

# BAB1-5.docx

*by* Oscar Garcia

---

**Submission date:** 21-Jul-2024 05:28AM (UTC-0700)

**Submission ID:** 2419982813

**File name:** BAB1-5.docx (6.85M)

**Word count:** 7656

**Character count:** 45877

# 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 : Dokumentasi Pribadi, 2023)

Infrastruktur, peralatan, dan utilitas bandar udara semuanya dianggap sebagai bagian dari fasilitas yang digunakan untuk operasional bandar udara dan penerbangan yang ditetapkan 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, bekerja dengan menyerap panas pada ruangan dan mensirkulasi udara dalam ruangan tersebut (Ikhsan & Witantyo, 2012).

*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). System 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.

Pada penelitian (Hari dkk., 2016) menemukan bahwa air 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, 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 dan air cuci kendaraan. Sehingga inovasi perencanaan penampungan air kondensasi tersebut dapat berdampak positif bagi lingkungan sekaligus efisiensi air.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis mengangkat judul **”PERENCANAAN PENGOPTIMALISASI AIR KONDENSASI UNTUK PENYIRAMAN TANAMAN DI BANDAR UDARA INTERNASIONAL HANG NADIM BATAM”**. 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 dirumuskan, 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*.

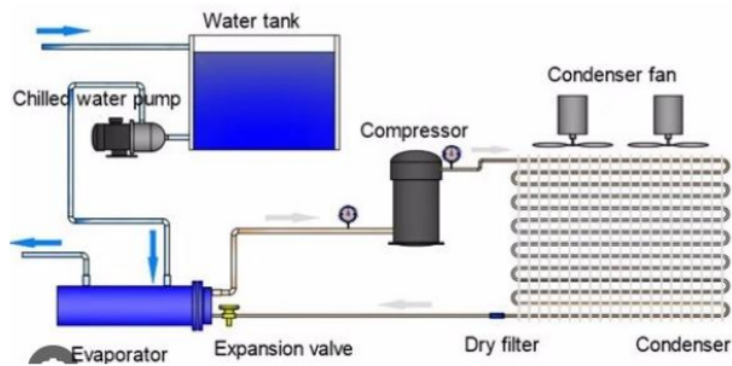
### 3. *Air Conditioning System*

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. *Air Conditioning System***

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 ruangan sehingga air menjadi dingin, uap *refrigerant* akan kembali dihisap oleh kompresor melalui 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. 1** Cara Kerja AC

Air kondensasi yang dihasilkan oleh sistem pendingin ruangan AC di Bandar Udara dapat dimanfaatkan dengan baik. Air limbah adalah limbah yang dihasilkan AC. Udara panas yang diserap dari suatu lokasi kemudian dibuang ke lokasi lain melalui penguapan dan kondensasi merupakan sumber air limbah AC. Karena suhunya yang rendah dan kandungan mineralnya yang rendah, air AC hampir sepenuhnya bebas dari zat-zat yang dapat menyebabkan pengendapan. Oleh karena itu, air limbah AC lebih bersih dibandingkan air hujan (Malla, 2022).

#### **D. Klasifikasi Mutu Air**

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (Peraturan

Permerintah Tahun, 2001). Tepatnya pada <sup>54</sup> **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, <sup>18</sup> 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.

#### <sup>29</sup> **E. 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 <sup>35</sup> makhluk hidup, material, energi, dan komponen lainnya dimasukkan ke dalam air melalui aktivitas manusia hingga <sup>35</sup> melebihi baku mutu air, hal ini disebut <sup>10</sup> 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.

#### **F. 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.

### **G. 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 & Fakhruddin, 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.

#### H. Jurnal Yang Relevan

**Tabel II. 1** Jurnal Yang Relevan

No	Nama	hasil	Persamaan	Perbedaan
1	Al-Rosyid, Latifa, Dwi & Naufal (2022)	Berdasarkan hasil evaluasi kualitas udara yang dihasilkan boiler AC dengan spesifikasi spesifik AC 1 PK, diperoleh hasil evaluasi parameter fisik dan mikrobiologi yang memenuhi persyaratan yang ditentukan dalam Peraturan Nomor 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air Butuh Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Amanat Universal.	Pemanfaatan Sistem Penyaringan Air Buangan Air Conditioning Sebagai Suplai Pengairan Pada Tanaman	System AC split dan system AC central
2	Nurhasana, Eky, Hermansyah, Lely (2019)	Pada penelitian ini berhasil dilakukan penyiraman otomatis berbasis <i>Internet of Things</i> dengan memanfaatkan air AC dengan batas nilai kelembaban basah < 50 %, lembab 25% -	Pemanfaatan Air Buang ac untuk tanaman	Pemanfaatan Air Buangan Ac Untuk Tanaman Hias Berbasis <i>Internet Of Things</i>

- 49% dan kering 0 – 24%.
- |   |                                 |   |  |   |
|---|---------------------------------|---|--|---|
| 3 | Malla (2022)                    | <p><sup>6</sup> Pengaruh pemberian media tanam air AC dan air PDAM menggunakan teknik <i>Deep Flow Technique</i> sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman <i>11</i> onto <i>Brassica oleracea</i> var. <i>Alboglabra</i> seperti, tinggi tanaman, jumlah daun, berat basah, tekstur akar, kandungan <i>klorofil</i> dan konsentrasi nutrisi.</p> | Media air ac untuk tanaman                                     | <p><sup>6</sup> Pengaruh media air AC dan air pdam terhadap pertumbuhan tanaman</p> |
| 4 | Djamaluddin (2018)              | <p>Kualitas air buangan <i>Air Conditioner</i> 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 <i>Air Conditioner</i></p>   | Pemanfaatan air kondensasi AC                                  | <p>Pemanfaatan air kondensasi untuk air bersih dan air penyiram tanaman</p>         |
| 5 | Minarni, Jati, Desmaiani (2023) | <p>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</p>   | Mengetahui kebutuhan kuantitas, dan kualitas air siram tanaman | <p>Pemanfaatan air kondensasi ac untuk air siram wc dan tanaman</p>                 |



- tangki penampung sebagai tempat pengolahan dan pelindung, maka rencana penggunaan udara buangan AC dapat dimanfaatkan untuk kegiatan mencuci dan toilet.
- 6 Samik & Sanjaya (2017) Penelitian ini berhasil mengetahui kualitas air buangan AC yang terdapat di jurusan kimia UNESA sebelum dan setelah melewati kolom yang berisi RPK dan RPA. Mengetahui kualitas air buang ac Pemanfaatan air buang ac untuk pengganti akuades dan penyiram tanaman
- 7 Munawarah (2022) Air yang jernih membantu tanaman pakcoy tumbuh subur dengan menggunakan media tanam air AC, sehingga menghasilkan daun 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. Respon pertumbuhan tanaman menggunakan media tanam air buang ac menggunakan media tanam air PDAM dan air buang ac
- 8 Siti (2023) Kualitas air kondensat AC parameter TDS, kekeruhan, suhu, warna, bau, *pH*, dan *Nitrat* masih memenuhi baku mutu Permekes Nomor 2 Tahun 2023 sedangkan parameter besi, mangan dan total *coliform* pada semua sampel belum Pengujian Kualitas Air Kondensat *Air Conditioner* di Gedung Arsitektur ITENAS Sebagai Alternatif Pemanfaatan Sumber Air Bersih Pengujian kualitas air kondensat ac di gedung Arsitektur ITENAS Sebagai Alternatif sumber air bersih dan Bandar Udara Internasional

		memenuhi baku mutu yang ditetapkan.		Hang Nadim Batam sebagai penyiraman tanaman
9	I Made Rasta (2007)	<p>19</p> <p>Laju aliran volume air pendingin berpengaruh terhadap <i>Number of Transfer Unit</i> dari 13 onto AC <i>water chiller</i>. Semakin besar laju aliran volume maka NTU juga mengalami peningkatan</p>	Membahas sitem kerja <i>Ac central</i>	<i>System</i> kerja <i>Ac central</i> dan air kondensasi <i>Ac central</i>
10	Zuliarti, Saptomo (2021)	Volume ketersediaan rata-rata air hujan yang dapat ditampung pada bak penampungan air hujan sebesar 155,31 liter/hari. Faktor kehilangan air akibat limpasan sebesar 20%. Kapasitas bak penampungan air hujan yang digunakan adalah 330 liter dengan kapasitas debit filter yang masuk sebesar 0,047 liter/detik.	Perencanaan penampungan air	Perencanaan penampungan air ujan dan air kondensasi AC
11	Akbar & Nuklirullah (2022)	Berdasarkan hasil perencanaan didapatkan kapasitas reservoir rencana sebesar 216 m <sup>3</sup> dengan detail untuk panjang 12 m, lebar 6 m dan tinggi reservoir sebesar 3,5 m.	Perencanaan bak penampungan	Perencanaan bak penampungan dengan matrial beton
12	Putro (2010)	Hasil pengukuran dibandingkan dengan spesifikasi keluaran pabrik adalah sebagai berikut: spesifikasi	Kinerja pompa sentrifugal	Perbedaan kinerja pompa sentrifugal dengan pompa keluaran pabrik

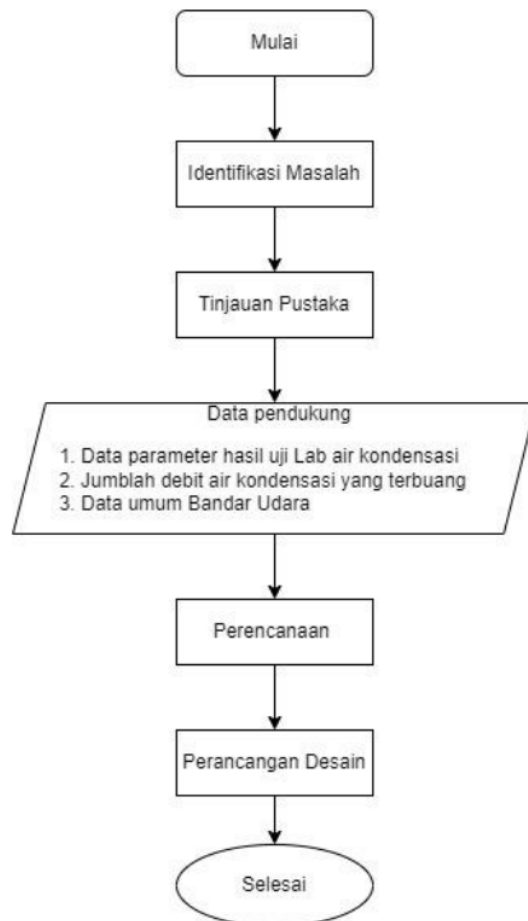
- 2 pompa yang diuji menunjukkan head berturut-turut 16 m, 11 m dan 9 m; debit berturut-turut 105 m<sup>3</sup>/jam, 105 m<sup>3</sup>/jam dan 150 m<sup>3</sup>/jam; efisiensi berturut-turut 95%, 70% dan 95%. Pengujian kinerja pompa dengan metode kontrol inventer menunjukkan head sebesar 15,4 m (diffuser), 11,45 m (rumah keong) dan 9,7 m (pompa turbin). Debit masing-masing sebesar 103 m<sup>3</sup>/jam, 108 m<sup>3</sup>/jam dan 171 m<sup>3</sup>/jam. Efisiensi masing-masing sebesar 98%, 69,5% dan 97,5%. Hasil pengukuran sesuai dengan persamaan debit (seperti ditunjukkan dalam Persamaan (2)), dimana debit dipengaruhi oleh luasan pipa dan orifice.
- 13 Harahap & Fakhruddin (2018)
- Dari uraian-uraian dan perhitungan pada bab-bab sebelumnya, untuk perencanaan pompa sentrifugal kapasitas 0,25m<sup>3</sup>/s pada kawasan industri karawang, Berdasarkan kapasitas pompa di titik 0 maka head pompa berada pada nilai tertinggi, pada saat kapasitas
- Perancangan pompa sentrifugal
- 1 Perancangan pompa sentrifugal untuk *Water Treatment Plant*

14 Saksono (2011)	<p>1 semakin besar maka head akan mengalami penurunan dan daya cepat naik, dan apabila kapasitas semakin atau melewati kapasitas standar maka efisiensi berada pada titik tertinggi dan akan mengalami penurunan.</p> <p>Dari penelitian yang dilakukan pada Instalasi Pengolahan Air (IPA) kampung Damai Balikpapan dapat kesimpulan sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Terjadi penurunan nilai efisiensi dari berbagai jenis merk pompa tidak sama yaitu untuk pompa nomor 1,2 dan 3 sebesar 0,17 per tahun. Sedangkan untuk pompa nomor 4 sebesar 1,24 per tahun.</li><li>2. Penurunan nilai efisiensi ini dipengaruhi diantaranya oleh kualitas material pompa, perawatan selama operasi dan pemasangan instalasi.</li></ol>	Efisiensi kegunaan pompa sentrifugal	Analisis efisiensi pompa sentrifugal
-------------------	---	--------------------------------------	--------------------------------------

## BAB III METODE PENELITIAN

### A. Kerangka Penelitian

Sebagai pedoman penulisan dalam melakukan penelitian, penulis membuat bagan proses untuk memudahkan memahami dalam melakukan penelitian. Berikut bagan proses perencanaan pengoptimalisasi air kondensasi, untuk penyiraman tanaman di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam.



**Gambar III. 1** Kerangka Penelitian

Bagan ini adalah representasi dari proses penelitian atau perencanaan proyek yang dimulai dengan identifikasi masalah, dilanjutkan dengan tinjauan pustaka, pengumpulan data pendukung, dan akhirnya perumusan solusi serta perencanaan alat yang tepat. Tahap identifikasi masalah adalah saat penulis mengidentifikasi dan merumuskan masalah berupa air limbah kondensasi. Hal ini melibatkan analisis situasi, pengamatan, atau kajian lapangan untuk memahami akar masalah secara mendalam, langkah berikutnya adalah melakukan tinjauan pustaka, di mana para peneliti mencari dan menganalisis literatur, jurnal ilmiah, dan sumber-sumber lain yang relevan dengan masalah yang diidentifikasi. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk memahami konteks masalah, melihat solusi yang telah diusulkan atau diterapkan sebelumnya, dan mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang pengoptimalisasian air kondensasi tersebut.

Setelah itu, tahap selanjutnya adalah pengumpulan data pendukung. Ini mungkin melibatkan pengumpulan data melalui survei, atau pengamatan. tentang kuantitas dan kualitas dari subjek tersebut. Setelah data terkumpul, langkah terakhir adalah merumuskan solusi dan perencanaan alat. Ini melibatkan penggunaan informasi yang ditemukan selama tinjauan pustaka dan pengumpulan data untuk merancang solusi yang sesuai dengan masalah yang dihadapi, serta merencanakan alat atau metode yang diperlukan untuk menerapkan solusi tersebut secara efektif. Secara keseluruhan, bagan ini membantu memvisualisasikan langkah-langkah yang diperlukan dalam proses penelitian atau perencanaan proyek, mulai dari identifikasi masalah hingga merumuskan solusi yang dapat diimplementasikan.

## **B. Jenis Penelitian**

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan model pengembangan metode *Research and Development* (R&D) yang merupakan suatu metode penelitian untuk menghasilkan suatu produk dan kemudian diuji keefektifan produk tersebut. Penelitian Thiagarajan mengembangkan model 4D pada metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) dalam bidang perencanaan pengembangan. Terdapat 4 tahapan dalam model 4D yaitu tahap pertama

Pendefinisian (*define*), tahap kedua Perencanaan (*design*), tahap ketiga Pengembangan (*develop*), dan tahap keempat Penyebaran (*disseminate*).



**Gambar III. 2** Langkah-langkah penggunaan Metode 4D

(Sumber : Sugiono, 2017)

### C. Prosedur Pengembangan

Tahapan-tahapan penelitian pengembangan (R&D) ini mengarah pada model 4D yang disederhanakan hanya sampai pada model 2D (Rusli, 2014) yaitu:

#### 1. Tahap Pendefinisian (*define*)

Tujuan dari tahap definisi, juga dikenal sebagai analisis persyaratan, adalah untuk mengidentifikasi produk dan standarnya serta persyaratan untuk pengembangan. Selama fase definisi, tugas analisis kebutuhan diselesaikan, seperti analisis *front-end* (Analisis Awal-Akhir),

##### A. *Front-end Analysis* (Analisis Awal-Akhir)

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menemukan suatu masalah yang ada dalam proses terbuangnya air kondensasi AC di Bandar Udara.

##### B. *Subject Analysis* (Analisa air kondensasi)

Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi karakteristik air kondensasi AC dalam pengoptimalisasian. Pada penelitian ini sasarannya adalah air kondensasi.

##### C. *Quantity Analysis* (analisis kuantitas)

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui berapa banyak air kondensasi yang ada dan yang dibutuhkan untuk penyiraman tanaman.

#### D. *Formulation of the problem* (Perumusan tujuan masalah)

Setelah dilakukan beberapa analisis selanjutnya berdasarkan permasalahan yang ditemukan saat observasi.

#### 2. Tahap Perencanaan (*Design*)

Tujuan dari langkah yang merupakan kelanjutan dari tahap penentuan ini adalah untuk membuat rencana produk. Pada titik ini, pengerjaan produk pertama, sistem perpipaan kondensasi udara untuk arah drainase, dimulai. Setelah tahap pendefinisian teruai peneliti membuat rancangan produk berupa penampungan air kondensasi yang bisa di distribusikan dengan baik. Rancangan produk yang akan dibuat hanya sebatas desain perencanaan yang dimana desain akan hanya dibuat dengan meneruskan dari sistem sebelumnya sampai dengan tahap distribusi siap untuk dimanfaatkan. Rancangan ini telah disesuaikan dengan kebutuhan penyiraman tanaman sebelumnya di Bandar Udara.

#### 3. Tahap validasi

Dalam kegiatan ini dilakukan evaluasi oleh dosen ahli media dan ahli materi. Saran dan masukan yang diberikan bertujuan untuk memperbaiki rancangan desain produk. Dalam konteks pengembangan permasalahan, pemanfaatan air kondensasi dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- A. Validasi produk oleh ahli media dan ahli materi. Dari proses validasi ini berfungsi untuk memberikan evaluasi dan penilaian terhadap produk media pengoptimalisasian air kondensasi untuk penyiraman tanaman sehingga dapat diketahui layak atau tidak.
- B. Revisi berdasarkan masukan didapatkan dari hasil validasi yang nantinya akan digunakan sebagai landasan peneliti dalam memperbaiki kekurangan.
- C. tahap akhir berupa desain produk yang telah melewati proses validasi dan telah revisi sesuai dengan apa yang disarankan oleh ahli media dan ahli materi.

#### **D. Teknik Pengumpulan Data**

Dalam permasalahan yang terjadi, maka penelitian memerlukan data pendukung untuk membuat rancangan alat yang menjadi solusi permasalahan yang telah



ditemukan. Adapun tahap pelaksanaan dalam melakukan analisis data berupa Observasi peneliti. Pengumpulan data secara observasi partisipatif melibatkan penulis langsung dalam kegiatan pemeliharaan *Air Handling Unit* pada *AC Chiller* yang didampingi dengan supervisor Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam pada saat peneliti melakukan *On The Job Training*. Penulis melakukan pengamatan dan ikut melakukan pemeliharaan *Air Handling Unit* pada *AC Chiller* untuk mengetahui kejadian yang sebenarnya untuk mendapatkan pokok permasalahan dan pengembangan inovasi dalam pengoptimalisasian air kondensasi.



**Gambar III. 3** Observasi Partisipatif Lapangan  
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

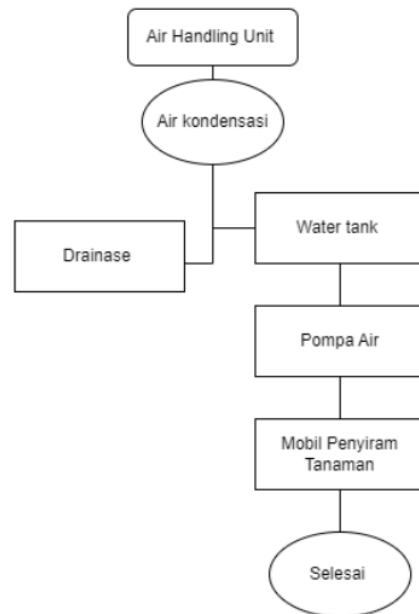
Pada kegiatan observasi lapangan peneliti didampingi tim pemeliharaan *AC Chiller* mendapatkan data dari pengukuran debit air kondensasi yang ada menggunakan gelas ukur dan timer yang menghasilkan data observasi sebagai penunjang dari pengumpulan data.

### **E. Desain Produk**

Dalam pengambilan solusi setelah menganalisis permasalahan yang telah melewati beberapa tahapan penulis membuat perancangan alat untuk penampungan air kondensasi sampai dengan pemanfaatan untuk penyiraman tanaman.

#### **1. Cara Kerja Alat**

Pada dasarnya cara kerja dari alat untuk menampung air kondensasi ke water tank melalui pipa-pipa hanya dengan mengandalkan gaya gravitasi sampai digunakanya untuk penyiraman tanaman dengan di bantu pompa untuk mengalir mengisi mobil penyiramana tanaman dan mendistribusikan kebutuhan di Bandar Udara.



**Gambar IV. 4** Flowchart Water Tank

## 2. Spesifikasi Alat

**Table III. 1** Spesifikasi Alat

No	Nama barang	Speksifikasi	Jumlah
1	Water tank kapasitas 50.000L	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Material:</b> Polyethylene (PE) atau fiberglass</li> <li>• <b>Kapasitas:</b> 50.000 liter</li> <li>• <b>Diameter:</b> 8,5 m × 2,75 m</li> <li>• <b>Fitur Tambahan:</b> Tahan UV, anti-karat, tutup dengan kunci untuk mencegah kontaminasi</li> </ul>	1
2	Pompa Air	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jenis:</b> Pompa <i>sentrifugal</i></li> <li>• <b>Daya:</b> 1.5 HP</li> <li>• <b>Tegangan:</b> 220V, 50Hz</li> <li>• <b>Flow Rate:</b> 300 liter per menit</li> <li>• <b>Material:</b> <i>Stainless steel</i> atau besi cor</li> </ul>	1
3	Baja ringan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material : Baja ringan</li> <li>• Diameter :- Tebal 0.75 mm - Tinggi 35 mm, - Lebar 75 mm dan Panjang 6 m</li> </ul>	7

4	<i>El bow</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Material:</b> PVC atau PPR</li> <li>• <b>Diameter:</b> Sesuai dengan ukuran pipa (4 inci dan 2,5 inci)</li> <li>• <b>Sudut:</b> 90 derajat</li> </ul>	9
5	<i>Tee</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Material:</b> PVC atau PPR</li> <li>• <b>Diameter:</b> Sesuai dengan ukuran pipa (2,5 inci)</li> <li>• <b>Sudut:</b> 90 derajat</li> </ul>	2
5	<i>Ball Valve</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jenis:</b> <i>gate valve</i></li> <li>• <b>Material:</b> PVC, PPR, atau stainless steel</li> <li>• <b>Diameter:</b> 4 inci dan 2,5 inci</li> </ul>	3
6	<i>Gate valve</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Jenis:</b> <i>gate valve</i></li> <li>• <b>Material:</b> PVC, PPR, atau stainless steel</li> <li>• <b>Diameter:</b> 2,5 inci</li> </ul>	2
7	Pipa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Material:</b> PVC atau PPR</li> <li>• <b>Diameter Pipa:</b> 4 inci dan 2,5 inci, tergantung pada kebutuhan <i>flow rate</i></li> <li>• <b>Kekuatan:</b> Tahan terhadap tekanan hingga 10 bar</li> </ul>	4

#### F. Validasi Desain

Validasi desain merupakan tahapan penting dalam proses pengembangan produk. Selama tahap ini, desain produk dinilai dan diverifikasi dengan cermat untuk memastikan bahwa itu sesuai dengan tujuan dan persyaratan (Abdullah dkk, 2021). Dalam penilaian produk mengacu pada metode skala likert dengan 5 pilihan yang berupa angka (Henny, 2021), point skala likert bernilai 1 sampai 5 dengan keterangan point 1 (sangat tidak puas), 2 (tidak puas), 3 (cukup), 4 (puas) serta 5 (sangat puas). Angka tersebut dikualitatifkan sehingga mendapatkan kesimpulan dan kevalidan. Berikut merupakan tabel kriteria jawaban angket dengan skala likert yang ditunjukkan pada Tabel III. 1 untuk kriteria kelayakan produk berikut :

**Table III. 2** Tabel Kriteria Jawaban Angket dengan skala likert

Kriteria	Nilai Responded
Sangat Puas	5

Puas	4
Cukup	3
Kurang Puas	2
Tidak Puas	1

Sumber : (Sugiyono, 2013).

<sup>17</sup>  
**Table III. 3** Kriteria persentase tanggapan responden terhadap skor ideal

Criteria	Category
84,01%-100,00%	Sangat Baik
68,01%-84,00%	Baik
52,01%-68,00%	Cukup
36,01%-52,00%	Kurang Baik
20,00%-36,00%	Tidak Baik

Sumber : (Amalia, 2023).

### G. Tempat Penelitian

Peneliti melakukan penelitian ini di Politeknik Penerbangan Palembang. Selain itu peneliti juga membuat tahapan perancangan yaitu sebuah tabel *timeline* waktu dengan memiliki tujuan agar penelitian ini tepat waktu sesuai dengan perencanaan. Berikut tahapan pada penelitian ini.

### H. Waktu Penelitian

No	Tahap Penulisan	2023				2024						
		OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUN	JUL	
1	Persiapan	■										
2	Pengumpul an data		■	■								
3	Pengolah data				■	■	■					
4	Tahapan penulisan						■	■	■	■	■	■
-	Pendefisia n						■	■				

- Desain
- validasi



49

**Table III. 4 Waktu Penelitian**

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **A Hasil Penelitian**

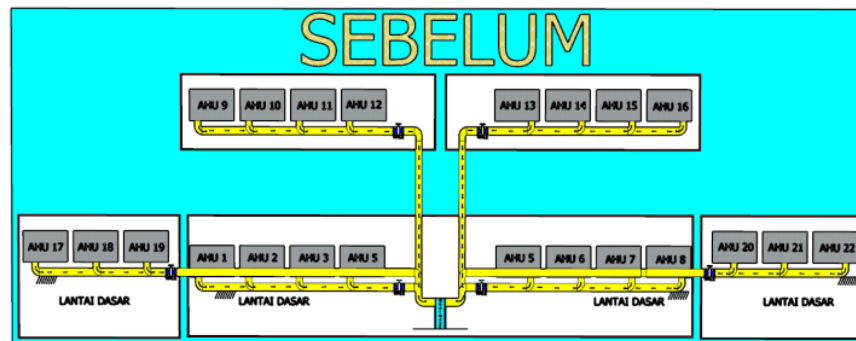
Setelah melakukan pembahasan yang mendalam, didapatkan bahwa desain perencanaan pemanfaatan air kondensasi AC membutuhkan pendekatan yang terintegrasi, dengan memperhitungkan faktor-faktor seperti kapasitas produksi air kondensasi pada AC, klasifikasi air kondensasi, kebutuhan air untuk penyiraman tanaman dan kebutuhan airlainya yang dapat dialihkan serta efisiensi penggunaan air dengan berdasarkan dari desain penelitian (*Research and Development*) R&D, dengan model 4D pada metode penelitian dan pengembangan atau *Research and Development* (R&D) dalam bidang perencanaan pengembangan. Terdapat 4 tahapan dalam model 4D yaitu tahap pertama Pendefinisian (*define*), tahap kedua Perencanaan (*design*), tahap ketiga Pengembangan (*develop*), dan tahap keempat Penyebaran (*disseminate*), yang disederhanakan hanya sampai pada model 2D untuk menghasilkan suatu produk dan kemudian diuji keefektifan produk tersebut.

##### 1. Tahap Potensi Masalah

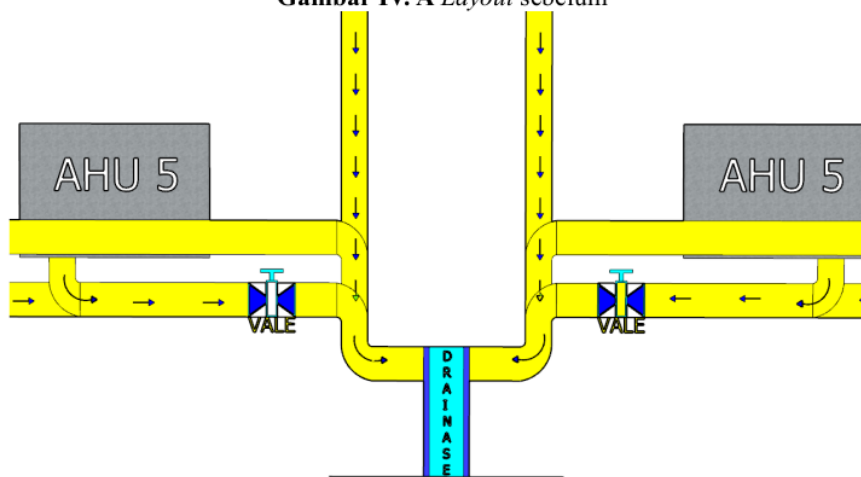
Tahap awal dalam perencanaan untuk pemanfaatan air kondensasi di Bandar Udara ini adalah melakukan analisis yang di hasilkan dan di butuhkan dengan melakukan observasi awal di unit mekanikal di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam. Perencanaan ini adalah untuk meningkatkan efisiensi di Bandar Udara dalam perawatan tanaman, peneliti menemukan bahwa air kondensasi AC saat ini terbuang dengan cuma-cuma diketahui bahwa air kondensasi masi baik untuk penyiraman tanaman.

##### a. Kondisi faktual

Untuk saat ini, dalam pemeliharaan dan perawatan unit mekanikal pada AC di Bandar Udara khususnya pada sistem plumbing air buang pada *Air Handling Unit* yang di mana sistem tersebut masi mengarahkan air buang langsung ke aliran drainase atau terbuang yang tergambar pada *layout* saat ini.



Gambar IV. A *Layout* sebelum



Gambar IV. B *Tampak dekat Layout* Sebelum  
(Sumber Bandar Udara Internasional Batam)

Keterangan gambar:

1. Air Handling Unit (warna abu-abu)
2. System plumbing (warna kuning)

b. Sistem yang diinginkan

Hal ini menjadi acuan peneliti untuk mengembangkan suatu sistem inovasi baru yang berfokus pada pengoptimalisasian air kondensasi untuk penyiraman tanaman.

Perencanaan ini dilakukan agar Bandar Udara dapat memanfaatkan air kondensasi untuk penyiraman tanaman dan dapat didistribusikan dalam kebutuhan air di Bandar Udara itu sendiri.

## 2. Pengumpulan Data

Setelah dilakukan identifikasi pada tahap sebelumnya serta mengumpulkan data yang diperoleh dari observasi. Peneliti mendapatkan informasi data yang di ambil berupa air kondensasi yang di hasilkan dan dibutuhkan serta klasifikasi mutu air kondensasi agar baik untuk tanaman.

### a. Perhitungan air kondensasi

Pengukuran debit air kondensasi dilakukan dengan menampung air kondensasi disetiap saluran buang pada 22 unit *Air Handling Unit* di Bandar Udara Internasional Batam selama 1 menit dengan hasil 1,2 liter/menit. Debit air kondensasi yang didapatkan dikali dengan total jam kerja di setiap unitnya, kemudian debit air buang yang dihasilkan merupakan debit yang ditampung setiap 25.178 L/hari. Dengan observasi tersebut peneliti menemukan hasil air kondensasi yang di hasilkan yang terdapat pada table IV.1.

**Tabel IV. 1** Hasil Perhitungan Air Kondensasi.

AHU	JAM <i>RUNNING</i>	HARI <i>RUNNING</i>	AIR YANG DIHASILKAN / HARI
1	05:00 - 20:00 WIB	S - M	1.440 L/hari
2	06:30 - 20:00 WIB	S - M	1.404 L/hari
3	05:00 - 20:00 WIB	S - M	1.440 L/hari
4	06:00 - 13:30 WIB	S - M	542 L/hari
5	04:00 - 19:00 WIB	S - M	1.440 L/hari
6	04:00 - 19:00 WIB	S - M	1.368 L/hari
7	05:00 - 20:30 WIB	S - M	1.476 L/hari
8	06:00 - 18:10 WIB	S - M	876 L/hari
9	04:00 - 20:00 WIB	S - M	1.512 L/hari
10	07:00 - 19:00 WIB	S - M	864 L/hari
11	05:00 - 20:00 WIB	S - M	1.440 L/hari
12	05:00 - 20:00 WIB	S - M	1.440 L/hari
13	05:30 - 19:00 WIB	S - M	1.404 L/hari
14	06:30 - 18:30 WIB	S - M	900 L/hari
15	04:50 - 20:00 WIB	S - M	1.575 L/hari
16	04:50 - 20:00 WIB	S - M	1.575 L/hari
17	OFF		
18	09:00 - 12:40 WIB	S - M	264 L/hari
19	08:30 - 12:40 WIB	S - M	372 L/hari
20	04:00 - 19:30 WIB	S - M	1.116 L/hari
21	04:30 - 19:00 WIB	S - M	1.404 L/hari
22	05:30 - 19:00 WIB	S - M	1.332 L/hari
		<b>Jumlah</b>	25.178 L/hari



Hal ini menjadi acuan peneliti untuk mengembangkan suatu perencanaan untuk pengoptimalisasian air kondensasi tersebut agar lebih bermanfaat sebagai penyiraman tanaman yang dilakukan 2 hari sekali dan satu kali kebutuhannya menghabiskan 5000L dan bisa membantu kebutuhan air untuk memproduksi busa di PKP-PK di Bandar Udara Hang Nadim Batam, yang di mana masuk dalam katagori 9 dengan kebutuhan air 24.300 liter.

b. Spesifikasi *water tank*

Banyaknya air kondensasi yang terbuang dalam penelitian ini membutuhkan spesifikasi *water tank* yang cukup menampung semua air dalam satu harinya. Dengan 24.300 liter per harinya yang dihasilkan perhitungan yang cukup dengan rumus volume yang ada di adakan dengan dua kali lipat dari jumlah yang ada karena menghindari dari *over load* yang terjadi, karna yang dibutuhkan *water tank* berbentuk tabung makan yang dipakai rumus volume tabung.

$$\text{Volume tabung} = \pi^2 r^2 t$$

Keterangan:

$$\pi = 22/7 \text{ atau } 3,14$$

r = jari-jari lingkaran alas

t = tinggi tabung

Yang dibutuhkan = 50.000 liter

Spesifikasi water tank yang telah didapatkan oleh peneliti di pasaran.

Tinggi/ lebar tangki = 275 cm × 850 cm

Membuktikan,

$$\text{Volume tabung} = \pi^2 r^2 t$$

$$V \text{ tangki} = 3,14 (1,375)^2 \times 8,5 \text{ m}$$

$$= 3,14 \times (1,89) \times 8,5 \text{ m}$$

$$V \text{ tangki} = 50,4 \text{ m}^3$$

Atau 50.400 liter

Jadi, volume tangki tersebut adalah  $50,4 \text{ m}^3$ , yang cukup untuk kebutuhan yang diperlukan.

c. Pemilihan ukuran Pipa

Pada perancangan ini membutuhkan pipa untuk sebagai lajur air kondensasi agar bisa beroperasi dengan baik. Dengan pemilihan pipa yang optimal dapat dihitung dengan rumus diameter pipa optimal.

(SNI 8153 tahun 2015)

$$D_{opt} = 226 \times G^{0,5} \times p^{-0,35}$$

Keterangan:

$D_{opt}$  = Diameter pipa optimum (mm)

$G$  = Laju aliran massa (kg/s)

$p$  = Densitasi larutan ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

Laju air 1,2 liter/menit = 72.000 kg/jam

$G = 72.000 \text{ kg/jam}$

$$= 20 \text{ kg/s}$$

Over design = 10%

Maka,  $G_D = G + 10\% G$

$$= 72.000 \text{ kg/jam} + (10\% \cdot 72.000 \text{ kg/jam})$$

$$= 72.000 \text{ kg/jam} + 7.200$$

$$= 79.200 \text{ kg/jam}$$

$$= 22 \text{ kg/s}$$

$p = 998,23 \text{ kg}/\text{m}^3$ .

$$D_{opt} = 226 \times G^{0,5} \times p^{-0,35}$$

$$= 226 \times (22)^{0,5} \times (998,23)^{-0,35}$$

$$= 226 \times 4,69 \times 0,089$$

$$= 94,3 \text{ mm}$$

$$= 3,71 \text{ inch}$$

Berdasarkan Lampiran A konversi dan padanan diameter nominal pipa, hal 120, SNI 8153 tahun 2015. Dipilih ukuran *comercial pipe* sebagai berikut.

(NPS) = 100 mm = 4 inch

Inside Diameter = 100 mm

Outside Diameter = 110 mm

d. Spesifikasi pompa yang dibutuhkan


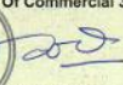


Perancangan penggunaan pompa hanya memerlukan pertimbangan kecepatan pengisian dan efisiensi. Dalam proses ini, kecepatan pengisian menjadi faktor utama untuk memastikan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tangki atau sistem lainnya dapat dipersingkat. Sementara itu, efisiensi menjadi kriteria penting untuk mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional. Dengan mempertimbangkan kedua aspek ini, diharapkan sistem pompa yang dirancang dapat bekerja dengan optimal, hemat energi, dan memberikan kinerja terbaik sesuai kebutuhan. Maka dari itu peneliti menggunakan spesifikasi yang telah terdapat pada pemasaran.

Tegangan/ daya	1.5 HP
Suction haed (HS)	1,5 m
Total haed (HT)	35 m
In/Out	2,5 Inch
Debit	300 L/menit

Spesifikasi yang telah ada di pasar tersebut sudah sangat memenuhi kebutuhan yang diinginkan.

e. Uji Pendahuluan Air Kondesasi

Uji pendahuluan air buang AC dilakukan untuk mengetahui kualitas air kondensasi Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam, dimana sampel kualitas air yang diteliti dibandingkan dengan baku mutu kualitas pada kelas IV berdasarkan PP No. 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Berdasarkan hasil uji pendahuluan yang telah di uji dilaboratorium SUCOFINDO parameter yang melebihi standar baku mutu yaitu parameter nitrit (NO<sub>2</sub>).

Certificate No. 04052/CLAPAN Date: June 29, 2020		 <b>SUCOFINDO</b> Issuing Office: Jl. Raden Patah No. 61, Balo, Batam Island 29432, Indonesia Phone/Fax: +62 778 456575/456202 Email: cs.btm@sucofindo.co.id
<b>REPORT OF ANALYSIS</b>		
PRINCIPAL	:	CV. ZAHRA TEKNIK
SUBJECT	:	Clean Water
DATE OF RECEIVED	:	18/06/2020
DATE OF ANALYSIS	:	18/06/2020 to 26/06/2020
TESTER FOR	:	Physical and Chemical Analysis
REQUIREMENT	:	PERMENKES RI No. 32 Year 2017, Quality Standards of Health Environmental Health and Water Health Requirements for Significant Hygiene Purposes
DESCRIPTION OF SAMPLE	:	1 (One) Sample, was submitted by client
SAMPLE IDENTIFICATION	:	Air AC Chiller
<p>The Attachment available is an integral part of this certificate.</p> <p>This test result(s) related to the sample(s) submitted only and the report/ certificate can not be reproduced in any way, except in full context and with the prior approval in writing from SUCOFINDO Laboratory.          This Certificate/report is issued under our General Terms and Conditions, copy of which is available upon request or may be accessed at <a href="http://www.sucofindo.co.id">www.sucofindo.co.id</a></p>		
		 Dept. Of Commercial 3  Rusman Ayadi
1901032000894 141/36.30/767/06/2020/1		
 3583406 SCI-2007A		

**Gambar IV. C Report of Analysis**  
(Sumber SUCOFINDO)

Attachment  
To Certificate No. 04052/CLAPAN  
Date: June 29, 2020

Page 1 of 1



Jl. Raden Patah No. 61, Balol, Batam Island 29432, Indonesia  
Phone/Fax: +62 778 456575/456292  
Email: cs.btm@sucofindo.co.id

Issuing Office:  
SUCOFINDO

### REPORT OF ANALYSIS

Parameter	Unit	Result	Standard Max.	Methods *
<b>Physical Test :</b>				
- Turbidity	NTU	0	25	APHA-2130 - B
- Color	Pt-Co Scale	0	50	APHA-2120 - C
- Total Dissolved Solid	mg/L	8	1000	PO/LK/05
- Temperature	°C	24	Ambient Temp ±3°C	APHA-2550-B
- Taste	-	Tasteless	Tasteless	APHA-2160 - B
- Odor	-	Odorless	Odorless	APHA-2150 - B
<b>Chemical Test :</b>				
- pH	-	6.0▼	6.5 - 8.5	APHA-4500-H *-B
- Iron	mg/L	< 0.07	1	APHA-3111 B
- Fluoride	mg/L	0.2	1.5	APHA-4500 - F - D
- Hardness CaCO <sub>3</sub>	mg/L	2	500	APHA-2340-Hard - B
- Manganese	mg/L	< 0.09	0.5	APHA-3111 B
- Nitrate, as N	mg/L	< 0.05	10	PO/LK/17
- Nitrite, as N	mg/L	< 0.004	1	APHA-4500 - NO <sub>2</sub> - B
- Cyanide	mg/L	< 0.008	0.1	APHA-4500 - CN - E
- Detergent	mg/L	< 0.05	0.05	APHA-5540 - C
- Mercury	mg/L	< 0.0001	0.001	APHA-3112
- Arsenic	mg/L	< 0.0001	0.05	APHA-3114 B
- Cadmium	mg/L	< 0.005	0.005	APHA-3111 B
- Chrom Hexavalent	mg/L	< 0.006	0.05	APHA-3500-Cr-C
- Selenium	mg/L	< 0.0001	0.01	APHA-3114 B
- Zinc	mg/L	< 0.01	15	APHA-3111 B
- Sulfate	mg/L	< 1.51	400	APHA-4500 - SO <sub>4</sub> - E
- Lead	mg/L	< 0.005	0.05	APHA-3111 B
- Organic Matter (KMNO <sub>4</sub> )	mg/L	2	10	SNI.01-3554-2006
<b>Microbiological Test :</b>				
- Total Coliform	CFU/100 mL	0	50	APHA - 9221 - F
- Escherichia Coli	CFU/100 mL	0	0	APHA - 9222 - B

\*) Standard Methods for Water and Waste Water American Public Health Association, 23<sup>rd</sup> edition 2017  
▼ : Below of Threshold Limit Value

Gambar IV. D Hasil Laboratorium SUCOFINDO  
(Sumber SUCOFINDO)

Hasil pengamatan parameter fisika dan kimia kualitas air kondensasi selama penelitian seperti yang terlihat pada Tabel

**Table IV. 1 Parameter**

No	Parameter	Satuan	Hasil uji	Baku mutu	Metode
1	Suhu	*C	24	± 3 Celcius	APHA-2550-B terhadap suhu udara
2	<i>Alkalintas</i>	Mg/L	2	100	APHA-2120-C
3	<i>Color</i>	Mg/L	0	50	APHA-C
4	pH	Mg/L	6.0	6.0-8.5	APHA-4500-H +B
5	<i>Organic Matter</i>	Mg/L	2	10	APHA-311-B
6	<i>Total Coliform</i>	Mg/L	0	50	APHA-4500-E

### 1. Suhu

Nilai parameter suhu air kondensasi adalah 24° yang ditentukan oleh hasil pembacaan suhu. Karena belum melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan PP No 22 tahun 2021, kisaran tersebut tetap menunjukkan kepatuhan terhadap peraturan kualitas air.

### 2. PH

PH air yang digunakan pada kondensat AC adalah antara 6,0 dan 8,5, sesuai dengan temuan pengujian lapangan terhadap parameter kimia yaitu pH. Karena berada di bawah nilai ambang batas yang ditetapkan PP No. 82 Tahun 2001, angka tersebut tetap menunjukkan kepatuhan terhadap peraturan kualitas air.

### 3. Alkalintas

Tes pH saja bukan merupakan indikasi *alkalintas*, air dengan *alkalintas* tinggi (yaitu, kadar bikarbonat atau karbonat yang tinggi). Hal ini penting karena alkalintas yang tinggi bukan pH yang memberikan pengaruh paling signifikan terhadap kesuburan



media tanam dan nutrisi tanaman. Hasil pengujian umumnya dinyatakan sebagai "ppm kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )". Kisaran air yang diinginkan adalah 0 hingga 100 ppm kalsium karbonat. Tingkat yang didapatkan 2ppm dianggap optimal untuk sebagian besar tanaman.

#### 4. *Color*

Parameter air yang dikatakan memiliki kualitas air yang bersih baik untuk tanaman seharusnya tidak memiliki warna yang pekat atau jernih. Dalam hasil uji peneliti air kondensasi tidak memiliki warna atau 0.

#### 5. *Organic Matter*

Gambar jumlah kandungan bahan organik terlarut, tersuspensi, dan koloid dalam air kondensasi. Hasil uji yang dihasilkan bahan organik yang terkandung 2 ppm, menunjukkan kesesuaian yang tidak melewati standar baku mutu air tanaman.

#### 6. *Total Coliform*

*Coliform* merupakan *indicator* adanya cemaran tinja dalam air. Hasil uji coliform ternilai 0 atau tidak tercemar.

Sedangkan metrik besi, mangan, dan total koliform pada seluruh sampel tidak sesuai dengan kriteria mutu yang ditetapkan, namun karakteristik air kondensat AC TDS, kekeruhan, suhu, warna, bau, pH, dan nitrat masih memenuhi norma Permekes Nomor 32 tahun 2023. (Siti, 2023).

Hasil pemeriksaan kualitas air buangan *Air Conditioner* didapatkan hasil pemeriksaan parameter fisik dan mikrobiologi yang memenuhi syarat sesuai dengan Permenkes RI No. 32 tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Air Keperluan Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum (Djamaluddin & Tiswan, 2018).

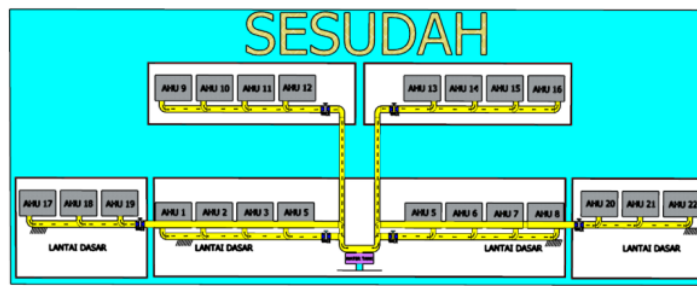
#### f. Ruang Distribusi

Dalam guna memanfaatkan air kondensasi yang ada peneliti berfokus kepada mendistribusikan untuk penyiraman tanaman di Bandar Udara, dalam pengoprasiaan mobil dengan kapasitas 5000 liter ini bisa disebut dengan per rit dioprasikan dengan penyiraman taman dan tanaman di Bandar . Menurut pegawai yang mengoprasikan mobil truck tersebut pengoprasiaonalannya dalam sekali penyiramaan memerlukan air sebanyak 5000 liter atau satu rit dengan jadwal

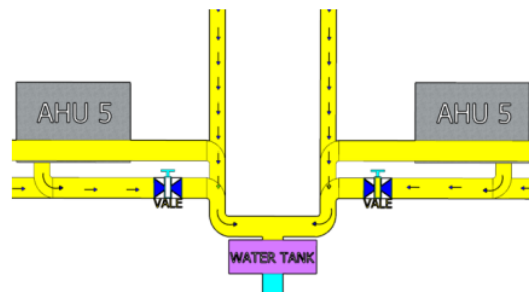
penyiraman 2 hari sekali dalam penyiraman. Melihat dari air kondensasi yang di hasilkan dengan jumlah 25.178 L/hari belum cukup maksimal untuk memanfaatkannya, agar lebih bisa maksimal peneliti mengarahkan untuk memanfaatkan ke unit PPKP guna membantu kebutuhan minimum air yang wajib disediakan, yang dimana unit PPKP di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam termasuk dalam kelas 9 yaitu sebanyak 24.300 liter.

### 3. Desain Produk

Tahap design atau perancangan yang di buat oleh peneliti berupa *layout* sesudah dan *desain water tank* untuk penampungan air kondensasi sebelum dilanjutkan untuk penyiraman tanaman dan kebutuhan air di Bandar Udara.



Gambar IV. E *Layout Desain Sesudah*

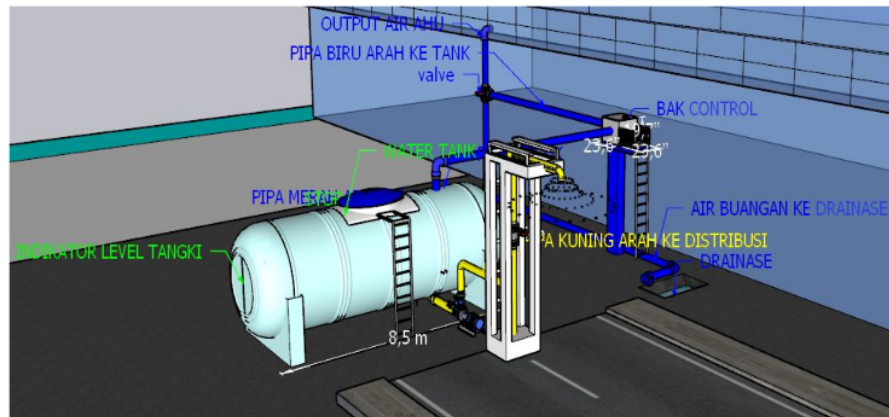


Gambar IV. F *Tampak dekat Layout Desain Sesudah*

Keterangan gambar :

1. Air Handling Unit (warna abu-abu)
2. System palmbing (warna kuning)

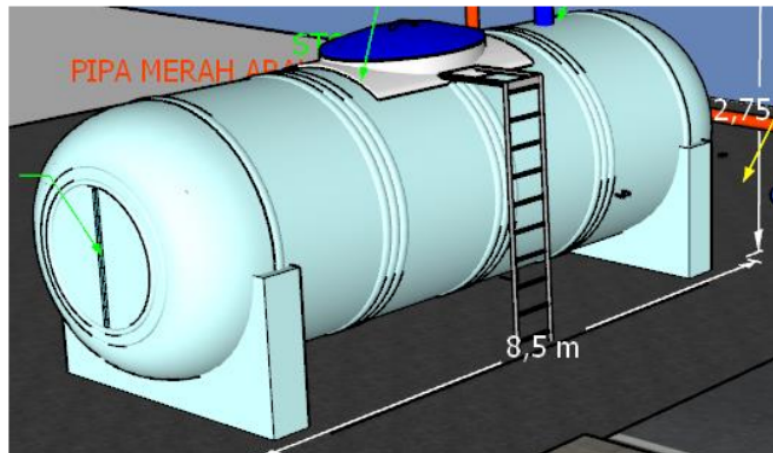




**Gambar IV. G Desain Produk**

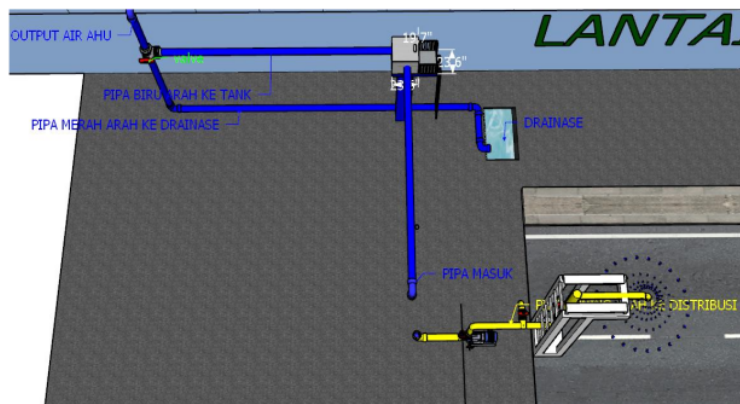
Penjelasan inovasi denah *desain* produk penampungan dan jalur pipa

1. *Water tank* penampung yang berfungsi untuk menampung air kondensai AC sebelum dilanjutkan untuk penyiraman. *Water tank* dengan kapasitas 50.000 liter cukup besar untuk penyimpan air kondensasi dalam jumlah besar, yang dapat menampung semua air kondensasi dalam satu harinya, jenis *water tank* berbentuk tabung yang tidak terdapat sudut agar mudah dalam pemeliharaan, bermaterial *polyethylene* atau *fiberglass* karena tahan terhadap korosi dan kimia serta ringan dan mudah dipasang, tahan UV memastikan bahwa tangki tidak mudah rusak akibat paparan sinar matahari langsung serta tutup dengan kunci untuk menjaga air tetap bersih dan bebas dari kontaminasi yang terdapat di pemasaran.



**Gambar IV. H** Desain *Water Tank*

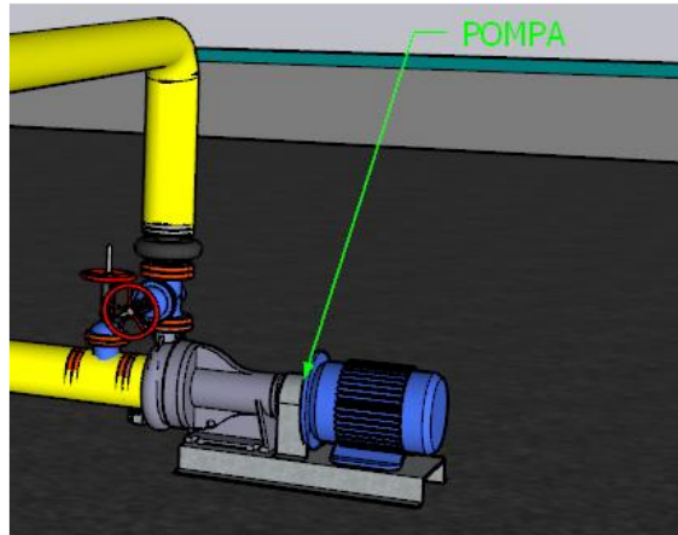
2. Pipa *output* dari *Air Handling Unit* dibagi dua yaitu satu dialirkan ke *water tank* dan yang kedua dialirkan ke *dranase* setelah air di *water tank* penuh. Pipa PVC atau PPR di pilih karena tahan lama, tidak mudah berkarat, dan mudah dalam instalasi diameter 4 inch cukup untuk mengalirkan air dalam volume yang dibutuhkan untuk penampungan, kekuatan pipa PVC tahan terhadap tekanan hingga 10 bar.



**Gambar IV. I** Desain Perpipaan

3. Pompa yang berfungsi untuk memompa air dari *water tank* ke mobil peyiraman. Pompa yang digunakan berjenis pompa sentrifugal karena memiliki efisiensi tinggi dan dapat digunakan untuk berbagai aplikasi air bersih, daya dari pompa

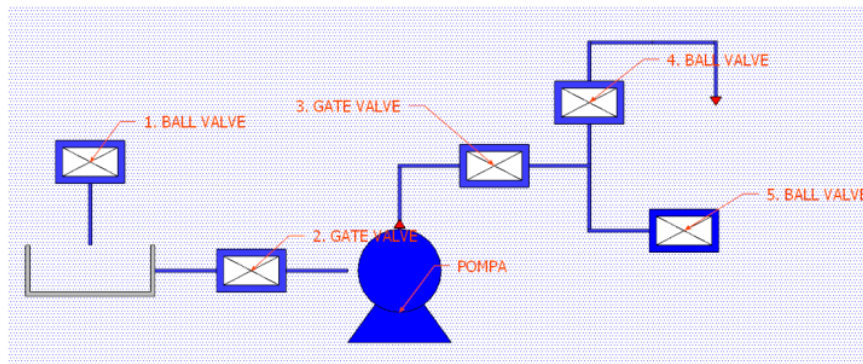
tersebut 5.5 HP yang cukup untuk industri dapat mengalirkan air dengan *flow rate* 300 liter per menit.



**Gambar IV. J** Desain Pompa

#### 4. Intaslasi Sistem Valve

Sistem penampungan air kondensasi terdapat beberapa *valve* dan jenisnya sesuai fungsi masing-masing untuk membantu mempermudah dalam mengontrol laju aliran yang di inginkan, berikut beberapa *valve* yang terdapat :



**Gambar IV. K** Wiring Sistem Valve

Keterangan:

Valve 1 = *Ball valve*, input tangki

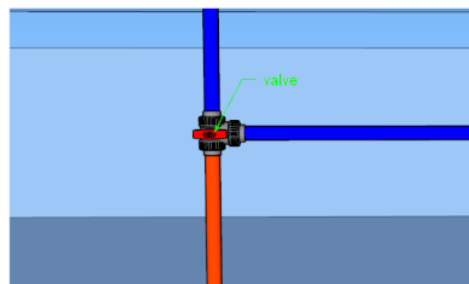
Valve 2 = *Gate valve*, output tangki

Valve 3 = *Gate valve, output pompa*

Valve 4 = *Ball valve, distribusi 1*

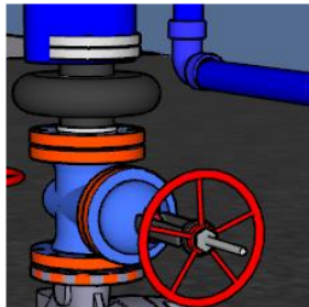
Valve 5 = *Ball valve, distribusi 2*

- 1) *Ball Valve output Air Handling Unit* berfungsi untuk membuka dan menutup aliran air kondensat ke drainase. *Valve* ini digunakan ketika pengisian air kondensasi ke water tank agar dapat ditampung dan dioptimalisasikan dengan baik.



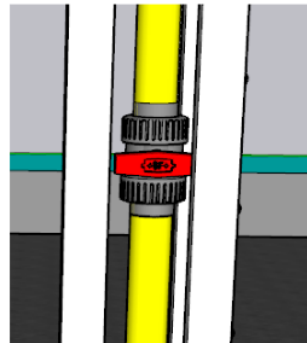
**Gambar IV.L** *Ball Valve*

- 2) *Gate Valve output water tank* berfungsi untuk mengatur aliran dari pompa, Agar ketika air akan digunakan *gate valve* dapat dibuka untuk mengatur besar kecil laju air sesuai kebutuhan yang akan digunakan.



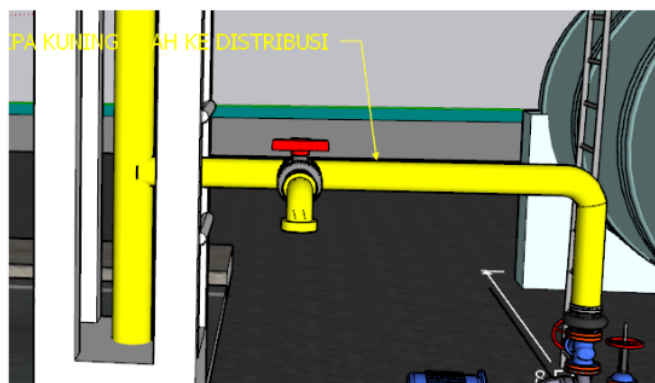
**Gambar IV. M** *Desain Gate Valve Output Water Tank*

- 3) *Valve* distribusi utama menggunakan *valve* jenis *ball valve* yang berfungsi sebagai buka tutup aliran yang akan di distribusikan ke mobil penyiraman tanaman



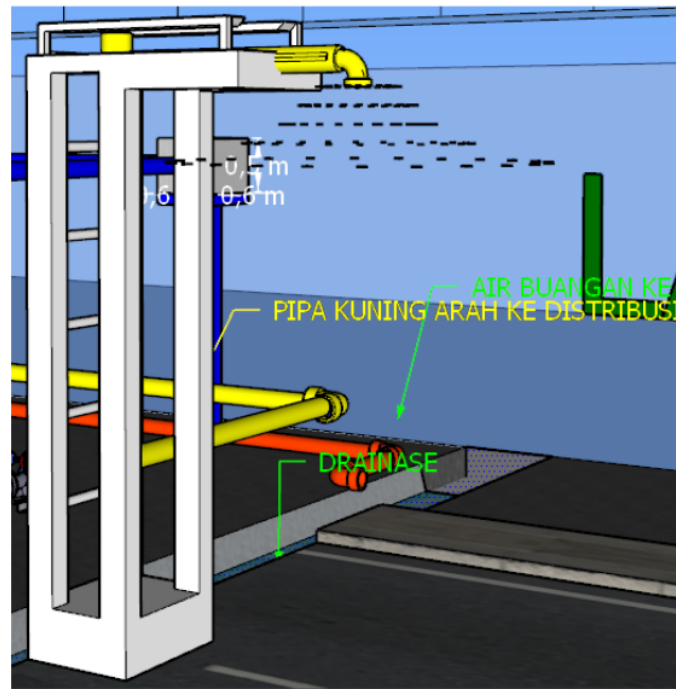
**Gambar IV. N valve** distribusi utama

- 4) *Valve* distribusi kedua berjenis *ball valve*, berfungsi untuk mempermudah untuk mendistribusikan yang berguna untuk pemanfaatan lainnya yang ada di Bandar Udara seperti, air bilas, air cuci dan air *hydrant*.



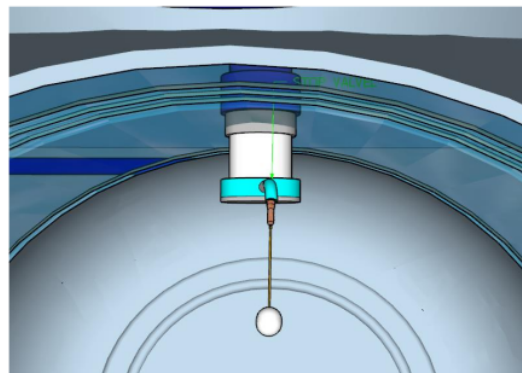
**Gambar IV. O valve** distribusi kedua

5. Pipa saluran dari *water tank* yang di pompa untuk dialirkan ke mobil penyiraman. Pipa ini dibuat dengan ditampung menggunakan baja ringan agar pipa tetap berdiri kokoh dan memudahkan dalam pengisian air kondensasi ke mobil tangki penyiraman.



**Gambar IV. P** Desain Pipa Pengisi

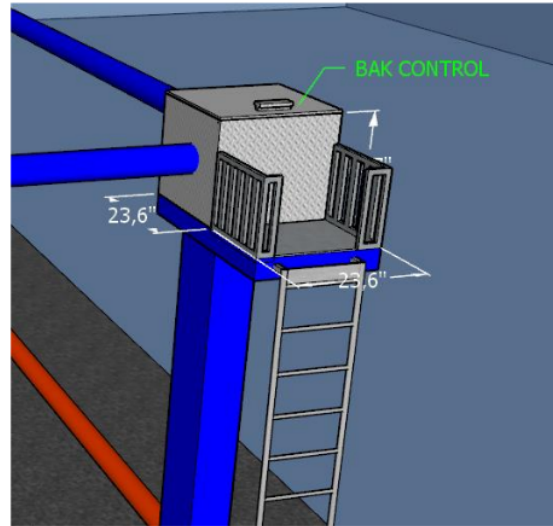
6. *Stop valve* berfungsi untuk mengontrol aliran air yang masuk ke *water tank* agar ketika sudah terisi penuh aliran air masuk ke *water tank* otomatis stop. *Stop valve* digunakan karna untuk menghentikan aliran dari AHU agar air terisi dengan cukup atau tidak berlebihan.



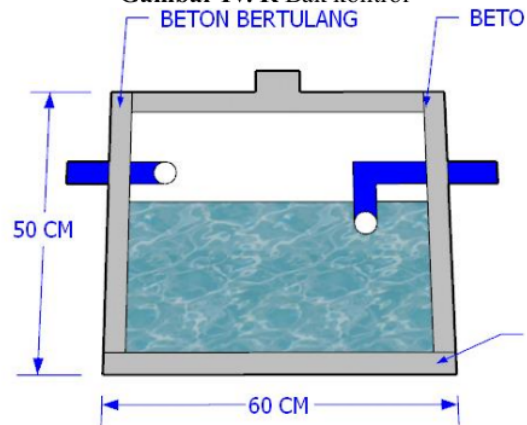
**Gambar IV. Q** *Stop Valve*

### 7. Bak Kontrol

Bak Kontrol atau penyaringan sedimen biasanya dilengkapi dengan sistem penyaringan yang dapat menangkap sedimen, sampah, dan partikel-partikel lainnya sebelum air dialirkan ke tangki penampungan. Bak kontrol memberikan titik akses bagi petugas pemeliharaan untuk memeriksa dan membersihkan.



**Gambar IV. R** Bak kontrol



**Gambar IV. S** Layout Bak kontrol



#### 4. Validasi Desain

Untuk memvalidasi desain dengan ketentuan tertentu, pengawas, ahli media, dan ahli materi mendapatkan penilaian instrumen sebagai bagian dari manajemen pemeliharaan peralatan mekanik bandar udara. Validitas dan penerapan desain merupakan subyek rekomendasi kritis para ahli. Validasi dilakukan untuk memastikan kelayakan kinerja operasional atau kualitas data, yang dikembangkan oleh penelitian yakni:

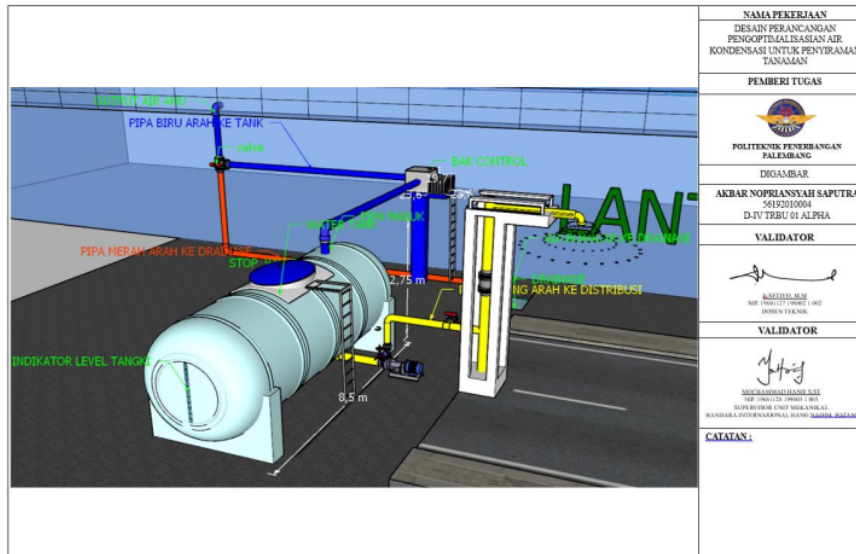
1. Ir Setiyo, M.M selaku Dosen Teknik Mekanikal Politeknik Penerbangan Palembang sebagai ahli materi.
2. Mochammad Hanif S.ST selaku supervisor manajemen pemeliharaan peralatan mekanikal Bandar Udara Hang Nadim Batam.

Tabel IV. 2 *Validator*

No	Nama	Bidang Keahlian	Pendapat
1.	Ir Setiyo, M.M	Ahli Alat	Alat layak digunakan
2.	Mochammad Hanif S.ST	Manajemen pemeliharaan peralatan mekanik	Alat layak digunakan

Pengujian dilakukan untuk menentukan kinerja dan kendala alat serta mengidentifikasi bagian yang memerlukan perbaikan. Pengujian sistem alat juga untuk mengetahui kinerja semua komponen alat sesuai dengan yang diharapkan. Setiap proses diuji secara menyeluruh, termasuk pengujian kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi.





**Gambar IV. T** Lembar Validasi Desain

15  
 Lembar penilaian ini dimaksudkan untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas Desain Pengoptimalisasian Air Kondensasi untuk Penyiraman Tanaman di Bandar Udara. Informasi mengenai kualitas materi ini didasarkan pada beberapa aspek kualitas Desain.

Tabel 4. 3 Daftar Aspek Penilaian

No.	Aspek Penilaian	1	2	3	4	5
	<b>A. Aspek Fungsi</b>					
1.	Pemanfaatan air kondensasi untuk kebutuhan penyiramaan tanaman dan lainya di Bandar udara					
2.	Kapasitas tangki yang direncanakan sudah memenuhi kebutuhan					
3.	penggunaan system perpipaan sudah memenuhi kebutuhan					
4.	Utilitas yang dibutuhkan untuk mengisi air kondesasi					

### B. Aspek kualitas

1. Kualitas air kondensasi sudah memenuhi syarat parameter kimia
2. Bahan tangki yang digunakan sudah memenuhi kriteria teknis
3. System distribusi yang digunakan memiliki kemudahan
4. System pompa sudah memenuhi kriteria kebutuhan
5. Kemudahan dalam perawatan sistem

Keterangan:

5 = Sangat Baik

4 = Baik

3 = Cukup

2 = Kurang

1 = Sangat Kurang

$$\text{Nilai validitas} = \frac{\text{Jumlah skor yang di peroleh}}{\text{Jumlah skor tertinggi}} \times 100 \%$$

Tabel IV. 4 Penilaian Validator 1

ASPEK	RATA-RATA SCORE
Fungsi	75 %
Kualitas	76 %
<b>TOTAL RATA-RATA</b>	<b>75,5 %</b>

Tabel IV. 5 Penilaian Validator 2

ASPEK	RATA-RATA SCORE
Fungsi	80 %
Kualitas	88 %
<b>TOTAL RATA-RATA</b>	<b>84 %</b>

Tabel 4. 6 Total Penilaian

ASPEK	RATA-RATA SCORE	KET
Fungsi	77,5 %	Baik
Kualitas	82 %	Baik

Air kondensasi dengan jumlah 25.178 liter/harinya mendapatkan hasil parameter kimia yang layak berdasarkan uji SUCOFINDO dan dapat dimanfaatkan bagi penyiraman tanaman dan kebutuhan air cuci di Bandar Udara. Peneliti membuat perancangan penampungan air kondensasi tersebut berkapasitas 50.000 liter yang bisa menampung jumlah air kondensasi. *Water tank* ini berbahan *Polyethylene* (PE) atau *fiberglass* yang tahan terhadap korosi, karat dan melindungi dari sinar UV dan perancangan penggunaan pompa hanya memerlukan pertimbangan kecepatan pengisian dan efisiensi. Dalam mekanismenya kecepatan pengisian menjadi faktor utama untuk memastikan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk mengisi tangki atau sistem lainnya dapat dipersingkat. Sementara itu, efisiensi menjadi kriteria penting untuk mengurangi konsumsi energi dan biaya operasional. Sistem pompa yang dirancang diharapkan dapat bekerja dengan optimal, hemat energi, dan memberikan kinerja terbaik sesuai kebutuhan.

Tahap akhir dari penelitian Tugas Akhir ini yaitu validasi dari ahli materi dan supervisor lapangan untuk menilai performa desain. Berdasarkan hasil analisis ahli materi yang dilakukan oleh kedua validator diperoleh penilaian aspek fungsi 77,5 % (Baik) dan aspek kualitas 82 % (Baik). Dari nilai tersebut desain perencanaan pengoptimalisasian air kondensasi layak digunakan.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. KESIMPULAN**

Tugas Akhir ini berhasil mengatasi permasalahan terkait pemanfaatan air kondensasi dari sistem pendingin udara atau proses lainnya di Bandar Udara. Perhitungan penulis air kondensasi yang terbuang 25.178 liter/hari dan hasil pengecekan air kondensasi dilaboratorium SUCOFINDO. Air limbah kondensasi ini dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan penyiraman tanaman dan air keperluan di unit PPKPK kelas 9 dengan total jumlah keperluan sebanyak 24.300 liter yang bermanfaat dan mengurangi pemborosan air. Peneliti membuat perancangan penampungan air kondensasi tersebut berkapasitas dua kali dari total air kondensasi terbuang perhari dengan jenis *water tank* bermaterial *polyethylene* atau *fiberglass* yang tahan terhadap sinar UV dan kontaminasi sehingga dapat menjaga air kondensasi aman dan bebas dari karat. Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa perancangan tersebut dapat diimplementasikan di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam untuk kebutuhan operasional bandar udara.

#### **B. SARAN**

Perlu adanya pengembangan lebih lanjut terkait perencanaan pengoptimalisasian air kondensasi untuk memaksimalkan pengoptimalisasian terhadap air kondensasi terutama dalam pemanfaatan di Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam. Pembangunan terminal dua yang sedang dalam tahap pembangunan sehingga penggunaan AC Chiller di Bandar Udara akan lebih banyak dan air kondensasi pun lebih banyak dihasilkan. Dengan penambahan itu maka sistem penampungan termasuk didalamnya perpipaan dan manajemen distribusi air harus ditinjau kembali sebagai mana kebutuhan dilapangan, sehingga penulis memberikan saran memanfaatkan untuk air bilas di toilet terminal Bandar Udara. Adapun saran dari perancangan desain yang sekarang masih berbentuk manual semoga kedepannya bisa di kembangkan menjadi lebih modern seperti sistem kontrol aliran *valve*, serta diberikan monitoring volume air di *water tank* tersebut.



# BAB1-5.docx

## ORIGINALITY REPORT

21%

SIMILARITY INDEX

20%

INTERNET SOURCES

8%

PUBLICATIONS

6%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://jurnal.umj.ac.id">jurnal.umj.ac.id</a> Internet Source	1%
2	<a href="http://journal.umy.ac.id">journal.umy.ac.id</a> Internet Source	1%
3	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1%
4	<a href="http://ejournal.poltekkes-smg.ac.id">ejournal.poltekkes-smg.ac.id</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://media.neliti.com">media.neliti.com</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://repository.ar-raniry.ac.id">repository.ar-raniry.ac.id</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://talenta.usu.ac.id">talenta.usu.ac.id</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://jurnal.poliupg.ac.id">jurnal.poliupg.ac.id</a> Internet Source	1%
9	<a href="http://jurnal.untan.ac.id">jurnal.untan.ac.id</a> Internet Source	1%

10	<a href="http://docplayer.info">docplayer.info</a> Internet Source	1 %
11	<a href="http://repo-mhs.ulm.ac.id">repo-mhs.ulm.ac.id</a> Internet Source	1 %
12	<a href="http://journal.ipb.ac.id">journal.ipb.ac.id</a> Internet Source	1 %
13	<a href="http://abstrak.uns.ac.id">abstrak.uns.ac.id</a> Internet Source	1 %
14	<a href="http://ojs.balitbanghub.dephub.go.id">ojs.balitbanghub.dephub.go.id</a> Internet Source	1 %
15	<a href="http://core.ac.uk">core.ac.uk</a> Internet Source	<1 %
16	<a href="http://eprints.uny.ac.id">eprints.uny.ac.id</a> Internet Source	<1 %
17	<a href="http://ejournal-binainsani.ac.id">ejournal-binainsani.ac.id</a> Internet Source	<1 %
18	<a href="http://dspace.uui.ac.id">dspace.uui.ac.id</a> Internet Source	<1 %
19	<a href="http://www.neliti.com">www.neliti.com</a> Internet Source	<1 %
20	<a href="http://repository.unja.ac.id">repository.unja.ac.id</a> Internet Source	<1 %
21	<a href="http://repository.unmuhjember.ac.id">repository.unmuhjember.ac.id</a> Internet Source	<1 %

22	<a href="http://www.scribd.com">www.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
23	Prasetya Putrawira F, Septiyani Putri Astutik. "Kajian Keamanan SCP 2 Bandar Udara Husein Sastranegara Ditinjau dari Aspek Fasilitas Peralatan Unit AVSEC", Aerospace Engineering, 2024 Publication	<1 %
24	<a href="http://repository.usm.ac.id">repository.usm.ac.id</a> Internet Source	<1 %
25	<a href="http://teras.unimal.ac.id">teras.unimal.ac.id</a> Internet Source	<1 %
26	<a href="http://www.cemmlibrary.org">www.cemmlibrary.org</a> Internet Source	<1 %
27	<a href="http://123dok.com">123dok.com</a> Internet Source	<1 %
28	<a href="http://es.scribd.com">es.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
29	<a href="http://fr.scribd.com">fr.scribd.com</a> Internet Source	<1 %
30	<a href="http://jurnal.sttkd.ac.id">jurnal.sttkd.ac.id</a> Internet Source	<1 %
31	<a href="http://publikasi.dinus.ac.id">publikasi.dinus.ac.id</a> Internet Source	<1 %

[jurnal.polibara.ac.id](http://jurnal.polibara.ac.id)



32

Internet Source

&lt;1 %

33

Dian Bella Tandibua, Djoko Widagdo. "Kajian Pengawasan Unit Apron Movement Control (AMC) terhadap Kelayakan Ground Support Equipment (GSE) di Sisi Udara Bandar Udara Internasional Hang Nadim Batam", El-Mal: Jurnal Kajian Ekonomi & Bisnis Islam, 2023  
Publication

&lt;1 %

34

[ejournal2.pnp.ac.id](http://ejournal2.pnp.ac.id)  
Internet Source

&lt;1 %

35

[moam.info](http://moam.info)  
Internet Source

&lt;1 %

36

[ejournal.poltektegal.ac.id](http://ejournal.poltektegal.ac.id)  
Internet Source

&lt;1 %

37

[pdfcoffee.com](http://pdfcoffee.com)  
Internet Source

&lt;1 %

38

[repository.dinamika.ac.id](http://repository.dinamika.ac.id)  
Internet Source

&lt;1 %

39

Submitted to Politeknik Penerbangan  
Surabaya  
Student Paper

&lt;1 %

40

Submitted to Universitas Putera Batam  
Student Paper

&lt;1 %

41

[repository.unj.ac.id](http://repository.unj.ac.id)  
Internet Source

<1 %

42

[docobook.com](https://docobook.com)

Internet Source

<1 %

43

[galihpangestu14.wordpress.com](https://galihpangestu14.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

44

[new.bphn.go.id](https://new.bphn.go.id)

Internet Source

<1 %

45

[www.megajaya.co.id](https://www.megajaya.co.id)

Internet Source

<1 %

46

Lukiana Lukiana. "Pemeliharaan Kendaraan PKP-PK di Bandar Udara Hang Nadim-Batam", WARTA ARDHIA, 2017

Publication

<1 %

47

Muhamad Muqsith Ferdianto, Joko Widagdo. "Analisis Operasional Bandar Udara Ngloram sebagai Satuan Pelayanan Bandar Udara di Kabupaten Blora", Al-Kharaj : Jurnal Ekonomi, Keuangan & Bisnis Syariah, 2023

Publication

<1 %

48

[ditppu.menlhk.go.id](https://ditppu.menlhk.go.id)

Internet Source

<1 %

49

[eprints.untirta.ac.id](https://eprints.untirta.ac.id)

Internet Source

<1 %

50

[id.123dok.com](https://id.123dok.com)

Internet Source

<1 %

51

[ojs.umrah.ac.id](http://ojs.umrah.ac.id)

Internet Source

<1 %

52

[beritanet.com](http://beritanet.com)

Internet Source

<1 %

53

[digilibadmin.unismuh.ac.id](http://digilibadmin.unismuh.ac.id)

Internet Source

<1 %

54

[edoc.pub](http://edoc.pub)

Internet Source

<1 %

55

[eprints.umm.ac.id](http://eprints.umm.ac.id)

Internet Source

<1 %

56

[repository.bsi.ac.id](http://repository.bsi.ac.id)

Internet Source

<1 %

57

[repository.its.ac.id](http://repository.its.ac.id)

Internet Source

<1 %

58

[repository.radenintan.ac.id](http://repository.radenintan.ac.id)

Internet Source

<1 %

59

[www.tradebearings.com](http://www.tradebearings.com)

Internet Source

<1 %

60

[hukumtransportasi2015.wordpress.com](http://hukumtransportasi2015.wordpress.com)

Internet Source

<1 %

61

[www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)

Internet Source

<1 %

62

Sirajuddin Sirajuddin. "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Dengan Kombinasi Pendekatan Matematika Realistik Dan Scientific Pada Siswa Kelas VII SMP", JTAM | Jurnal Teori dan Aplikasi Matematika, 2017

Publication

<1 %

63

[mechanicalEngineeringlibrary.blogspot.com](http://mechanicalEngineeringlibrary.blogspot.com)

Internet Source

<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off

# BAB1-5.docx

---

PAGE 1

---

PAGE 2

---

PAGE 3

---

PAGE 4

---

PAGE 5

---

PAGE 6

---

PAGE 7

---

PAGE 8

---

PAGE 9

---

PAGE 10

---

PAGE 11

---

PAGE 12

---

PAGE 13

---

PAGE 14

---

PAGE 15

---

PAGE 16

---

PAGE 17

---

PAGE 18

---

PAGE 19

---

PAGE 20

---

PAGE 21

---

PAGE 22

---

PAGE 23

---

PAGE 24

---

PAGE 25

---

PAGE 26

---

PAGE 27

---

PAGE 28

---

PAGE 29

---

PAGE 30

---

PAGE 31

---

PAGE 32

---

PAGE 33

---

PAGE 34

---

PAGE 35

---

PAGE 36

---

PAGE 37

---

PAGE 38

---

PAGE 39

---

PAGE 40

---

PAGE 41

---

PAGE 42

---

PAGE 43

---

PAGE 44

---

PAGE 45

---

PAGE 46

---

PAGE 47

---

PAGE 48

---