

## Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal Pada Perumahan D'Park City Kabupaten Malang (*Planning for Communal Domestic Wastewater Treatment Plants at D'Park City Housing in Malang Regency*)

Fadilah Pratama<sup>1</sup>, Ratih Indri Hapsari<sup>2</sup>, Mohammad Zenurianto<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang, <sup>3</sup> Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang

<sup>1</sup>fadilahpratama4@gmail.com, <sup>2</sup>ratihindrihapsari@yahoo.com, <sup>3</sup>mzenurianto@polinema.ac.id

### ABSTRAK

Umumnya di Indonesia air limbah domestik yang berasal dari perumahan langsung dibuang menuju saluran drainase tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Jarak antar rumah yang saling berdekatan menjadi alasan untuk pembuatan pengolahan air limbah setempat. Tujuan dari skripsi ini adalah menghitung debit limbah, menghitung dimensi perpipaan, merencanakan sistem dan dimensi IPAL, merencanakan struktur cover IPAL, merencanakan pemanfaatan hasil olahan, dan menghitung rencana anggaran biaya. Data yang dibutuhkan adalah siteplan, peta topografi, data jumlah penduduk, data tanah, dan daftar harga satuan pekerjaan kabupaten Malang tahun 2019. Metode yang digunakan dalam perencanaan ini adalah menentukan kapasitas dan desain IPAL berdasarkan debit air limbah domestik dan rencana anggaran biaya. Debit total air limbah sebesar 134,72 m<sup>3</sup>/hari. Ukuran dimensi pipa untuk sambungan rumah adalah pipa PVC diameter 4", sedangkan untuk ukuran pipa dari rumah menuju IPAL adalah pipa PVC diameter 6". Sistem yang digunakan adalah media cell ganda (joint treatment anaerob and aerob) dan sistem pengendapan lumpur. IPAL Fabrikasi dari PT. Bioseven Fiberglass Indonesia kapasitas 75 m<sup>3</sup>/hari sejumlah 2 unit. Struktur cover IPAL terdiri dari pelat dan dinding pelat. Ukuran cover IPAL adalah 9,15 m x 7,75 m x 3,90 m. Tebal pelat adalah 0,15 m dan tulangan yang digunakan adalah Ø8 - 175 mm untuk arah X dan Ø8 - 175 mm untuk arah Y. Sedangkan tebal dinding pelat adalah 0,15 m dan tulangan yang digunakan adalah Ø8 - 175 mm untuk arah X dan Ø8 - 175 mm untuk arah Y. Pengecoran menggunakan beton K - 300. Air hasil pengolahan dimanfaatkan untuk kolam ikan dan sebagian dialirkan menuju sungai terdekat. Biaya total yang dikeluarkan sebesar Rp. 4.574.260.000,00

**Kata kunci** : air limbah ; IPAL komunal

### ABSTRACT

*In conventional method, the domestic wastewater from residential area is disposed to the drainage channel without any processing in advance. The purpose of this thesis is to design Waste Water Treatment Plan/WWTP including calculation of waste discharge, calculation of the dimensions of piping, designing the system and dimensions of WWTP, designing the structure of WWTP cover, and calculating budget. The data needed are the siteplan, topographic, population data, soil data, and price list of the district job unit in Malang 2019. Total discharge of wastewater is 134,72 m<sup>3</sup>/day, The size of the pipe dimensions for the home connection is PVC pipe diameter of 4", whereas for the pipe size from home to IPAL is PVC pipe diameter of 6". The system used is a double system (anaerobic and aerobic joint treatment) and a mud settling box. WWTP uses 2 units of fabricated WWTP produced by PT. Bioseven Fiberglass Indonesia with capacity of 75 m<sup>3</sup>/day. The structure of the WWTP cover consists of plates and walls. The cover size is 9.15 m x 7.75 m x 3.90 m. Thickness of the plate is 0.15 m and the reinforcement used are Ø 8-175 mm for X direction and Ø 8-175 mm for the Y direction. The thickness of the wall plate is 0.15 m and the reinforcement used is Ø 8-175 mm for X direction and Ø 8-175 mm for direction Y. The specification of concrete is K - 300. Total cost of this construction is Rp4,574,260,000.00.*

**Keywords** : domestic wastewater, communal WWTP

## 1. PENDAHULUAN

Dalam pembangunan perumahan harus memperhatikan kebersihan lingkungan. Rata-rata air limbah domestik yang berasal dari perumahan langsung dibuang menuju saluran drainase tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan dampak yang sangat besar bagi lingkungan. Salah satu dampaknya adalah meningkatnya pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air yang disebabkan oleh air limbah tersebut.

Perumahan D'Park City merupakan program pembangunan rumah bersubsidi di daerah Kabupaten Malang. Perumahan berskala menengah ke atas ini terletak di Jl. Kasikon Desa Wadung, Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang. Dengan luas tanah 7 hektar dan dibangun 421 unit rumah. Untuk mencapai perumahan yang berwawasan lingkungan harus memperhatikan kebersihan misalnya air limbah.

Rata-rata air limbah domestik yang berasal dari perumahan langsung dibuang menuju saluran drainase tanpa ada pengolahan terlebih dahulu. Posisi perumahan yang berdekatan dengan pemukiman warga menjadi salah satu alasan agar memperhatikan kebersihan lingkungan. Selain itu, jarak antar rumah yang saling berdekatan, lokasi lahan yang kurang memadai untuk dibuat tangka septik juga menjadi alasan untuk pembuatan pengolahan air limbah setempat.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sanitasi diperumahan tersebut dan merencanakan sistem instalasi pengolahan air yang baik dan ramah lingkungan.

## 2. METODE

### Lokasi Penelitian

Lokasi studi ini terletak pada Perumahan D'Park City yang secara geografis terletak pada koordinat  $-8^{\circ}2'34,58''$  LS dan  $112^{\circ}35'23,17''$  BT. Perumahan ini terletak di Desa Wadung, Pakisaji, Kabupaten Malang. Luas lokasi kajian adalah 7 hektar.

### Data Penelitian

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data *Siteplan* Perumahan  
Data ini didapatkan dari developer perumahan D'Park City.
2. Data Topografi Perumahan  
Data ini didapatkan dari developer perumahan D'Park City.
3. Data Jumlah Penduduk  
Data diasumsikan berdasarkan luas kavling tanah dikarenakan masih dalam tahap pembangunan.
4. Data Tanah  
Data ini didapatkan dari Laboratorium Uji Bahan di Politeknik Negeri Malang

5. Data Harga Satuan Pekerjaan Kabupaten Malang Tahun 2019

Data ini didapatkan dari Dinas PU Kabupaten Malang.

### Pengolahan atau Analisis Data

1. Jumlah Penduduk

Perhitungan jumlah penduduk dihitung berdasarkan jumlah rumah dikali dengan asumsi jiwa perkepala rumah tangga.

$$\text{Jumlah penduduk} = 5 \times \text{jumlah rumah} \quad (1)$$

2. Debit Air Limbah

Perhitungan debit air limbah didasarkan pada jumlah pemakaian air minum. Rumus yang digunakan sebagai berikut :

$$Q = 80\% \times Q_{\text{air bersih}} \quad (2)$$

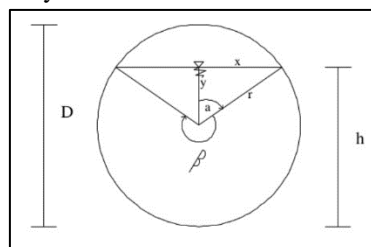
3. Dimensi Perpipaan

Arah pipa dialirkan tiap rumah didesain menuju ke IPAL dan ditunjukkan melalui elevasi rumah yang tinggi menuju rendah. Mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan gerakan aliran air seperti debit, kecepatan, percepatan, kekasaran, gesekan, kekentalan, gravitasi kondisi aliran, dan lain-lain.

Perhitungan *Slope* menggunakan persamaan *Hazen Williams* :

$$\text{Slope} = \left[ \frac{\text{Elevasi Awal} - \text{Elevasi Akhir}}{\text{Panjang Pipa}} \right] \times 100 \quad (3)$$

Sebelum menentukan luas penampang salura pipa terlebih dahulu menentukan besarnya sudut dalam pipa yang terisi oleh air karena pada prinsipnya tidak dianggap terisi penuh yaitu terisi 90 – 95%.



Gambar 1 Saluran Tertutup

Tinggi air dalam pipa

$$h = 90\% \times D \quad (4)$$

$$\cos \gamma = \frac{y}{r} \quad (5)$$

$$a = \cos^{-1} \left( \frac{y}{r} \right) \quad (6)$$

$$\beta = 360 - (2 \times a) \quad (7)$$

Luas basah saluran (A)

$$A = \frac{1}{8} (\beta - \sin \beta) D^2 \quad (8)$$

Keliling basah saluran (P)

$$P = \frac{1}{2} \times \beta \times D \quad (9)$$

Jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (10)$$

Kecepatan Aliran (V)

Besarnya kecepatan menggunakan persamaan rumus *manning* sebagai berikut :

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times \sqrt{S} \quad (11)$$

Diameter hitung

Diameter hitung digunakan untuk mengontrol apakah dimensi pipa yang dipakai dari cara coba-coba dapat dipakai. Apabila dari hasil perhitungan nilai D hitung lebih kecil dari D coba-coba maka pipa tersebut dapat dipakai.

$$Q = A \times V \quad (12)$$

4. IPAL Domestik

Dalam perencanaan ini menggunakan IPAL Fabrikasi yang diproduksi oleh PT. Bioseven Fiberglass Indonesia. IPAL ini menggunakan sistem media cell ganda (*joint treatment* anaerob dan aerob) dan sistem pengendapan lumpur.

Ukuran Tipe BFHGD										
TIPE	UKURAN					VOLUME				
BFHGD - 5	D	130	cm	X	P	260	cm	=	5	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 6	D	150	cm	X	P	260	cm	=	6	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 7	D	150	cm	X	P	330	cm	=	7	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 8	D	150	cm	X	P	380	cm	=	8	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 9	D	150	cm	X	P	410	cm	=	9	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 10	D	150	cm	X	P	450	cm	=	10	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 15	D	180	cm	X	P	500	cm	=	15	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 20	D	220	cm	X	P	575	cm	=	20	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 25	D	240	cm	X	P	525	cm	=	25	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 30	D	240	cm	X	P	610	cm	=	30	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 35	D	240	cm	X	P	700	cm	=	35	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 40	D	260	cm	X	P	700	cm	=	40	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 45	D	280	cm	X	P	700	cm	=	45	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 50	D	300	cm	X	P	700	cm	=	50	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 60	D	325	cm	X	P	700	cm	=	60	M <sup>3</sup> /hari
BFHGD - 75	D	350	cm	X	P	770	cm	=	75	M <sup>3</sup> /hari

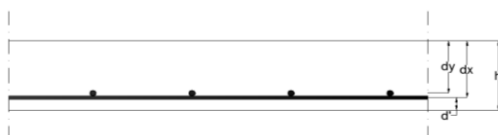
Gambar 2 Spesifikasi IPAL Bioseven

Komponen dalam IPAL Fabrikasi terdiri dari beberapa chamber antara lain pengendapan awal, equalisasi chamber, anaerobic chamber, aerobic chamber, dan pengendapan akhir.

5. Merencanakan Dimensi Cover IPAL

Cover IPAL ini terbuat dari beton bertulang yang digunakan untuk melindungi IPAL. Perencanaan ini menggunakan bantuan *software* STAAD Pro V8i untuk mendapatkan momen terbesar yang digunakan untuk menghitung ukuran tulangan.

Rumus perhitungan tulangan sebagai berikut :



Gambar 3 Skema Penulangan

$$dx = h - p - \frac{1}{2} \text{Ø tulangan} \quad (13)$$

$$dy = h - p - \text{Ø tulangan} - \frac{1}{2} \text{Ø tulangan} \quad (14)$$

$$\rho \text{ minimum} = \frac{1,4}{f_y} \quad (15)$$

$$\rho \text{ balance} = \frac{0,85 \times \beta_1 \times f_c'}{f_y} \times \frac{600}{600 + f_y} \quad (16)$$

$$\rho \text{ maks} = 0,75 \times \rho \text{ balance} \quad (17)$$

$$R_n = \frac{Mu}{0,85 \times b \times d^2} \quad (18)$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} \quad (19)$$

$$\rho \text{ perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) \quad (20)$$

$\rho \text{ perlu} < \rho \text{ minimum}$  maka digunakan  $\rho \text{ min}$

$\rho \text{ perlu} > \rho \text{ minimum}$  maka digunakan  $\rho \text{ perlu}$

$$As = \rho \text{ min} \times b \times d \quad (21)$$

$$As \text{ maks} = 0,75 \times \rho \text{ balance} \times b \times d \quad (22)$$

$$a = \frac{As \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} \quad (23)$$

$a < d$

$$M_n = As \times f_y \times \left( d - \frac{a}{2} \right) \quad (24)$$

$M_n > Mu$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{L}{4 \times As} \times \pi \times \text{Ø}^2 \quad (25)$$

6. Perhitungan Biaya

Setelah perencanaan selesai, kemudian lanjut untuk perhitungan biaya yang harus dihabiskan untuk perencanaan ini mulai pekerjaan awal sampai selesai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rumus-rumus dan metode diatas digunakan untuk menganalisis permasalahan agar mendapatkan solusi dari tujuan penelitian ini. Mulai perhitungan debit sampai mendapatkan ukuran dimensi IPAL yang digunakan.

Perhitungan Debit Air Limbah

Langkah awal yang dilakukan yaitu mengetahui kapasitas air limbah domestik yang dihasilkan oleh perumahan tersebut, sebagai acuan untuk menentukan dimensi IPAL yang akan direncanakan.

Diasumsikan jumlah penghuni per rumah = 5 orang

Jumlah rumah = 421 unit rumah

Jumlah penduduk = 2105 orang

Pemakaian air minum = 80 liter/orang/hari

Debit limbah cair = 80% x pemakaian air minum

$$= 80\% \times 80$$

$$= 64 \text{ liter/orang/hari}$$

Total limbah cair = Jumlah penduduk x limbah cair

per orang

$$= 2105 \text{ orang} \times 64 \text{ liter/orang/hari}$$

$$= 134.720 \text{ liter/hari}$$

$$= 134,72 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Perhitungan Dimensi Pipa

Dimensi pipa air limbah dapat diketahui kebutuhannya setelah menghitung beban tiap saluran karena beban yang besar akan membutuhkan dimensi yang besar. Hal yang perlu diperhatikan dalam perhitungan dimensi pipa adalah

kecepatan minimum air limbah 0,3 m/detik, dan batas maksimum yang diijinkan adalah 2,5 m/detik. Berikut contoh perhitungan dimensi pipa pada salah satu saluran pipa.

1. Menghitung dimensi pipa

- Diameter pipa dicoba 6 inchi atau 0,152 m
- $Q_{limbah} = 0,000144 \text{ m}^3/\text{detik}$
- Panjang pipa = 23,70 m
- Elevasi awal muka tanah = 411,642 m
- Elevasi akhir muka tanah = 410,647 m
- Elevasi awal rencana = 407,492 m
- Elevasi akhir rencana = 407,048 m

$$a_{coba} = 0,04370$$

$$D = 0,152 \text{ m}$$

$$r = 0,0760 \text{ m}$$

$$h = a_{coba} \times D$$

$$= 0,04370 \times 0,152$$

$$= 0,00664 \text{ m}$$

$$\cos \gamma = \frac{y}{r}$$

$$= \frac{0,00664 - 0,0760}{0,0760}$$

$$= -0,913$$

$$a = \cos^{-1} \left( \frac{y}{r} \right)$$

$$= \cos^{-1} (-0,913)$$

$$= 155^{\circ}55'23,8'' = 155,867$$

$$\beta = 360^{\circ} - (2 \times a)$$

$$= 360^{\circ} - (2 \times 155,867)$$

$$= 48^{\circ}9'13'' = 48,27$$

$$A = \frac{1}{8} (\beta - \sin \beta) D^2$$

$$= \frac{1}{8} (48^{\circ}9'13'' - \sin 48^{\circ}9'13'') 0,152^2$$

$$= 0,00028 \text{ m}^2$$

$$P = \frac{1}{2} \times \beta \times D$$

$$= \frac{1}{2} \times 48^{\circ}9'13'' \times 0,152$$

$$= 0,06402 \text{ m}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{0,00028}{0,06402}$$

$$= 0,00434 \text{ m}$$

$$V_{sal} = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{S}$$

$$= \frac{1}{0,007} \cdot 0,00434^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{0,019}$$

$$= 0,52 \text{ m/detik}$$

$$Q_{hit} = V_{sal} \cdot A$$

$$= 0,52 \times 0,00028$$

$$= 0,000144 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Karena  $Q_{limbah} = Q_{hit}$ , maka tinggi muka air dalam pipa sebesar 0,00664 m. Sehingga saluran bersifat terbuka.

**Menentukan Dimensi IPAL Fabrikasi**

Dengan didapatnya debit volume air limbah dari perhitungan sebelumnya, maka pemilihan ukuran IPAL

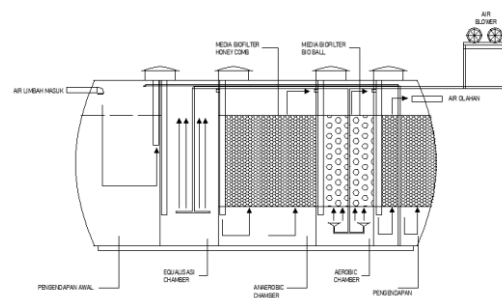
Fabrikasi disesuaikan dengan jumlah volume air limbah diperumahan tersebut.

Dari brosur IPAL Fabrikasi di Gambar 2 dan jumlah volume air limbah sebesar 134,72 m<sup>3</sup>/hari, maka untuk menampung jumlah volume air limbah tersebut dipilih IPAL Fabrikasi dengan tipe BFHGD – 75MPD kapasitas 75 m<sup>3</sup>/hari sebanyak 2 unit.



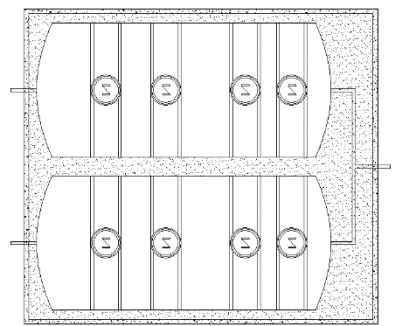
**Gambar 4** IPAL Fabrikasi Kapasitas 75 m<sup>3</sup>/hari

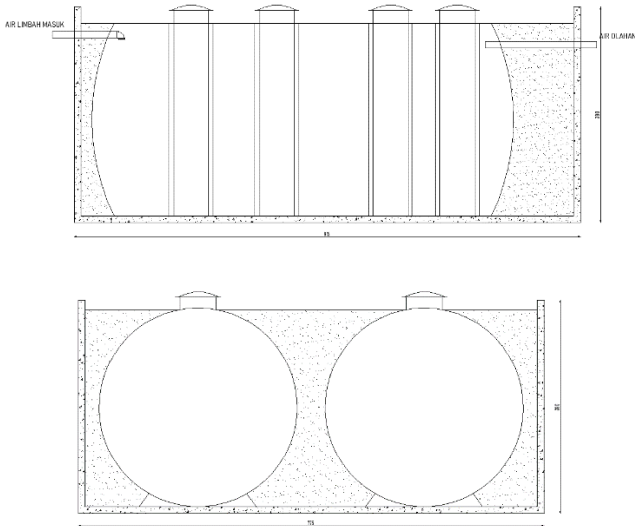
IPAL ini menggunakan sistem media cell ganda (*joint treatment* anaerob dan aerob) dan sistem pengendapan lumpur.



**Gambar 5** Tampak Samping IPAL Fabrikasi Merencanakan Dimensi Cover IPAL

Cover IPAL ini terdiri dari pelat dan dinding pelat yang digunakan untuk melindungi IPAL dan menahan tanah samping agar tidak longsor mengenai IPAL. Cover IPAL ini terbuat dari beton bertulang yang berbentuk box yang atasnya tidak tertutup dan disela-sela IPAL diberikan pasir sesuai dengan petunjuk yang disarankan pabrik. Analisa konstruksinya menggunakan struktur 3D dengan bantuan *software* STAAD Pro V8i. Berikut contoh perhitungannya.





**Gambar 6** Permodelan 2D

Dimensi Cover IPAL

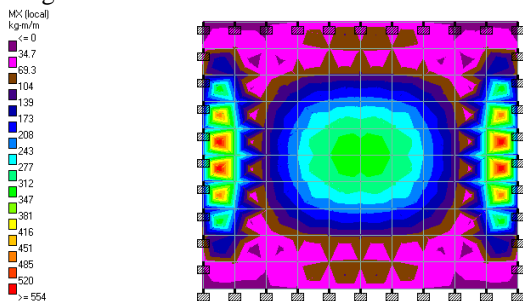
Panjang = 9,15 m

Lebar = 7,75 m

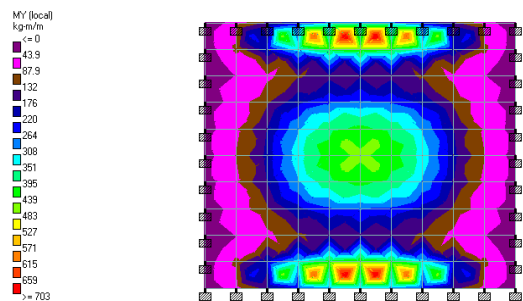
Tinggi = 3,90 m

1. Pelat Lantai

Perencanaan dimulai dengan membuat permodelan 3D menggunakan *software* STAAD Pro V8i kemudian memasukkan beban yang bekerja seperti beban mati, beban hidup, dan beban kombinasi. Setelah itu dianalisis dan mendapatkan nilai momen untuk arah X dan Y yang terbesar yang digunakan untuk menghitung ukuran tulangan.

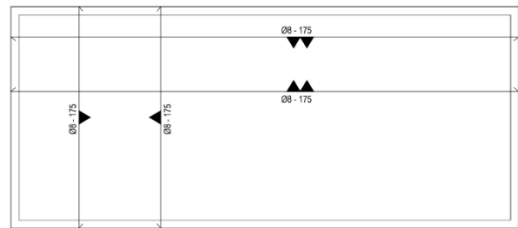


**Gambar 7** Momen Arah X



**Gambar 8** Momen Arah Y

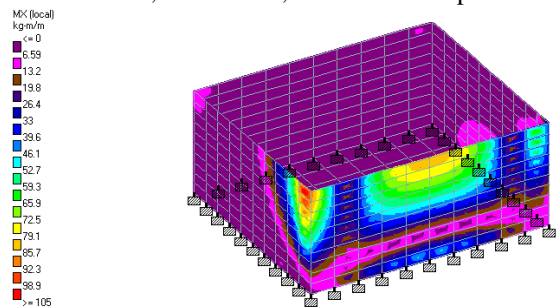
Dari hasil perhitungan tulangan, untuk arah X menggunakan tulangan Ø8 – 175 mm dan arah Y menggunakan tulangan Ø8 – 175 mm.



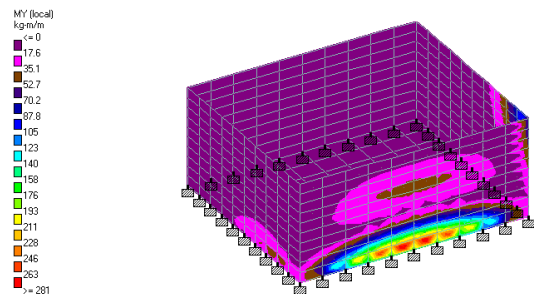
**Gambar 9** Penulangan Pelat Lantai

2. Dinding Pelat

Untuk analisis perencanaan dinding pelat ada 2 sisi yaitu dinding samping dan depan. Dari keduanya dipilih momen yang terbesar yang digunakan untuk merencanakan tulangan. Beban yang bekerja ada beban tekanan tanah, beban mati, dan beban hidup.

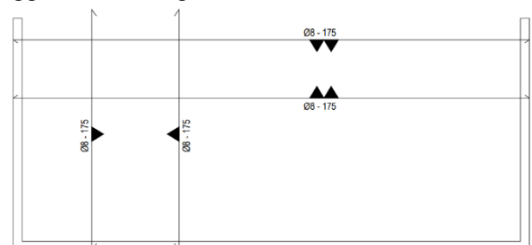


**Gambar 10** Momen Arah X



**Gambar 11** Momen Arah Y

Dari hasil perhitungan tulangan, untuk arah X menggunakan tulangan Ø8 – 175 mm dan arah Y menggunakan tulangan Ø8 – 175 mm.



**Gambar 12** Penulangan Dinding Pelat

Perhitungan Biaya

Sebelum menghitung biaya, terlebih dahulu menghitung volume masing-masing pekerjaan selanjutnya membuat

Analisa Harga Satuan Tiap Pekerjaan kemudian kalikan. Dan mendapat harga atau biaya tiap pekerjaan tersebut.

**Tabel 1** Rekapitulasi Biaya

NO	NAMA PEKERJAAN	HARGA TOTAL
1	Pekerjaan Sambungan Rumah	Rp 1.054.664.124
2	Pekerjaan Pipa Dia 150 mm	Rp 1.164.383.842
3	Pekerjaan Sumur Pengumpul	Rp 19.186.406
4	Pekerjaan Distribution Box	Rp 3.471.555
5	Pekerjaan Cover IPAL	Rp 1.878.958.922
6	Pekerjaan Kolam Ikan	Rp 37.753.183
Total Biaya Pelaksanaan		Rp 4.158.418.032
PPN 10%		Rp 415.841.803
Total Biaya Pelaksanaan + PPN 10%		Rp 4.574.259.835
Pembulatan		Rp 4.574.260.000

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisa data “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal Pada Perumahan D’Park City Kabupaten Malang” yang telah dibahas pada bab sebelumnya, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Debit volume limbah yang dihasilkan dari Perumahan D’Park City sebesar 134,72 m<sup>3</sup>/hari dengan jumlah rumah adalah 421 unit.
2. Pipa yang digunakan adalah Polyvynil Chloride (PVC). Dimensi pipa untuk sambungan rumah menggunakan pipa PVC diameter 4”, sedangkan untuk pipa yang mengalirkan limbah dari rumah menuju IPAL menggunakan pipa PVC diameter 6”.
3. Bioseven IPAL menggunakan sistem media cell ganda (joint treatment anaerob and aerob) dan sistem pengendapan lumpur. Sedangkan untuk dimensi IPAL yang digunakan adalah IPAL Fabrikasi kapasitas 75 m<sup>3</sup>/hari yang diproduksi oleh PT. BioSeven Fibreglass Indonesia sebanyak 2 unit IPAL.
4. Perhitungan cover IPAL menggunakan aplikasi software STAAD Pro V8i dan dimensi dari cover IPAL adalah 9,15 x 7,75 x 3,90 m. Tebal pelat adalah 0,15 m dan tulangan yang digunakan adalah Ø8 – 175 mm untuk arah X dan Ø8 – 175 mm untuk arah Y. Sedangkan tebal dinding adalah 0,15 m dan tulangan yang digunakan adalah Ø8 – 175 mm untuk arah X dan Ø8 – 175 mm untuk arah Y. Pengecoran menggunakan beton K – 300. Sedangkan tebal dinding adalah 0,15 m dan tulangan yang digunakan adalah Ø8 – 175 mm untuk arah X dan Ø8 – 175 mm untuk arah Y.
5. Rencana anggaran biaya untuk perencanaan ini sebesar Rp 4.574.260.000,00

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arsyad, Muh, “Perencanaan Sistem Perpipaan Air Limbah Kawasan Pemukiman Penduduk,” *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, vol. 6, no. 1, Jan. 2016.

- [2] Chow, Ven Te, *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Airlangga, 1989.
- [3] Fanggi dkk, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Komunal Pada Daerah Pesisir Di Kelurahan Metina Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote - Ndao” *Jurnal Teknik Sipil*, vol. 4, no. 2, Sep.2015.
- [4] Ibrahim, Bachtiar, *Rencana dan Estimate Real of Cost*. Jakarta: PT. Bumi Aksara, 2012.
- [5] Kodoatie dan Syarief, *Tata Ruang Air*. Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [6] Kusjuliadi, D, *Septictank*. Jakarta: Penebar Swadaya, 2007.
- [7] Mubin, Fathul dkk “Perencanaan Sistem Pengolahan Air Limbah Domestik Di Kelurahan Istiqlal Kota Manado,” *Jurnal Sipil Statik*, vol. 4, no. 3, 2016.
- [8] Sjarief, R, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. Jakarta: ANDI, 2005.
- [9] Sugiharto, *Dasar-dasar Pengolahan Air Limbah*. Jakarta: UI-Press, 1987.