

Studi Perencanaan Ipal Domestik Untuk Asrama, Dapur Dan Ruang Makan Kampus STT Seminari Alkitab Asia Tenggara Malang

Selvia Sesel¹, Anna Catharina Sri Purna Suswati², Gunawan Wibisono³

^{1,2}Prodi Teknik Sipil - Universitas Katolik Widya Karya Malang, Indonesia

³Prodi Teknik Sipil - Universitas Merdeka Malang, Indonesia

Alamat: Universitas Katolik Widya Karya Malang – Jl. Bondowoso No 2 Malang

*Korespondensi penulis: 201632014@widyakarya.ac.id

Abstract. Wastewater, as polluted water, should be treated before being discharged into water bodies. The habit of people disposing of wastewater without prior treatment leads to environmental pollution. This is a matter of concern for the STT SAAT Malang campus. This condition can lead to a decline in environmental quality, especially in water bodies/streams, which can negatively impact the health of communities living near the river. To address this issue, an adequate domestic wastewater treatment system is needed. Therefore, a Wastewater Treatment Plant (WWTP) plan is needed to handle the wastewater disposal process from dormitories, kitchens, and dining rooms. This system uses an aerobic treatment system, which is one of the methods chosen to serve 200 people with a wastewater discharge of 32.1 m³/day. Based on the analysis of wastewater discharge and WWTP requirements, the WWTP (wastewater treatment plant) tank size is 4.70 m x 17.5 m.

Keywords: domestic wastewater, and treatment system.

Keywords: Domestic wastewater, Wastewater Treatment Plant (WWTP), Aerobic treatment, Wastewater discharge, Environmental pollution

Abstrak. Air limbah sebagai air yang sudah tercemar, seharusnya diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air. Kebiasaan masyarakat yang membuang air limbah tanpa diolah terlebih dahulu akan mengakibatkan terjadinya pencemaran lingkungan. Hal ini yang perlu diperhatikan oleh pihak kampus STT SAAT Malang. Sesungguhnya kondisi ini dapat mengakibatkan menurunnya kualitas lingkungan khususnya badan air/sungai yang berakibat berkurangnya tingkat kesehatan masyarakat di sekitar daerah sungai. Untuk mengatasi hal ini perlu dibuat sebuah sistem pengolahan air limbah domestik yang memadai. Oleh karena itu perlu dibuat perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah yang dapat melayani proses pembuangan limbah cair baik dari asrama, dapur dan juga ruang makan dengan menggunakan sistem pengolahan aerob yang mana merupakan salah satu metode yang dipilih untuk dapat melayani 200 orang dengan debit air limbah sebesar 32,1m³/hari. Berdasarkan analisis debit air limbah dan kebutuhan IPAL, maka dihasilkan ukuran bak instalasi pengolahan air limbah (IPAL) dengan ukuran 4,70 m x 17,5 m.

Kata kunci: Air Limbah Domestik, Instalasi Pengolahan Air Limbah, Sistem Pengolahan Aerob, Pembuangan Air Limbah, Pencemaran Lingkungan

1. LATAR BELAKANG

Air limbah adalah air hasil samping penggunaan air, baik pemakaian yang di rumah tangga atau dalam proses produksi industri. Air sisa untuk rumah tangga, yaitu air yang diambil dari fasilitas sanitasi seperti bak cuci, kamar mandi, toilet, sisa cuci pakaian dan dapur. Air sisa yang digunakan oleh rumah tangga ini dapat disebut sebagai air limbah rumah tangga. Pada saat yang sama air yang digunakan dalam proses dan operasi industri dapat disebut sebagai air limbah industri (Hardjosuprpto, 2000: 1). Saat ini pengelolaan air buangan yang dihasilkan dari 200 orang yang terdiri dari 180 mahasiswa dan 20 staff di asrama kampus SAAT menghasilkan limbah sebanyak 32,1 m³/hari yang didapat dari (200 orang x 13,5 debit air

limbah dapur x 3x orang/hari) + (120 debit air limbah asrama x 200 orang) = 8100 + 24000 = 32,100 liter/hari atau 32,1 m³/hari.

Air limbah harus diolah secara khusus, oleh karena itu pengolahan air buangan yang ada di area kampus SAAT harus mampu untuk mengolah air limbah sebelum dibuang ke badan air. Sementara kondisi exsisting di Kampus SAAT pengelolaan air limbah belum ada pengolahan secara khusus sehingga bisa mengakibatkan pencemaran pada badan air penerima buangan. Air limbah dari tiap - tiap gedung disatukan dengan saluran drainase menuju tempat pembuangan (sungai). Salah satu pengolahan air limbah berada di gedung dapur, ruang makan dan asrama. Oleh karenanya dirasa perlu dilakukan perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) di kampus tersebut.

Dalam waktu dekat kampus SAAT akan menerapkan dan mengembangkan kawasan lingkungan dan salah satu aspek yang dilihat adalah pengelolaan air buangan. Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian untuk perencanaan instalasi pengolahan air limbah dengan melakukan perhitungan supaya didapatkan parameter yang sesuai dengan instalasi pengolahan air limbah dan memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik..

2. KAJIAN TEORITIS

2.1. Definisi Limbah Cair Domestik

Limbah domestik adalah air yang telah digunakan, dari rumah atau pemukiman, termasuk kamar mandi, WC, tempat cuci pakaian dan tempat memasak (Sugiharto, 2008). Dengan bertambahnya jumlah penduduk dan segala aktivitasnya, maka jumlah air limbah yang diolah akan selalu meningkat. Jika jumlah air yang dibuang melebihi kapasitas yang diterima alam, maka akan menimbulkan kerusakan lingkungan. Lingkungan yang rusak akan mengakibatkan penurunan kesehatan manusia yang tinggal di lingkungan tersebut, sehingga perlu dilakukan penanganan limbah.

2.2. Jenis Limbah Domestik

Limbah domestik menurut bentuk fisiknya dapat dibagi menjadi: (1) limbah cair yaitu buangan dari toilet, air cucian, air kamar mandi, (2) limbah padat atau sampah seperti sampah sisa makanan, bungkus atau kemasan, kantong plastik, botol bekas, (3) limbah gas seperti asap dari kompor minyak, asap dari pembakaran sampah, dan bau dari kakus. (Simamora, 2014).

2.3. Karakteristik Limbah Cair Domestik

Limbah cair domestik atau rumah tangga adalah air limbah dari kegiatan bersih-bersih, yaitu gabungan limbah dari dapur, kamar mandi, toilet, ruang cuci, dll. Komposisi limbah cair rata-rata mengandung bahan organik dan mineral dari sisa makanan, air seni, dan sabun.

Beberapa sampah rumah tangga muncul dalam bentuk suspensi dan sebagian lainnya berbentuk zat terlarut. Limbah cair biasanya dibedakan menjadi dua jenis yaitu *black water* dan *grey water*. (Metcalf dan Eddy, 2003)

Black water adalah air limbah yang berasal dari toilet, sedangkan *gray water* adalah air limbah yang berasal dari air bekas mandi, air cuci pakaian, air bekas yang berasal dari dapur, air pemeliharaan yang terdiri dari air bekas pel, cuci kendaraan dan taman. Air bekas mengandung deterjen, shampoo, sabun, minyak dan lemak dari dapur kemungkinan logam berat dari peralatan rumah tangga. Oleh karena itu perlu dilakukan pengolahan sampai memenuhi standar baku mutu kualitas air yang diijinkan. Secara umum menurut (Khaq & Slamet, 2017) sifat air limbah cair domestik terbagi menjadi dua karakteristik, yaitu karakteristik fisik dan kimia.

2.4. Karakteristik Fisik

1) Padatan (*Solid*)

Limbah cair memiliki berbagai macam padatan mulai dari zat kasar hingga zat yang bersifat koloidal. Dalam karakteristik limbah cair material kasar tersebut selalu dihilangkan sebelum dilakukan analisis padatan.

2) Bau (*Odor*)

Bau merupakan petunjuk air limbah sudah membusuk. Bau dalam air limbah disebabkan oleh adanya zat yang mudah menguap, gas terlarut, dan produk sampingan dari bahan organik yang membusuk. Bau air limbah biasanya merupakan gas yang dihasilkan oleh penguraian zat organik (seperti Hidrogen Sulfida H_2S) yang terkandung di dalam air limbah.

3) Warna (*Color*)

Air murni tidak berwarna, tetapi sering diwarnai oleh benda asing. Ciri yang paling menonjol dari limbah cair adalah warnanya, yang biasanya disebabkan oleh bahan organik dan alga. Air limbah baru biasanya berwarna abu-abu.

4) Temperatur

Suhu limbah cair pada umumnya lebih tinggi dari suhu udara setempat. Air limbah dan suhu air merupakan parameter yang sangat penting karena mempengaruhi organisme dalam air, meningkatkan reaksi kimia dan mengurangi spesies ikan di dalam air.

5) Kekeruhan (*Turbidity*)

Kekeruhan adalah sifat optik air, yang membatasi cahaya ke air. Karena adanya zat koloid terapung dan zat yang terurai memiliki ukuran yang lebih besar (tersuspensi) oleh hewan, zat organik, dan sebagainya maka terjadilah kekeruhan. Kekeruhan dan kandungan semua jenis bakteri tersuspensi tidak dapat dihubungkan karena bergantung pada ukuran dan partikel.

2.5 Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia terdiri dari dua parameter yaitu parameter organik dan parameter anorganik dan gas. Masing-masing parameter terdiri dari beberapa bagian antara lain :

2.5.1. Parameter Organik

a. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Biological Oxygen Demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologis (KOB) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mempelajari secara global proses mikroba yang sebenarnya terjadi di dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri (*aerob*) untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua zat organik terlarut dan beberapa zat organik yang tersuspensi di dalam air. Parameter BOD merupakan parameter yang paling banyak digunakan untuk pengujian air limbah dan air permukaan. Pengukuran ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik (Metcalf and Eddy.1979 dan Khaq & Slamet, 2017).

b. *Chemical Oxygen Demand* (COD)

Analisis COD adalah menentukan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. *Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia (KOK) adalah jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi K₂Cr₂O₇ digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air.

c. Protein

Protein merupakan bagian penting dari makhluk hidup termasuk tumbuhan dan hewan bersel satu. Protein mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen dengan berat molekul yang sangat tinggi. Struktur kimianya sangat kompleks, tidak stabil dan dapat terurai, ada yang larut dalam air, ada yang tidak. Komposisi protein sangat kompleks, tersusun dari ribuan asam amino, dan merupakan dasar dari sel dan inti sel.

d. Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa yang menghasilkan beberapa senyawa turunan seperti gula, pati, selulosa dan benang-benang kayu terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen.

e. Minyak dan Lemak

Minyak adalah lemak yang bersifat cair. Keduanya memiliki komponen utama karbon dan hidrogen yang tidak larut dalam air. Bahan-bahan tersebut banyak terdapat pada makanan,

hewan, manusia, bahkan pada tumbuhan dalam bentuk minyak nabati. Ciri lainnya adalah relatif stabil dan tidak mudah terurai oleh bakteri.

f. Deterjen

Deterjen termasuk bahan organik yang sangat banyak digunakan untuk keperluan rumah tangga, hotel, dan rumah sakit. Fungsi utama deterjen adalah sebagai pembersih dalam pencucian, sehingga tanah, lemak dan lainnya dapat dipisahkan.

2.5.2. Parameter Anorganik dan Gas

1. pH

Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral atau di bawah 7, akan menyulitkan proses biologis. Hal ini mengakibatkan terganggunya proses penjernihan. pH yang baik bagi air limbah adalah netral (7). Semakin kecil nilai pH-nya, maka akan mengakibatkan larutan menjadi asam.

2. Alkalinitas

Alkalinitas air limbah yang disebabkan oleh adanya hidroksida, karbonat, dan bikarbonat (seperti kalsium, magnesium, natrium atau kalium). Alkalinitas adalah hasil dari adanya hidroksi bikarbonat dan bikarbonat dalam bentuk kalsium, magnesium, natrium, kalium atau amonia. Dalam hal ini, yang terpenting adalah kalsium dan magnesium bikarbonat. Umumnya air limbah merupakan bahan dasar yang diperoleh dari penyediaan air, air tanah dan bahan lainnya bila digunakan dalam rumah tangga.

3. Logam

Menentukan jumlah kandungan logam pada air limbah seperti nikel (Ni), magnesium (Mg), timbal (Pb), kromium (Cr), kadmium (Cd), Zeng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe) dan air raksa (Hg) sangat penting karena jika berlebihan akan bersifat racun. Namun beberapa jenis logam yang umumnya digunakan untuk pertumbuhan kehidupan biologis, misalnya pada pertumbuhan alga apabila tidak ada logam pertumbuhannya akan terhambat.

4. Gas

Ada banyak gas di dalam air, dan oksigen (O_2) adalah gas yang penting. Mikro organisme aerobik bernafas dan kehidupan lainnya selalu membutuhkan oksigen terlarut. Jika oksigen berada pada ambang batas yang rendah, maka bau akan dihasilkan karena unsur karbon berubah menjadi metana termasuk CO_2 dan SO_2 (Sulfur dioksida) Belerang akan menjadi sulfur dioksida (SO_2) atau teroksidasi menjadi nitrit.

5. Nitrogen

Nitrogen merupakan bagian penting dari kebutuhan pertumbuhan protista dan tumbuhan. Nitrogen ini disebut nutrisi atau makanan dan perangsang pertumbuhan. Nitrogen

dalam air limbah terutama merupakan kombinasi protein dan urea. Nitrogen dengan cepat dipecah oleh bakteri dan diubah menjadi ammonia, sehingga umur relatif dari air limbah dapat dilihat dari jumlah ammonia yang ada.

2.6. Dampak Pembuangan Limbah Domestik

Kehadiran bahan pencemar di badan air dapat mendeteksi secara langsung keberadaan kontaminan tanpa pemeriksaan laboratorium sebelumnya, seperti pada warna dan bau busuk yang tidak sedap. Limbah yang terus menerus masuk ke badan air sungai, terutama limbah organik, dapat menyebabkan pengayaan unsur hara di badan air yang dapat menyebabkan eutrofikasi. Ketika beban COD dan BOD melebihi 200 mg/L, pembuangan air limbah ke badan air akan menyebabkan berkurangnya oksigen dan kematian bakteri aerob. Sulfat berubah menjadi sulfida, yang beracun bagi ikan. Limbah domestik yang mengandung deterjen akan meningkatkan kandungan fosfat yang memicu tumbuhnya ganggang air. Air limbah rumah tangga biasanya mengandung polutan organik cukup tinggi. Jika tidak diolah, limbah rumah tangga dapat mencemari lingkungan. (Simamora, 2014)

2.7. Baku Mutu Air Limbah Domestik

Baku Mutu Air Limbah Domestik adalah ukuran atau batas kadar unsur pencemaran atau jumlah yang ditetapkan dalam air limbah domestik. Jadi perlu dikembangkan regulasi tentang air limbah untuk menjaga kualitas air permukaan atau badan air yang harus dihindari agar tidak tercemar. Oleh sebab itu sebelum air limbah domestik akan dibuang ke sungai harus diolah terlebih dahulu sehingga memenuhi standar baku mutu yang sudah ditetapkan pemerintah. (Belladonna, 2014). Salah satu peraturan yang berlaku di Indonesia untuk standarisasi adalah Baku Mutu. Peraturan standar kualitas air limbah yang digunakan adalah Peraturan Gubernur Jawa Timur No.72 Tahun 2013. Standar kualitas ini mengatur kualitas air limbah domestik.

Tabel 1. Baku Mutu Limbah Domestik

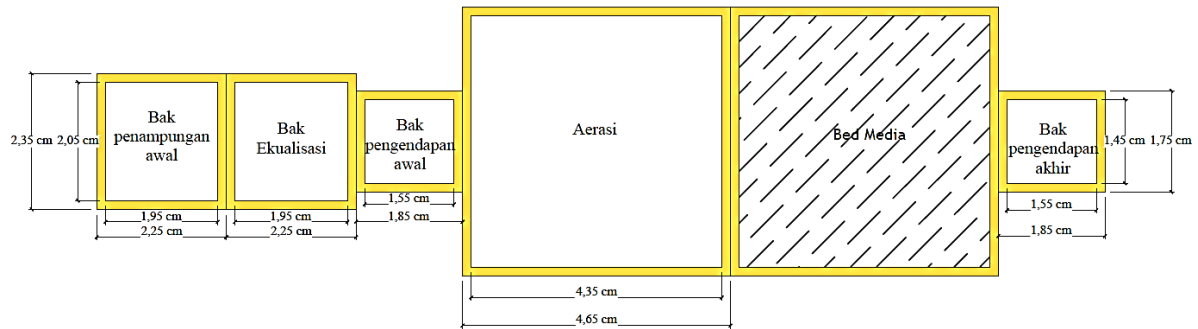
Volume Limbah Cair Maximum 120 L (orang.hari)		
Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	50
pH		6 – 9
Minyak dan Lemak	mg/L	10

Sumber: (Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013)

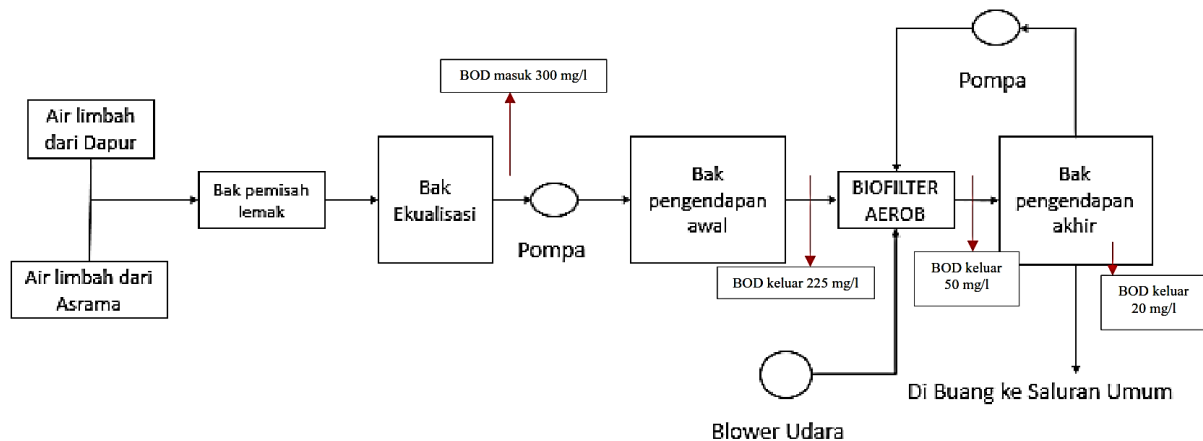
2.8. Gambaran Umum

Dalam merencanakan suatu Instalasi Pengolahan Air Limbah, perlu dilakukan beberapa langkah. Pertama adalah investigasi lapangan (survei) dan analisis data. Jika langkah-langkah ini telah dilakukan, maka desain IPAL yang direncanakan akan dijalankan. Setelah

mendapatkan semua data yang diperlukan, maka dilakukan perencanaan desain dan dimensi IPAL asrama, dapur, dan ruang makan yang sesuai dengan data yang diperoleh. IPAL terdiri dari bak pemisah lemak, bak ekualisasi, bak pengendap awal, bak biofilter aerob, dan bak pengendap akhir.



Gambar 1. Desain Kompartemen IPAL



Gambar 2. Diagram Proses Pengolahan Air Limbah dengan Proses *Biofilter Aerob*

3. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

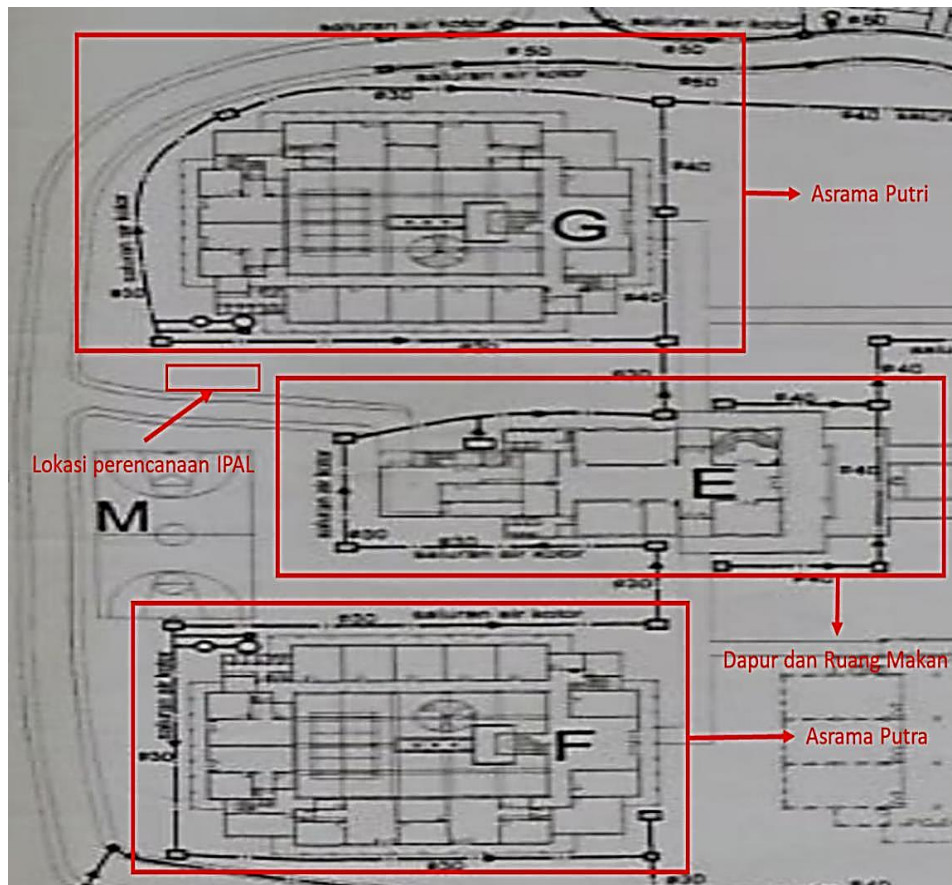
Lokasi penelitian terletak di Kampus Seminari Alkitab Asia Tenggara Jalan Bukit Hermon I, Doro, Karangwidoro, Kec, Dau, Malang, Jawa Timur.



Gambar 3. Kampus STT Seminari Alkitab Asia Tenggara

3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian terdiri dari beberapa lokasi, yang tersaji pada Gambar 4. di bawah:



Gambar 5. Lokasi Perencanaan IPAL

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan untuk mendapatkan data yang berfungsi sebagai bahan dasar yang kemudian diolah. Jenis data ada 2 macam yaitu data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil observasi di lapangan. Data sekunder didapatkan dari instansi yang terkait ataupun dari sumber lain.

a. Data primer di lapangan berupa:

1. Melakukan observasi lapangan,
2. Wawancara,
3. Jumlah penghuni dan staff SAAT
4. Jumlah bangunan yang dilayani

b. Data sekunder melalui studi literatur berupa:

1. Volume debit penggunaan air cuci tiap hari
2. *As built drawing*
3. Mengumpulkan jurnal-jurnal terkait penggunaan volume debit air limbah dan volume kapasitas

3.4 Pengolahan Data

Pengolahan data meliputi:

- Menentukan sumber-sumber limbah cair.
- Penetapan baku mutu air limbah yang disesuaikan dengan Pergub jatim No 72 tahun 2013.
- Menghitung debit limbah cair yang dihasilkan dalam m³/hari.
- Menghitung dimensi unit IPAL
- Merencanakan sistem pengolahan air limbah domestik menggunakan *software* AutoCAD.

3.5 Tahap Perhitungan Desain IPAL Domestik

Adapun tahapan perhitungan yang digunakan untuk mendesain dimensi Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) ini sebagai berikut:

- Menghitung kapasitas pengolahan berdasarkan jumlah pemakaian:

$$Q_0 = Q_P \times P \quad (1)$$

Dimana,

Q_0 = kapasitas pengolahan (m³/hari)

Q_P = kapasitas pembuangan (m³/hari)

P = jumlah penduduk

- Menentukan kriteria waktu tinggal

$$\frac{t_{rt}}{24 \text{ jam}} \text{ hari} \times Q \quad (2)$$

Dimana,

t_{rt} = retention time (waktu tinggal)

Q = debit air limbah

- Menghitung volume bak yang diperlukan dengan rumus:

$$\text{Vol} = \frac{t_{rt}}{60 \times 24} \times Q_P \text{ m}^3/\text{hari} \quad (3)$$

- Menghitung kapasitas bak penampung air limbah yaitu menentukan waktu tinggal dalam bak (HRT) (4-8 jam), menghitung volume bak menggunakan persamaan:

$$\text{Vol} = \frac{HRT}{60 \times 24} \times Q_P \text{ m}^3/\text{hari} \quad (4)$$

- Menghitung dimensi bak pengendapan awal yaitu menentukan waktu tinggal di dalam bak (2-4 jam) kemudian menghitung volume bak yang diperlukan seperti Persamaan (2)

- Menentukan waktu tinggal rata-rata dengan persamaan berikut:

$$T = \frac{b \cdot h \cdot l}{Q_n} \times 24 \text{ jam}/\text{hari} \quad (5)$$

Menghitung beban permukaan dengan persamaan:

$$= \frac{Q_P \text{ m}^3/\text{hari}}{b \cdot l \text{ m}^2} \quad (6)$$

Dimana,

b = dimensi lebar

h = kedalaman air efektif

l = Panjang

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kapasitas Ipal Domestik yang Direncanakan

Langkah awal yang dilakukan yaitu mengetahui debit air limbah domestik yang dihasilkan oleh Kampus STT SAAT, sebagai acuan untuk menentukan dimensi bak pengolahan air limbah yang akan direncanakan. Air limbah yang dihasilkan berhubungan dengan air bersih yang digunakan untuk kebutuhan sehari - hari.

Jumlah penghuni = 200 orang,

Debit limbah dapur = 13,5 liter/orang/hari. (SNI 03-7065-2005)

Debit limbah asrama = 120 liter/orang. (Badan Standardisasi Nasional, 2005)

Total limbah cair = Jumlah penghuni x debit limbah dapur x makan 3x orang/hari
+ jumlah penghuni asrama x debit limbah asrama = 32.1 m³/hari.

Pengolahan air limbah domestik, teknologi yang digunakan adalah *biofilter aerob* yang mana membutuhkan waktu tinggal yang berbeda pada setiap bagian pengolahannya untuk mendapatkan hasil pengolahan atau penurunan BOD yang maksimal. Waktu yang diperlukan pada setiap bagian pengolahannya adalah di dalam bak pemisah lemak ± 60 menit, bak ekualisasi/bak penampungan 4-8 jam, bak pengendapan awal 3–5 jam, biofilter aerob 4-8 jam, bak pengendapan akhir 2-4 jam. (Khaq and Slamet, 2017; Belladonna, 2014)

Kapasitas desain yang direncanakan:

Kapasitas pengolahan : 32,1 m³/ hari

Input BOD Air Limbah Rata-rata : 300 mg/l

Input konsentrasi SS : 300 mg/l

Total efisiensi pengolahan : 90-95 %

BOD air olahan : 20 mg/l

4.2 Desain Bak Pemisah Lemak

Kapasitas pengolahan per hari = debit perkapita x jumlah pengguna x makan 3 x sehari.

Kapasitas pengolahan : 32,1 m³/hari atau 1,337 m³/jam atau 133,7 liter per menit

Kriteria perencanaan: retention time = ± 60 menit. (Ratnawati, Al Kholif and Sugito, 2014)

volume bak yang diperlukan dari hasil perhitungan = $1,33 \text{ m}^3$

Ditetapkan dimensi bak:

Panjang	: 1 m
Lebar	: 1 m
Kedalaman air	: 1,4 m
Tinggi ruang bebas	: 0,5 m
Total ukuran	: $1,2 \times 1 \times 2$
Volume efektif	: $1,9 \text{ m}^3$
Konstruksi	: Beton K225
Tebal dinding	: 10 cm

4.3 Desain Bak Ekualisasi/Bak Penampungan

Waktu tinggal di dalam bak (HRT) = 4-8jam (<http://www.kelair.bppt.go.id/>)

Ditetapkan waktu tinggal dalam bak ekualisasi adalah 5 jam. (agar hasil pengolahan atau penurunan BOD maksimal).

Volume bak yang diperlukan dari hasil perhitungan = $6,69 \text{ m}^3$

Ditetapkan dimensi bak:

Panjang	: 2,2 m
Lebar	: 2,1 m
Kedalaman air	: 1,5 m
Tinggi ruang bebas	: 0,5 m
Konstruksi	: Beton K225
Tebal dinding	: 10 cm

Cek:

Volume efektif = $6,93 \text{ m}^3$

Waktu tinggal : HRT didalam bak= (volume efektif/volume yang diperlukan) x Waktu tinggal = 5,12 jam

4.4 Desain Bak Pengendapan Awal

Debit air limbah	: $32,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
BOD masuk	: 300 mg/l
Efisiensi	: 25 %
BOD keluar	: 225 mg/l

Waktu tinggal dalam bak = 3–5 jam (JWWA dalam Said, 2006)

Diasumsikan waktu tinggal 3 jam.

Volume bak yang diperlukan hasil perhitungan = $4,01 \text{ m}^3$

Ditetapkan dimensi bak:

Panjang : 1,7 m
Lebar : 1,6 m
Kedalaman efektif : 1,5m
Tinggi ruang bebas : 0,5 m
Konstruksi : Beton K225
Tebal dinding : 10 cm

Cek:

waktu tinggal (retention time) rata-rata (T) hasil perhitungan = 3,05 jam (masuk dalam range).

Beban permukaan $20\text{-}50 \text{ m}^3/\text{m}^2$ per hari, ditetapkan 20.

(<http://ciptakarya.pu.co.id/plpupload/peraturan/pedoman-teknis-ipal-2011.pdf>)

Beban permukaan = asumsi beban permukaan / luas = $7,35 \text{ m}^3/\text{m}^2$. hari

waktu tinggal total pada saat beban puncak = HRT rata-rata / 2 = 1,52 jam

beban permukaan rata-rata = $7,35 \text{ m}^3/\text{m}^2$

Beban permukaan saat jam puncak = beban permukaan rata-rata x 2 = $14,7 \text{ m}^3/\text{m}^2$.ha

Standar: waktu tinggal = 3-5 jam.

4.5 Desain Bak *Biofilter Aerob*

Debit limbah : $32,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
BOD masuk : 225 mg/l (sesuai BOD yang keluar dari bak pengendapan awal)
Efisiensi : 80%
BOD keluar : 50 mg/l

Beban BOD di dalam air limbah hasil perhitungan = $7,22 \text{ kg/hari}$

Jumlah BOD yang dihilangkan hasil perhitungan = $5,78 \text{ kg/hari}$

Beban BOD per volume media yang digunakan = $0,5 - 4 \text{ kg/m}^3$. Hari

Volume media yang diperlukan = $(5,78 / 0,5) = 11,56 \text{ m}^3$

Volume media = 40% dari Volume Reaktor

Volume reaktor biofilter aerob yang diperlukan = $100/40 \times 11,56 \text{ m}^3 = 28,89 \text{ m}^3$

- Ruang aerasi

Panjang : 4,5 m
Lebar : 4,5 m
kedalaman air efektif : 1,5 m
Tinggi ruang bebas : 0,5 m

- Ruang bed media

Panjang : 4,5 m

Lebar : 4,5 m

kedalaman air efektif : 1,5 m

Tinggi ruang bebas : 0,5 m

Total volume efektif *biofilter aerob* hasil perhitungan = 70,88 m

Konstruksi : beton K300

Tebal dinding : 15 cm

Cek:

Waktu tinggal total rata-rata hasil perhitungan = 51,47 jam

Sehingga waktu tinggal total pada beban puncak = 25,73 jam.

Tinggi ruang lumpur: 0,5 m (ketetapan)

Tinggi bad media pembiakan mikroba :1.5m (ketetapan) [<http://www.kelair.bppt.go.id/>]

Volume total media pada biofilter aerob hasil perhitungan = 40,5 m³

Cek:

BOD loading per volume media= beban BOD dalam air limbah / volume

total media hasil perhitungan = 0.19 kg BOD/m³. hari

Standar high rate trickling filter: 0,4 – 4,7 kg BOD/m²hari

Jika media yang dipakai mempunyai luas spesifik 4 m²/m³, maka

BOD loading = BOD loading per volume / luas = 7,41 g BOD/m² media per hari
= 0,07 (jauh di bawah standar)

Jadi:

Kebutuhan teoritis = jumlah BOD yang dihilangkan x faktor keamanan = 11,56 kg/hari.

Faktor keamanan ditetapkan = ± 2,0

Maka kebutuhan oksigen teoritis = 11.56 kg/ hari

Temperatur udara rata- rata = 28°C

Berat udara pada suhu 28°C = 1,17 kg/m³

Diasumsikan jumlah oksigen di dalam udara 20 %.

Jadi:

Jumlah kebutuhan udara teoritis = kebutuhan oksigen/(berat udara x kandungan oksigen)

=11,56 / (1,17 x 20%) = 49.27 m³/hari.

Efisiensi diffuser = 3%

Kebutuhan udara aktual hasil perhitungan = 1140,7 liter/menit.

Blower udara yang diperlukan:

Tipe : HIBLOW 200
 Kapasitas Blower : 200 liter /menit
 Head : 2000 mm-aqua (2 meter)
 Jumlah : 4 unit
 Power : 200watt X 4 = 800 watt
 Pipa outlet : ½ Inc.
 Kelistrikan : 1 fase

4.6 Desain Bak Pengendapan Akhir

Debit air limbah : 32,1 m³/hari

BOD masuk : 50 mg/l

BOD keluar : 20 mg/l

Waktu tinggal di dalam bak = 2-5 jam (JWWA dalam Said, (2006)).

Diasumsikan waktu yang digunakan 3 jam

Volume bak yang diperlukan = (waktu yang digunakan / 24 jam) x debit = 4.01 m³

Dimensi direncanakan:

Panjang : 1,7 m
 Lebar : 1,6 m
 Kedalaman air efektif : 1,5 m
 Tinggi ruang bebas : 0,5 m
 Konstruksi : beton K225
 Tebal dinding : 15 cm

Cek:

waktu tinggal (retention time) rata-rata (T)

$T = (\text{volume rencana bak} / \text{debit}) \times 24 \text{ jam} = 3,05 \text{ jam}$

Beban permukaan = debit air limbah / luas permukaan = 7,35 m³/m² . hari

waktu tinggal total pada saat beban puncak: (asumsi jumlah limbah 2x jumlah rata-rata)

= volume bak rencana / (2x debit limbah) x 24 = 1,52 jam

Beban permukaan pada saat puncak= 14 m³/m² . hari

Standar: waktu tinggal: 2 -4 jam

4.7 Desain Tulangan IPAL

4.7.1 Desain Tulangan Plat Lantai Dasar Bak

Sebelum mendesain tulangan untuk ipal yang terbagi dari bak ekualisasi, bak dilakukan perhitungan beban apa saja yang berkerja yang mempengaruhi perhitungan penulangan.

Berikut beban-beban yang berkerja untuk perhitungan penulangan plat lantai dasar bak (Nobel, 2016).

Berat jenis beton = 2.400 kg/m^3

Berat spesi = 21 kg/m^3

Berat jenis air hujan = 1000 kg/m^3

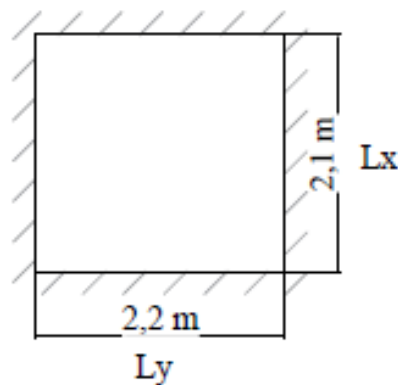
(berat jenis air limbah dianggap sama dg berat jenis air hujan)

Mutu beton k225 = $18,68 \text{ Mpa (f}'_c)$ (SNI 03-2834-2000)

= $240 \text{ Mpa (f}_y \text{ untuk diameter } \leq 10 \text{ mm adalah } 240 \text{ MPa)}$. (SKSNI T-15-1991-03)

4.8 Perhitungan Tulangan

4.8.1 Perhitungan Tulangan Plat Dasar Bak Ekualisasi



Gambar 6. Letak L_x dan L_y

Dasar penentuan plat 2 arah berdasarkan (Nobel, 2016) yang mana ketentuan untuk plat 2 arah yaitu nilai $L_y / L_x < 2,5$ dan jika $> 2,5$ maka termasuk pelat 1 arah. Didapatkan data dari hasil perhitungan L_y / L_x adalah 1,05 kemudian dimasukan ke dalam tabel momen di dalam plat persegi yang menumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata mendapatkan nilai 39 dan 36,5.

Untuk momen yang terjadi pada plat dapat dilihat pada Tabel 2. di bawah ini:

Tabel 2. Tabel Momen Dalam Plat Persegi A

TYPE	l_y/l_x	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	>2.5
I	$(M_{lx}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ly}) = 0.001 q l_y^2, X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
		44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25
II	$(M_{lx}) = - (M_{tx}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ly}) = 0.001 q l_y^2, X$ $(M_{ty}) = 0.001 q l_y^2, X$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
		36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13
		36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38

Perhitungan kebutuhan pasir dan semen

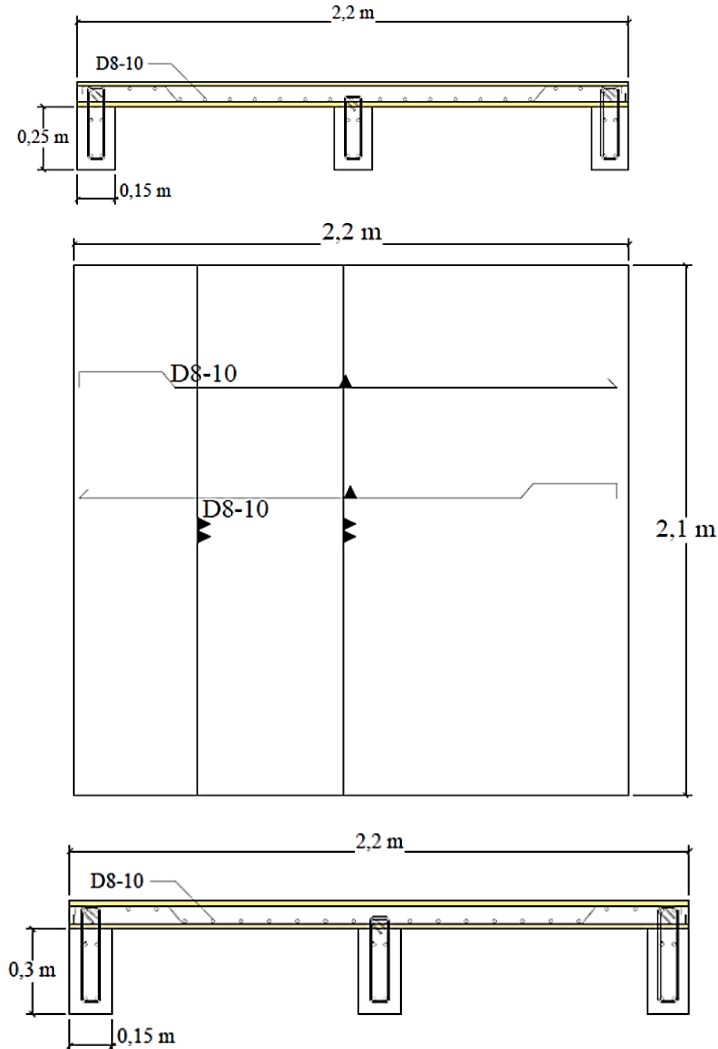
Perhitungan semen = $371 \text{ kg/m}^3 \times (2,2 \times 2,1 \times 0,15) \times 2 = 514,2 \approx 515 \text{ kg}$

Perhitungan pasir = $698 \text{ kg/m}^3 \times (2,2 \times 2,1 \times 0,15) \times 2 = 967,42 \approx 968 \text{ kg}$

Perhitungan kerikil = $1047 \text{ kg/m}^3 \times (2,2 \times 2,1 \times 0,15) \times 2 = 1451,14 \approx 1452 \text{ kg}$

Perhitungan air = $215 \text{ kg/m}^3 \times (2,2 \times 2,1 \times 0,15) \times 2 = 297,99 \approx 298 \text{ kg}$

(SNI DT 91-0008-2007)



Gambar 7. Letak Tulangan Bak Ekualisasi

4.8.2 Perhitungan Tulangan Plat Bak Pengendapan Awal

Diameter dimensi plat lantai

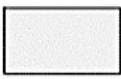
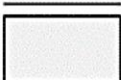
$L_y = 1,7 \text{ m} = 1700 \text{ mm}$

$L_x = 1,6 \text{ m} = 1600 \text{ mm}$

$L_y / L_x = 1700 / 1600 = 1,063$ (plat 2 arah)

Didapatkan data dari hasil perhitungan L_y / L_x adalah 1 kemudian dimasukkan ke dalam tabel momen di dalam plat persegi yang menumpuk pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata mendapatkan nilai 36 dan 36.

Tabel 3. Tabel Momen Dalam Plat Persegi B

TYPE	ly/lx	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	>2.5
I	 $(Mlx) = 0.001 qlx^2 \cdot X$ $(Mly) = 0.001 qly^2 \cdot X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
		44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25
II	 $(Mlx) = - (Mlx) = 0.001 qlx^2 \cdot X$ $(Mly) = 0.001 qly^2 \cdot X$ $(Mly) = 0.001 qly^2 \cdot X$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
		36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13
		36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38

Perhitungan kebutuhan pasir dan semen

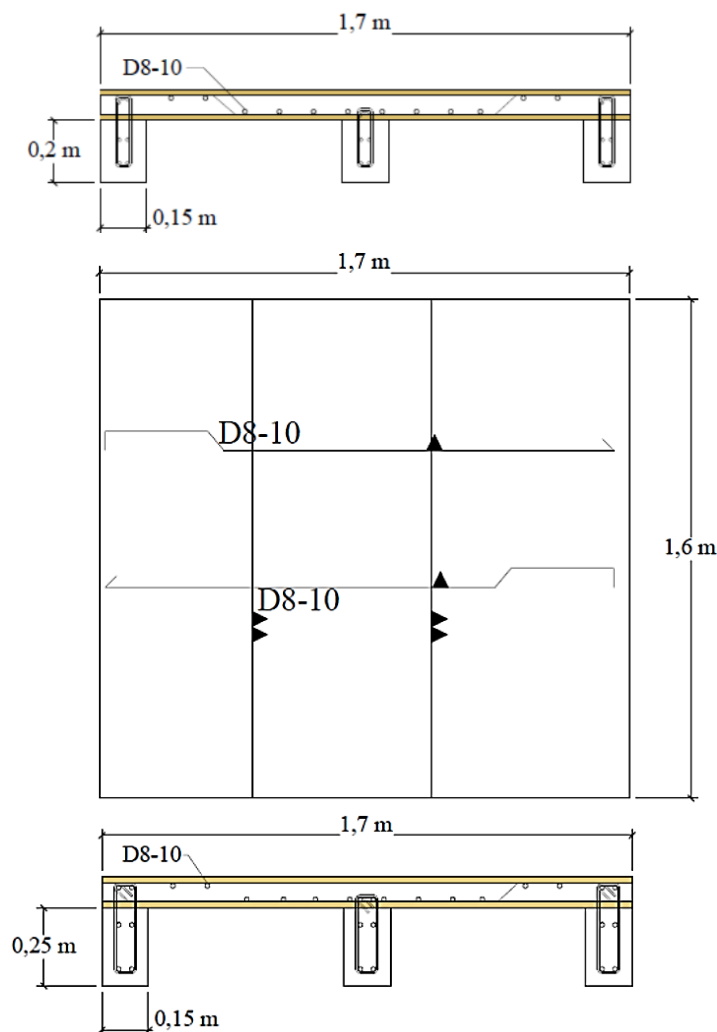
Perhitungan semen = $371 \text{ kg/m}^3 \times (1,7 \times 1,6 \times 0,15) \times 2 = 302.73 \approx 303 \text{ kg}$

Perhitungan pasir = $698 \text{ kg/m}^3 \times (1,7 \times 1,6 \times 0,15) \times 2 = 569.56 \approx 570 \text{ kg}$

Perhitungan kerikil = $1047 \text{ kg/m}^3 \times (1,7 \times 1,6 \times 0,15) \times 2 = 854.35 \approx 854 \text{ kg}$

Perhitungan air = $215 \text{ kg/m}^3 \times (1,7 \times 1,6 \times 0,15) \times 2 = 175.44 \approx 176 \text{ kg}$

(SNI DT 91-0008-2007)



Gambar 8. Letak Tulangan Bak Pengendap Awal

4.8.3 Perhitungan Tulangan Plat Bak Areasi

Diameter dimensi plat lantai

$$L_y = 4,5 \text{ m} = 4500 \text{ mm}$$

$$L_x = 4,5 \text{ m} = 4500 \text{ mm}$$

$$L_y / L_x = 4500 / 4500 = 1 \text{ (plat 2 arah)}$$

Didapatkan data dari hasil perhitungan L_y / L_x adalah 1 kemudian dimasukan ke dalam tabel momen di dalam plat persegi yang ditumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata mendapatkan nilai 37 dan 37.

Tabel 4. Tabel Momen Dalam Plat Persegi C

TYPE	l_y/l_x		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	>2.5
I	l_x	$(M_{lx}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ly}) = 0.001 q l_x^2, X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
			44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25
II	l_x	$(M_{lx}) = - (M_{tx}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ly}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ty}) = 0.001 q l_x^2, X$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
			36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13
			36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38
			36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38

Perhitungan kebutuhan pasir dan semen

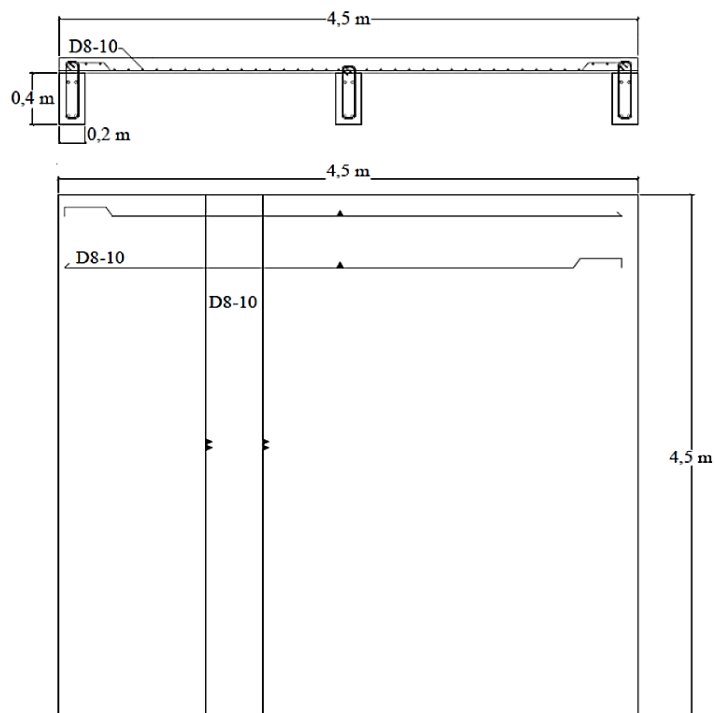
$$\text{Perhitungan semen} = 371 \text{ kg/m}^3 \times (4,5 \times 4,5 \times 0,15) \times 2 = 2253,825 \approx 2254 \text{ kg}$$

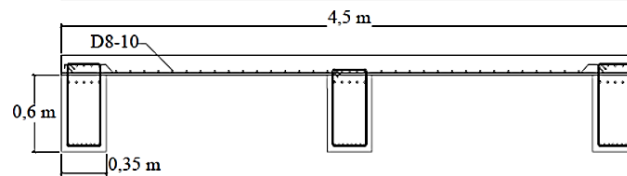
$$\text{Perhitungan pasir} = 698 \text{ kg/m}^3 \times (4,5 \times 4,5 \times 0,15) \times 2 = 4240,35 \approx 4240 \text{ kg}$$

$$\text{Perhitungan kerikil} = 1047 \text{ kg/m}^3 \times (4,5 \times 4,5 \times 0,15) \times 2 = 6360,525 \approx 6361 \text{ kg}$$

$$\text{Perhitungan air} = 215 \text{ kg/m}^3 \times (4,5 \times 4,5 \times 0,15) \times 2 = 1306,125 \approx 1306 \text{ kg}$$

(SNI DT 91-0008-2007)





Gambar 9. Letak Tulangan Bak Areasi

4.8.4 Perhitungan Tulangan Plat Bak Bad Media

Diameter dimensi plat lantai

$$L_y = 4,5 \text{ m} = 4500 \text{ mm}$$

$$L_x = 4,5 \text{ m} = 4500 \text{ mm}$$

$$L_y / L_x = 4500 / 4500 = 1 \text{ (plat 2 arah)}$$

Didapatkan data dari hasil perhitungan L_y / L_x adalah 1 kemudian dimasukan ke dalam tabel momen di dalam plat persegi yang menumpuk pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata mendapatkan nilai 36 dan 36.

Tabel 5. Tabel Momen Dalam Plat Persegi D

TYPE	l_y/l_x		1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	>2.5
I	l_x	$(M_l) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ly}) = 0.001 q l_x^2, X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
			44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25
II	l_x	$(M_x) = - (M_{lx}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ly}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ty}) = 0.001 q l_x^2, X$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
			36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13
			36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38

Perhitungan kebutuhan pasir dan semen

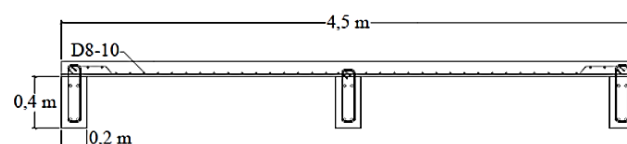
$$\text{Perhitungan semen} = 371 \text{ kg/m}^3 \times (4,5 \times 4,5 \times 0,15) \times 2 = 2253,825 \approx 2254 \text{ kg}$$

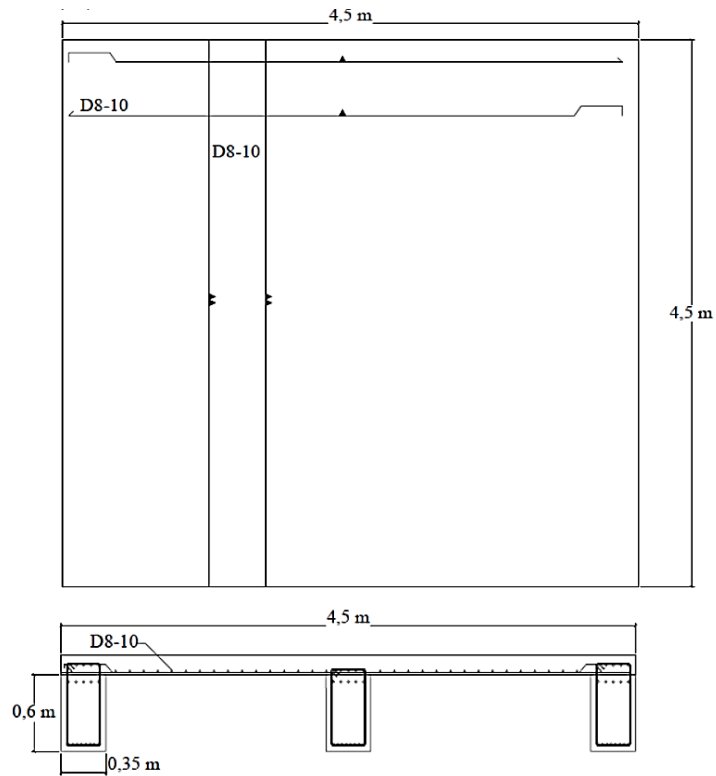
$$\text{Perhitungan pasir} = 698 \text{ kg/m}^3 \times (4,5 \times 4,5 \times 0,15) \times 2 = 4240,35 \approx 4240 \text{ kg}$$

$$\text{Perhitungan kerikil} = 1047 \text{ kg/m}^3 \times (4,5 \times 4,5 \times 0,15) \times 2 = 6360,525 \approx 6361 \text{ kg}$$

$$\text{Perhitungan air} = 215 \text{ kg/m}^3 \times (4,5 \times 4,5 \times 0,15) \times 2 = 1306,125 \approx 1306 \text{ kg}$$

(SNI DT 91-0008-2007)





Gambar 10. Letak Tulangan Bak Bed Media

4.8.5 Perhitungan Tulangan Plat Bak Pengendap Akhir

Diameter dimensi plat lantai

$$L_y = 2 \text{ m} = 2000 \text{ mm}$$

$$L_x = 2 \text{ m} = 2000 \text{ mm}$$

$$L_y / L_x = 2000 / 2000 = 1 \text{ (plat 2 arah)}$$

Didapatkan data dari hasil perhitungan L_y / L_x adalah 1 kemudian dimasukkan ke dalam tabel momen di dalam plat persegi yang ditumpu pada keempat tepinya akibat beban terbagi rata mendapatkan nilai 36 dan 36. (Nobel, 2016)

Tabel 6. Tabel Momen Dalam Plat Persegi E

TYPE	l_y/l_x	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	>2.5
I	$(M_{lx}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ly}) = 0.001 q l_y^2, X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
		44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	32	32	25
II	$(M_{lx}) = - (M_{lx}) = 0.001 q l_x^2, X$ $(M_{ly}) = 0.001 q l_y^2, X$ $(M_{ty}) = 0.001 q l_y^2, X$	36	42	46	50	53	56	58	59	60	61	62	62	62	63	63	63	63
		36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	13
		36	37	38	38	38	37	36	36	35	35	35	34	34	34	34	34	38

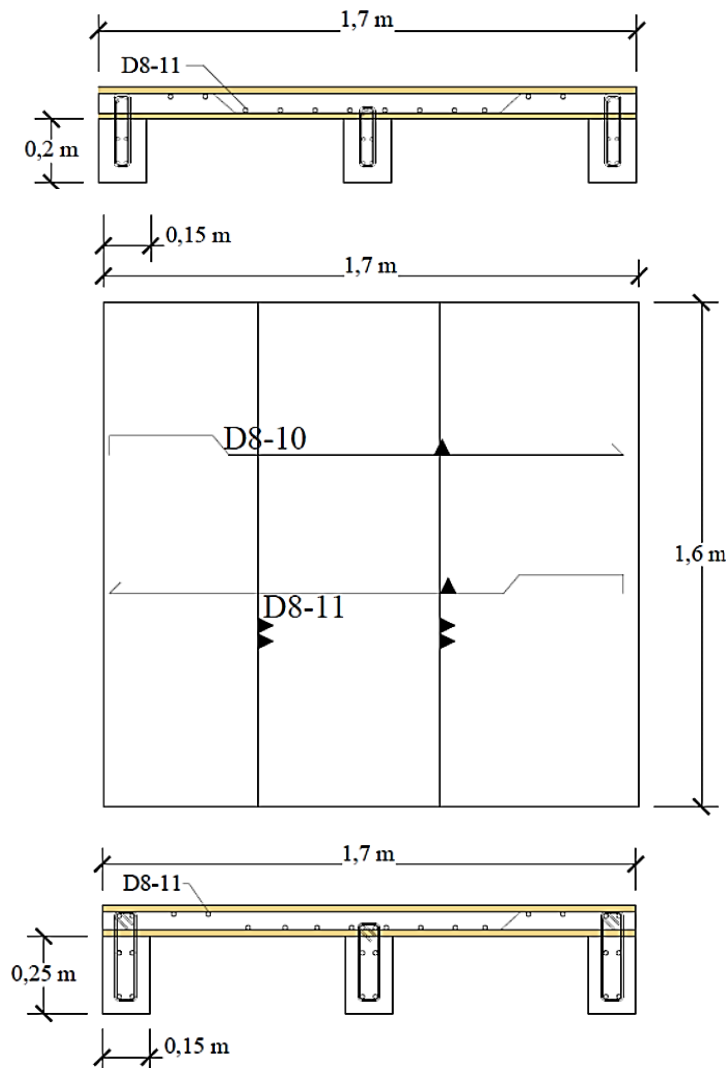
Perhitungan kebutuhan pasir dan semen

$$\text{Perhitungan semen} = 371 \text{ kg/m}^3 \times (1,7 \times 1,6 \times 0,15) \times 2 = 302,73 \approx 303 \text{ kg}$$

$$\text{Perhitungan pasir} = 698 \text{ kg/m}^3 \times (1,7 \times 1,6 \times 0,15) \times 2 = 569,56 \approx 570 \text{ kg}$$

$$\text{Perhitungan kerikil} = 1047 \text{ kg/m}^3 \times (1,7 \times 1,6 \times 0,15) \times 2 = 854,35 \approx 854 \text{ kg}$$

Perhitungan air = $215 \text{ kg/m}^3 \times (1,7 \times 1,6 \times 0,15) \times 2 = 175,44 \approx 176 \text{ kg}$
(SNI DT 91-0008-2007)



Gambar 11. Letak Tulangan Bak Pengendap Akhir

4.9 Perhitungan Kebutuhan Batu Bata

4.9.1 Perhitungan kebutuhan bata merah dan Luas Dinding

Sebelum menghitung kebutuhan bata merah dalam pembangunan IPAL, kita perlu mengetahui luas dinding yang akan dikerjakan. Rumus dalam menghitung luas dinding adalah tinggi dinding dikalikan dengan lebar dinding. (Koran Sindo, 2020). Untuk mengetahui luas dinding, dihitung dengan persamaan lebar $\times$ tinggi dinding. Perhitungan luas dinding setiap bak IPAL sebagai berikut:

4.9.2 Perhitungan Luas Dinding Bak Ekualisasi

Menurut ketentuan SNI 15-2094-2000 jumlah kebutuhan batu bata tiap m^2 adalah 70 buah. Dari hasil dimensi bak, diperoleh luas total dinding batu bata yaitu 8.8 m^2 sehingga dibutuhkan batu bata sejumlah:

Dimensi bak ekualisasi = $p \times l \times t = 2,2 \times 2,1 \times 2 \text{ m}^3$

Luas dinding bak ekualisasi = $2 \times 2,05 \times 2 = 8,2 \text{ m}^2$

= $2 \times 2,1 \times 2 = 7,8 \text{ m}^2$

Total = 16 m^2

Kebutuhan bata bak ekualisasi = $16 \times 70 = 1120$ buah bata.

Perhitungan semen = $11,5 \times (8,2 + 7,8) = 184 \text{ kg}$ (Basic Arsitek, 2018)

Perhitungan pasir = $0,043 \times (8,2 + 7,8) = 0,688 \text{ m}^3$ (Basic Arsitek, 2018)

Tabel 7. Rekapitulasi Perhitungan Luas Dinding

Luas Total Dinding Batu Bata	Dimensi Bak	Luas Dinding Bak	Total	Kebutuhan Bata Bak	Perhitungan Semen	Perhitungan Pasir
(m^2)	(m^3)	(m^2)	(m^2)	(Buah)	(Kg)	(m^3)
Perhitungan Luas Dinding Bak Pengendapan Awal						
6,8	1,7 x 1,6 x 2	$2 \times 1,55 \times 2 = 6,2$ $2 \times 1,45 \times 2 = 5,8$	12	840	138	0,516
Perhitungan Luas Dinding Bak Aerasi						
18	4,5 x 4,5 x 2	$2 \times 4,35 \times 2 = 17,4$ $2 \times 4,35 \times 2 = 17,4$	34,8	2436	400,2	1,4964
Perhitungan Luas Dinding Bak Media						
18	4,5 x 4,5 x 2	$2 \times 4,35 \times 2 = 17,4$ $2 \times 4,35 \times 2 = 17,4$	34,8	2436	400,2	1,4964
Perhitungan Luas Dinding Bak Air						
6,8	1,7 x 1,6 x 2	$2 \times 1,55 \times 2 = 6,2$ $2 \times 1,45 \times 2 = 5,8$	12	840	138	0,516

4.10 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Balok

4.10.1 Perhitungan Beban Bak Ekualisasi

Ukuran bak ekualisasi

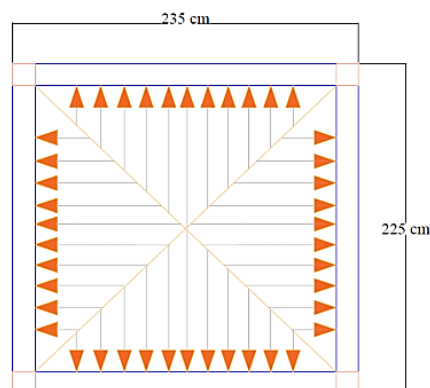
Panjang = 2,2 meter

Lebar = 2,1 meter

Tinggi = 2 meter

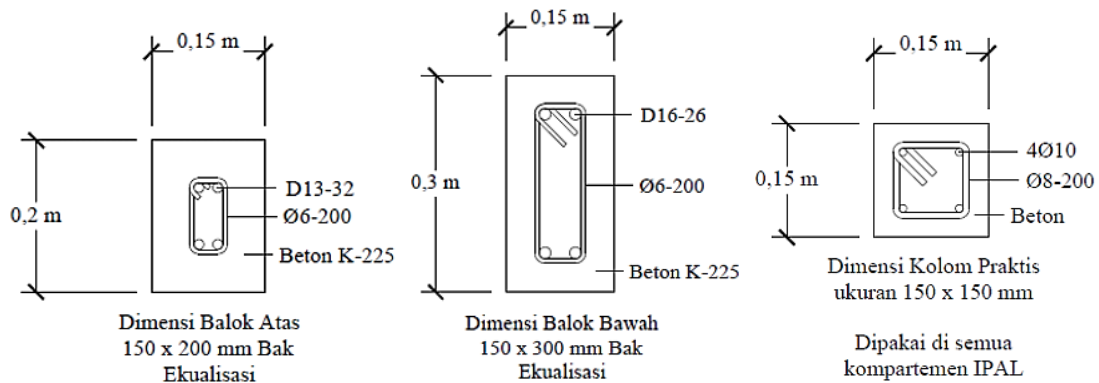
Tebal plat atas = 0,12 meter

Tebal plat bawah = 0,15 meter



Gambar 12. Pendistribusian Beban Plat Atas dan Bawah Bak Ekualisasi

Dari hasil perhitungan, diperoleh tulangan yang dapat digunakan pada balok atas bak ekualisasi adalah D13-32 dan untuk balok bawah adalah D16-26 dengan jumlah tulangan 2. Ukuran balok atas adalah 150 x 200 mm, sedangkan ukuran balok bawah adalah 150 x 300 mm, dengan sama-sama jumlah kolom praktis 4 buah dan dimensi kolom praktis 150 x 150 mm.

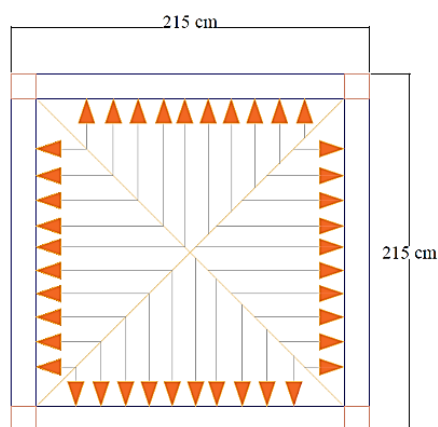


Gambar 13. Potongan Balok dan kolom Praktis Bak Ekualisasi

4.10.2 Perhitungan Beban Bak Pengendapan Awal dan Akhir

Ukuran bak pengendapan awal dan akhir

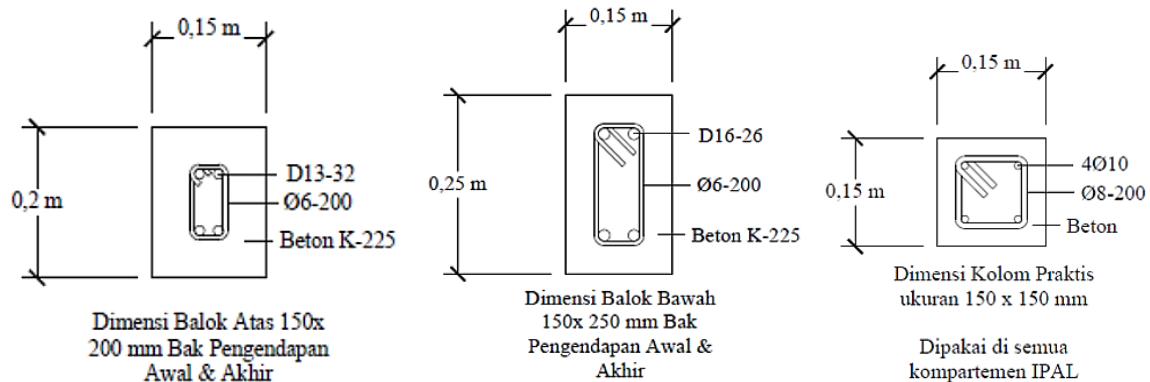
Panjang	= 1,7 meter
Lebar	= 1,6 meter
Tinggi	= 2 meter
Tebal plat atas	= 0,12 meter
Tebal plat bawah	= 0,15 meter



Gambar 14. Pendistribusian Beban Plat Atas dan Bawah Bak Pengendapan Awal dan Akhir

Dari hasil perhitungan, diperoleh tulangan yang dapat digunakan pada balok atas bak pengendapan awal dan akhir adalah D13-32 dan untuk balok bawah adalah D16-26 dengan

jumlah tulangan 2. Ukuran balok atas adalah 150 x 200 mm, dengan jumlah kolom praktis 4 buah dan dimensi kolom praktis 150 x 150 mm.



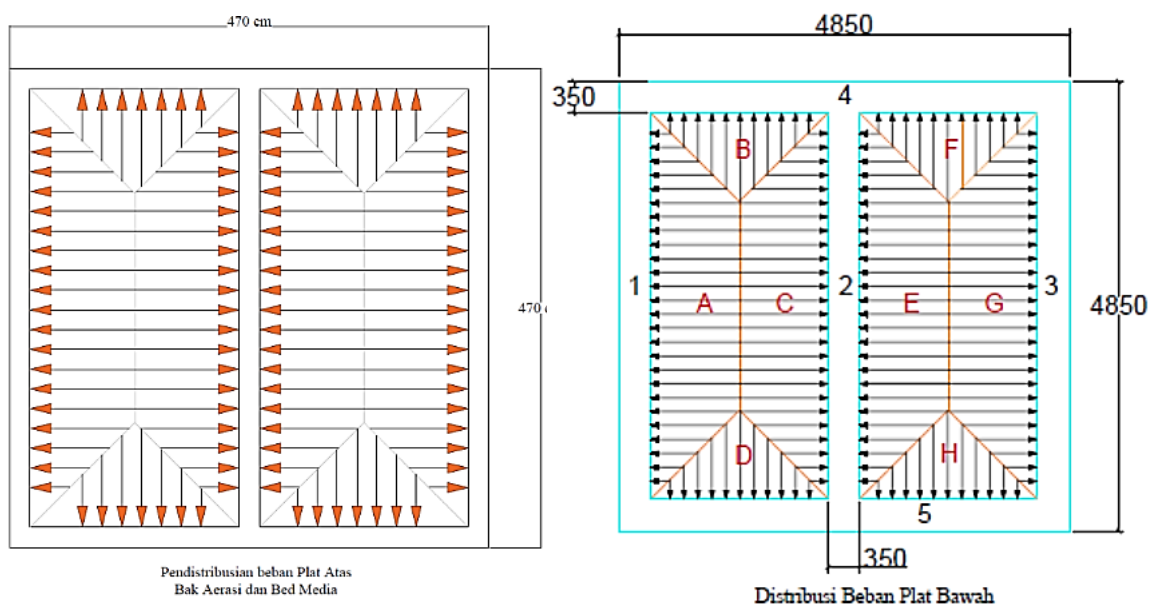
Gambar 15. Potongan Balok dan kolom Praktis Bak Pengendap awal dan akhir

4.10.3 Perhitungan Beban Bak Aerasi dan Bed Media

Ukuran bak pengendapan awal dan akhir

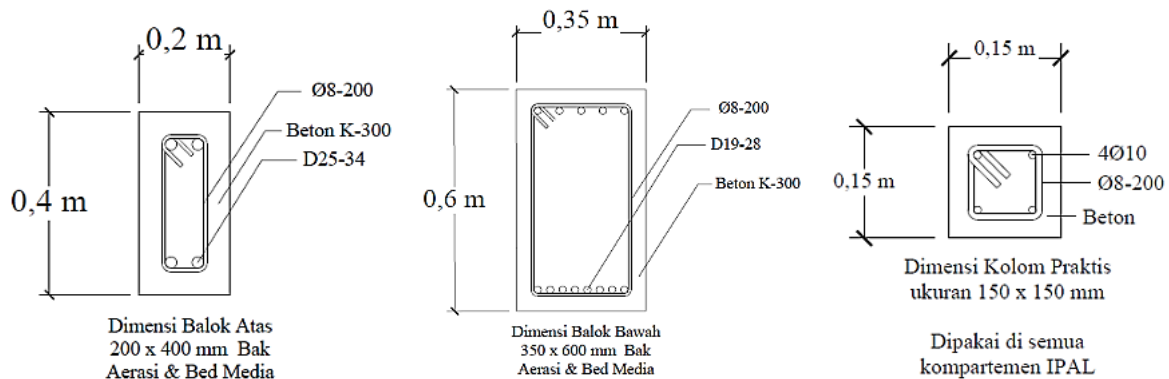
Panjang	= 4,5 meter
Lebar	= 4,5 meter
Tinggi	= 2 meter
Tebal plat atas	= 0,12 meter
Tebal plat bawah	= 0,15 meter

Berikut ini gambar distribusi beban bak aerasi dan juga bed media. Karena memiliki bentang yang cukup besar yaitu 4.5 meter, maka dalam perencanaannya penyusun menggunakan 5 balok untuk menopang beban yang terdapat di kedua bak ini.



Gambar 16. Pendistribusian Beban Plat Atas dan Bawah Bak Aerasi dan Bed Media

Dari hasil perhitungan, diperoleh tulangan yang dapat digunakan pada balok atas bak aerasi dan bed media adalah D 25-34 dengan jumlah tulangan 2, sedangkan pada balok bawah menggunakan D19-28 dengan jumlah tulangan 8. Ukuran balok atas adalah 200 x 400 mm dengan jumlah kolom praktis 4 buah, sedangkan ukuran balok bawah adalah 350 x 600 mm dengan jumlah kolom praktis 8 buah, yang mana keduanya sama-sama memiliki ukuran dimensi kolom praktis 150 x 150 mm.



Gambar 17. Potongan Balok dan kolom Praktis Bak Aerasi dan Bed Media

4.11 Kebutuhan Tulangan Sengkang untuk Kolom dan Balok

4.11.1 Balok ATAS bak ekualisasi (ukuran 2,2 meter)

Spesifikasi:

- Tulangan utama = 4 D 13
- Sengkang = Ø 6 – 200
- Tebal selimut = 50 mm
- Panjang balok = 2,2 meter

Perhitungan besi begel pada balok atas bak ekualisasi:

1. Panjang 1 buah besi begel Ø 6.
 $0,1 \text{ m} + 0,1 \text{ m} + 0,05 \text{ m} + 0,01 \text{ m} + 0,01 \text{ m} + 0,05 \text{ m} = 0,32 \text{ meter}$
2. Jumlah begel sepanjang 2,2 meter balok atas, adalah $2,2 \text{ meter} : 0,2 \text{ m} = 11 \text{ buah}$
3. Total Panjang begel adalah $0,32 \text{ meter} \times 11 \text{ buah} = 3,52 \text{ meter}$
4. Jumlah batang sebanyak $3,52 \text{ meter} / 12 \text{ meter} = 0,3 \text{ batang}$

Perhitungan besi tulangan utama pada balok atas bak ekualisasi.

- 1) Total Panjang besi tulangan utama D13 = $4 \text{ buah} \times 2,2 \text{ meter} = 8,8 \text{ meter}$
- 2) Jumlah batang = $8,8 \text{ meter} / 12 \text{ meter} = 0,73 \text{ batang}$

Untuk beberapa perhitungan bagian lainnya, akan direkapitulasi pada Tabel 8. di bawah ini:

Tabel 8. Rekapitulasi Perhitungan Kebutuhan Tulangan Sengkan untuk Kolom dan Balok

Tulangan utama	Sengkan	Tebal selimut	Panjang Balok	Panjang 1 Buah Besi Begel	Jumlah Begel Sepanjang Balok	Total Panjang begel	Jumlah batang	Total Panjang besi tulangan utama	Jumlah batang
		(mm)	(m)	(m)	(buah)	(m)	(batang)	(m)	(batang)
Balok ATAS bak ekualisasi (ukuran 2,1 meter).									
4 D 13	Ø 6 – 200	50	2,1	0,32	10,5	3,36	0,28	D13	8,4
Balok BAWAH bak ekualisasi (ukuran 2,2 meter)									
4 D 16	Ø 6 – 200	40	2,2	0,64	11	7,04	0,59	D16	8,8
Balok BAWAH bak ekualisasi (ukuran 2,1 meter)									
4 D 16	Ø 6 – 200	40	2,1	0,64	10,5	6,72	0,56	D16	8,4
Kolom praktis ukuran 15cm x 15cm									
4 D 10	Ø 8 – 200	25	2	0,5	10	5	0,42	Ø 10	8
Balok ATAS bak pengendapan awal dan akhir (ukuran 1,7 meter)									
4 D 13	Ø 6 – 200	50	1,7	0,32	8,5	2,72	0,23	D13	6,8
Balok ATAS bak pengendapan awal dan akhir (ukuran 1,6 meter)									
4 D 13	Ø 6 – 200	50	1,6	0,32	8	2,56	0,213	D13	6,4
Balok BAWAH bak pengendapan awal dan akhir (ukuran 1,7 meter)									
4 D 16	Ø 6 – 200	50	1,7	0,5	8,5	4,25	0,3542	D16	6,8
Balok BAWAH bak pengendapan awal dan akhir (ukuran 1,6 meter)									
4 D 16	Ø 6 – 200	50	1,76	0,5	8	4	0,33	D16	6,4
Kolom praktis ukuran 15cm x 15cm									
4 D 10	Ø 8 – 200	25	2	0,5	10	5	0,42	Ø 10	8
Balok ATAS bak aerasi dan bed media (ukuran 4,5 meter)									
4 D 25	Ø 8 – 200	50	4,5	0,9	22,5	20,25	1,69	D25	18
Balok BAWAH bak aerasi dan bed media (ukuran 4,5 meter)									
13 D 19	Ø 8 – 200	50	4,5	1,6	22,5	36	3	D19	58,5
Kolom praktis ukuran 15cm x 15cm									
4 D 10	Ø 8 – 200	25	2	0,5	10	5	0,42	Ø 10	8

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan di atas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Debit air limbah yang dihasilkan oleh kampus STT SAAT Malang sebesar 32,100 liter/hari atau 32,1 m³/hari.
- Desain IPAL yang dirancang terdiri dari bak ekualisasi, bak pengendapan awal, bak biofilter aerob dan bak pengendapan akhir setelah itu limbah dibuang ke badan air/sungai.

5.2 Saran

- Perlu dilakukan penelitian yang lebih lanjut dengan menggunakan parameter yang lain yang ada dalam baku mutu.
- Perlu diperhitungkan ketersediaan lahan untuk dapat mengaplikasikan perencanaan ini.

DAFTAR REFERENSI

- Afret Nobel (2016) 'Plat Lantai Dua Arah Hitungan Cara Mudah'. Available at: <https://blog.nobelconsultant.com/plat-lantai-dua-arrah-hitungan-cara-mudah/>.
- Basic Arsitek (2018) 'Cara Menghitung Volume Dinding Batu Bata beserta RAB dan Kebutuhan Material'. Available at: <http://basicarsitek.blogspot.com/2018/09/cara-menghitung-volume-dindingm2-beserta-rab-dan-kebutuhan-material.html>.

- Belladonna, M. (2014) 'Perancangan Instalasi Pengolah Air Limbah Domestik Terpadu pada Kawasan Kampung Nelayan di Kota Bengkulu', *Inersia, Jurnal Teknik Sipil*, 6(1), pp. 27–38.
- BSN, B. S. N. (2005) 'SNI-03-7065-2005 Tata cara perencanaan sistem plambing', (BSN), Badan Standar Nasional, (SNI 03-7065-2005), p. 23.
- Dan, C. P. and Hari, K. M. P. E. R. (no date) 'Bab 11', pp. 233–285.
- Khaq, F. A. and Slamet, A. (2016) 'PERENCANAAN SISTEM PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK DI KELURAHAN ISTIQLAL KOTA MANADO', *Jurnal TEKNIK ITS*, 4(3). doi: 10.12962/j23373539.v6i2.24661.
- Koran Sindo (2020) 'Cara Menghitung Biaya Membangun Dinding Rumah'. Available at: <https://ekbis.sindonews.com/berita/1545142/39/cara-menghitung-biaya-membangun-dinding-rumah>.
- Ratnawati, R., Al Kholif, M. and Sugito, S. (2014) 'Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Biofilter Untuk Mengolah Air Limbah Poliklinik Unipa Surabaya', *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 12(2), pp. 73–82. doi: 10.36456/waktu.v12i2.915.
- Simamora, S. J. E. (2014) 'Pengaruh Limbah Domestik terhadap Kualitas Perairan Danau Toba (Studi Kasus Desa Marbun Toruan, Desa Napitupulu Bagasan, dan Kelurahan Pangururan', (1).
- Hardjosuprpto, Moh. Masduki. 2000. *Diktat Penyaluran Air Buangan (Rioleering)*. ITB: Bandung.
- Metcalf dan Eddy. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse (Book)*. In *Chemical engineering* (Issue 7, pp. 10–11).
- Sugiharto. 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press. Jakarta.