

4.14 Uraian Pengujian

4.14.1 Model *Original Design*

Model ini merupakan model *design* awal yang direncanakan konsultan, model ini akan akan menjadi *design* percobaan awal perlakuan pengujian dari analisa di model diketahui bahwa model tersebut masih perlu perbaikan.

Adapun deskripsi hasil pengujian model fisik dengan skala 1:40 pada *original design* adalah sebagai berikut:

1. Kondisi aliran di saluran pengarah hulu pelimpah menyebabkan ketidakrataan aliran di atas ambang pelimpah dikarenakan radius dinding saluran pengarah kurang besar (ditunjukkan pada Gambar 4.24).
2. Aliran kaki pelimpah hilir sebelah kiri terjadi kontraksi aliran yang diakibatkan oleh kurang besarnya radius dinding (ditunjukkan pada Gambar 4.24).



Gambar 4.24. Kondisi aliran debit Q_{1000} pada pelimpah

Sumber: Dokumentasi, 2015

3. Bangunan ambang titik kontrol pada saluran transisi dengan ketinggian 1 m dari dasar saluran hanya mampu mengendalikan aliran sampai dengan Q_2 . Untuk debit di atas Q_2 , kondisi aliran di peluncur terjadi *crossflow* yang menjalar sampai pada peredam energi sehingga loncatan air dari *flip bucket* cenderung mengarah pada tebing kolam peredam sebelah kanan (ditunjukkan pada Gambar 4.25).
4. Bentuk kolam peredam tidak efektif dikarenakan pada saat terjadi *sweepout* untuk Q_1 dan Q_2 jatuhnya lompatan air tidak pada kolam peredam melainkan menghantam dinding kolam peredam hulu sebelah kanan (ditunjukkan pada Gambar 4.26).



Gambar 4.25. Kondisi aliran debit Q_{50} pada saluran transisi menuju peluncur

Sumber: Dokumentasi, 2015



Gambar 4.26. Kondisi aliran debit Q_{1000} pada peredam energi

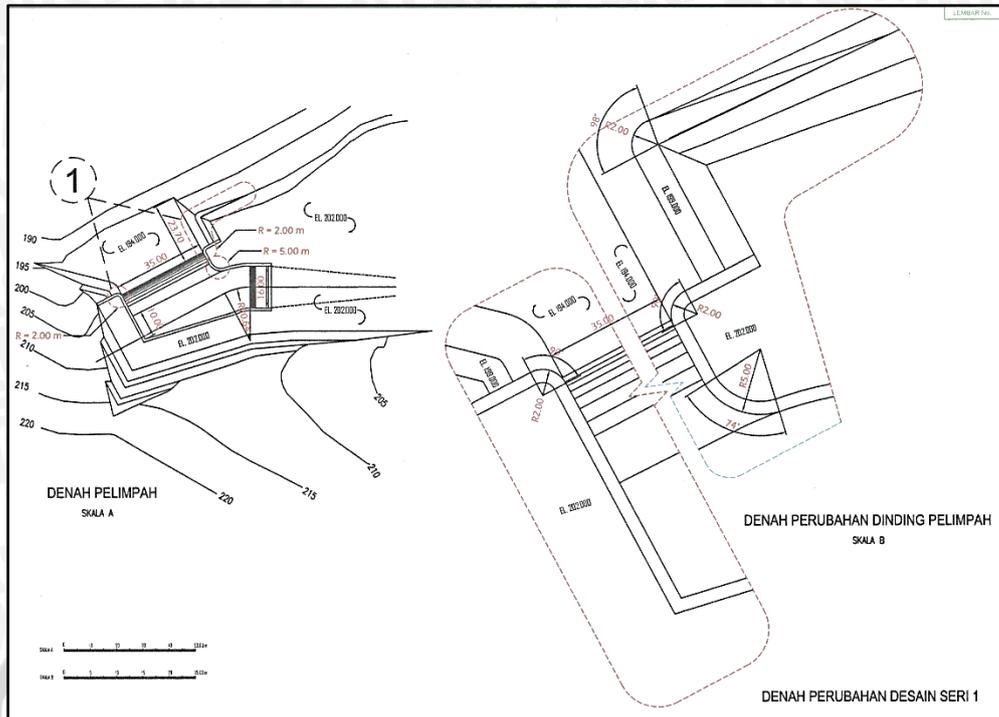
Sumber: Dokumentasi, 2015

4.14.2 Model Uji Penetapan (*Development Test*)

Model uji penetapan merupakan model perbaikan untuk mendapatkan desain yang memenuhi kriteria hidrolika. Ada beberapa langkah dalam uji model penetapan ini yang dilakukan terhadap bangunan pelimpah samping yang mana pada kondisi *original design* terdapat beberapa kekurangan sebagaimana yang telah dijelaskan di atas. Adapun beberapa model uji penetapan yang telah dicoba adalah sebagai berikut:

A. Model Seri 1

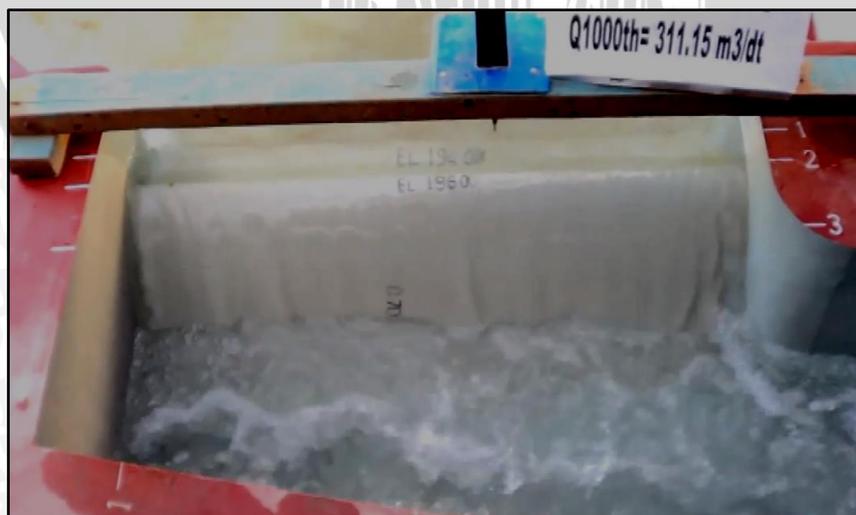
Untuk meratakan aliran di atas ambang pelimpah dan kaki pelimpah hilir sebelah kiri, maka dinding saluran pengarah pelimpah radiusnya diperbesar seperti pada Gambar 4.27 berikut.



Gambar 4.27. Perubahan design seri 1

Sumber: Anonim, 2015

Dengan perubahan jari-jari tersebut, maka kondisi aliran di atas pelimpah dan di kaki dinding pelimpah sebelah kiri menjadi lebih rata (ditunjukkan pada Gambar 4.28). Namun masih terjadi *crossflow* dan jatuhnya lompatan air tidak pada kolam peredam melainkan menghantam dinding kolam peredam hulu sebelah kanan, sehingga dilakukan perbaikan lagi pada model seri 2.

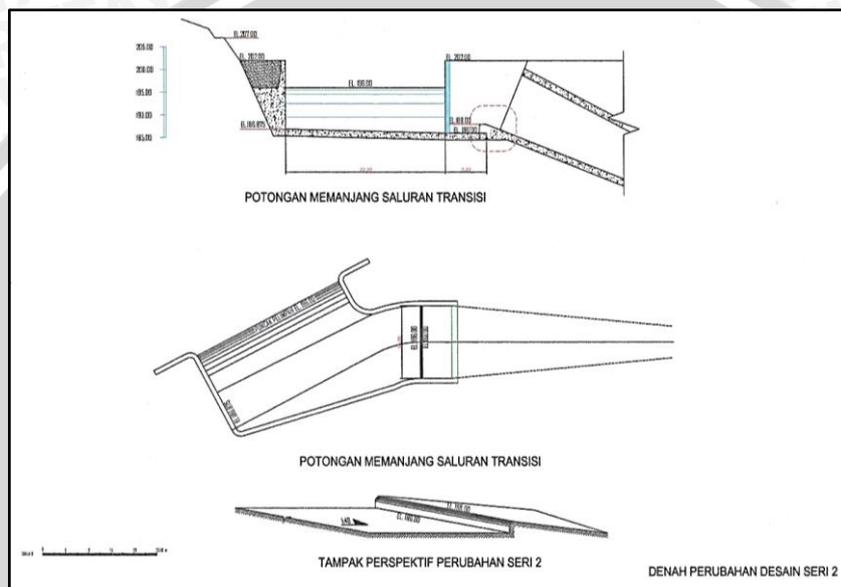


Gambar 4.28. Kondisi aliran pada pelimpah pada model seri 1

Sumber: Dokumentasi, 2015

B. Model Seri 2

Penempatan ambang kontrol setinggi 1 meter dan berjarak 10 meter dari penampang hilir saluran samping yang diharapkan berfungsi sebagai pengatur aliran tidak dapat berfungsi secara efektif. Sehingga, agar ambang kontrol dapat berfungsi secara efektif dilakukan perubahan yaitu menaikkan ambang menjadi 2 meter dan posisinya digeser mengarah ke hulu sejauh 1 meter, sehingga posisinya menjadi 9 meter di ukur dari penampang hilir saluran samping.



Gambar 4.29. Perubahan design seri 2

Sumber: Anonim, 2015

Dengan perubahan tersebut masih terjadi *crossflow* (ditunjukkan pada Gambar 4.30). Namun loncatan aliran pada *flip bucket* sebelum terjadi *sweepout* sudah merata dan sejajar untuk debit kecil Q_1 dan Q_2 , sedangkan untuk debit besar loncatan belum merata cenderung mengarah di sebelah kanan (ditunjukkan pada Gambar 4.31) sehingga dilakukan lagi perbaikan di model seri 3.



Gambar 4.30. Kondisi aliran pada saluran transisi menuju peluncur pada model seri 2

Sumber: Dokumentasi, 2015

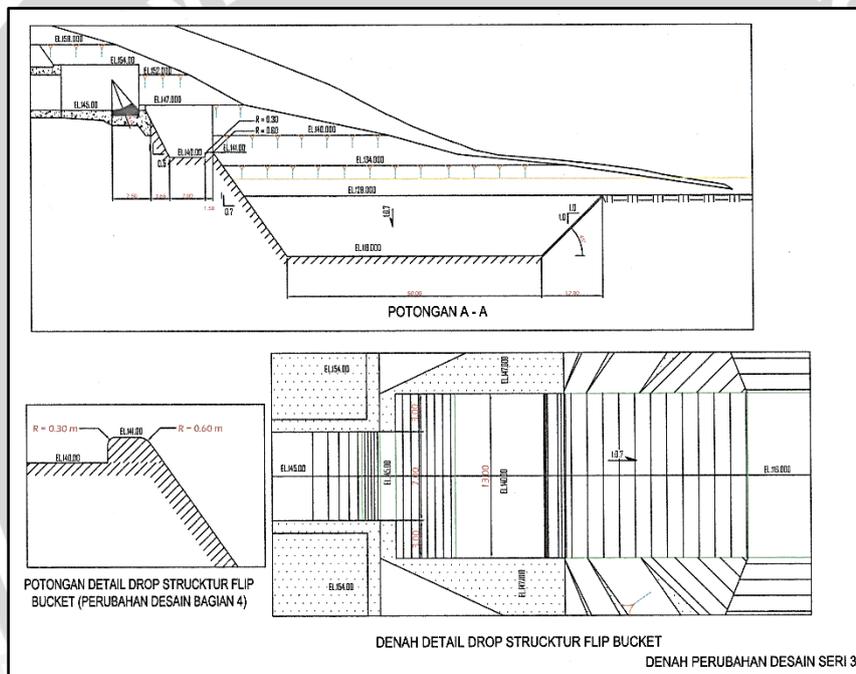


Gambar 4.31. Kondisi aliran di peredam energi pada model seri 2

Sumber: Dokumentasi, 2015

C. Model Seri 3

Upaya jatuhnya loncatan air tepat mengarah pada kolam peredam dan loncatan air tidak terhalang oleh dinding kolam peredam diubah sebagaimana gambar berikut



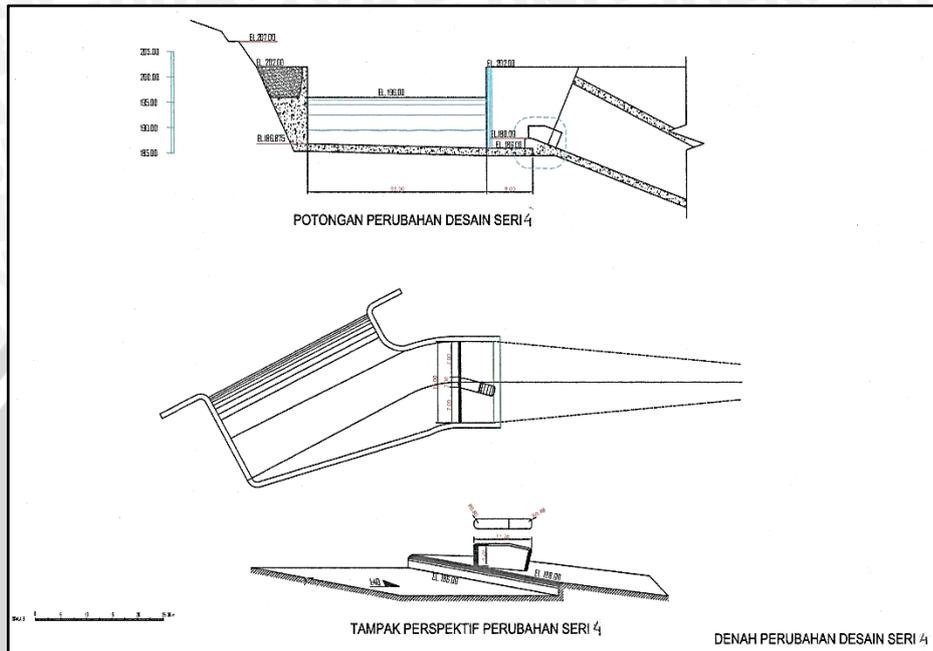
Gambar 4.32. Perubahan design seri 3

Sumber: Anonim, 2015

Setelah perubahan design pada debit aliran Q_1 , dimana *sweep out* jatuh tepat pada trap kolam peredam dengan elevasi +140,00 dan untuk debit Q_2 dan debit yang lebih besar *sweepout* sudah mengarah dan jatuh tepat pada kolam peredam. Tetapi pada debit Q_{50} sampai Q_{1000} loncatan air masih sedikit mengarah ke sebelah kanan kolam peredam, sehingga dilakukan perbaikan *design* lagi pada model seri 4.

D. Model Seri 4

Upaya menghilangkan *cross flow* pada aliran yang akan masuk ke dalam terowong untuk semua debit maka pada penampang kontrol dipasang pilar sebagaimana gambar berikut:



Gambar 4.33. Perubahan design seri 4

Sumber: Anonim, 2015

Setelah perubahan *design* seri 4 kondisi loncatan air pada peredam energi masih sedikit mengarah ke sebelah kanan kolam peredam, sehingga dilakukan perbaikan *design* lagi pada model seri 5.



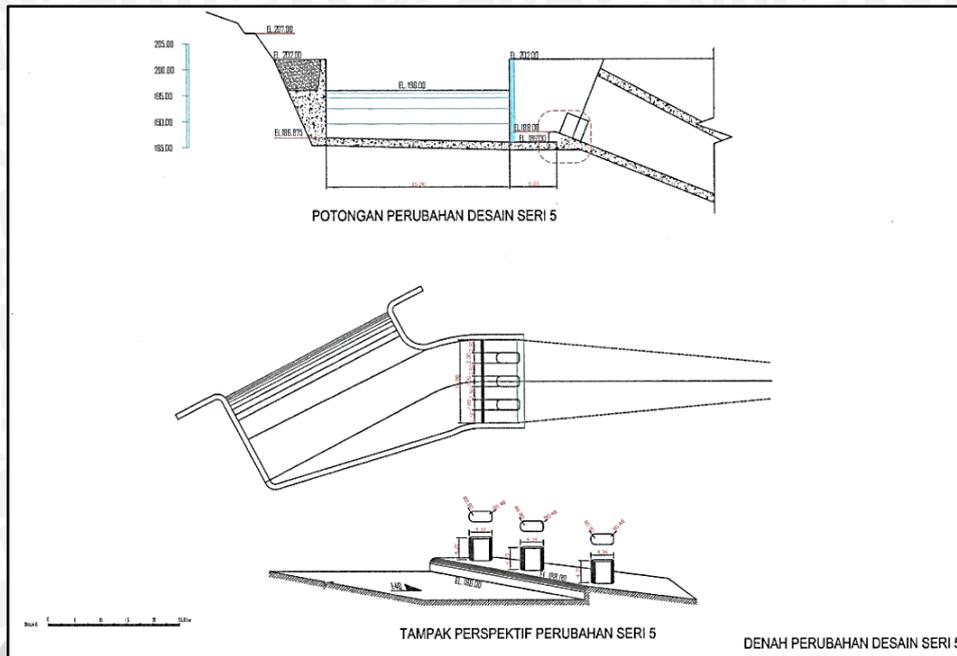
Gambar 4.34. Perubahan design model seri 4 tampak atas

Sumber: Dokumentasi, 2015

E. Model Seri 5

Memperhatikan pola aliran dan hasil loncatan air yang masih mengarah sedikit ke sebelah kanan kolam peredam, maka dipasang tiga buah pilar dengan dimensi panjang= 4,34 m, lebar= 2 m, dan tinggi= 4,2 dan formasi pemasangan sebagai berikut:





Gambar 4.35. Perubahan design seri 5

Sumber: Anonim, 2015

Penambahan pilar dan formasi pemasangan di atas ambang kontrol dengan jarak antar pilar merata ternyata belum memberikan hasil loncatan air yang baik untuk debit Q_{50} sampai Q_{1000} (dapat dilihat pada gambar 4.36). Sehingga dilakukan lagi perbaikan *design* pada model seri 6.

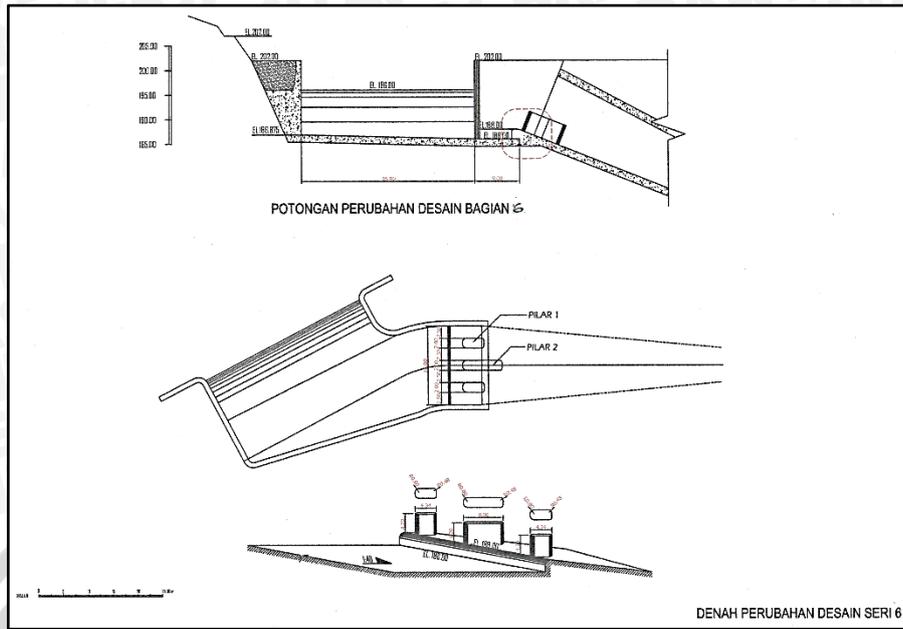


Gambar 4.36. Kondisi aliran di peredam energi pada *design* seri 5

Sumber: Dokumentasi, 2015

F. Model Seri 6

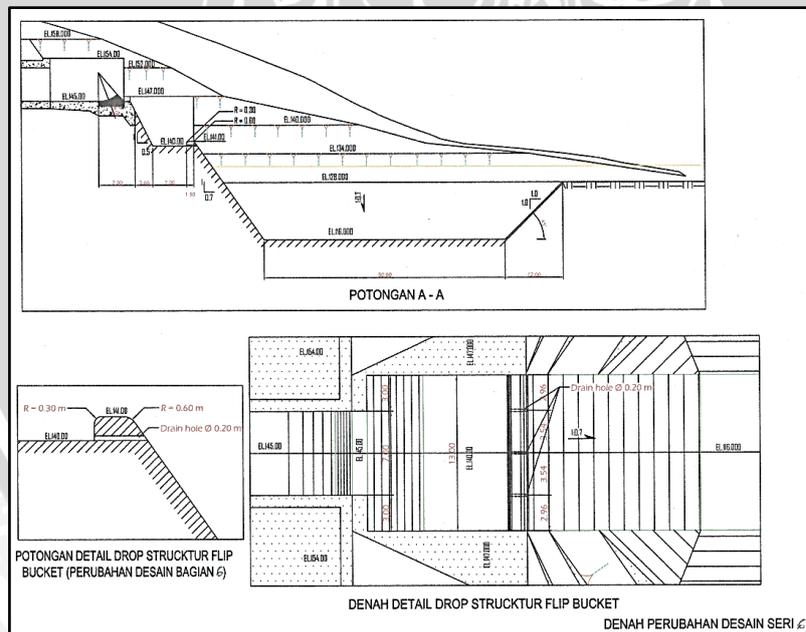
Memperhatikan pola aliran hasil pengujian seri 5, maka pemasangan formasi pilar mengikuti model seri 5 dengan pilar di bagian tengah dibuat lebih panjang menjadi 8 m sebagaimana gambar berikut:



Gambar 4.37. Perubahan design seri 6

Sumber: Anonim, 2015

Untuk menghindari pengendapan sedimen pada lantai terjunan maka diberi tiga buah *drain pipe* dengan diameter 0,2 m seperti gambar berikut



Gambar 4.38. Perubahan design seri 6

Sumber: Anonim, 2015

Pada model seri ini kondisi loncatan air pada *flip bucket* sudah mengarah pada posisi di tengah-tengah kolam dan jatuh dalam daerah kolam. Sehingga *design* inilah yang digunakan pada *final design* (ditunjukkan pada Gambar 4.39)



Gambar 4.39. Kondisi aliran di peredam energi pada seri 6

Sumber: Dokumentasi, 2015

4.14.3 Model *Final Design*

Hasil penyempurnaan design *Side Channel Spillway* Bendungan Meninting berdasarkan model fisik hidrolika sebagai *final design* adalah model seri 6. Model ini merupakan model yang akan dijadikan acuan dan merupakan penyempurnaan akhir. Adapun hasil pengujian dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Perubahan jari-jari dinding kanan dan kiri pelimpah menjadi $R_{\text{hulu}} = 2,00$ m dan $R_{\text{hilir}} = 5,00$ m.
2. Peninggian ambang pada inlet terowongan dari El. +187,00 menjadi El. +188,00.
3. Penambahan pilar di atas ambang sebanyak tiga buah dengan dimensi pilar panjang= 4,34 m, lebar= 2 m, tinggi= 4,2 dan dimensi pilar bagian tengah yang lebih panjang yaitu menjadi 8 m.
4. Perubahan kemiringan serta penambahan trap pertama dengan lantai pada El. 140,00, puncak trap El. 141,00 dan kemiringan dari El. +141,00 menuju El.+116,00 yaitu hulu= 1:0,7 dan hilir 1:1.
5. Penambahan *drain pipe* dengan diameter 0,2 m di trap pertama yaitu pada elevasi 141,00 m.
6. Usulan penambahan *groundsill* setinggi 1 m di atas dasar sungai yang ditempatkan pada posisi 100 m dari saluran pengarah hilir.

Pada final design ini kondisi aliran pada pelimpah sudah merata dan tidak ada *crossflow* karena dilakukan perbaikan dengan peninggian ambang dan pemberian pilar di inlet terowong pada peluncur sehingga loncatan air pada *flip bucket* sudah mengarah pada posisi di tengah-tengah kolam dan jatuh dalam daerah kolam (ditunjukkan pada Gambar 4.40)



Gambar 4.40. Kondisi aliran di peredam energi pada final *design*

Sumber: Dokumentasi, 2015

4.15 Hasil Analisa Hidrolika

4.15.1 Side Spillway

Seri *original design*, kontraksi aliran di saluran pengarah hulu menyebabkan ketidakrataan aliran di atas ambang pelimpah dan aliran air pada kaki pelimpah hilir. Hal ini disebabkan kurang besarnya radius dinding kurang besar. Oleh karena itu, pada *final design* dilakukan pengubahan jari-jari dinding kanan dan kiri pelimpah menjadi $R_{\text{hulu}} = 2,00 \text{ m}$ dan $R_{\text{hilir}} = 5,00 \text{ m}$.

Penempatan puncak ambang pelimpah tipe Ogee I dengan El. 196,00 mampu mengalirkan debit *outflow* yaitu Q_1 sampai Q_{pmf} dalam keadaan *freeflow* dan mampu mengendalikan aliran terhadap bahaya kavitasi. Hal ini ditunjukkan dengan kecepatan alirannya tidak melebihi 4 m/dt.

4.15.2 Saluran Samping

Kondisi hidrolika pada saluran samping sangat besar pengaruhnya terhadap kondisi aliran pelimpah mengingat fungsinya sebagai saluran pengarah aliran ke saluran transisi yang selanjutnya ke saluran peluncur.

Dimensi saluran samping susah sesuai dengan kriteria perencanaan, kemiringan dasar saluran dibuat $I \leq \frac{1}{13}$ yaitu sebesar 0,025 dan juga mampu mengalirkan aliran yang turun dari pelimpah dengan baik tanpa menimbulkan pengaruh aliran balik, sehingga aliran pada pelimpah dalam kondisi aliran sempurna dan aliran dalam saluran samping dalam kondisi subkritis.

4.15.3 Saluran Transisi

Seri *original design* pada saluran transisi menunjukkan adanya aliran silang (*crossflow*) pada saluran peluncur yang kemudian menjalar sampai peredam energi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.25.

Untuk mengantisipasi hal tersebut, perubahan yang telah dilakukan adalah peninggian ambang inlet dari El.187,00 menjadi 188,00. Saluran transisi dengan peninggian ambang inlet mampu mengalirkan dan mengendalikan aliran yang masuk ke terowong serta *crossflow* yang terjadi pada kondisi *original design* sudah dapat berkurang.

4.15.4 Saluran Peluncur

Seri *original design* menunjukkan adanya aliran silang (*crossflow*) pada saluran peluncur yang kemudian menjalar sampai peredam energi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.25. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka dipasang tiga buah pilar dengan dimensi pilar panjang= 4,34 m, lebar= 2 m, tinggi= 4,2 dan dimensi pilar bagian tengah yang lebih panjang yaitu menjadi 8 m.

Pengendalian aliran yang baik pada saluran transisi dan peluncur, maka kondisi aliran pada pertemuan saluran peluncur dan terowong penghubung mempunyai ketebalan air yang cukup sehingga tidak menimbulkan gejala kavitasi dan mampu mengarahkan aliran secara merata sampai di ujung *outlet* terowong. Aliran dalam saluran peluncur dalam kondisi superkritis.

4.15.5 Terowong Penghubung

Kapasitas terowong penghubung dengan diameter 7 m mampu mengalirkan debit mulai Q_1 sampai dengan Q_{pmf} dalam keadaan *freeflow*. Aliran dalam saluran terowong penghubung dalam kondisi superkritis.

4.15.6 Peredam Energi

Seri *original design* pada debit aliran Q_1 , dimana *sweep out* aliran sebelum meluncur ke kolam peredam terlebih dahulu tertahan di bagian terjunan. Untuk debit aliran Q_1 loncatan air jatuh pada bagian lantai terjunan, sedangkan untuk debit Q_2 dan yang lebih besar sudah mengarah pada kolam peredam. Tetapi pada debit Q_{50} sampai Q_{1000} loncatan air masih sedikit mengarah ke sebelah kanan kolam peredam (ditunjukkan pada Gambar 4.26).

Sehingga, seri *final design* perubahan kemiringan serta penambahan trap pertama dengan lantai pada El. 140,00, puncak trap El. 141,00 dan kemiringan dari El. +141,00 menuju El. 116,00 yaitu hulu= 1:0,7 dan hilir 1:1. Pada model seri ini kondisi loncatan air pada posisi di tengah-tengah kolam dan jatuh dalam daerah kolam.

4.15.7 Sungai

Kondisi aliran di sungai pada semua debit adalah subkritis yang dapat menunjukkan jika peredam energi dapat meredam aliran sampai masuk ke sungai.

Pola gerusan yang dilakukan pada *final design* dari Q_1 - Q_{25} , Q_{50} - Q_{100} dan Q_{1000} mempunyai kecenderungan yang hampir sama dengan gerusan terdalam didekat saluran pengarah hilir dari 0,4 m sampai 3 m. Namun untuk kondisi pengaliran Q_{1000} gerusan terdalam mencapai 11 m, sehingga untuk mengantisipasi dilakukan usulan penambahan *ground sill* setinggi 1 m di atas dasar sungai sebagai bangunan pengendali gerusan yang ditempatkan pada posisi 100 m dari saluran pengarah hilir.



Gambar 4.41. Pola gerusan pada Q_{1000}

Sumber: Dokumentasi, 2015

4.15.8 Kavitasasi

Berdasarkan hasil perhitungan serta uji model menunjukkan bahwa pada saluran tidak terjadi bahaya kavitasasi. Nilai indeks kavitasasi dan koefisien kavitasasi berbanding terbalik dengan besarnya debit pengaliran, yaitu semakin besar debit yang mengalir maka nilai indeks kavitasasi dan koefisien kavitasasi akan semakin kecil.

Halaman ini sengaja dikosongkan.

