

PERENCANAAN SALURAN LIMBAH CAIR DI GEDUNG TERMINAL BANDAR UDARA INTERNASIONAL AHMAD YANI SEMARANG

Megananda Saraswati⁽¹⁾, Nurhedhi Desryanto⁽²⁾, Oka Fatra⁽³⁾

Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia

ABSTRAK: Perencanaan saluran limbah cair di gedung terminal Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang dilatarbelakangi dengan adanya proses pembangunan gedung terminal baru, sehingga pengadaan fasilitas saluran limbah perlu direncanakan. Saluran limbah merupakan salah satu fasilitas penunjang di bandara. Perencanaan fasilitas saluran limbah harus sesuai dengan kaidah standar teknis dan operasional. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan saluran limbah sepanjang 916 m dengan diameter 12 inch, dimana pada saluran limbah digunakan pompa karena antara terminal dengan *sewage treatment plant* (STP) terjadi kenaikan dengan perbedaan tinggi sebesar 0,077%. Air hasil olahan dialirkan ke *ponding* dengan kapasitas 106.702,08 m³. Dalam merencanakan saluran limbah dibutuhkan data diantaranya jumlah penumpang, hasil pengukuran poligon tanah, data curah hujan dan data jadwal penerbangan harian.

Kata Kunci: limbah cair, saluran limbah, *sewage treatment plant* (STP)

ABSTRACT: *The planning of sewage system in terminal building of Internastional Ahmad Yani Semarang Airport is motivated by the process of building a new terminal building, so the procurement of sewerage facilities needs to be planned. The sewage channel is one of the supporting facilities at the airport. Planning of sewerage facilities must be in accordance with the rules of technical and operational standards. Based on the result of analysis and calculation, it can be concluded that the pipe length of sewage system is 916 m; diameter 12 inch. The soil elevation between the terminal Building and STP is increase 0,077%. The pipe elevation between the manhole is decrease 1% . The result of sewage of treatment will be streamed to ponding with capacity 106.702,08 m³. The data which is needed in this planning are the total passangers, soil polygon measurement, rainfall data and flight schedule of the airport.*

Key Word : *Sewage, Sewage System, Sewage Treatment Plant (STP)*

I. PENDAHULUAN

Limbah cair dapat menimbulkan dampak buruk terhadap manusia dan lingkungan. Keberadaan limbah cair tidak diharapkan di lingkungan karena pencemaran air dapat mengganggu keseimbangan ekosistem tanaman dan binatang yang hidup di perairan. Ditambah dengan banyaknya kandungan bakteri patogen menyebabkan limbah cair sangat berbahaya bagi manusia karena dapat menjadi media penyebar penyakit.

Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang penerbangan pasal 10 ayat 6(g) menyebutkan bahwa setiap bandar udara wajib memenuhi perlindungan lingkungan dengan tujuan mencegah terjadinya pencemaran lingkungan.

Fasilitas-fasilitas penunjang diperlukan untuk mendukung suatu bandar udara dalam usaha menaati peraturan yang sudah dijelaskan. Salah satunya yaitu saluran limbah yang dapat menampung limbah cair dari gedung terminal. Saluran limbah ini berfungsi mengalirkan limbah cair menuju ke tempat pengolahan yang disebut *sewage treatment plant* (STP). Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang belum memiliki fasilitas tersebut karena masih dalam proses pembangunan gedung terminal baru. Maka dari itu diperlukan adanya perencanaan saluran limbah.

II. METODOLOGI



Gambar 1 Kerangka Berfikir Metodologi

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Data Penumpang

Analisis data penumpang tahun 2008-2017 dilakukan untuk peramalan penumpang waktu sibuk (PWS) pada 10 tahun mendatang

Tabel 1 Data Penumpang

Tahun	Domestik	Internasional	Total
2008	1.380.492	37.994	1.418.486
2009	1.629.575	23.386	1.652.961
2010	1.980.275	38.718	2.018.993
2011	2.401.309	32.256	2.433.565
2012	2.890.514	116.294	3.006.808
2013	3.158.516	136.506	3.295.022
2014	3.316.905	152.490	3.469.395
2015	3.545.962	136.146	3.682.108
2016	4.061.229	158.586	4.219.815
2017	4.239.947	189.111	4.429.058

Sumber : AMC Bandar Udara Ahmad Yani

Peramalan jumlah penumpang dilakukan menggunakan metode regresi linier.

$$y = a + bx$$

Dimana,

$$b = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{n\sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - (b \times \frac{\sum X}{n})$$

Tabel 2 Hasil Hitungan Nilai X & Y

Tahun	b	a	x	Forecast Penumpang (y=a+bx)
2018	344.087	1.070.141	11	4.855.101
2019	344.087	1.070.141	12	5.199.189
2020	344.087	1.070.141	13	5.543.276
2021	344.087	1.070.141	14	5.887.363
2022	344.087	1.070.141	15	6.231.450
2023	344.087	1.070.141	16	6.575.538
2024	344.087	1.070.141	17	6.919.625
2025	344.087	1.070.141	18	7.263.712
2026	344.087	1.070.141	19	7.607.800
2027	344.087	1.070.141	20	7.951.887

b = 344.087
a = 1.070.141

Tabel 3 Hasil Peramalan

Tahun	X	X ²	Jumlah Penumpang (Y)	XY	Y ²
2008	1	1	1.418.486	1.418.486	2.012.102.532.196
2009	2	4	1.652.961	3.305.922	2.732.280.067.521
2010	3	9	2.018.993	6.056.979	4.076.332.734.049
2011	4	16	2.433.565	9.734.260	5.922.238.609.225
2012	5	25	3.006.808	15.034.040	9.040.894.348.864
2013	6	36	3.295.022	19.770.132	10.857.169.980.484
2014	7	49	3.469.395	24.285.765	12.036.701.666.025
2015	8	64	3.682.108	29.456.864	13.557.919.323.664
2016	9	81	4.219.815	37.978.335	17.806.838.634.225
2017	10	100	4.429.058	44.290.580	19.616.554.767.364
Σ	55	385	29.626.211	191.331.363	97.659.032.663.617

Tabel 4 Prosentase TPHP

Jumlah Penumpang per tahun	Prosentase TPHP (%)
≥ 30.000.000	0,035
20.000.000 – 29.999.999	0,040
10.000.000 – 19.999.999	0,045
1.000.000 – 9.999.999	0,050
500.000 – 999.999	0,080
100.000 – 499.999	0,130
< 100.000	0,200

Sumber: Ashford, Mumayis, and Wright, 2011

$$PWS = \text{penumpang tahun rencana} \times \%TPHP$$

$$PWS = 7.951.887 \times 0,05\%$$

$$= 3.975,94 \text{ penumpang}$$

B. Perhitungan Volume Limbah

Untuk toilet, diasumsikan bahwa 20% dari penumpang waktu sibuk menggunakan fasilitas toilet berdasarkan SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara

$$V = 20 \times 3m \times rn$$

Keterangan :

V = volume penampungan limbah

m = prediksi jumlah manusia yang membuang air

rn = 2 (angka keamanan)

$$V_{toilet} = 20 \times 795,188 \times 2$$

$$= 31.807,52 \text{ liter per jam sibuk}$$

$$Q_r = (60 \sim 85)\% \times Q_{airbersih}$$

$$Q_r = 12,75 \text{ liter/kursi}$$

$$\text{Luas konsesi} = 20\% \times \text{Luas terminal}$$

$$= 11.730,4 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas restoran} = 75\% \times \text{Luas konsesi}$$

$$= 8.797,8 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas tiap restoran} = 150 \text{ m}^2$$

$$\text{Jumlah restoran} = \text{total luas restoran} \div 150 \text{ m}^2$$

$$= 58,652 \approx 59 \text{ restoran}$$

Luas dapur sebesar 35% dari luas restoran (seharusnya 40%⁴, namun karena restoran di bandar udara tidak memiliki *chief office* maka diasumsikan 35%). Sebuah kursi membutuhkan ruang sebesar 1,6 m², jadi dapat dihitung jumlah kursi yang ada dalam restoran tersebut

$$a) \text{ Luas dapur} = 35\% \times \text{luas resto}$$

$$= 52,5 \text{ m}^2$$

$$b) \text{ Luas untuk kursi} = \text{luas resto} - \text{luas dapur}$$

$$= 97,5 \text{ m}^2$$

$$c) \text{ Jumlah kursi} = 97,5 \text{ m}^2 \div 1,6 \text{ m}^2]$$

$$= 60,9375 \approx 60 \text{ kursi}$$

$$\Sigma \text{kursi} = \Sigma \text{resto} \times \text{kursi tiap resto}$$

$$= 3540 \text{ kursi}$$

$$V_{resto} = Q_{resto} \times \Sigma \text{kursi}$$

$$= 45.135 \text{ liter per jam sibuk}$$

$$V_{total} = V_{toilet} + V_{resto}$$

$$= 77 \text{ m}^3 \text{ per jam sibuk}$$

Untuk perhitungan perencanaan STP, dibutuhkan jumlah limbah dalam satu hari. Dalam satu hari, Bandar Udara Ahmad Yani Internasional Semarang beroperasi selama 17 jam. Kemudian diperlukan koefisien untuk menghitung berapa lama toilet dan restoran menghasilkan limbah dalam satu hari dengan cara mencari *percentile* 10% dari data *Notice of Airport Capacity* (NAC) terhadap kapasitas terminal (berdasarkan jumlah *seat* pesawat sesuai *schedule* harian).

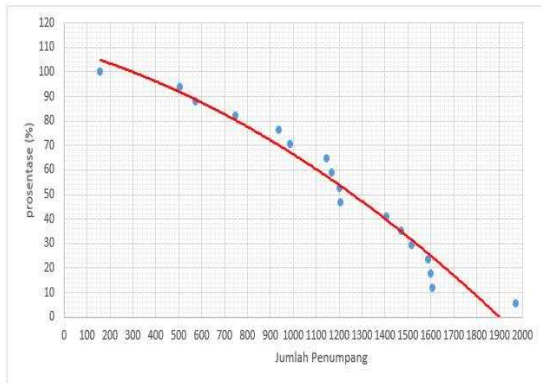
Metode *percentile* 10% menggunakan grafik untuk mencari jumlah penumpang pada nilai 10%. Grafik dibuat berdasarkan data jumlah penumpang per jam dalam satu hari.

Garis merah pada grafik 2 digunakan untuk mencari jumlah penumpang dari nilai *percentile* 10% (P10). Berdasarkan garis perwakilan tersebut didapat P10 sebesar 1780 penumpang.

Tabel 5 NAC berdasarkan *schedule*

No.	Jam Operasi	Jumlah Penumpang
1.	06.00-07.00	1516
2.	07.00-08.00	936
3.	08.00-09.00	1205
4.	09.00-10.00	1598
5.	10.00-11.00	574
6.	11.00-12.00	1469
7.	12.00-13.00	1586
8.	13.00-14.00	1169
9.	14.00-15.00	987
10.	15.00-16.00	1202
11.	16.00-17.00	1607
12.	17.00-18.00	1971
13.	18.00-19.00	1143
14.	19.00-20.00	1406
15.	20.00-21.00	746
16.	21.00-22.00	156
17.	22.00-23.00	504

Sumber: AMC Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang



Gambar 2 Grafik *Percentile*

$$koef = \frac{P10}{PWS} = \frac{1780}{1971} = 0,9$$

C. Pipa

Debit limbah

$$t_{limbah} = t_{1 \text{ hari operasi}} \times koefisien$$

$$= 55.080 \text{ detik}$$

$$Q = \frac{V_{\text{hari}}}{55.080 \text{ detik}} = 0,0218 \text{ m}^3/\text{dtk}$$

Metode *Hazen William*.

$$D^{2,63} = \frac{Q}{0,2785 \times C \times S^{0,54}}$$

$$D^{2,63} = \frac{0,0218 \text{ m}^3/\text{dtk}}{0,2785 \times 120 \times (0,0007)^{0,54}} = 11 \text{ inch}$$

$$V_{\text{hari}} = V_{\text{jam sibuk}} \times \text{jam operasi} \times koefisien$$

$$= 1200\text{m}^3 \text{ per satu hari operasi}$$

Karena di pasaran tidak tersedia pipa sebesar 11 inch, maka pipa yang digunakan adalah pipa PVC diameter 12 inch dengan tipe AW dan ketebalan dinding 12,20 mm.

Penanaman pipa berdasarkan SNI 7511 tahun 2011 tentang Tata Cara Pemasangan Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi serta Bangunan Pelintas Pipa.

Pada belokan-belokan dan perubahan ketinggian pipa dibuat *manhole* dengan pompa. Dalam perencanaan akan dibangun 4 buah *manhole*. *Manhole* 1 merupakan tempat penampungan awal limbah dari toilet dan restoran. *Manhole* 2 dibangun pada belokan pertama, *manhole* 3 dibangun pada belokan kedua dan *manhole* 4 pada belokan ketiga.

Desain *manhole*:

Konstruksi : beton cor tahan asam tipe K 275, dilapisi lembaran HDPE Dimensi (*pxlxt*) : 6 x 4 x 3,5 m.

Sensor pompa diatur pada ketinggian 2,5 m dengan batas minimum ketinggian 0,75 m.

Desain pipa:

Pipa induk antar *manhole* diturunkan sebesar 1%.

- 1) *Grit chamber* 1 (h0) □ *manhole* 1 (h1) Pipa diturunkan 0,0391 m.
- 2) *Manhole* 1 (h0) □ *manhole* 2 (h1) Pipa diturunkan 0,0392 m.
- 3) *Manhole* 2 (h0) □ *manhole* 3 (h1) Pipa diturunkan sebesar 0,0398 m.
- 4) *Manhole* 3 (h0) □ *manhole* 4 (h1) Pipa diturunkan sebesar 0,0412 m.
- 5) *Manhole* 4 (h0) □ STP (h1)

Pipa diturunkan sebesar 0,0447 m.

Perhitungan *Head Loss Minor* total (Σh_l)

$$h_b = K_b \times \frac{v^2}{2g}$$

$$v = 0,2 \text{ m/detik}; \quad g = 9,8 \text{ m/detik}^2$$

Komponen tambahan pada saluran pipa ini adalah *elbow* yang menimbulkan kerugian aliran karena adanya belokan pada saluran.

- 1) Belokan 40° (*manhole 2*)

$$h_{l1} = 0,0003 \text{ m}$$

- 2) Belokan 50° (*manhole 3*)

$$h_{l2} = 0,0005 \text{ m}$$

- 3) Belokan 90° (*manhole 4*)

$$h_{l3} = 0,002 \text{ m}$$

$$\Sigma h_l = 0,0028 \text{ m}$$

D. Perencanaan STP

Untuk perencanaan STP menganut pada STP milik PT. Sentra Trisanita Jakarta dengan kapasitas 1200 m³.

1. Primary Treatment

- a. *Grease trap tank* (perangkap lemak) : *grease trap* akan dibuat di dua wilayah, yaitu di dekat gedung terminal dan di dalam STP.



Gambar 3 Grease Trap

Alat: *basket screen*
 Bahan: SS-304
 Dimensi: 400 x 400 x 400 mm
 Pore Size: 5 mm



Gambar 4 Basket Screen

- b. *Grit chamber tank* : dibuat di dua wilayah (di dekat gedung terminal dan di dalam STP). Ukuran : 0,85 x 6,7 m untuk *grit chamber tank* di dalam STP Alat:

fine bar screen, menyaring benda-benda padat dalam limbah cair yang tidak bisa ikut diolah.

Bahan : SS-304
 Dimensi : 1000 x 800 mm
 Bukaan : 20 mm



Gambar 5 Fine Bar Screen

Diffuser, berfungsi mengeluarkan udara (yang berasal dari blower).

Tipe: *Air Fine Bubble*
 Kapasitas: 2-5 m³/jam
 Efisiensi: 18% pada 3,5 m



Gambar 6 Diffuser

- c. *Air blower*, berfungsi menyuplai oksigen melalui pipa yang dihubungkan ke dalam *aeration tank*.

type : *root blower*
 model : LT-125 S
 putaran : 1200 rpm

kapasitas : 11,89 m³/min; head : 4 m
 Power : 15 kw/380 V; 50 Hz



Gambar 7 Air Blower

Alat : *equalizing pump*,
 Tipe : *Submercible-Ebara*
 Model : 80 DL 51.5
 Kapasitas : 0,67 m³/min, H : 7 m
 Power : 1,5 Kw; 380 V; 50 Hz;
 3 Phase



Gambar 9 Submercible-Ebara

- d. *Exhaust & intake fan*, mengganti udara yang berada di dalam STP dengan udara
 type : *axial fan*/AFD 1250/11/4
 kapasitas : 51.150 m³/jam
 power : 11 kw/380V, 50 Hz
 perlengkapan : frame, support



Gambar 8 Exhaust-intake fan & salurannya

2. Secondary Treatment

a. Equalizing tank

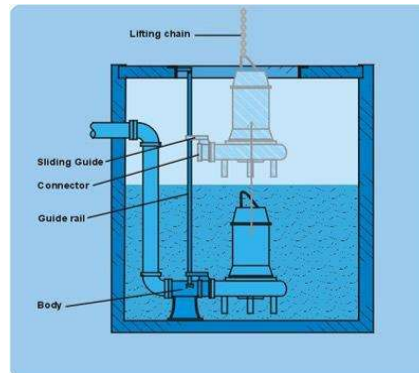
Bak 1: 2,15 x 15,1 m; kapasitas : 81 m³
 Bak2: 2,20 x 15,1 m; kapasitas : 83 m³
 Bak 3: 2,30 x 15,1 m; kapasitas : 87 m³



Gambar 8 Equalizing Tank

Perlengkapan :

- *lift Chain*
- *Quick Discharge Connector (QDC)*,
 Merupakan pelengkap dudukan pompa *submersible*. dengan dipasangnya dudukan QDC pada bagian bawah maka secara otomatis kita tidak perlu lagi membongkar pasang pipa *discharge*. Cukup dengan mengangkat ke atas dengan rantai pompa sudah bisa ditangani atau diservis;
- *Railing*, jalur pompa ketika diangkat (pipa BS/besi diameter 1,5”).



Gambar 10 Quick Discharge Connector



Gambar 11 Railing Pump

b. *Flow control box*

Type : *ventury meter*

Bahan : FRP dilengkapi dengan alat ukur

Dimensi : 500 (p) x 500 (l) x 500 (t)

c. *Aeration tank* : tiga kali proses pemberian oksigen, agar oksigen dapat tercampur rata dalam air limbah.

Bak 1 : 2,40 x 12,2 m

Bak 2 : 3,85 x 12,2 m

Bak 3 : 2,925 x 12,2 m

Alat : *diffuser*



Gambar 12 *Aeration Tank*

d. *Contact aeration tank* : diantara bak aerasi terdapat *contact aeration tank* yang terdapat biomedial dengan tujuan meningkatkan efisiensi penyisihan BOD5 hingga 30% sehingga volume ruang juga dapat dikurangi sampai

30%. Bak ini juga dibuat tiga buah sesuai dengan jumlah bak aerasi.

Bak 1 : 2,0 x 9 m

Bak 2 : 4,8 x 9 m

Bak 3 : 4,8 x 9 m

Kapasitas :

Aeration & contact aeration tank 1: 122m³

Aeration & contact aeration tank 2: 234,5m³

Aeration & contact aeration tank 3: 210m³

type : *honey comb*

bahan : PVC rigid

ketebalan : 0,3 mm

ukuran : 4800 x 10.200 mm

1) Biocontact I: (1000 x 600 x 300) mm x 68 buah = 12,24 m³

2) Biocontact II: (1000 x 600 x 300) mm x 136 buah = 29,4 m³

3) Biocontact III: (1000 x 600 x 300) mm x 136 buah = 29,4 m³



Gambar 13 Biomedial

e. *Clarifier tank 1*

kapasitas : 65 m³

Alat :

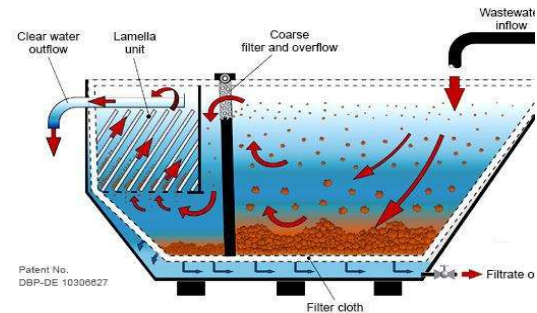
Lamella, sama seperti biomedial namun berbentuk seperti celah-celah panjang.

Bahan : PVC rigid

Ketebalan : 0,6 mm

1) Lamella 1: (900 x 1200 x 600) mm x 3 buah.

2) Lamella 2: (900 x 1000 x 600) mm x 3 buah.

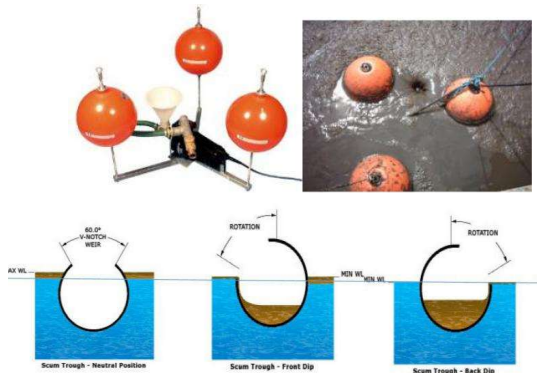


Gambar 14 Sistem Kerja *Lamella*

Perlengkapan :

1) *Air lift pump*, pompa yang berfungsi mengembalikan atau *recycle* sebagian besar lumpur yang mengendap untuk diolah kembali.

2) *Scum skimmer*, menyedot permukaan air dari sampah atau padatan ringan.



Gambar 16 Scum Skimmer dan cara kerjanya

- 3) Baffle
- 4) Dover Low weirload
- 5) Center well

3. Tertiary Treatment

a. Chlorination tank

Ukuran : 1,6 m x 5,8 m
Kapasitas : 15 m³

b. Intermediate tank

Ukuran : 4,3 m x 5,8 m
Kapasitas : 54 m³
Alat : *transfer pump*
Type : *Submercible*
Model : 50 DVS 5.4S
Kapasitas : 0,2 m³/min, H: 6 m
Power : 0,4 KW, 220 V, 50 Hz, 1 Phase
Perlengkapan: *lift chain, QDC, railing,*

Chemical tank coagulant dan Chemical tank caustic dilengkapi dengan *dosing pump* untuk untuk mengatur jumlah zat kimia yang akan diinjeksikan sehingga sesuai dengan takaran.



Gambar 17 Chlorination Tank

c. Effluent tank

Ukuran : 4,3 m x 5,8 m
Kapasitas : 54 m³
Alat : *effluent pump*
Type : *Submercible*
Model : 100 DC 55.5
Kapasitas : 1,11 m³/min, H: 16 m
Power : 5,5 KW x 3 x 380 V, 50 Hz
Perlengkapan: *lift chain, QDC, railing*

d. Flocculation tank

Ukuran : 0,8 m x 2,3 m
Kapasitas : 8,6 m³
Alat : *diffuser*

e. Clarifier tank 2

Ukuran : 3,6 m x 3,6 m
Peralatan : *baffle, support, air lift pump*

f. Intermediate tank 2

Kapasitas : 24 m³
Alat : *filter pump* (terletak di luar *intermediate tank*, dipasang pada pipa menuju *sand filter*)
Model : CDX 200/20
Kapasitas : 12 m³/min, H: 25 m
Power : 1,5 KW, 2900 rpm, 380 V, 3 phase

g. Sand filter

Kapasitas : 12 m³/jam
Type : SF-200
Bahan : *mild steel coating with epoxy*
Backwash : *Manual backwash*
Media filter: *Silica sand*
Perlengkapan:
- *Pressure gauge*, penanda besarnya tekanan fluida dalam pipa.
- *Flange*, sambungan antar elemen pemipaan.
- *Safety valve*, katup proteksi dari sistem ketika terjadi tekanan berlebih pada penampang (pipa).
- *Sight*

backwash adalah untuk pencucian untuk menghilangkan kotoran yang terakumulasi di atas media dengan metode aliran terbalik (dari bawah ke atas/kebalikan system running). *Backwash* di lakukan setiap 1-2 hari selama 30-60 menit (tergantung influent dan tingkat kekotoran media) bila tekanan air yang keluar lebih rendah dari tekanan air yang masuk filter.



Gambar 18 Sand Filter

- h. *Carbon filter*
 Kapasitas : 12 m³/jam
 Type : CF-200
 Bahan : *mild steel coating with epoxy*
 Backwash : *Manual backwash*
 Media filter: *activated carbon*
 Perlengkapan: *Pressure gauge, Flange, Safety valve, Sight*



Gambar 19 Carbon Filter

- i. *Treated Water tank*
 Kapasitas : 278 m³
Chemical tank chlorine 2 dilengkapi dengan *dosing pump* untuk mengatur jumlah klorin yang dikeluarkan.
 Type : diafragma
 kapasitas : 15,76 LPH
 Work pressure: 4 bar
 Perlengkapan: *strainer (saringan), suction & Inspection valve, injection Housing (selang injeksi), flexible hose (selang fleksibel)*

4. **Pengolahan lumpur yang sudah tua**

- a. *Sludge storage tank*
 Kapasitas : 88 m³

Alat : *sludge pump 1 & 2*
 Type : *submercible-Ebara*
 Model : 65 DL 51.5
 Kapasitas: 0,1 m³/jam; H : 15 m
 Power : 1,5kwx3x380 V; 50Hz
 Perlengkapan : *lift chain, railing, diffuser*

- b. *Sludge collection tank*
 (mengalirkan kembali lumpur yang masih layak pakai ke *equalizing tank*)
 Kapasitas : 30 m³
 Alat : *sludge pump 1 & 2, diffuser*
- c. *Sludge drying bed tank 1*
 Ukuran : 4 x 4 m (2 bak)
 Perlengkapan: *Media silika, Distribution nozzle, Wermes (wire mesh), Blower* untuk mengeringkan air dalam lumpur dengan

E. Analisis Data Curah Hujan Perhitungan frekuensi curah hujan menggunakan distribusi normal.

$$X_T = X_{bar} + K_T S_d$$

$$X_{bar} = \frac{\sum X}{n} = \frac{630,9}{5} = 126,18$$

Tabel 6 Hasil Perhitungan

Tahun	Data curah hujan maksimum harian (mm/hari)	X-Xbar	(X-Xbar) ²
2013	170,4	43,6	1900,96
2014	112	-14,8	219,04
2015	145,7	18,9	357,21
2016	80,5	-46,3	2143,69
2017	122,3	-4,5	20,25
Total	630,9	-3,1	4641,15

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{bar})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{4641,15}{5 - 1}} = 34,06$$

Tabel 7 Nilai Kala Ulang Tahunan

Kala Ulang (tahun)	Xr (mm/hari)
2	126,18
5	154,79
10	169,78
20	182,04
50	196
100	205,54

Perhitungan intensitas curah hujan menggunakan rumus *Mononobe*

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} = 0,117 \text{ jam}$$

$$S = \frac{h_0 - h_1}{L} = 0,015$$

Tabel 8 Intensitas Curah Hujan

Kala Ulang (tahun)	R24	S	L (km)	T _c (jam)	I (mm/jam)
X _{2thn}	126,18	0,015	0,256	0,117	182,86
X _{5thn}	154,79	0,015	0,256	0,117	224,32
X _{10thn}	169,78	0,015	0,256	0,117	246,05
X _{20thn}	182,04	0,015	0,256	0,117	263,82
X _{50thn}	196	0,015	0,256	0,117	284,05
X _{100thn}	205,54	0,015	0,256	0,117	297,88

Perhitungan debit air hujan menggunakan metode rasional USSCS (1973).

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

Tabel 9 Debit Air Hujan

Nilai Kala Ulang (tahun)	I (m/dtk)	C	A (m ²)	Q (m ³ /dtk)
2	5,08 x 10	0,7	102.285	1,01
5	6,23 x 10	0,7	102.285	1,24
10	6,83 x 10	0,7	102.285	1,36
20	7,33 x 10	0,7	102.285	1,46
50	7,89 x 10	0,7	102.285	1,57
100	8,27 x 10	0,7	102.285	1,65

Kapasitas ponding

$$\text{Volume} = 106.702,08 \text{ m}^3$$

- Dapat menampung air limbah olahan STP yang dihasilkan dalam waktu 57,7 hari.
- Dapat menampung hujan selama 21,7 jam.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Saluran limbah cair terminal baru Bandar Udara Internasional Ahmad Yani Semarang dengan volume limbah 1.200 m³ per satu hari operasi membutuhkan saluran pipa diameter 12 inch sepanjang 916 m menuju Sewage Treatment Plant (STP) tipe (kapasitas) 1.200 m³ untuk mengalami proses pengolahan.
2. Tanah mengalami kenaikan sebesar 0,077% sehingga pipa perlu diturunkan dan perlunya penggunaan pompa untuk mempercepat serta memperlancar aliran.
3. Volume ponding sebesar 106.702,08 m³ dapat menampung air hasil olahan STP

selama 57,7 hari dan menampung air hujan yang terjadi selama 21,7 jam.

B. Saran

1. Pemasangan pipa perlu memperhatikan SNI 7511:2011 tentang Tata Cara Pemasangan Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi serta Bangunan Pelintas Pipa.
2. Sehubungan dengan penggunaan pompa, diharapkan dapat dilanjutkan dalam bidang mekanikal.
3. Pembangunan *water treatment plant (WTP)* agar penggunaan kembali hasil olahan STP dapat dimaksimalkan untuk memenuhi kebutuhan air bandar udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashford, N. J., Mumayiz, S., and Wright, P.H. *Airport Engineering: Planning, Design, and Development of 21st Century Airports*. 4th ed, 2011
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. *Buku 3 Pembangunan Infrastruktur Sanimas IDB*, 2016
- Hardjosuprpto, Moh. Masduki. *Penyaluran Air Buangan (PAB) Volume II*, Bandung: ITB, 2000
- Nasution, A.H. dkk, *Perencanaan & Pengendalian Produksi*, Yogyakarta, 2008
- Noerbambang, Soufyan Moh dan Takeo Morimura. *Perancangan dan Pemeliharaan Sistem Plambing*, 1985
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor: P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016. *Baku Mutu Air Limbah Domestik*
- SNI 7511:2011, *Tata Cara Pemasangan Pipa Transmisi dan Pipa Distribusi serta Bangunan Pelintas Pipa*
- Soekresno. *Manajemen Food and Beverage Service Hotel*, 2001
- Sunyoto, Danang. *Analisis Regresi dan Uji Hipotesis*, Yogyakarta, 2011
- Surat Keputusan Direktur Jenderal Perhubungan Udara Nomor: SKEP/347/XII/1999. *Standar Rancang Bangun dan/atau Rekayasa Fasilitas dan Peralatan Bandar Udara*
- Suripin. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, 2004
- <http://jurnal.unimus.ac.id>
<http://www.ilmutekniksikapil.com>
<https://www.pipajaya.com/harga-pipa->