145	2,25
2	670	550	460	360	190	2,25
3	1,200	900	820	630	135	2,25
3	2,400	1,800	1700	1100	135	2,25
5	5,400	3000	3900	2200	180	2,25
6	7,900	4,00	5800	2900	225	2,25
7	12,100	5,300	8800	3800	225	2,25
8	18,200	7.200	12800	5100	450	4,5
9	24.300	9,000	17100	6300	450	4,5
10	32.300	11,200	22800	7900	450	4,5

(sumber : PR 30 Tahun 2022)

5. Masjid dan Mushola

Kebutuhan air untuk fasilitas ibadah ini berkaitan dengan jumlah peningkatan penumpang dan karyawan. Untuk kebutuhan air masjid dan mushola diambil persentase sebesar 10% (Tabel 8) dari kebutuhan air total area tidak disewakan yaitu sebesar 1,25 l/dt untuk kebutuhan bandara pada tahap 3, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada rekapitulasi kebutuhan air yang tercantum pada Tabel II. 5.

Tabel II. 5 Kebutuhan air untuk kegiatan sehari-hari

Kegunaan	Kebutuhan air % total
Minum dan memasak	5
Wudhu	5 - 15
Bersih-bersih	3,5
Cuci pakaian	15
Mandi, buang air (WC)	60
Lain-lain	0- 12,5
Total	100%

(SUMBER : BIB, 2022)

Rekapitulasi Kebutuhan Air

Nilai kebutuhan air tiap aspek dirangkum dalam Tabel II.6 dibawah ini. Nilai kebutuhan yang harus disediakan adalah sebesar 1.123.615 liter/hari atau 13,00 m³ /dt. Nilai tersebut diambil dari Tabel II.6, kolom tahap 3.

Tabel II. 6 rekapitulasi kebutuhan air

Item	Tahap 3	
	l/hari	l/dt
Penumpang	273.973	3,17
Pengantar/penjemput	547.945	6,35
Pkppk	24.300	0,29
Taman dan tanaman	5000	0,05
Total sub 1	851.218	9,85
Masjid dan musholla (10% sub 1)	85.128	0,9
Total sub 2	936.346	10,83
Kebocoran (20% dari total sub 2)	187.269	2,16
Total kebutuhan air	1.123.615	13,00

(Sumber : BIB, 2021)

D. Air Conditioning Chiller

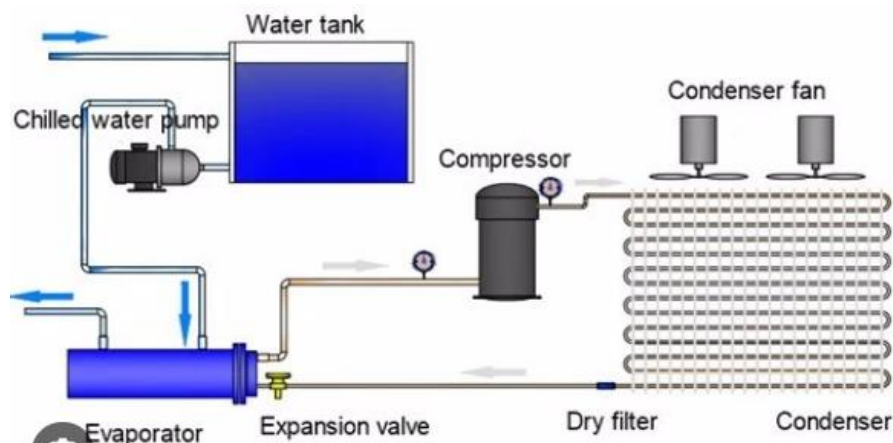


Gambar II. 1 AC Chiller

(Sumber : BIB, 2023)

Teknik pengelolaan udara untuk mengatur suhu, kelembapan, distribusi, dan kebersihan secara bersamaan guna menciptakan keadaan yang ideal dikenal dengan istilah pengkondisian udara. Dengan menggunakan AC, masyarakat dapat mengatur kelembapan dan suhu sesuai keinginannya, sehingga menghasilkan AC yang nyaman (Rasta, 2007). Unit pendingin udara jenis ini biasa disebut dengan AC di

masyarakat salah satu jenisnya adalah AC jenis *Water Chiller*. Kompresor menekan uap *refrigeran* yang bertekanan tinggi ke kondensor, di kondensor terjadi pembuangan kalor, di sistem ini yang di gunakan adalah air cool kondensor, kalor dibuang dengan menggunakan fan motor, di kondensor *refrigeran* mengembuang dan kemudian berubah menjadi *refrigeran* cair yang kemudian mengalir ke *filter dryer* berfungsi menyaring dari partiker-partiker agar bebas dari kotoran yang terbawa oleh *refrigeran* cair sehingga *refrigeran* yang meninggalkan *filter* benar-benar bersih dari kotoran serta kering dari lalu di kirim ke *expansi* lalu *expansi* mengexpansikan cairan *refrigeran* ke *evaporator* atau *cooler*, terdapat dua ruangan *refrigerant* dan air *refrigerant* yang ada di dalam *cooler* kemudian menguap dan terjadi proses pengambilan calor *refeigrant* dari sekeliling rungan sehingga air menjadi dingin, uap *refrigerant* akan kembali dihisap oleh kompresor malalui pipa saksen, sedangkan air yang telah dingin di *cooler* dikirim ke *Air Handling Unit* menggunakan pompa cil water pump atau *chwp coil* yang berisi air dingin dihembuskan oleh *blower* ke ruangan-ruangan yang akan dikondisikan melalui ducting, udara dingin yang telah bertiup ke dalam ruangan akan kembali ke *Air Handling Unit* untuk di kembalikan ke cooler, suhu air masuk ke *Air Handling Unit* yang diizinkan antara 7°C - 7°C sementara suhu yang keluar dari *Air Handling Unit* berkisar antara 10°C - 12°C yang terus bersikulasi (Martadinata et al., 2024).



Gambar II. 2 Cara Kerja AC
(Sumber: Google)

1. *Compressor*

Compressor adalah komponen pertama yang harus diperhatikan. Tugasnya adalah memampatkan *refrigeran* dalam sistem dan menggerakkan aliran

pendingin melalui sistem. Memilih *Compressor* yang tepat dapat mempengaruhi efisiensi dan kinerja keseluruhan sistem chiller.

2. *Condenser Fan*

Condenser Fan adalah komponen kedua yang bertanggung jawab untuk mengubah gas panas dari kompresor menjadi cairan dengan mentransfer panas ke lingkungan sekitarnya atau sistem air pendingin.

3. *Evaporator*

Evaporator adalah komponen ketiga yang bertanggung jawab untuk menyerap panas dari ruangan atau proses yang membutuhkan pendinginan dengan menggunakan refrigeran sebagai agen pendingin. Bagian ini memiliki beberapa jenis, seperti *direct expansion*, *flooded*, dan *shell and tube*. Memilih jenis evaporator yang tepat akan mempengaruhi efisiensi dan kinerja sistem chiller.

4. *Expansion Valve*

Expansion Valve adalah komponen yang mengontrol jumlah refrigeran yang memasuki evaporator dan memastikan bahwa suhu dan tekanan refrigeran di evaporator tetap pada tingkat yang optimal. Memilih katup ekspansi yang tepat dapat memastikan kinerja sistem chiller yang stabil.

5. *Dry Filter*

Dry Filter untuk memfilter *refrigerant* dari kotoran-kotoran atau partikel-partikel kasar.

6. *Chilled water pump*

Pompa sirkulasi air dingin (*Chilled Water Pump*) Pompa ini berfungsi mensirkulasikan air dingin dari Chiller ke Koil pendingin AHU / FCU.

E. Air Handling Unit

Air Handling Unit (AHU) merupakan alat pendistribusi udara yang telah dikondisikan dari sumber dingin ataupun panas ke ruang yang akan dikondisikan. AHU adalah komponen penukar kalor dimana air dingin hasil pendinginan oleh evaporator disirkulasikan ke coil yang ada pada AHU, kemudian udara dinginnya di sirkulasikan oleh *blower* dan didistribusikan ke ruangan melalui ducting.



Gambar II. 3 *Air Handling Unit*

(Sumber : BIB, 2023)

F. Proses Terjadinya Air Kondensasi

Bagian outdoor AC biasanya berupa unit yang terdiri dari dua komponen penting, yaitu kompresor dan kondensor AC. Motor pada *compressor* AC adalah sebuah pompa yang menghisap gas *refrigeran* yang bertekanan rendah dan memampatkan gas tersebut menjadi gas bertekanan tinggi dan bersuhu tinggi. Piston secara tipikal bergerak naik dan turun di dalam sebuah silinder didalam motor kompresor AC, menghisap gas *refrigeran* atau *freon* AC pada saat piston turun dan memampatkan gas *refrigerant* yaitu pada saat piston bergerak naik. Gas *refrigeran* AC pada tekanan dan temperatur tinggi kemudian meninggalkan kompresor AC (pemampatan gas akan menyebabkan naiknya temperatur) dan masuk ke kondensor AC dimana gas didinginkan menjadi bentuk cair. Selain mengandung panas dari proses pemampatan gas oleh *compressor* motor, panas juga berasal dari penyerapan oleh *refrigeran* di *evaporator* (panas yang berasal udara di dalam gedung/ruangan). Panas yang terbentuk dari proses ini dihembuskan keluar oleh kipas melewati koil kondensor AC. *Refrigeran* cair kemudian kembali ke unit indoor. Pada prinsipnya, sistem *refrigerasi* bergantung pada dua macam perubahan bentuk *refrigeran*, yaitu perubahan dari bentuk gas ke cair dan sebaliknya, perubahan bentuk cair ke gas. Perubahan bentuk *refrigeran* inilah yang memindahkan panas dari dalam ruangan keluar ruangan dengan cara menyerap panas selama proses *evaporasi* (didalam *evaporator coil*) dan melepaskan panas selama proses kondensasi (didalam kondensor AC). Adanya tekanan akan menaikkan titik penguapan *refrigeran* (perubahan bentuk cair menjadi gas) atau titik kondensasi *refrigeran* (perubahan

bentuk dari gas ke cair). Pada sistem *air conditioner*, titik kondensasi merupakan suhu diatas suhu lingkungan (jika yang dipakai untuk mendinginkan condenser coil adalah udara), jika tidak maka kondensasi gas *refrigeran* menjadi bentuk cair tidak akan terjadi.

G. Klasifikasi Mutu Air

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Peraturan Pemerintah Tahun, 2001). Tepatnya pada Klasifikasi Mutu Air yang terdapat 4 kelas:

1. Air yang ditetapkan kelas I dapat dipergunakan untuk keperluan lain yang memerlukan kualitas air yang sama dengan air minum mentah atau untuk keperluan lain.
2. Air yang diklasifikasikan sebagai Kelas II berkaitan dengan potensi penerapannya seperti irigasi tanaman, budidaya ikan air tawar, perawatan hewan, pembangunan infrastruktur untuk rekreasi air, dan keperluan lain yang memerlukan kualitas air yang sama.
3. Air yang tergolong kelas III cocok untuk membudiyakan tanaman, beternak, memelihara ikan air tawar, dan/atau keperluan lain yang memerlukan kualitas air yang sama.
4. Air kelas IV adalah air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

H. Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup

Kualitas air adalah pengukuran keadaan air pada lokasi dan waktu tertentu yang dilakukan dengan menggunakan kriteria dan teknik tertentu sesuai dengan persyaratan hukum (Sari & Wijaya, 2019). Menurut PP No 22 Tahun 2021, apabila makhluk hidup, material, energi, dan komponen lainnya dimasukkan ke dalam air melalui aktivitas manusia hingga melebihi baku mutu air, hal ini disebut pencemaran air. Batasan atau jumlah bahan kimia, energi, atau komponen lain yang harus ada serta unsur pencemar yang diperbolehkan ada dalam air diukur dengan baku mutu air. Air sisa setelah proses suatu kegiatan disebut air limbah. Badan air

adalah kumpulan air buatan atau alami yang mempunyai sifat hidrologi, fisika, kimia, dan biologi yang terkandung dalam suatu wadah.

I. Water Tank

Water tank atau bisa disebut dengan penampungan air, bak penampungan air adalah sebuah struktur atau wadah yang dirancang khusus untuk menyimpan air dalam jumlah besar. Bentuk dan ukurannya bervariasi tergantung pada kebutuhan penggunaannya, mulai dari tangki kecil di rumah tangga hingga bak besar di industri atau komunitas (Zuliarti & Saptomo, 2021). Umumnya, bak penampungan air terbuat dari bahan yang kuat dan tahan terhadap korosi, seperti beton, baja, atau plastik berlapis tahan UV. Desainnya didasarkan pada prinsip menjaga kualitas air tetap terjaga dengan baik dan mencegah kerusakan atau pencemaran. Beberapa bak penampungan air dilengkapi dengan sistem filtrasi atau pemurnian air untuk memastikan air yang disimpan tetap bersih dan aman untuk digunakan (Aswad, 2021).

Fungsinya sangat vital dalam menyediakan pasokan air bersih untuk berbagai keperluan, seperti untuk pemakaian sehari-hari di rumah, irigasi pertanian, atau kebutuhan industri. Bak penampungan air juga berperan penting dalam mengatasi masalah kekeringan atau kekurangan air di daerah-daerah tertentu dengan menyimpan air hujan atau air dari sumber alami lainnya. Selain itu, bak penampungan air dapat dirancang dengan sistem pengaturan tekanan atau pengaturan suhu untuk memenuhi persyaratan khusus, seperti dalam sistem penyediaan air untuk gedung bertingkat atau proses produksi industri yang sensitif terhadap kualitas air. Dengan demikian, bak penampungan air tidak hanya sebagai wadah penyimpanan, tetapi juga merupakan bagian integral dari infrastruktur untuk memastikan ketersediaan air yang cukup, efisien, dan terjamin bagi masyarakat dan lingkungan.

J. Bak Kontrol

Bak kontrol berfungsi sebagai titik masuk yang berguna untuk membersihkan saluran air dan merupakan bagian penting dari sistem untuk menentukan apakah saluran air tersumbat oleh sampah. Bak kontrol ini mempunyai arti penting. Berfungsi sebagai portal pemeriksaan kebersihan dan penyumbatan jalur air. Untuk segera mengidentifikasi dan mengatasi hambatan apa pun yang mungkin timbul.

Bak kontrol merupakan suatu struktur bantu yang berfungsi sebagai pengumpul sedimen pada saluran. Untuk menjaga kebersihan air kondensasi sebelum ditampung pada tangki air, maka tujuan dari penelitian ini adalah membuat tangki kendali dengan menggunakan beton bertulang sebagai solusinya.

K. Pompa

Pompa adalah alat yang memindahkan cairan melalui suatu material dengan memberikan energi gerak pada cairan tersebut, yang mengubah energi mekanik menjadi energi kinetik. Ketinggian, tekanan, atau kecepatan semuanya dapat ditingkatkan dengan menggunakan energi mekanik pompa (Harahap & Fakhrudin, 2018). Secara umum, motor, mesin, atau perangkat serupa menggerakkan pompa. Jenis, ukuran, dan bahan yang digunakan untuk membuat pompa bervariasi karena banyak kriteria, seperti jenis dan volume fluida, tinggi dan jarak pengangkutan fluida, tekanan yang dibutuhkan, dan banyak lagi. Terdapat perbedaan tekanan antara bagian hisap dan pelepasan karena prinsip pengoperasian pompa yang melekat.

Di pabrik dan lingkungan industri lainnya, memindahkan bahan makanan dari satu tempat ke tempat lain atau dari satu ruang penyimpanan ke ruang penyimpanan lainnya adalah hal biasa. Membawa bahan yang akan diolah dari sumber aslinya mungkin juga menjadi tujuan pemindahan ini. Dalam semua kasus lainnya, menaikkan atau memindahkan fluida akan memerlukan usaha dalam hal ini, pompa adalah instrumen terbaik. Fluida yang lebih tinggi secara alami akan mengalir ke tingkat yang lebih rendah.

L. Jurnal Yang Relevan

Tabel II. 7 Jurnal Yang Relevan

No	Nama	hasil	Persamaan	Perbedaan
1	Malla (2022)	Pengaruh pemberian media tanam air AC dan air PDAM menggunakan teknik <i>Deep Flow Technique</i> sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman 15 onto <i>Brassica oleracea</i> var.	Media air ac untuk tanaman	Pengaruh media air AC dan air pdam terhadap pertumbuhan tanaman

- Alboglabra* seperti, tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, tekstur akar, kandungan *klorofil* dan konsentrasi nutrisi.
- 2 Djamaluddin (2018) Kualitas air buangan *Air Conditioner* berdasarkan Permenkes RI No. 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air Keperluan Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum pemeriksaan secara fisik spesifikasi *Air Conditioner* Pemanfaatan air kondensasi AC Pemanfaatan air kondensasi untuk air bersih dan air penyiram tanaman
- 3 Minarni, Jati, Desmaiani (2023) Pengujian pendahuluan menunjukkan bahwa pembuangan AC yang dihasilkan memiliki kualitas yang memuaskan. Dengan menggunakan metode adsorpsi arang aktif dan perencanaan pengolahan dengan kriteria desain unit pengolahan yaitu tangki penampung sebagai tempat pengolahan dan pelindung, maka rencana penggunaan udara buangan AC dapat dimanfaatkan untuk kegiatan mencuci dan toilet. Mengetahui kebutuhan kuantitas, dan kualitas air siram tanaman Pemanfaatan air kondensasi ac untuk air siram wc dan tanaman
- 4 Munawarah (2022) Air yang jernih membantu tanaman pakcoy tumbuh subur dengan menggunakan media tanam air AC, sehingga menghasilkan daun Respon pertumbuhan tanaman menggunakan media tanam air buang ac menggunakan media tanam air PDAM dan air buang ac

yang lebih hijau, segar,
dan kecil
kemungkinannya
untuk layu. Sedangkan
daun menguning, layu,
dan kering jika
menggunakan air
PDAM sebagai media
tanam karena airnya
keruh dan tidak bersih.