

**SURAT EDARAN MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT
NOMOR : 23/SE/M/2015
TANGGAL 23 APRIL 2015**

TENTANG

PEDOMAN PERANCANGAN DRAINASE JEMBATAN



**KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT**



**MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT
REPUBLIK INDONESIA**

Kepada Yth.:

Para Pejabat Eselon I di lingkungan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

**SURAT EDARAN
NOMOR : 23/SE/M/2015**

TENTANG

PEDOMAN PERANCANGAN DRAINASE JEMBATAN

A. Umum

Drainase jembatan merupakan salah satu komponen pada jembatan yang berfungsi sebagai penyalur air dari lantai jembatan ke saluran drainase jalan sehingga lantai jembatan bebas dari genangan air. Perancangan drainase yang tepat, dapat memberikan manfaat bagi keselamatan lalu lintas, pemeliharaan dan keutuhan struktural jembatan.

B. Dasar Pembentukan

- 1) Peraturan Pemerintah Nomor 34 Tahun 2006 tentang Jalan (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2006 Nomor 86, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4655);
- 2) Peraturan Pemerintah Nomor 38 Tahun 2007 tentang Pembagian Urusan Pemerintahan antara Pemerintah, Pemerintahan Provinsi, Pemerintahan Daerah Kabupaten/Kota (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2007 Nomor 82, Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 4737);
- 3) Peraturan Presiden Nomor 7 Tahun 2015 tentang Organisasi Kementerian Negara;
- 4) Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2015 tentang Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2015 Nomor 16);
- 5) Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 121/P Tahun 2014 tentang Pembentukan Kementerian dan Pengangkatan Menteri Kabinet Kerja Periode Tahun 2014-2019;
- 6) Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 07/PRT/M/2012 tentang Penyelenggaraan Penelitian dan Pengembangan di Bidang Jalan.

C. Maksud dan Tujuan

Surat Edaran ini dimaksudkan sebagai acuan bagi Pejabat Eselon I di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Gubernur dan Bupati/Walikota di seluruh Indonesia, perencana, pelaksana dan pengawas dalam perancangan drainase jembatan sebagai salah satu komponen pada jembatan yang berfungsi sebagai penyalur air dari lantai jembatan ke saluran drainase jalan sehingga lantai jembatan bebas dari genangan air.

D. Ruang Lingkup

Pedoman ini menetapkan ketentuan umum dan ketentuan teknis perancangan drainase jembatan yang meliputi tahapan perancangan dimensi dan jarak antar *inlet*. Penggunaan pedoman ini terbatas pada daerah tangkapan air di atas jembatan, dengan asumsi limpasan dari daerah luar telah habis sebelum memasuki jembatan.

E. Penutup

Ketentuan lebih rinci mengenai Pedoman Perancangan Drainase Jembatan ini tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Surat Edaran Menteri ini.

Demikian atas perhatian Saudara disampaikan terima kasih.

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 23 April 2015

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. BASUKI HADIMULJONO

Tembusan disampaikan kepada Yth.:

Plt. Sekretaris Jenderal, Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Daftar isi

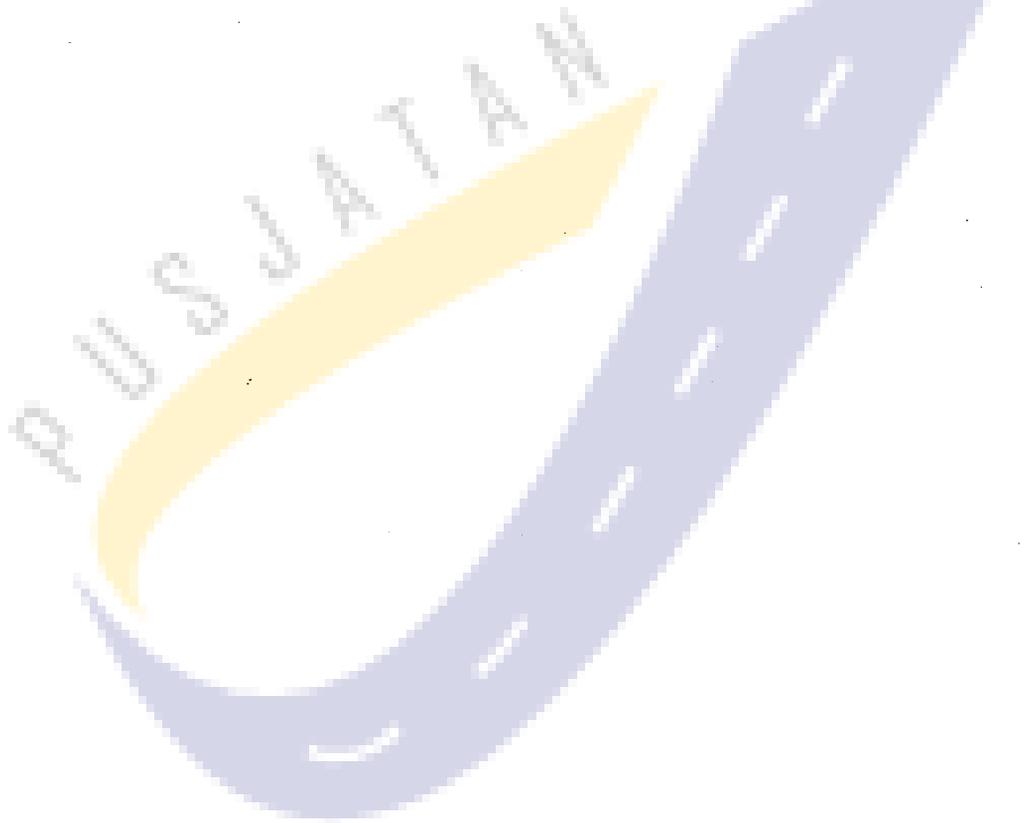
Daftar isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi	1
4 Ketentuan umum	1
4.1 Komponen drainase jembatan	2
4.1.1 <i>Inlet</i>	2
4.1.2 Jeruji	3
4.1.3 <i>Outlet</i>	4
4.2 Pertimbangan dalam desain	4
5 Ketentuan teknis	4
5.1 Kemiringan dek	5
5.2 Saluran tepi	5
5.3 <i>Inlet</i> drainase	5
5.4 Pipa drainase	5
5.5 <i>Outlet</i> pipa drainase	9
5.6 Pipa cucuran	9
5.7 Lubang drainase	9
5.8 Sambungan pipa	10
5.9 <i>Cleanout</i>	10
6 Prosedur perancangan drainase jembatan	10
Lampiran A (informatif) Contoh desain 1 (tidak memerlukan <i>inlet</i>)	13
Lampiran B (informatif) Contoh desain 2 (memerlukan <i>inlet</i>)	16
Bibliografi	21
Gambar 1 - Ilustrasi drainase jembatan	3
Gambar 2 - <i>Inlet</i> tipe jeruji (HEC 12)	3
Gambar 3 - Jenis jeruji (HEC 12)	4
Gambar 4 - Efisiensi tangkapan aliran frontal untuk berbagai jenis jeruji (HEC 12)	8
Gambar 5 - Diagram alir perancangan <i>inlet</i> jembatan	12
Gambar A.1 - Kurva IDF (Intensitas Durasi Frekuensi)	12
Gambar B.1 - Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)	16
Gambar B.2- Tampak atas lokasi <i>inlet</i> pada jembatan	20

Prakata

Pedoman perancangan drainase jembatan merupakan hasil kajian Pusat Litbang Jalan dan Jembatan dengan mengacu pada *Design of Bridge Deck Drainage, Hydraulic Engineering Circular - 21, Federal Highway Assosiated*.

Pedoman ini dipersiapkan oleh Panitia Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil pada Subpanitia Teknis Rekayasa Jalan dan Jembatan 91-01/S2 melalui Gugus Kerja Jembatan dan Bangunan Pelengkap Jalan, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional (PSN) 08:2007 dan dibahas dalam forum konsensus yang diselenggarakan pada tanggal 16 Juli 2014 di Bandung oleh Subpanitia Teknis, yang melibatkan para narasumber, pakar dan lembaga terkait.



Pendahuluan

Drainase jembatan merupakan salah satu komponen pada jembatan yang berfungsi sebagai penyalur air dari lantai jembatan ke saluran drainase jalan sehingga lantai jembatan bebas dari genangan air. Perancangan drainase yang tepat, dapat memberikan manfaat bagi keselamatan lalu lintas, pemeliharaan dan keutuhan struktural jembatan.

Perancangan drainase jembatan berbeda dengan drainase jalan raya karena kemiringan melintang dek jembatan yang rendah dan seragam untuk jalur lalu lintas maupun bahu jalan. *Inlet* drainase dan pipa pada dek jembatan rentan tersumbat karena ukurannya yang relatif kecil daripada ukuran *inlet* dan pipa drainase jalan raya. Selain itu, bahan yang digunakan untuk komponen drainase jembatan biasanya terbuat dari pipa baja yang lebih tahan terhadap getaran dan lendutan dibandingkan dengan yang dibutuhkan pada drainase jalan raya.

Pedoman ini dimaksudkan sebagai panduan bagi para perencana dalam melakukan perancangan drainase jembatan.

Perancangan drainase jembatan

1 Ruang lingkup

Pedoman ini menetapkan ketentuan umum dan ketentuan teknis perancangan drainase jembatan yang meliputi tahapan perancangan dimensi dan jarak antar *inlet*. Penggunaan pedoman ini terbatas pada daerah tangkapan air di atas jembatan, dengan asumsi limpasan dari daerah luar telah habis sebelum memasuki jembatan.

2 Acuan normatif

Dokumen referensi di bawah ini harus digunakan dan tidak dapat ditinggalkan untuk melaksanakan pedoman ini.

SNI 06-0162-1987, *Pipa PVC saluran air buangan di dalam dan di luar bangunan*

SNI 07-0722-1989, *Baja canai panas untuk konstruksi umum*

ASTM 252, *Standard specification for welded and seamless steel pipe piling*

AASHTO M111-04, *Zinc (hot-dip galvanized) coatings on iron and steel products*

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan penggunaan pedoman ini, istilah dan definisi berikut digunakan.

3.1

cleanout

akses pemeliharaan yang dapat dibuka dan ditutup sesuai kebutuhan pemeliharaan

3.2

cross slope

kemiringan penampang trotoar dari pinggir jalan ke lantai jembatan

3.3

drain

saluran yang menerima dan menyalurkan air

3.4

drainase jembatan

seluruh susunan jeruji, saluran air, ruang *inlet*, pipa, selokan, parit dan *outfalls* yang diperlukan untuk mengumpulkan air dan mengalirnya ke titik pembuangan

3.5

inlet

lubang tempat masuknya air permukaan untuk dialirkan ke sistem drainase yang ada

3.6

Jeruji (*grate*)

kisi-kisi untuk melewatkan air, yang didesain sedemikian rupa agar tidak membahayakan pengguna jembatan dan dapat dibuka untuk pemeliharaan

3.7

kurva intensitas durasi frekuensi (IDF)

kurva yang menggambarkan intensitas hujan dalam durasi dan periode ulang tertentu

3.8

intensitas curah hujan

curah hujan rata-rata pada kurun waktu tertentu

3.9

periode ulang

jangka waktu untuk hujan atau debit dengan suatu besaran tertentu, dicapai atau dilampaui

3.10

pipa outlet

pipa pengalir air menuju titik pembuangan (*outlet*)

3.11

outlet

tempat aliran keluar

3.12

scupper

lubang kecil untuk pembuangan air, biasanya terdapat di dek, trotoar, atau pembatas

3.13

saluran dek jembatan

bagian tepi dek jembatan yang membawa air limpasan ke samping trotoar

3.14

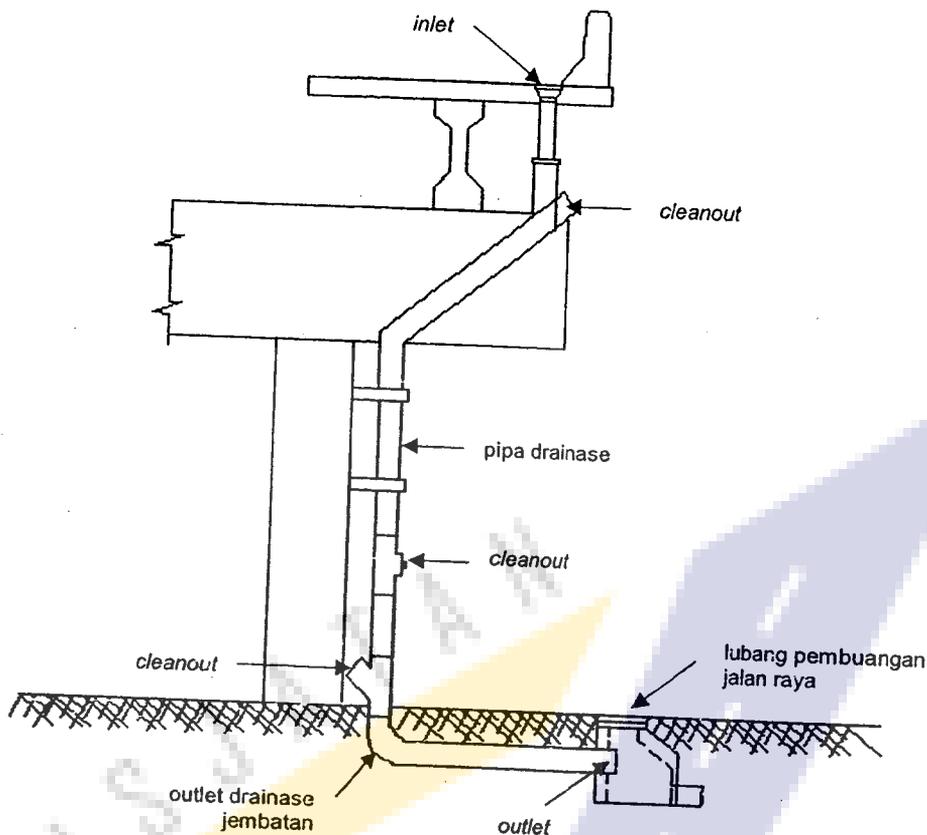
waktu konsentrasi

waktu yang diperlukan limpasan untuk mengalir dari titik hulu ke titik saluran drainase terdekat

4 Ketentuan umum

4.1 Komponen drainase jembatan

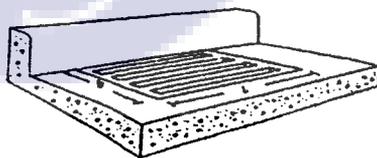
Drainase jembatan terdiri dari berbagai komponen yang berfungsi sebagai penerima air, penyalur air, pembuang air, maupun akses pembersihan saluran. Drainase jembatan diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1 - Ilustrasi drainase jembatan

4.1.1 Inlet

Inlet menerima limpasan air hujan di sepanjang dek jembatan dan menampungnya pada ruang *inlet*, kemudian diteruskan oleh pipa drainase menuju titik pembuangan (*outlet*). Jenis *inlet* yang umumnya digunakan adalah *inlet* jeruji seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 - *Inlet* tipe Jeruji (HEC 12)

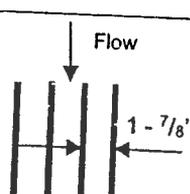
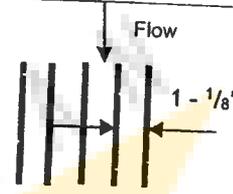
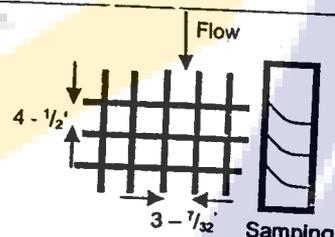
Pemasangan *inlet* pada dek jembatan mempunyai ketentuan sebagai berikut :

- Inlet* harus dirancang aman untuk pengendara dan tidak memberikan gangguan terhadap lalu lintas maupun pejalan kaki;
- Inlet* harus dirancang untuk minimal penyumbatan agar air permukaan dapat langsung disalurkan;

- c. *Inlet* harus ditempatkan pada daerah yang rendah dimana limpasan air hujan menuju ke arah tersebut;
- d. Jumlah *inlet* harus sesuai perhitungan untuk dapat menangkap limpasan air hujan pada dek jembatan.

4.1.2 Jeruji

Jeruji merupakan pelengkap untuk beberapa jenis *inlet*. Penggunaan jeruji dimaksudkan untuk kepentingan keamanan pengguna jalan, dan atau mencegah sampah terbawa ke dalam saluran drainase. Jenis jeruji ditunjukkan pada Gambar 3.

Tipe Jeruji		Deskripsi
Tipe A Batang paralel, berjarak $1 - \frac{7}{8}'$ (tidak aman untuk sepeda)		<ul style="list-style-type: none"> • Dimensi batang jeruji $\frac{1}{4} \times 4'$ • Jarak antar batang jeruji $1 - \frac{7}{8}'$
Tipe B Batang paralel, berjarak $1 - \frac{1}{8}'$ (tidak aman untuk sepeda)		<ul style="list-style-type: none"> • Dimensi batang jeruji $\frac{1}{4} \times 4'$ • Jarak antar batang jeruji $1 - \frac{1}{8}'$
Tipe C Batang jeruji melengkung		<ul style="list-style-type: none"> • Jarak antar batang melengkung $4 - \frac{1}{2}'$ • Dimensi batang datar memanjang $\frac{1}{2} \times 2'$ • Jarak antar batang as ke as $3 - \frac{7}{32}'$

Gambar 3 - Jenis jeruji (HEC 12)

4.1.3 Outlet

Outlet pada jembatan harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga air yang keluar tidak mengguyur ataupun berbalik arah ke elemen jembatan, tidak mengalir pada retakan sambungan, tidak mengalir di antara perkerasan dan jembatan, dan tidak mengalir di *abutment* ataupun *wingwall*. Pada jembatan tipe lintasan jalan, air yang keluar dari *outlet* diteruskan ke saluran drainase jalan.

4.2 Pertimbangan dalam desain

Drainase lantai jembatan harus dirancang untuk menghilangkan air pada dek jembatan dalam waktu singkat dengan mempertimbangkan aspek struktural, aspek sosial, aspek estetika, dan aspek pemeliharaan.

Pertimbangan struktural

- a. Drainase harus dirancang sesuai dengan persyaratan struktural. Pada jembatan dengan dek beton bertulang, posisi *inlet* harus disesuaikan dengan desain tulangan

- b. Drainase harus dapat mencegah air, maupun bahan korosif lainnya bersinggungan langsung dengan komponen struktural untuk menghindari terjadinya korosi dan erosi

Pertimbangan sosial

Drainase harus dirancang dengan mempertimbangkan keamanan, keselamatan, dan kenyamanan pengguna jalan. Contohnya pemilihan jenis jeruji pada *inlet*, jeruji *inlet* dapat disesuaikan desainnya sehingga aman bagi pengendara sepeda atau pejalan kaki.

Pertimbangan estetika

Sistem pipa saluran harus ditempatkan sedemikian rupa untuk mempertahankan nilai estetika jembatan. Pipa dapat diletakkan di balik kolom atau disamarkan dengan dekorasi.

Pertimbangan pemeliharaan

Drainase harus dirancang untuk dapat dibersihkan agar selalu berfungsi dengan baik. Ruang pemeliharaan pada dek jembatan dan akses di bawah jembatan harus diperhitungkan. Pipa drainase tidak disarankan ditanam dalam kolom untuk menghindari adanya pengaruh negatif pada beton.

5 Ketentuan teknis

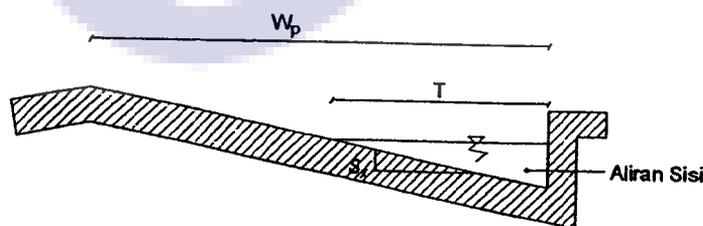
5.1 Kemiringan dek

Untuk memastikan drainase efektif dari dek jembatan, ditentukan bahwa kemiringan melintang dek jembatan minimum adalah 2% dan kemiringan memanjang minimum adalah 0,5%, dengan kemiringan saluran tepi minimum 1%. Tindakan pemeliharaan jembatan harus mempertahankan nilai-nilai tersebut selama ada pengerjaan permukaan.

5.2 Saluran tepi

Saluran tepi rentan tersumbat oleh kotoran, terutama jika kemiringan tidak mencukupi. Saluran harus dibersihkan secara teratur untuk menghindari tumpukan puing dan tumbuhnya tanaman pada tumpukan puing yang dapat memperburuk masalah banjir pada dek dan membuat beton menjadi lembap.

Aliran sisi pada saluran tepi merupakan bagian kecil dari total aliran, sehingga masuknya aliran sisi ke dalam *inlet* bergantung kepada kebijakan perancang. Gambar saluran tepi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 – Saluran tepi

5.3 Inlet drainase

Luas *inlet* dapat dirancang sebesar dua kali luas yang diperlukan berdasarkan perhitungan untuk mengatasi penyumbatan. Dimensi *inlet* dapat diubah untuk mendapatkan konfigurasi *inlet* yang tepat. Dalam merancang *inlet* drainase, diperlukan persamaan-persamaan seperti yang dijelaskan di bawah ini:

a. Waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi untuk area drainase harus diestimasi untuk memilih nilai yang sesuai dengan intensitas curah hujan yang akan digunakan dalam persamaan. Waktu konsentrasi untuk dek jembatan *inlet* terdiri dari dua komponen yaitu waktu konsentrasi limpasan permukaan dan waktu konsentrasi aliran selokan.

1) Waktu konsentrasi limpasan permukaan, berdasarkan persamaan (1)

$$t_0 = 6,92 \cdot \frac{(n \cdot W_p)^{0,6}}{(C \cdot i)^{0,4} (S_x)^{0,3}} \quad (1)$$

Keterangan ;

- t_0 adalah waktu konsentrasi limpasan permukaan, menit
- W_p adalah panjang aliran permukaan, m
- n adalah koefisien kekasaran Manning (0,013 - 0,016)
- C adalah koefisien limpasan (0,9)
- S_x adalah kemiringan melintang, m/m
- i adalah intensitas curah hujan, mm/jam

2) Waktu konsentrasi limpasan permukaan, berdasarkan persamaan (2)

$$t_g = 40331 \cdot \frac{S_x \cdot T^2}{C \cdot i \cdot W_p} \quad (2)$$

Keterangan ;

- t_g adalah waktu konsentrasi limpasan permukaan, menit
- S_x adalah kemiringan melintang, m/m
- T adalah sebaran maksimum yang diijinkan, m
- C adalah koefisien limpasan (0,9)
- i adalah intensitas curah hujan, mm/jam
- W_p adalah panjang aliran permukaan, m

3) Total waktu konsentrasi, berdasarkan persamaan (3)

$$t_c = t_0 + t_g \quad (3)$$

b. Panjang jembatan maksimum yang diizinkan untuk tidak menggunakan *inlet*

Dalam merancang kebutuhan *inlet*, panjang jembatan menentukan jumlah *inlet* yang digunakan. Pada kondisi jembatan dengan kombinasi nilai S_x , S , T , C , n , i , W tertentu, jembatan dengan panjang kurang dari Persamaan (4) diizinkan tidak memerlukan adanya *inlet*.

$$L = \frac{132 \cdot S_x^{1,67} \cdot S^{0,5} \cdot T^{2,67}}{C \cdot n \cdot i \cdot W} \quad (4)$$

Keterangan :

- L adalah panjang jembatan maksimum yang diizinkan untuk tidak menggunakan *inlet* drainase, m
- S adalah kemiringan memanjang, m/m
- S_x adalah kemiringan melintang, m/m
- W adalah lebar dek yang berpengaruh, m
- C adalah koefisien limpasan (0,9)
- i adalah intensitas curah hujan, mm/jam
- n adalah koefisien kekasaran *Manning* (0,013 - 0,016)
- T adalah sebaran maksimum yang diizinkan, m

c. Debit air, Q

Modifikasi persamaan *Manning* yang ditunjukkan pada Persamaan (5) telah mengakomodir perubahan lebar penampang, kemiringan memanjang dan melintang, serta sebaran aliran di permukaan yang diperlukan untuk menghitung debit air yang biasanya berpenampang segitiga.

$$Q = \frac{0,38}{n} \cdot S^{0,5} \cdot S_x^{1,67} \cdot T^{2,67} \quad (5)$$

Keterangan :

- Q adalah debit air, m³/s
- T adalah sebaran maksimum yang diizinkan, m
- S adalah kemiringan memanjang, m/m
- S_x adalah kemiringan melintang, m/m
- n adalah koefisien kekasaran *Manning* (0,013 - 0,016)

d. Jarak *inlet* pertama

Jarak *inlet* pertama diukur dari bagian ujung jembatan yang tinggi ke *inlet* terdekat. Bila dari persamaan (6) diperoleh nilai jarak *inlet* pertama (L_0) yang lebih besar dari pada panjang jembatan maka jembatan diizinkan untuk tidak menggunakan *inlet*.

$$L_0 = \frac{3608631 \cdot Q}{C \cdot i \cdot W_p} \quad (6)$$

Keterangan :

- L_0 adalah jarak *inlet* pertama, m
- Q adalah debit air, m³/s
- C adalah koefisien limpasan (0,9)
- i adalah intensitas curah hujan, mm/jam
- W_p adalah panjang aliran permukaan, m

e. Kecepatan aliran selokan, V , berdasarkan persamaan (7)

$$V = \frac{0,757}{n} \cdot S^{0,5} \cdot S_x^{0,67} \cdot T^{0,67} \quad (7)$$

Keterangan :

- V adalah kecepatan aliran selokan, m/s
- T adalah sebaran maksimum yang diizinkan, m
- S adalah kemiringan memanjang, m/m
- S_x adalah kemiringan melintang, m/m

n adalah koefisien kekasaran *Manning* (0,013 - 0,016)

f. Efisiensi *inlet*, E , berdasarkan persamaan (8)

Perhitungan efisiensi *inlet* ditunjukkan pada Persamaan (8), rasio aliran frontal terhadap aliran selokan ditunjukkan pada Persamaan (9).

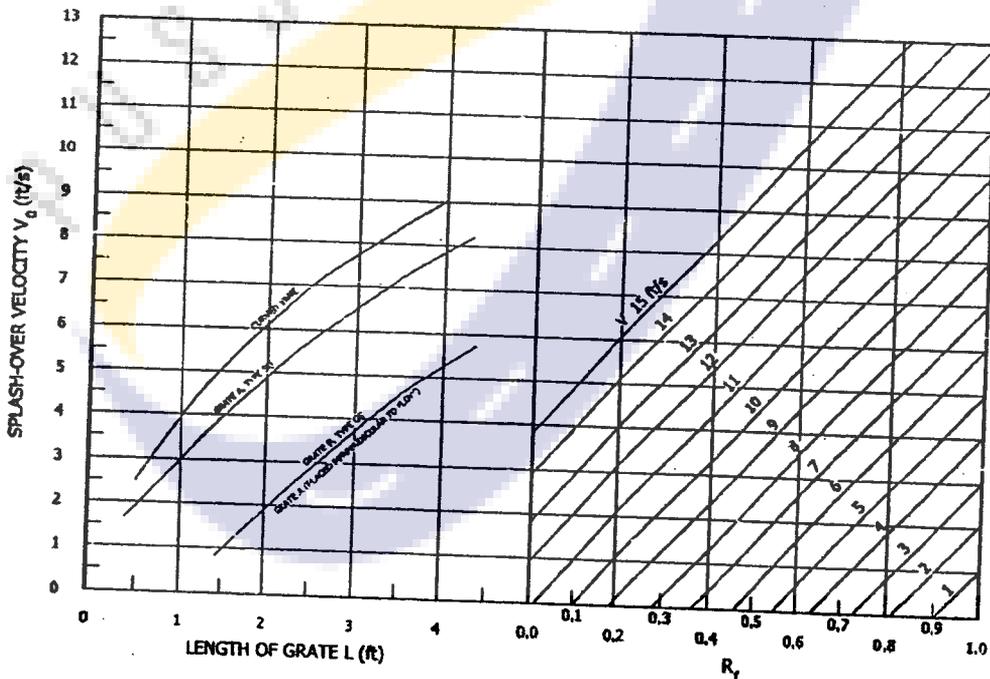
$$E = E_0 \cdot R_f \tag{8}$$

$$E_0 = 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67} \tag{9}$$

Keterangan :

- E adalah efisiensi *inlet*
- E_0 adalah rasio aliran frontal
- T adalah sebaran maksimum yang diijinkan, m
- W adalah lebar *inlet*, m
- R_f adalah efisiensi tangkapan aliran frontal

Gesekan dari aliran frontal yang memasuki *inlet* dapat ditentukan dari Gambar 5. Penentuan nilai R_f dipengaruhi oleh panjang *inlet*, L_g , jenis jeruji, dan kecepatan aliran selokan, V . Apabila $V_0 > V$, maka nilai $R_f = 1$ (nilai V_0 didapatkan dari Gambar 5 berdasarkan jenis jeruji).



Gambar 5 - Efisiensi tangkapan aliran frontal untuk berbagai jenis Jeruji (HEC 12)

g. Jarak antar *inlet*

Jarak antar *inlet* diukur dari *inlet* pertama, dihitung sesuai dengan Persamaan (10).

$$L_c = L_0 \cdot E \tag{10}$$

5.7 Lubang drainase

Box girder dan elemen lain yang berongga harus memiliki lubang pengering sebagai pencegahan munculnya kondensasi atau kebocoran. Lubang tersebut harus dibersihkan secara berkala karena rentan tertutup oleh burung atau serangga.

5.8 Sambungan pipa

Pada tahap desain harus diperhitungkan antisipasi kegagalan sambungan. Kegagalan sambungan berupa kebocoran dapat terjadi akibat kesalahan pemasangan, *crossfall* saluran pengumpul yang tidak memadai, kompresi segel yang salah, dan kegagalan perekat. Diameter pipa drainase diharuskan memiliki luas penampang yang sama dalam satu sistem drainase untuk mencegah terjadinya turbulensi air atau penambahan energi yang dapat menyebabkan kerusakan.

5.9 Cleanout

Cleanout harus disediakan pada titik pertemuan saluran dan belokan saluran serta dipasang di tempat yang mudah terjangkau untuk kebutuhan pemeliharaan drainase serta memungkinkan untuk metode pemeliharaan yang direncanakan.

6 Prosedur perancangan drainase jembatan

Drainase jembatan tipe lintasan jalan atau perlintasan kereta api, dimulai dari perancangan *inlet* yang terdiri dari dimensi *inlet* dan jarak antar *inlet* seperti yang diuraikan pada butir 5.3.

Berikut adalah langkah-langkah untuk merancang *inlet* drainase jembatan ;

Langkah 1 ; Pengumpulan data

Kumpulkan informasi umum yang dibutuhkan untuk perancangan drainase jembatan :

- a. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang berlaku untuk lokasi jembatan.
- b. Nilai-nilai yang diperlukan untuk merancang drainase jembatan
 - W_p adalah lebar area yang akan dikeringkan, m.
Untuk jembatan dengan potongan melintang dek normal, merupakan setengah dari lebar dek.
Untuk jembatan dengan dek super-elevasi, merupakan lebar keseluruhan dek.
 - S adalah kemiringan memanjang dek, m/m
 - S_x adalah kemiringan melintang dek, m/m
 - T adalah sebaran desain, m. Sebaran merupakan lebar aliran di dek.
 - n adalah koefisien kekasaran Manning (0,013 - 0,016)
 - C adalah koefisien limpasan (0,9)

Langkah 2 ; Asumsikan dimensi inlet dan jenis jeruji inlet

Asumsikan dimensi *inlet* (W = panjang *inlet*, L_g = lebar *inlet*) dan jenis jeruji *inlet*

Langkah 3 ; Tentukan intensitas curah hujan

Perhitungan intensitas curah hujan, i , dilakukan dengan proses *trial and error* terhadap waktu konsentrasi, t_c , pada kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Kurva IDF berlaku untuk wilayah pengamatan curah hujan tertentu (dibuat berdasarkan ilmu hidrologi umum).

- Tentukan nilai $trial t_c$ dan periode ulang hujan untuk mendapatkan nilai i berdasarkan kurva IDF yang berlaku untuk lokasi jembatan.
- Hitung waktu konsentrasi limpasan permukaan, t_0 , gunakan Persamaan (1) dengan menggunakan nilai i pada Langkah 3a.
- Hitung waktu konsentrasi aliran selokan, t_g , gunakan Persamaan (2) dengan menggunakan nilai i pada Langkah 3a.
- Hitung waktu konsentrasi, t_c , berdasarkan Persamaan (3).

Jika nilai t_c berdasarkan Persamaan (3) tidak sama dengan nilai $trial$ sebelumnya, ulangi langkah 2 a sampai 2 d. Jika nilai t_c berdasarkan Persamaan 3 bernilai ± 0.50 dari nilai $trial$, maka gunakan nilai i pada langkah 2 a.

Langkah 4 : Tentukan panjang jembatan maksimum yang diizinkan untuk tidak menggunakan inlet

Jika dengan menggunakan Persamaan (4), diketahui lantai jembatan memerlukan *inlet* maka perancangan kebutuhan *inlet* dapat dilanjutkan ke langkah 5, sedangkan jika jembatan tidak memerlukan *inlet* maka dapat dilanjutkan ke langkah 10 ;

Langkah 5 ; Tentukan debit air, Q

Menentukan debit air dihitung dengan menggunakan Persamaan (5).

Langkah 6 : Tentukan jarak inlet pertama, L_0

Menentukan jarak *inlet* pertama dihitung dengan menggunakan Persamaan (6).

Jarak *inlet* pertama diukur dari bagian ujung jembatan yang tinggi, sesuai dengan Persamaan (6). Jika $L_0 > L_{jembatan}$ maka lantai jembatan tidak memerlukan *inlet*.

Langkah 7 : Tentukan kecepatan aliran selokan, V

Menentukan kecepatan aliran selokan dihitung dengan menggunakan Persamaan (7).

Langkah 8 : Tentukan efisiensi inlet, E

Menentukan efisiensi *inlet* dihitung dengan menggunakan Persamaan (8) dan rasio aliran frontal terhadap aliran selokan dihitung menggunakan Persamaan (9).

Langkah 9 : Tentukan jarak antar inlet, L_c

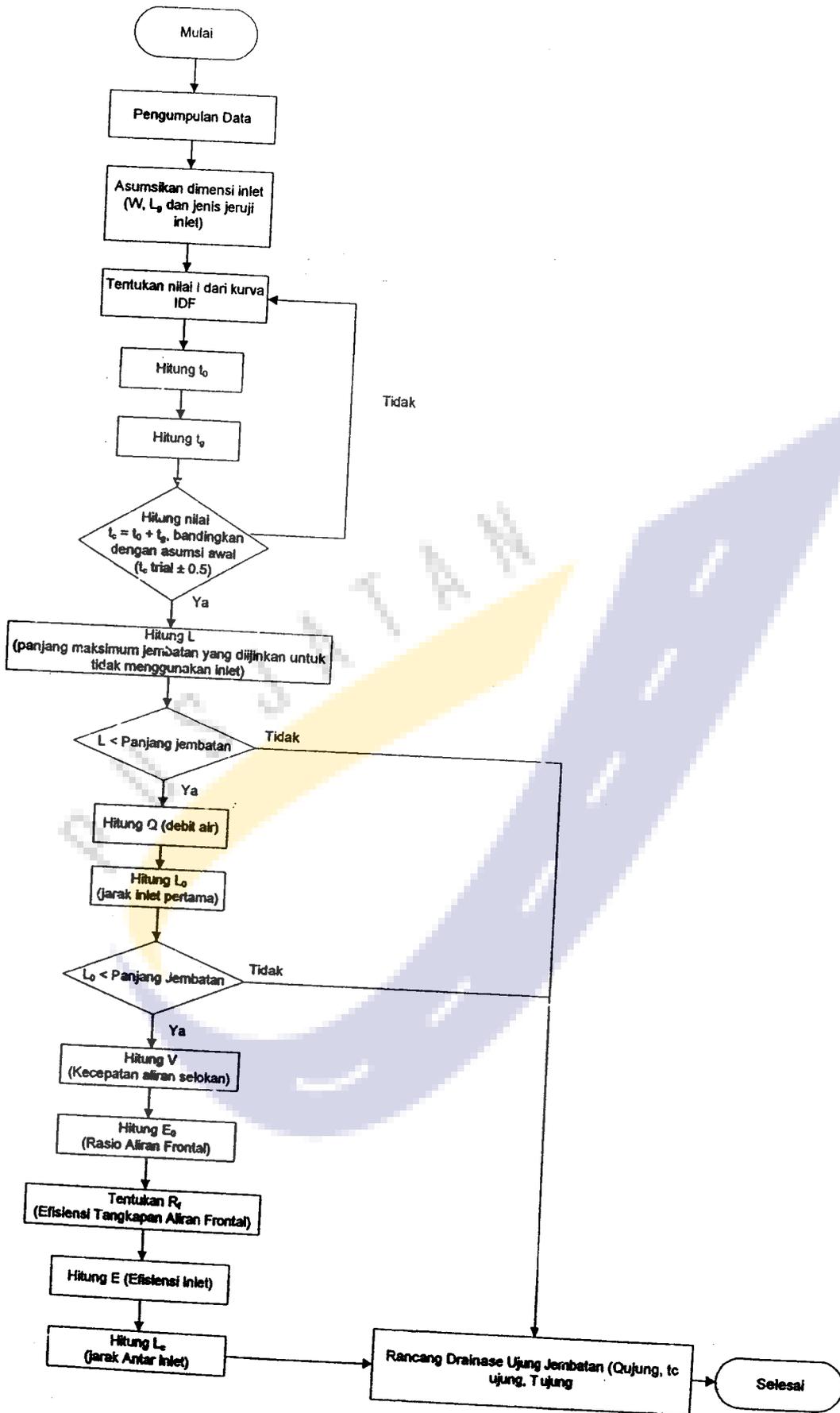
Menentukan jarak antar *inlet* dihitung dengan menggunakan Persamaan (10).

Langkah 10 : Rancang drainase bagian ujung jembatan

Merancang drainase bagian ujung jembatan dihitung dengan menggunakan Persamaan (11) dan (12).

Setelah perancangan *inlet* selesai dilakukan, perancangan komponen drainase jembatan lainnya ditetapkan dalam ketentuan teknis.

Langkah-langkah pada prosedur perancangan *inlet* jembatan digambarkan dalam bentuk diagram alir pada Gambar 5 di bawah ini.



Gambar 6 - Diagram alir perancangan *inlet* jembatan

Lampiran A

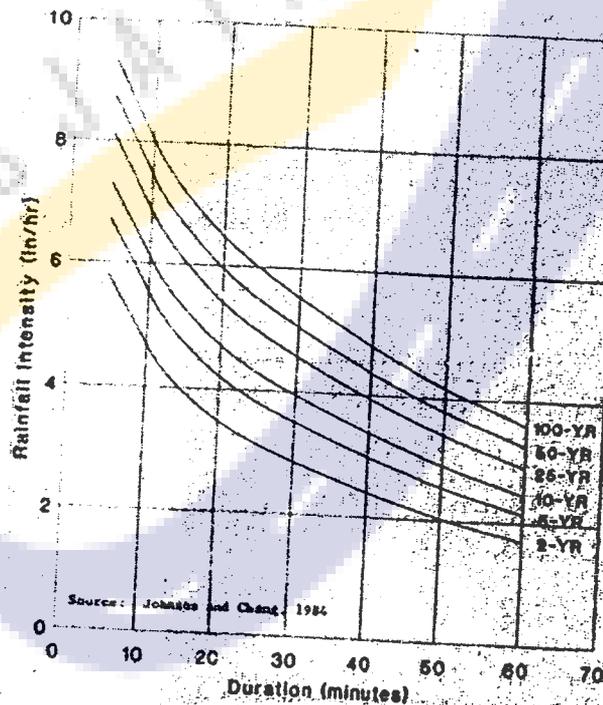
(informatif)

Contoh desain 1 (tidak memerlukan *inlet*)

Langkah 1 ; Pengumpulan data

Informasi umum :

- Panjang jembatan, $L = 150$ m
- Lebar area, $W_p = 5$ m (diukur dari sumbu *crown* ke tepi selokan)
- Kemiringan memanjang dek, $S = 0,03$ m/m
- Kemiringan melintang dek, $S_x = 0,02$ m/m
- Koefisien kekasaran *Manning*, $n = 0,016$
- Koefisien limpasan, $C = 0,9$
- Sebaran desain, $T = 3$ m
- Frekuensi = 10 tahun periode ulang
- Jembatan memiliki siar muai kedap air
- Kurva IDF di Wilayah A



Gambar A.1-Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

Langkah 2 ; Asumsikan dimensi *inlet* dan jenis jeruji *inlet*

Asumsi awal :

- Lebar *inlet*, $W = 0,3$ m
- Panjang *inlet*, $L_g = 0,5$ m
- Jenis jeruji = *curved vane grate* (aman untuk pengendara sepeda)

Langkah 3 : Tentukan intensitas curah hujan, i

- a. Nilai $t_{c,trial-1}$ dipilih durasi 5 menit (periode ulang 10 tahun sesuai informasi umum). Berdasarkan Gambar A.1 didapatkan nilai $i_{trial-1} = 185$ mm/jam.
- b. Waktu konsentrasi limpasan permukaan, t_0 , berdasarkan Persamaan (1) dengan menggunakan nilai i pada Langkah 1a.

$$\begin{aligned} t_0 &= 6,92 \cdot \frac{(n \cdot W_p)^{0,6}}{(C \cdot i)^{0,4} (S_x)^{0,3}} \\ &= 6,92 \cdot \frac{(0,016 \cdot 5,486)^{0,6}}{(0,9 \cdot 185,42)^{0,4} (0,02)^{0,3}} \\ &= 0,67 \text{ menit} \end{aligned} \quad (1)$$

- c. Waktu konsentrasi aliran selokan, t_g , berdasarkan Persamaan (2) dengan menggunakan nilai i pada Langkah 1a.

$$\begin{aligned} t_g &= 40334 \cdot \frac{S_x \cdot T^2}{C \cdot i \cdot W_p} \\ &= 40331 \cdot \frac{0,02 \cdot 3,048^2}{0,9 \cdot 185,42 \cdot 5,486} \\ &= 8,19 \text{ menit} \end{aligned} \quad (2)$$

- d. Waktu konsentrasi, t_c , berdasarkan Persamaan (3).

$$\begin{aligned} t_c &= t_0 + t_g \\ &= 0,67 + 8,19 \\ &= 8,86 \text{ menit} \neq t_{c,trial-1} = 5 \text{ menit} \end{aligned} \quad (3)$$

- e. Ulangi langkah 1a sampai 1d untuk nilai $t_{c,trial-2} = 11$ menit. Berdasarkan Gambar B.1 didapatkan nilai $i_{trial-2} = 152,4$ mm/jam. Proses berulang tersebut menghasilkan nilai $t_c = 10,6$ menit $\approx t_{c,trial-2} = 11$ menit. Maka gunakan nilai $i = 152,4$ mm/jam.

Langkah 5: Tentukan debit air, Q

$$\begin{aligned} Q &= \frac{0,38}{n} \cdot S^{0,5} \cdot S_x^{1,67} \cdot T^{2,67} \\ &= \frac{0,38}{0,016} \cdot 0,03^{0,5} \cdot 0,02^{1,67} \cdot 3,048^{2,67} \\ &= 0,117 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned} \quad (5)$$

Langkah 6: Tentukan jarak inlet pertama, L_0

$$\begin{aligned} L_0 &= \frac{3608631 \cdot Q}{C \cdot i \cdot W_p} \\ &= \frac{3608631 \cdot 0,116}{0,9 \cdot 152,4 \cdot 5,486} \\ &= 560 \text{ m} > L = 152,4 \text{ m} \quad \text{inlet tidak diperlukan} \end{aligned} \quad (6)$$

*lanjut ke Langkah 10

Langkah 10: Rancang drainase bagian ujung jembatan

- a. Jika batas kerb dan kemiringan melintang berlanjut hingga daerah di luar jembatan, maka *inlet* dipasang sejauh 560 m dari ujung tertinggi jembatan. *Inlet* harus dapat menerima debit air sebesar :

$$\begin{aligned} Q &= \frac{C \cdot i \cdot W_p \cdot L_0}{3608631} \\ &= \frac{0,9 \cdot 152,4 \cdot 5,486 \cdot 560}{3608631} \\ &= 0,117 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned} \tag{11}$$

- b. Jika keadaan di ujung jembatan berubah dan posisi drainase di sisi luar jalan, maka waktu konsentrasi berkurang menjadi :

$$\begin{aligned} t_{c_end} &= \frac{L_0}{L} \cdot t_c \\ &= \frac{152,4}{560} \cdot 11 \\ &= 3 \text{ menit} \end{aligned} \tag{12}$$

Lampiran B

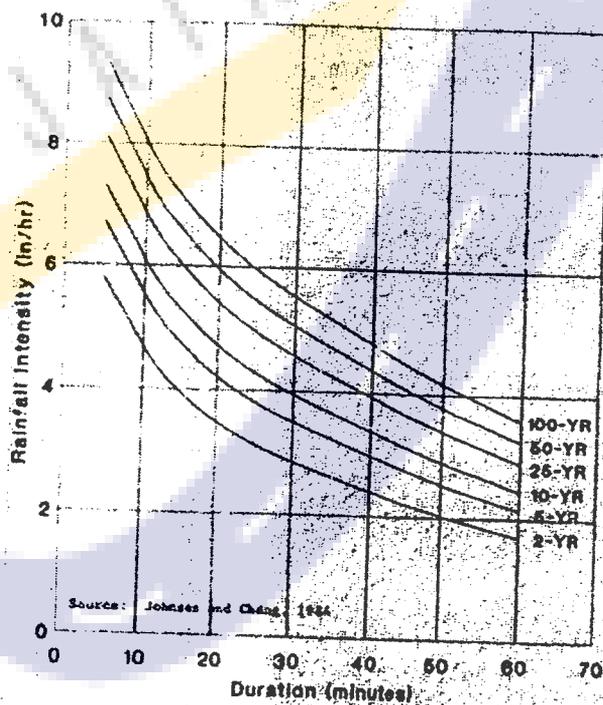
(informatif)

Contoh desain 2 (memerlukan *inlet*)

Langkah 1 ; Pengumpulan data

Informasi umum :

- Panjang jembatan, $L = 610$ m
- Lebar area, $W_p = 10$ m (diukur dari sumbu *crown* ke tepi selokan)
- Kemiringan memanjang dek, $S = 0,01$ m/m
- Kemiringan melintang dek, $S_x = 0,02$ m/m
- Koefisien kekasaran *Manning*, $n = 0,016$
- Koefisien limpasan, $C = 0,9$
- Sebaran desain, $T = 3$ m
- Frekuensi = 10 tahun periode ulang
- Jembatan memiliki siar muai kedap air
- Kurva IDF di Wilayah B



Gambar B.1- Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)

Langkah 2 ; Asumsikan dimensi *inlet* dan jenis jeruji *inlet*

Asumsi awal :

- Lebar *inlet*, $W = 0,3$ m
- Panjang *inlet*, $L_g = 0.45$ m
- Jenis jeruji = *curved vane grate* (aman untuk pengendara sepeda)

Langkah 3 : Tentukan intensitas curah hujan, i

- a. Nilai $t_{c_trial-1}$ dipilih durasi 5 menit (periode ulang 10 tahun sesuai informasi umum). Berdasarkan Gambar B.1 didapatkan nilai $i_{trial-1} = 185 \text{ mm/jam}$.
- b. Waktu konsentrasi limpasan permukaan, t_0 , gunakan Persamaan (1) dengan menggunakan nilai i pada Langkah 3 a.

$$\begin{aligned} t_0 &= 6,92 \cdot \frac{(n \cdot W_p)^{0,6}}{(C \cdot i)^{0,4} (S_x)^{0,3}} \\ &= 6,92 \cdot \frac{(0,016 \cdot 10)^{0,6}}{(0,9 \cdot 185)^{0,4} (0,02)^{0,3}} \\ &= 0,96 \text{ menit} \end{aligned} \quad (1)$$

- c. Waktu konsentrasi aliran selokan, t_g , gunakan Persamaan (2) dengan menggunakan nilai i pada Langkah 3 a.

$$\begin{aligned} t_g &= 40334 \cdot \frac{S_x \cdot T^2}{C \cdot i \cdot W_p} \\ &= 40334 \cdot \frac{0,02 \cdot 3^2}{0,9 \cdot 185 \cdot 10} \\ &= 4,36 \text{ menit} \end{aligned} \quad (2)$$

- d. Waktu konsentrasi, t_c , berdasarkan Persamaan (3).

$$\begin{aligned} t_c &= t_0 + t_g \\ &= 0,96 + 4,36 \\ &= 5,32 \text{ menit} \approx t_{c_trial-1} = 5 \text{ menit} \end{aligned} \quad (3)$$

- e. Maka gunakan nilai $i = 185 \text{ mm/jam}$.

Langkah 5 : Tentukan debit air, Q

$$\begin{aligned} Q &= \frac{0,38}{n} \cdot S^{0,5} \cdot S_x^{1,67} \cdot T^{2,67} \\ &= \frac{0,38}{0,016} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 0,02^{1,67} \cdot 3^{2,67} \\ &= 0,065 \text{ m}^3/\text{s} \end{aligned} \quad (5)$$

Langkah 6 : Tentukan jarak inlet pertama, L_0

$$\begin{aligned} L_0 &= \frac{3608631 \cdot Q}{C \cdot i \cdot W_p} \\ &= \frac{3608631 \cdot 0,065}{0,9 \cdot 185 \cdot 10} \\ &= 141 \text{ m} < L = 610 \text{ m} \quad \text{inlet diperlukan} \end{aligned} \quad (6)$$

Langkah 7 : Tentukan kecepatan selokan, V

Kecepatan aliran selokan dihitung sesuai dengan Persamaan (7).

$$\begin{aligned} V &= \frac{0,757}{n} \cdot S^{0,5} \cdot S_x^{0,67} \cdot T^{0,67} \\ &= \frac{0,757}{0,016} \cdot 0,01^{0,5} \cdot 0,02^{0,67} \cdot 3^{0,67} \\ &= 0,718 \text{ m/s} (2,38 \text{ ft/s}) \end{aligned} \tag{7}$$

Langkah 8 : Tentukan efisiensi inlet, E

Efisiensi inlet dihitung menggunakan Persamaan (8) dan rasio aliran frontal terhadap aliran selokan dihitung menggunakan Persamaan (9).

$$\begin{aligned} E_0 &= 1 - \left(1 - \frac{W}{T}\right)^{2,67} \\ &= 1 - \left(1 - \frac{0,3}{3}\right)^{2,67} \\ &= 0,25 \end{aligned} \tag{9}$$

Berdasarkan Gambar 4, inlet dengan $L_y = 0.45 \text{ m}$ (1,5 ft) dan jenis jeruji *curved vane* memiliki nilai $V_0 = 4,2 \text{ ft/s} > V = 2,38 \text{ ft/s}$. Maka gunakan nilai $R_f = 1$.

$$\begin{aligned} E &= E_0 \cdot R_f \\ &= 0,25 \cdot 1 \\ &= 0,25 \end{aligned} \tag{8}$$

Langkah 9 : Tentukan jarak antar inlet, L_c

Jarak antar inlet dihitung sesuai dengan Persamaan (10).

$$\begin{aligned} L_c &= L_0 \cdot E \\ &= 141 \cdot 0,25 \\ &= 35,25 \text{ m} \end{aligned} \tag{10}$$

Misal jarak antar pilar 30 m, gunakan $L_0 = 120 \text{ m}$ dan $L_c = 30 \text{ m}$. Jumlah inlet per sisi jembatan menjadi $(610 - 120)/30 = 16 \text{ buah}$.

Langkah 10 : Rancang drainase bagian ujung jembatan

Perhitungan laju alir, Q , dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu :

- Rintangan 0%, artinya seluruh *inlet* jembatan dianggap berfungsi 100% sehingga laju alir pada selokan dianggap sama dengan laju alir pada jembatan dengan sebaran 3 meter, $Q = 0,065 \text{ m}^3/\text{s}$.
- Rintangan 50%, artinya seluruh *inlet* jembatan dianggap hanya berfungsi 50% akibat pengaruh sumbatan debu atau sampah lainnya. Kondisi *inlet* yang hanya menerima setengah dari limpasan menyebabkan waktu konsentrasi harus dihitung kembali.

- Proses *trial-and-error* dilakukan kembali untuk mendapatkan waktu konsentrasi yang sesuai.

Waktu konsentrasi limpasan permukaan t_0 , telah dihitung pada Langkah 1(b), yaitu sebesar 0,96 menit.

Trial-1:

$$t_{c_trial-2} = 9 \text{ menit} ; i_{trial-2} = 160,02 \text{ mm/jam} ; T_{trial-1} = 3,81 \text{ meter}$$

$$t_g = 40334 \cdot \frac{S_x \cdot T^2}{C \cdot i \cdot W_p} = 40334 \cdot \frac{0,02 \cdot 3,81^2}{0,9 \cdot 160,02 \cdot 10,363} = 7,85 \text{ menit}$$

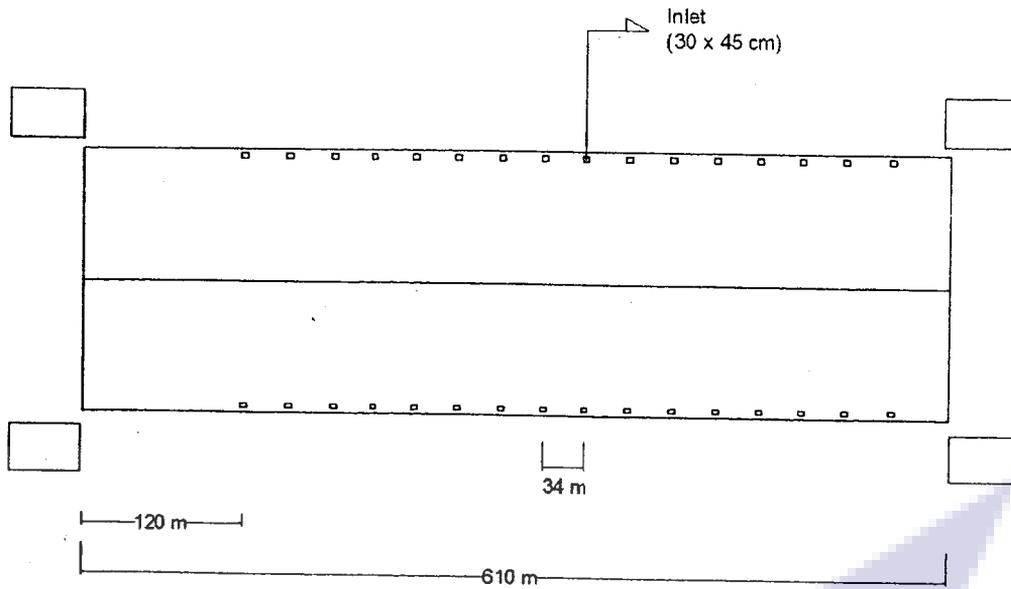
$$t_c = t_0 + t_g = 1,05 + 7,85 = 8,83 \text{ menit}$$

- Hitung kembali laju alir, Q , untuk bagian ujung jembatan (gunakan Q dari persamaan (6) dikurangi Q yang sudah melewati *inlet* pada jembatan).

$$L_0 = \frac{3608631 \cdot Q}{C \cdot i \cdot W_p} \quad (6)$$

$$Q = \frac{0,9 \cdot 160,02 \cdot 10 \cdot 610}{3608631} - 50\% \cdot 16 \cdot 0,25 \cdot 0,065 = 0,113 \text{ m}^3/\text{s}$$

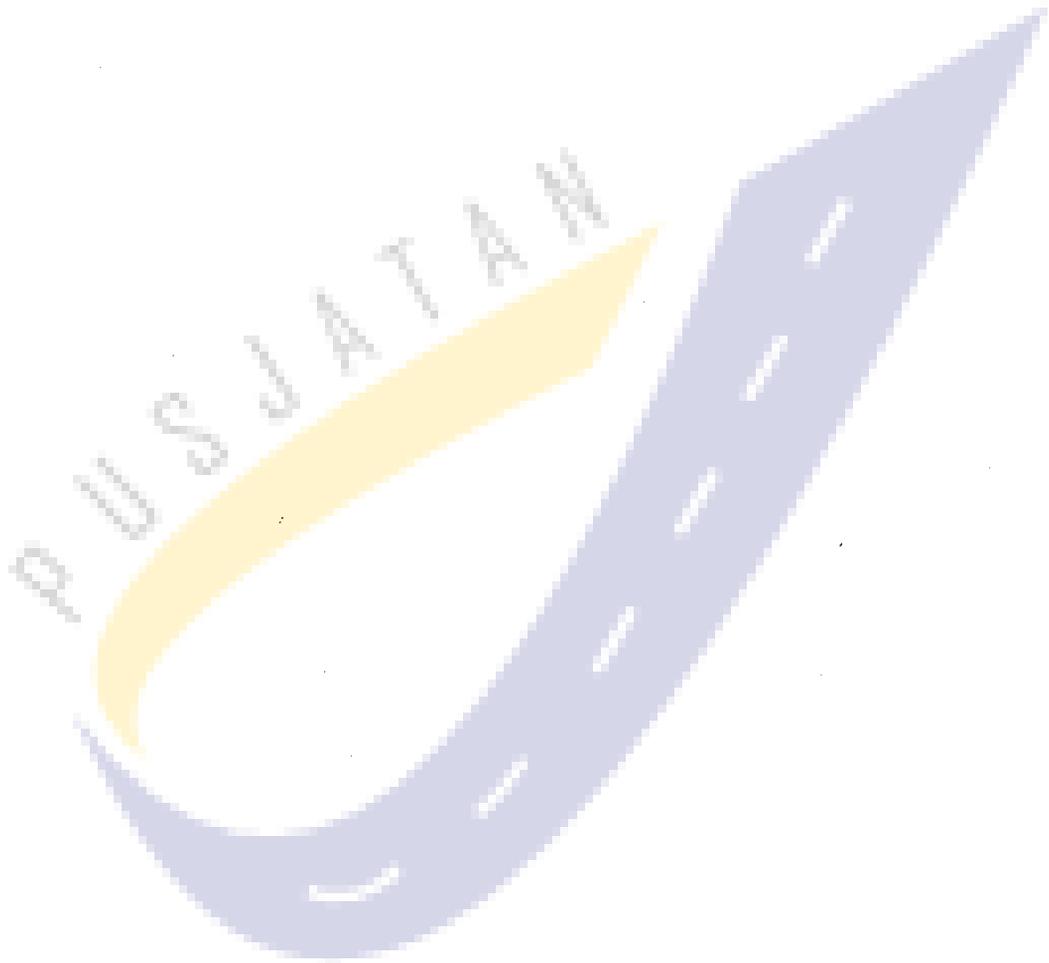
- Dengan pendekatan ini dianggap 50% *inlet* dalam keadaan tersumbat, laju alir $Q = 0,113 \text{ m}^3/\text{s}$, dan sebaran pada ujung jembatan adalah sebesar $T = 3,89 \text{ m}$ (berdasarkan pemeriksaan ulang terhadap persamaan 5 dan hal ini menunjukkan nilai $T_{trial-1} = 3,81 \text{ m}$ cukup mendekati).
- Hitung kembali laju alir (Persamaan 6) dan sebaran (gunakan Persamaan 5) yang terjadi pada *inlet* pertama untuk $i = 160,02 \text{ mm/jam}$. Didapat $Q = 0,048 \text{ m}^3/\text{s}$ dan nilai $T = 2,82 \text{ m}$. Sehingga diketahui bahwa sebaran pada *inlet* jembatan sebesar 2,82 m hingga 3,89 m.



Gambar B.2- Tampak atas lokasi *inlet* pada jembatan

Bibliografi

Frank L. Johnson and Fred F.M. Chang (1984). *Drainage of Highway Pavements*, Federal Highway Administration, HEC No. 12 FHWA-TS-84-202



Daftar nama dan lembaga

1. Pemrakarsa

Pusat Penelitian dan Pengembangan Jalan dan Jembatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

2. Penyusun

Nama	Lembaga
Hanna Abdul Halim, A.Md.	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan
Friella Aprilliana, ST, MT	Pusat Litbang Jalan dan Jembatan

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 23 April 2015

**MENTERI PEKERJAAN UMUM
DAN PERUMAHAN RAKYAT,**



M. BASUKI HADIMULJONO