

## **PERENCANAAN SISTEM DRAINASE PADA PENGEMBANGAN BANDARA AHMAD YANI SEMARANG**

Ahmad Ali Kafi, Yonatan Heriyanto, Suseno Darsono <sup>\*)</sup>, Dwi Kurniani <sup>\*)</sup>

Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof Soedarto, Tembalang, Semarang. 50239, Telp.: (024)7474770, Fax.: (024)7460060

### **ABSTRAK**

Semarang adalah salah satu kota metropolitan yang padat penduduk di Indonesia. Dengan banyaknya penduduk Kota Semarang, menyebabkan tingginya kebutuhan akan transportasi massal salah satunya adalah pesawat terbang. Pemerintah Kota Semarang bersama Angkasa Pura 1 berusaha memenuhi kebutuhan tersebut dengan membangun terminal bandara baru. Bandara yang baik harus dilengkapi dengan fasilitas utama, fasilitas penunjang, dan fasilitas keamanan dan keselamatan. Salah satu fasilitas keamanan dan keselamatan yang harus ada di bandara adalah sistem drainase.

Perencanaan sistem drainase ini meliputi perencanaan saluran drainase, kolam detensi, dan stasiun pompa. Sistem drainase direncanakan secara gravitasi menggunakan 1 buah saluran primer trapesium dengan dimensi lebar 5 m dan tinggi 1,5 m dengan kemiringan lereng 1:2, saluran sekunder menggunakan U – Ditch berukuran 0,6 x 0,6 m, saluran tersier menggunakan U – Ditch berukuran 0,5 x 0,5 m dan pipa manhole dengan dimensi 0,6 x 0,6 m.

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan pemodelan HEC HMS versi 4.1 untuk periode ulang 100 tahun dengan hasil sebesar 13,5 m<sup>3</sup>/detik. Perencanaan kolam detensi disesuaikan dengan kondisi eksisting yaitu menggunakan 4 buah kolam dengan volume kolam 1, 2, 3, dan 4 sebesar 4137,93, 4429,94, 187470,51, dan 56785,09 m<sup>3</sup>. Berdasarkan debit banjir rencana dan luas kolam detensi, outlet kolam 3 direncanakan menggunakan 1 buah pompa dengan kapasitas pompa sebesar 3 m<sup>3</sup>/s sementara outlet kolam 4 menggunakan 3 dengan kapasitas tiap pompa 3 m<sup>3</sup>/s. Perencanaan saluran drainase dianalisis menggunakan HEC-RAS versi 5.0.1 sehingga menghasilkan dimensi saluran yang dapat menampung debit air rencana.

**Kata kunci:** Bandara Ahmad Yani, Sistem Drainase, Kolam Detensi, Pompa

### **ABSTRACT**

*Semarang is one of the densely populated metropolitan cities in Indonesia. With the large population of Semarang City, caused high demand for mass transportation one of them is airplane. Semarang City Government together with Angkasa Pura 1 tried to meet these needs by building new airport terminals. A good airport must be equipped with major facilities, supporting facilities, and security and safety facilities. One of the security and safety facilities that must exist at the airport is the drainage system.*

---

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab

*Planning of this drainage system includes drainage channel planning, detention ponds, and pumping stations. The drainage system is gravitated using 1 trapezoidal main channel with dimensions 5 m wide and 1.5 m high with 1:2 slope, secondary channel using U-Ditch measuring 0.6 x 0.6 m, tertiary channel using U- Ditch size 0.5 x 0.5 m and manhole pipe with dimensions 0.6 x 0.6 m.*

*Flood discharge calculation plan using HEC HMS version 4.1 modeling for 100 year return period with yield of 13.5 m<sup>3</sup>/sec. Detention ponds planning is adjusted to the existing condition using 4 pools with 1st, 2nd, 3rd, and 4th pools volume of 4137,93, 4429,94, 187470,51 and 56785,09 m<sup>3</sup>. Based on the flood discharge plan and the detention pond area, the 3rd pond outlets are planned to use 1 pump with the capacity at 3 m<sup>3</sup>/s while the 4th pond outlets use 3 pumps with the capacity of each pump at 3 m<sup>3</sup>/s. The drainage channel planning is analyzed using HEC-RAS version 5.0.1 to produce a channel dimension that can accommodate the water discharge.*

**Keywords:** *Ahmad Yani Airport, Drainage System, Detention Pond, Pump*

## **PENDAHULUAN**

Kota Semarang merupakan ibukota Provinsi Jawa Tengah, Indonesia dan juga merupakan kota metropolitan terbesar ke – 5 di Indonesia. Kota Semarang disebut – sebut kota paling berkembang di Pulau Jawa dengan jumlah penduduk hampir mencapai 2 – 2,5 juta jiwa. Daerah metropolitan yaitu Kedung Sepur (Kendal, Demak, Kabupaten Semarang, Kota Salatiga, dan Purwodadi) merupakan lokasi padat penduduk keempat, setelah Jabodetabek (Jakarta), Gerbang Kerto Susilo (Surabaya), dan Bandung Raya.

Dengan perkembangan Kota Semarang di segala lini dan hilir mudik penduduk Kota Semarang dan sekitarnya, menjadikan adanya suatu kebutuhan akan transportasi massal yang harus segera terpenuhi salah satunya adalah pesawat terbang. Oleh karena adanya kebutuhan tersebut, pemerintah Kota Semarang berusaha untuk memenuhinya dengan pembangunan terminal baru untuk Bandara Ahmad Yani Semarang. Karena untuk kondisi saat ini, Bandara Ahmad Yani dirasa sudah tidak bisa memenuhi akan kebutuhan arus transportasi pesawat terbang yang kian hari kian bertambah. Rencana pengembangan Bandara Ahmad Yani Semarang tersebut meliputi pembangunan terminal, apron, taxiway, areal perkantoran Angkasa Pura, dan gedung parkir baru. Sehingga dengan adanya rencana pengembangan pada Bandara Ahmad Yani Semarang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan penduduk Kota Semarang akan arus transportasi pesawat terbang.

Bandara yang baik harus dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, fasilitas utama, dan fasilitas penunjang lainnya. Fasilitas keselamatan dan keamanan bandara salah satunya yaitu sistem drainase bandara. Sistem drainase bandara mirip dengan drainase jalan raya. Area bandara perlu penyerapan air yang cepat, sehingga membutuhkan sistem drainase yang terintegrasi. Air yang ada di permukaan harus segera mengalir ke saluran air agar tidak terjadi genangan. Area *runway*, *taxiway*, dan *apron* harus bebas dari genangan air yang bertujuan untuk keselamatan penerbangan.

Sistem drainase bandara yang baru terpisah dengan sistem drainase bandara yang lama, meskipun masih menggunakan sistem drainase yang sama yaitu dengan sistem drainase gravitasi dan kolam tampungan. Air limbah drainase bandara yang baru akan dialirkan dalam saluran – saluran drainase untuk kemudian ditampung dalam kolam dan dipompa keluar menuju Sungai Silandak dan Sungai Siangker.

Lokasi perencanaan adalah kawasan Bandara Ahmad Yani Semarang yang terletak di Kelurahan Tambakharjo di wilayah pesisir utara Kota Semarang. Lokasi wilayah perencanaan sistem drainase ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Pengembangan Bandara Ahmad Yani  
(Sumber: Google Earth,2017)

## MAKSUD DAN TUJUAN

Maksud dari perencanaan ini adalah merancang sistem drainase di sekitar bangunan terminal, *apron*, dan *taxiway* Bandara Ahmad Yani Semarang yang baru dengan periode ulang rencana 100 tahun dengan sistem gravitasi dan pompa.

Tujuan dari perencanaan ini adalah analisis hidrologi DAS Bandara Ahmad Yani, merancang desain saluran drainase pada pengembangan Bandara Ahmad Yani, merancang kolam detensi beserta struktur perkuatannya, dan merancang desain kapasitas pompa.

## METODOLOGI

Perencanaan sistem drainase pada pengembangan Bandara Ahmad Yani Semarang ini dimulai dengan survei lapangan untuk mengetahui rona lingkungan awal/kondisi terkini lokasi pengembangan Bandara Ahmad Yani Semarang. Survei lapangan dilakukan untuk memahami lokasi studi dan identifikasi permasalahan awal yang didapat di lapangan serta melihat kemungkinan solusi yang diusulkan. Survei lapangan dilakukan guna memperkirakan dimensi kolam, bangunan, dan saluran drainase. GPS dan peta topografi dimanfaatkan pada kegiatan tahap ini.

Kemudian dilanjutkan dengan pengumpulan data sekunder. Data sekunder yang digunakan adalah data curah hujan pada stasiun hujan Ahmad Yani selama 15 tahun, data penyelidikan tanah yang didapat dari Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Diponegoro, dan peta topografi wilayah pengembangan Bandara Ahmad Yani yang didapat dari Angkasa Pura 1.

Analisis hidrologi dilakukan dengan menggunakan bantuan program HEC – HMS 4.1. Input yang digunakan dalam pemodelan hidrologi program HEC – HMS adalah intensitas curah hujan yang didapat dari perhitungan data hujan pada Stasiun Ahmad Yani dan skema sistem drainase pada pengembangan Bandara Ahmad Yani. Melalui program HEC – HMS, maka akan didapatkan debit banjir rencana tiap – tiap saluran drainase dalam bentuk

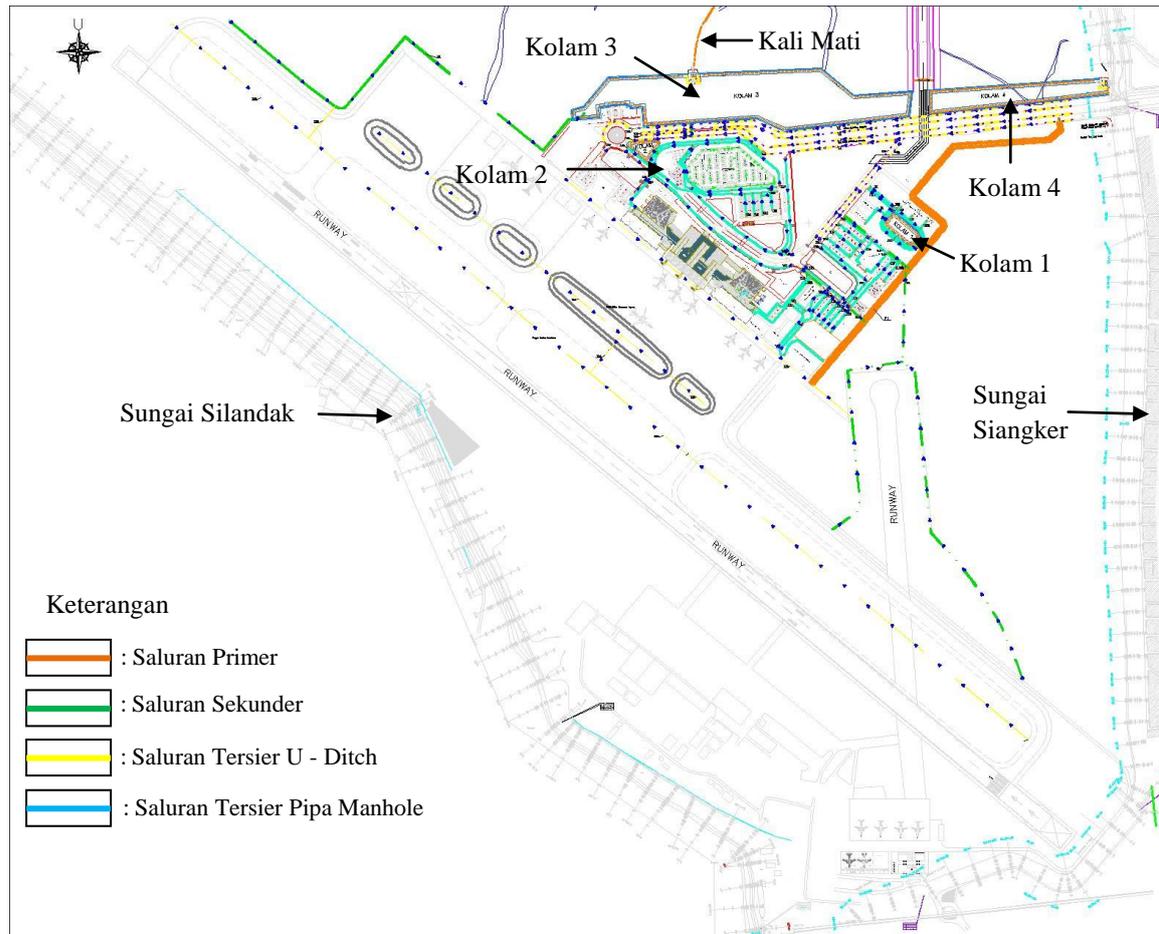
hidrograf banjir. Hidrograf tersebut selanjutnya digunakan sebagai dasar perencanaan dimensi saluran yang bisa dihitung dengan menggunakan rumus Manning dan dianalisis



## HASIL STUDI DAN PEMBAHASAN

### A. SKEMA DRAINASE RENCANA

Data sekunder yang dipergunakan untuk perencanaan sistem drainase pada pengembangan Bandara Ahmad Yani adalah peta topografi. Perencanaan skema sistem drainase dilakukan dengan mengolah elevasi rencana pada peta topografi di wilayah pengembangan Bandara Ahmad Yani. Berdasarkan hasil pengukuran pada peta topografi maka diperoleh hasil skema drainase seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Sistem Drainase pada Pengembangan Bandara Ahmad Yani Semarang

Dengan melihat hasil analisis pada Gambar 3, maka sistem drainase direncanakan menggunakan saluran drainase secara gravitasi dengan 1 buah saluran primer. Saluran tersier direncanakan menggunakan 2 jenis saluran, karena adanya perbedaan elevasi muka jalan antara jalan layang dengan jalan urugan. Untuk saluran tersier di area jalan layang menggunakan saluran U – Ditch sementara saluran tersier di area jalan urugan menggunakan pipa *manhole*. Kolam detensi direncanakan berjumlah 4 buah kolam, dimana kolam 3 dan 4 berfungsi sebagai kolam tampungan akhir untuk kemudian debit air yang terkumpul akan dibuang dengan pompa menuju Sungai Siangker dan Sungai Silandak (melalui Kali Mati). Kolam 1 dan 2 berfungsi sebagai kolam tampungan sementara, dimana debit air yang terkumpul di kolam 1 akan disalurkan menuju saluran primer sementara di kolam 2 akan disalurkan menuju kolam 3. Bangunan *outlet* kolam 1 dan 2 direncanakan menggunakan gorong – gorong.

## **B. ANALISIS HIDROLOGI**

Data sekunder yang digunakan selanjutnya dalam perencanaan sistem drainase pada pengembangan Bandara Ahmad Yani Semarang adalah data hujan harian maksimum pada stasiun hujan Ahmad Yani selama 15 tahun. Perhitungan hujan harian rata-rata dianalisis dengan menggunakan metode poligon Thiessen untuk memperoleh curah hujan rencana. Tipe sebaran yang digunakan adalah Log Pearson III. Tipe sebaran tersebut telah diuji dengan metode Chi-kuadrat dan *Smirnov-Kolmogorov*. Hasil curah hujan rencana dengan periode ulang 2 hingga 100 tahun ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hujan Rencana Stasiun Ahmad Yani

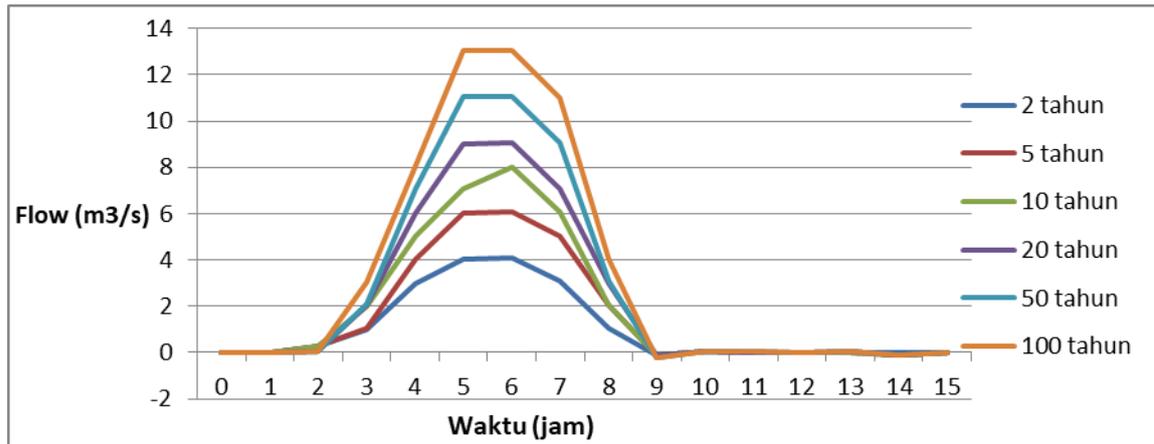
T (Tahun)	Xt (mm)
2	116
5	152
10	178
20	206
50	245
100	277

Berdasarkan hasil curah hujan rencana kemudian dihitung intensitas hujan. Perhitungan intensitas hujan menggunakan pendekatan melalui hyetograf hujan jam-jaman Stasiun Ahmad Yani dengan menghitung waktu konsentrasi ( $t_c$ ) setiap saluran drainase menggunakan rumus *Kirpich* (Suripin, 2003). Intensitas hujan dihitung dengan durasi 15 menit seperti pada Tabel 2. Intensitas hujan dengan periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahun merupakan input pada pemodelan hidrologi HEC – HMS 4.1 guna menghitung besar hidrograf banjir.

Tabel 2. Intensitas Hujan Stasiun Ahmad Yani

Kala Ulang (tahun)	Hujan Rencana (mm)	$t_c$ (jam)	Intensitas Hujan (mm/jam)
2	116	3,37	18,059
5	152	3,37	23,428
10	178	3,37	27,506
20	206	3,37	33,167
50	245	3,37	37,760
100	277	3,37	42,696

Perhitungan debit banjir dengan menggunakan pemodelan HEC – HMS 4.1 dilakukan dengan membuat skema sistem saluran drainase dan kolam detensi rencana. Hasil pemodelan hidrologi dengan menggunakan HEC – HMS 4.1 diperoleh debit banjir periode ulang 2 hingga 100 tahun seperti disajikan pada Gambar 4 berikut.

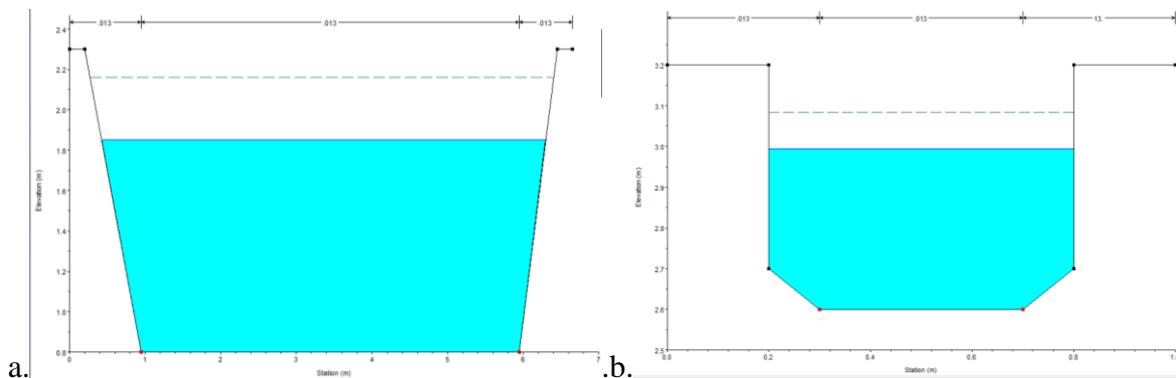


Gambar 4. Hidrograf Banjir

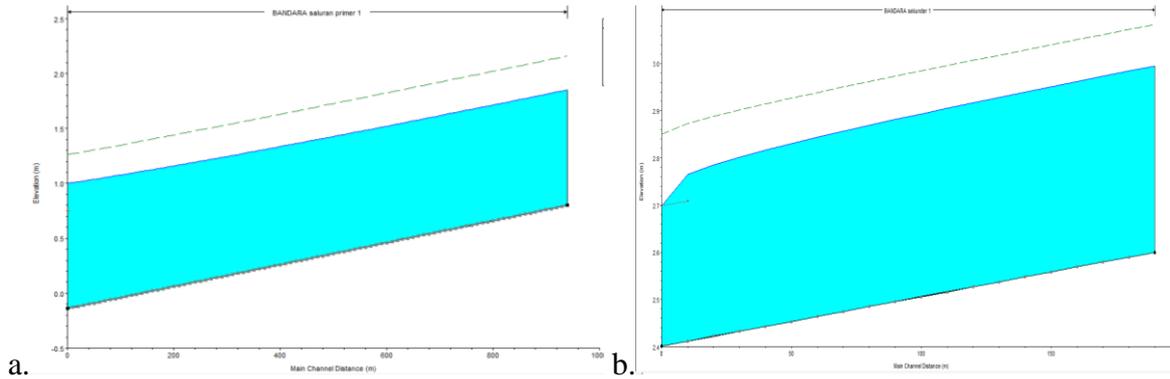
### C. ANALISIS HIDROLIKA

Perencanaan saluran primer dan sekunder di pengembangan Bandara Ahmad Yani Semarang menggunakan debit banjir periode ulang 100 tahun. Perencanaan ini dilakukan dengan perhitungan menggunakan rumus Manning berdasarkan debit banjir yang terjadi di masing – masing saluran. Hasil perhitungan dengan rumus Manning menghasilkan dimensi saluran primer berbentuk trapesium dengan dimensi lebar 5 m dan tinggi 1,5 m dengan kemiringan lereng 1:2, dan saluran sekunder menggunakan U – Ditch dengan ukuran 0,6 x 0,6 m. Sementara untuk saluran tersier direncanakan menggunakan 2 jenis yaitu U – Ditch dengan ukuran 0,5 x 0,5 m dan pipa manhole dengan dimensi 0,6 x 0,6 m. Penggunaan jenis saluran tersier didasarkan pada jenis daerah dimana saluran tersebut berada. Untuk daerah jalan layang maka digunakan saluran tersier U – Ditch, sementara untuk daerah jalan urugan digunakan saluran tersier pipa manhole.

Untuk menjamin dimensi saluran drainase yang telah direncanakan dapat menampung debit banjir rencana, saluran primer dan sekunder dianalisis menggunakan program HEC – RAS. Adapun saluran tersier tidak perlu dicek dengan program HEC – RAS karena debit yang mengalir di saluran tersier relatif kecil. Pemodelan hidrolika dengan program HEC – RAS dilakukan dengan membuat model potongan melintang saluran dan debit banjir yang mengalir di saluran tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Hasil pemodelan hidrolika dengan menggunakan HEC – RAS diperoleh profil muka air untuk saluran primer dan sekunder seperti pada Gambar 6.



Gambar 5. Pemodelan HEC-RAS. a) Saluran Drainase Primer, b) Saluran Drainase Sekunder



Gambar 6. Hasil Pemodelan HEC-RAS. a) Saluran Drainase Primer, b) Saluran Drainase Sekunder

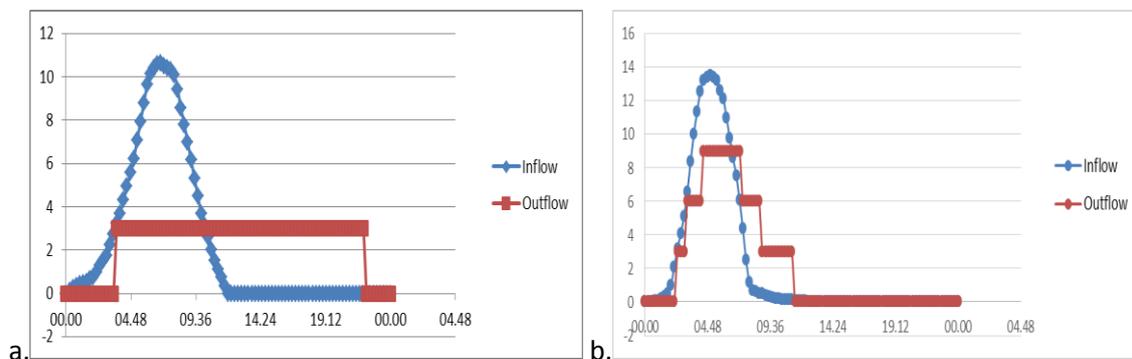
Berdasarkan Gambar 6, maka dapat diketahui bahwa dimensi saluran primer dan sekunder cukup menampung debit maksimum yang terjadi di masing – masing saluran tersebut. Jika hasil profil muka air pada program HEC – RAS menunjukkan tinggi profil muka air berada di atas saluran, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa saluran tidak cukup menampung debit air dan air meluap keluar saluran sehingga dimensi saluran harus diperbesar.

**D. PERENCANAAN TEKNIS**

Dimensi kolam disesuaikan dengan lahan yang ada di daerah pengembangangn Bandara Ahmad Yani Semarang yang saat ini berupa tambak. Kolam detensi direncanakan terdapat 4 buah kolam yang digunakan untuk menampung debit drainase sebelum dibuang keluar sistem. Kolam detensi direncakan berbentuk kerucut terpancung dengan kemiringan lereng 1:2. Adapun volume efektif masing – masing kolam tersebut adalah sebagai berikut.

- Kolam 1 = 4137,93 m<sup>3</sup>
- Kolam 2 = 4429,94 m<sup>3</sup>
- Kolam 3 = 187470,51 m<sup>3</sup>
- Kolam 4 = 56785,09 m<sup>3</sup>

Berdasarkan debit banjir rencana dan dimensi kolam detensi, maka bisa dilakukan perhitungan penelusuran banjir pada masing – masing kolam. Pada perhitungan penelusuran banjir untuk kolam 3 menghasilkan kapasitas pompa yang diperlukan sebesar 3 m<sup>3</sup>/det sebanyak 1 buah sementara untuk kolam 4 digunakan kapasitas pompa 3 m<sup>3</sup>/det sebanyak 3 buah. Dari grafik hidrograf banjir periode 100 tahun dan grafik keluaran akibat adanya pompa, dapat diplot sehingga menjadi grafik yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hidrograf Inflow dan Outflow. a) Kolam 3, b) Kolam 4

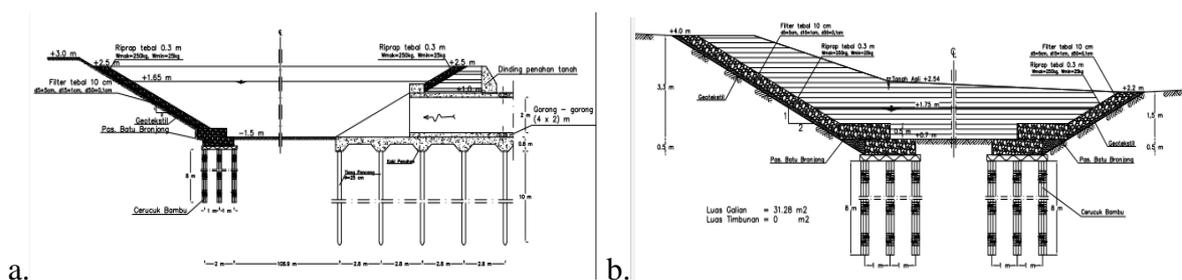
Berdasarkan hasil pemodelan HEC – HMS dan penelusuran banjir, diperoleh debit banjir dengan periode ulang 100 tahun yang mengalir pada gorong – gorong kolom 1 adalah sebesar 0,004 m<sup>3</sup>/detik sementara gorong – gorong pada kolom 2 sebesar 0,4 m<sup>3</sup>/detik. Sehingga didesain gorong – gorong berbentuk persegi panjang dengan penampang lebar 1 m dan tinggi 2 m. Dimensi ini digunakan sebagaiantisipasi agar gorong – gorong juga mampu mengalirkan debir air buangan dari air baku selain debit drainase.

Struktur perkuatan pada lereng dan dasar saluran dan kolam detensi juga perlu diperhatikan agar sewaktu saluran mengalirkan debit banjir dan kolam detensi menampung volume air tidak terjadi erosi. Struktur perkuatan lereng dan dasar saluran drainase hanya direncanakan untuk saluran primer, karena saluran sekunder dan tersier menggunakan saluran U – Ditch dan pipa manhole yang terbuat dari beton sehingga aman dari erosi.

Perkuatan lereng saluran primer direncanakan menggunakan pasangan batu bronjong dengan dimensi lebar 2 m dan tinggi 0,5 m dan dipasang 2 lapis. Di atas pasangan batu bronjong, dipasang riprap dengan tebal 0,3 m hingga mencapai elevasi + 4 m atau setara dengan jalan bandara. Sementara perkuatan dinding kolam detensi direncanakan menggunakan struktur yang sama dengan saluran primer, hanya saja untuk sisi kolam 3 dan 4 yang berdekatan dengan jalan layang atau di sisi sebelah selatan kolam detensi menggunakan struktur beton tegak dengan dimensi tinggi 1,5 m dan lebar 1 m dengan dasar beton berada pada elevasi + 0,5. Struktur perkuatan lereng direncanakan menggunakan pasangan batu bronjong dan riprap didasarkan pada kekuatan dasar tanah pada lokasi pengembangan Bandara Ahmad Yani yang lunak sehingga dipilih struktur yang tidak masif.

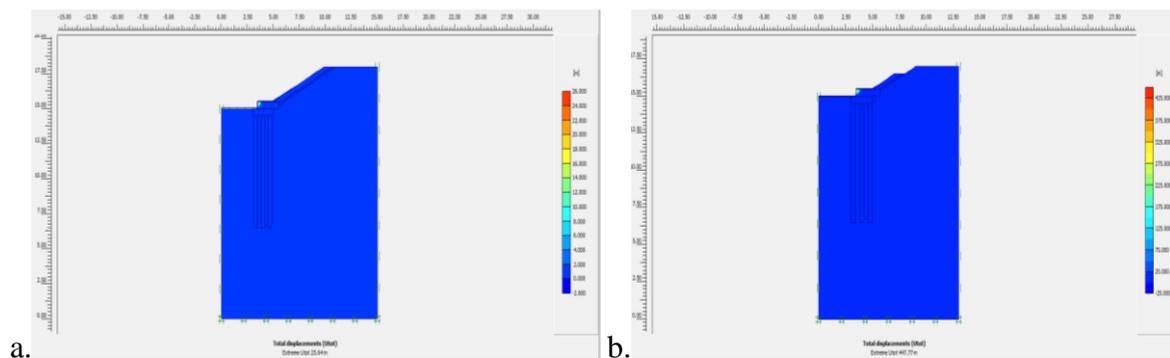
Perkuatan dasar saluran primer dihitung menggunakan tegangan permukaan yang terjadi akibat adanya arus air (Suripin, 2003). Tegangan permukaan tersebut harus lebih kecil dari tegangan kritis yang dapat ditahan oleh butiran tanah pada dasar saluran primer. Berdasarkan perhitungan, tegangan permukaan yang terjadi tidak lebih besar dari tegangan kritis sehingga tidak diperlukan struktur perkuatan dasar saluran. Hal ini dikarenakan lebar saluran primer yang cukup besar yaitu 5 m dan kemiringan dasar saluran primer yang landai yaitu 0,001 sehingga arus air yang mengalir tidak dapat menggerus dasar saluran primer.

Agar terhindar dari bahaya penurunan tanah akibat adanya struktur perkuatan lereng di atas tanah bandara yang lunak, maka struktur perkuatan lereng saluran primer dan kolam detensi ditopang dengan pondasi cerucuk bambu dengan diameter 0,3 m dan kedalaman 8 m. Pondasi cerucuk bambu dipasang berjumlah 3 buah dengan jarak antar cerucuk 1 m tiap 3 m panjang saluran dan kolam. Pondasi yang digunakan harus cukup dalam karena tahanan pondasi terhadap beban hanya didapat dari tahanan selimut atau gesekan tanah dengan permukaan pondasi. Khusus untuk pondasi gorong – gorong pada kolam 1 dan 2 digunakan tiang pancang dengan diameter 0,25 m dan kedalaman 20 m. Perkuatan dinding dan pondasi kolam detensi dan saluran primer direncanakan seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Penampang Dinding. a) Kolam 3, b) Saluran Primer

Stabilitas dinding kolam dan saluran perlu dihitung terhadap guling dan geser akibat adanya gaya horisontal tanah dan air, agar dinding tersebut tidak runtuh pada saat dibangun. Perhitungan stabilitas dinding kolam hanya dilakukan pada dinding kolam 3, karena merupakan kolam yang diperkirakan mengalami gaya horisontal terbesar. Sementara untuk perhitungan stabilitas dinding saluran, hanya diperlukan untuk saluran primer. Perhitungan stabilitas dinding kolam dan saluran primer dimodelkan dan dihitung dengan menggunakan program Plaxis. Melalui pemodelan dengan Program Plaxis, maka dapat diketahui pola keruntuhan struktur akibat adanya gaya – gaya horisontal yang terjadi dan angka keamanan stuktur. Pemodelan dinding kolam 3 dan saluran primer dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Pemodelan Dinding. a) Kolam 3, b) Saluran Primer

Dari hasil analisis dengan program Plaxis yang telah ditampilkan di atas, terjadi deformasi maksimum sebesar 447,77 m dengan angka keamanan untuk dinding kolam 3 sebesar 1,58 dan angka keamanan dinding saluran primer sebesar 1,66. Karena angka kemanan pada dinding kolam 3 dan saluran primer lebih dari 1, maka dapat diambil kesimpulan bahwa struktur perkuatan dinding kolam 3 dan saluran primer aman terhadap guling dan geser.

## KESIMPULAN

- Debit banjir maksimum yang terjadi dengan periode ulang 100 tahun pada DAS Bandara Ahmad Yani adalah sebesar  $13,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Desain saluran drainase yang digunakan adalah saluran primer berbentuk trapesium dengan lebar dasar 5 m, tinggi 1,5 m, dan kemiringan lereng 1:2. Saluran sekunder menggunakan U – Ditch berukuran 0,6 x 0,6 m, dan saluran tersier menggunakan U – Ditch berukuran 0,5 x 0,5 m dan pipa manhole dengan dimensi 0,6 x 0,6 m.
- Kolam detensi direncanakan sebanyak 4 buah kolam di mana kolam 1 dengan volume  $4137,93 \text{ m}^3$ , kolam 2 dengan volume  $4429,94 \text{ m}^3$ , kolam 3 dengan volume  $187470,51 \text{ m}^3$ , dan kolam 4 dengan volume  $56785,09 \text{ m}^3$ .
- Struktur perkuatan dinding kolam detensi dan saluran primer menggunakan pasangan batu bronjong dengan dimensi lebar 2 m dan tinggi 0,5 m dan dipasang 2 lapis, di atas pasangan batu bronjong dipasang riprap dengan tebal 0,3 m hingga mencapai elevasi + 4 m atau setara dengan elevasi jalan bandara. Khusus sisi kolam 3 dan 4 sebelah selatan menggunakan struktur beton tegak dengan dimensi tinggi 1,5 m dan lebar 1 m dengan dasar beton berada pada elevasi + 0,5. Struktur perkuatan lereng saluran primer dan kolam detensi ditopang dengan pondasi cerucuk bambu dengan diameter 0,3 m dan kedalaman 8 m.

- Kapasitas pompa untuk kolam 3 diperlukan sebesar  $1,5 \text{ m}^3/\text{det}$  sebanyak 2 buah sementara untuk kolam 4 digunakan kapasitas pompa  $6 \text{ m}^3/\text{det}$  sebanyak 2 buah.

## **SARAN**

Studi lanjutan guna mempelajari analisa geoteknik perlu dilakukan mengingat tanah kawasan Bandara Ahmad Yani adalah tanah lunak. Jadi, penelitian selanjutnya perlu disusun mengenai perbaikan kualitas tanah di kawasan Bandara Ahmad Yani.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Brunner, Gary W. dan U.S. Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center (CEIWR – HEC). HEC – RAS River Analysis System User’s Manual. CEIWR – HEC. California.
- Sularso dan Haruo Tahara. 2004. *Pompa dan Kompresor*. PT Pradnya Paramitha. Jakarta.
- Suripin. 2003. *Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Andi. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Beta Offset. Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. *Hidrolika II*. Beta Offset. Yogyakarta
- U.S. Army Corps of Engineers Institute for Water Resources Hydrologic Engineering Center (CEIWR – HEC). 2016. *Hydrologic Modeling System HEC – HMS User’s Manual*. CEIWR – HEC. California