

Studi Geometri Penampang Lintang Dek Jembatan Dengan Simulasi Numerik 2D

Oleh :
Fadilah Hasim*
Subagyo*
Fariduzzaman*
Novan Risnawan*

Abstrak

Pengaruh geometri dek jembatan terhadap aliran angin perlu telah dikaji untuk mendapatkan rancangan jembatan yang optimal. Dalam fase perancangan penentuan geometri dek yang optimal biasanya diharapkan dapat diselesaikan dalam waktu yang relatif cepat. Hal tersebut dapat dilakukan dengan pendekatan simulasi numerik untuk memperoleh gambaran besar berbagai pengaruh variasi geometri terhadap perilaku aliran angin di sekitar dek. Selanjutnya untuk mendapatkan besaran-besaran fisika secara lebih rinci, kajian dapat dilanjutkan menggunakan metoda eksperimen.

Makalah ini melaporkan kajian simulasi numerik aliran di sekitar penampang lintang dek jembatan untuk mengetahui pola aliran yang terjadi, gaya dan momen aerodinamika yang timbul untuk mengoptimalkan rancangan. Simulasi numerik dilakukan pada enam geometri penampang lintang dek jembatan dua dimensi dengan variasi titik tangkap angin pada sudut serang 0 derajat. Simulasi numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak komersial Fluent. Hasil simulasi menunjukkan bahwa Dek 2 yang dilengkapi wind fairing dengan titik tangkap angin 0.25 kali tinggi girder dari permukaan atas dek memiliki kinerja aerodinamika yang baik.

Kata kunci: konfigurasi, penampang lintang, sudut serang, distribusi, aerodinamika

Abstract

Effects of geometry of the bridge dek on fluid flow have been studied to acquire an optimal design. In the design phase, determining the optimal geometry shall usually be completed in a relatively short time. Such effort can be done using numerical simulations to outline various effects of different geometries on wind flow near the dek. Study can be continued afterward using an experimental method for spesific conditions to examine any physical quantities in detail..

This paper reports the results of numerical study on the wind flow around cross-sectional bridge dek to examine flow patterns, and aerodynamic forces and momen to optimize the design. Numerical simulations were conducted on six geometry of cross-sectional bridge deks (2D) at an angle of attack 0 degrees. Numerical simulations were performed using commercial software Fluent. Simulations result shows that Deck 2 having wind fairing with the fairing tip of 0.25 times the girder height has a favourable aerodynamic performance.

Keywords: configuration, cross-section, angle of attack, distribution, aerodynamic.

1. PENDAHULUAN

Kajian karakteristik aerodinamika memegang peranan penting dalam perancangan sebuah struktur seperti jembatan. Interaksi antara gaya dan momen aerodinamika dengan struktur seperti misalnya flutter, getaran terinduksi vortex dan sebagainya merupakan hal penting yang harus diteliti sebelum struktur dibangun. Bagaimana interaksi aerodinamika-struktur ini akan menentukan daya tahan dan daya layan struktur tersebut.

Biasanya kajian mengenai karakteristik aerodinamika pada sebuah struktur dilakukan dengan pendekatan eksperimen menggunakan terowongan angin. Namun kajian dengan eksperimen ini kerap kali mengonsumsi waktu, tenaga dan biaya yang sangat tinggi. Kajian karakteristik aerodinamika ini dapat juga dilakukan dengan pendekatan numerik. Cara ini cukup efektif untuk melihat gambaran besar pola aliran di sekitar struktur dan untuk memperoleh prediksi nilai gaya dan momen aerodinamika yang bekerja pada struktur tersebut. Dengan cara ini proses iterasi perancangan dapat berjalan lebih ekonomis.

Pada makalah ini penulis mencoba melaporkan hasil kajian simulasi numerik pada aliran 2D di sekitar dek jembatan. Simulasi numerik dilakukan pada enam geometri penampang lintang dek jembatan dengan variasi titik tangkap angin (h/D) pada sudut serang 0 derajat. Di sini h adalah jarak

*UPT-LAGG BPPT

vertikal titik tangkap angin atau letak tip *wind fairing* dari permukaan atas dek dan D adalah tinggi girder jembatan (tinggi maksimal jembatan yang tegak lurus terhadap arah angin pada sudut serang 0 derajat). Simulasi numerik dilakukan menggunakan perangkat lunak komersial Fluent berbasis metode volume hingga (FVM).

2. METODOLOGI

2.1 Persamaan dasar

Simulasi numerik dilakukan berdasarkan beberapa asumsi berikut di bawah ini:

1. Fluida yang mengalir adalah udara dengan sifat-sifat:
 - Suhu 298.15 K
 - Viskositas 1.789×10^{-5} kg/m.s
 - Densitas 1.225 kg/m³
2. Aliran:
 - Turbulen
 - Tunak
 - Tak termampatkan

Berdasarkan asumsi-asumsi di atas, persamaan-persamaan yang mengatur aliran di bawah ini diselesaikan dengan metode volume hingga (Fluent, 2006):

Kontinuitas:

$$\frac{\partial}{\partial x_i} (\rho u_i) = 0 \quad (2.1)$$

Navier-Stokes rerata Reynolds:

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\mu \left(\frac{\partial u_i}{\partial x_j} + \frac{\partial u_j}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ij} \frac{\partial u_l}{\partial x_l} \right) \right] + \frac{\partial}{\partial x_j} (-\rho \overline{u_i' u_j'}) \quad (2.2)$$

di sini, u_i adalah kecepatan dalam arah i dan u_i' adalah nilai fluktuasinya. Pemodelan turbulensi dilakukan menggunakan model turbulen k - ϵ *realizable*. Model ini dilaporkan memberikan prediksi relatif lebih baik untuk aliran terganggu (Salim and Cheah, 2009) seperti aliran di sekitar dek jembatan. Interaksi antara fluktuasi kecepatan atau dikenal dengan tegangan Reynolds dihitung berdasarkan asumsi Boussinesq menganggap bahwa tegangan Reynolds sama halnya seperti tegangan viskos sebanding dengan gradien kecepatan dengan pembanding apa yang dinamakan viskositas turbulen μ_t . Viskositas turbulen ini dihitung dengan cara menyelesaikan persamaan energi kinetik turbulen k , dan kecepatan disipasi ϵ di bawah ini:

Persamaan energi kinetik turbulen

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho k u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k} \right) \frac{\partial k}{\partial x_j} \right] + G_k + G_b - \rho \epsilon - Y_M + S_K \quad (2.3)$$

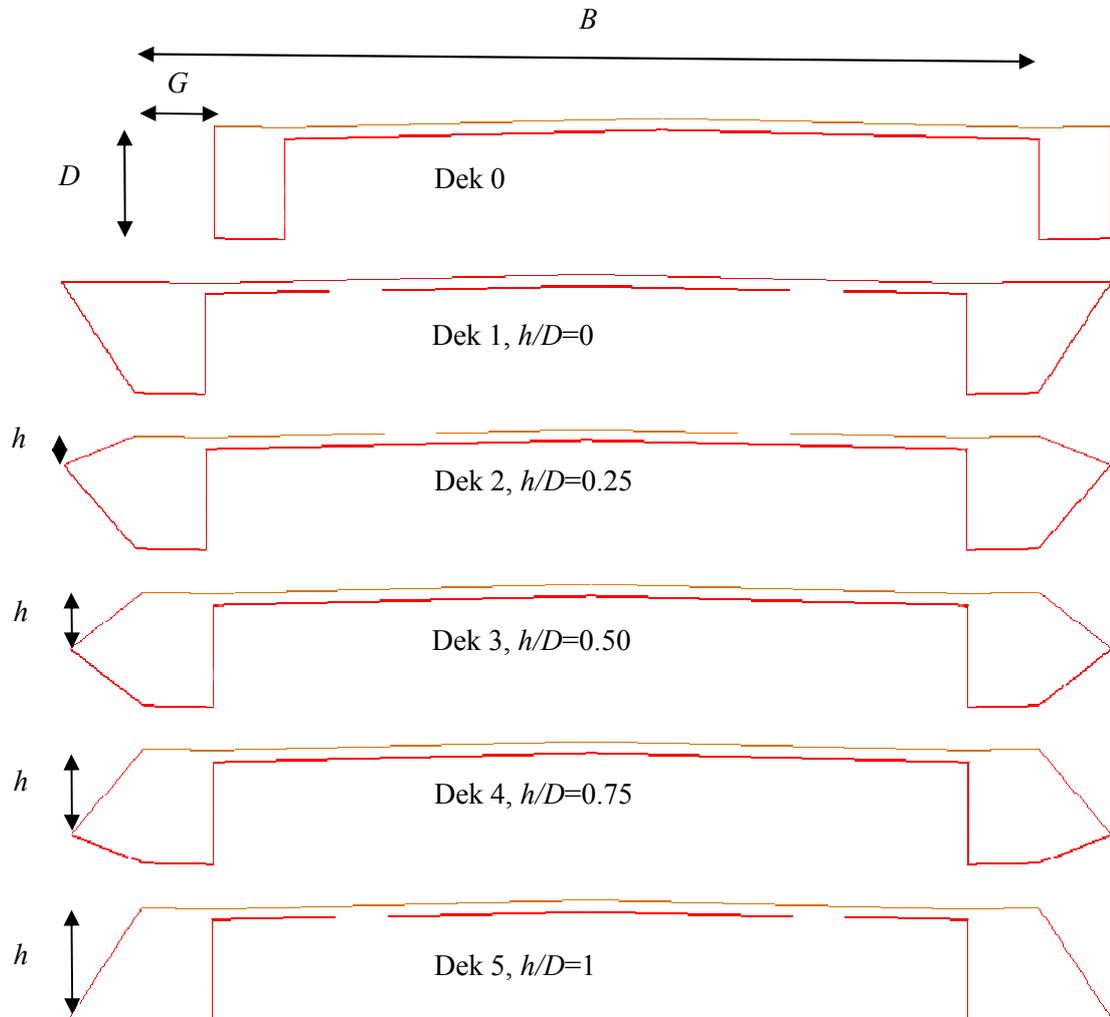
Persamaan kecepatan disipasi energi kinetik turbulen

$$\frac{\partial}{\partial x_j} (\rho \epsilon u_j) = \frac{\partial}{\partial x_j} \left[\left(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_\epsilon} \right) \frac{\partial \epsilon}{\partial x_j} \right] + \rho C_1 S_\epsilon - \rho C_2 \frac{\epsilon^2}{k + \sqrt{\epsilon}} + C_{1\epsilon} \frac{\epsilon}{k} C_{3\epsilon} G_b + S_\epsilon \quad (2.4)$$

lebih rinci mengenai pemodelan turbulensi ini dapat disimak pada Fluent (2006).

2.2 Geometri Penampang Lintang Dek Jembatan

Enam variasi penampang lintang dek jembatan dikaji dengan pendekatan simulasi numerik, untuk mendapatkan geometri yang *favourable* dari perspektif aerodinamik. Variasi ini terdiri dari satu bentuk dasar dek tanpa *wind fairing*, dan lima dek menggunakan *wind fairing* dengan letak ujung *fairing* (titik tangkap angin) yang berbeda. Titik tangkap angin ini diungkapkan dengan sebuah parameter h/D , di mana h adalah jarak titik tangkap angin dari permukaan atas dek, dan D adalah tinggi girder. Gambar 2.1 di bawah ini memperlihatkan keenam variasi dek jembatan tersebut.

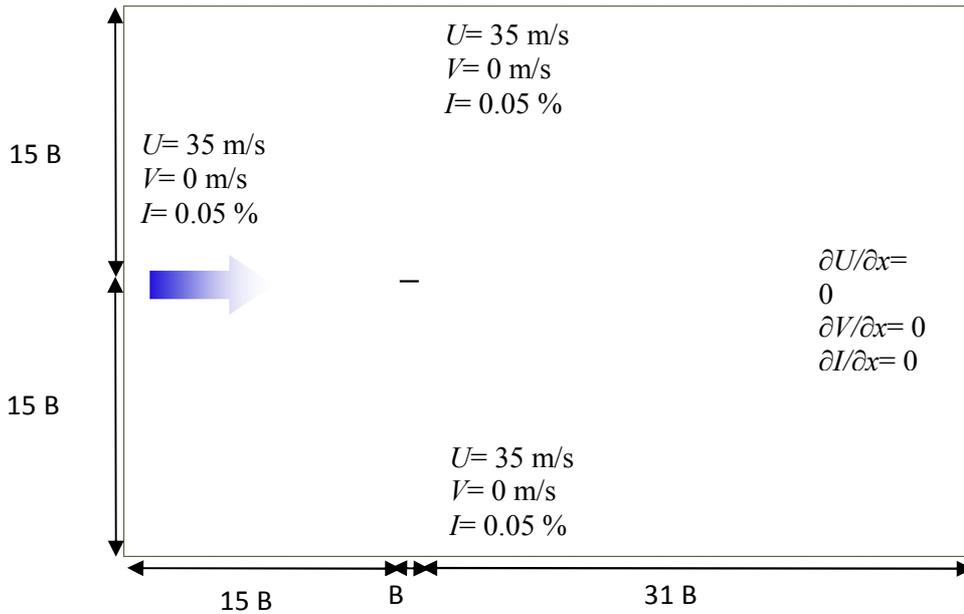


Gambar 2.1. Konfigurasi penampang lintang jembatan

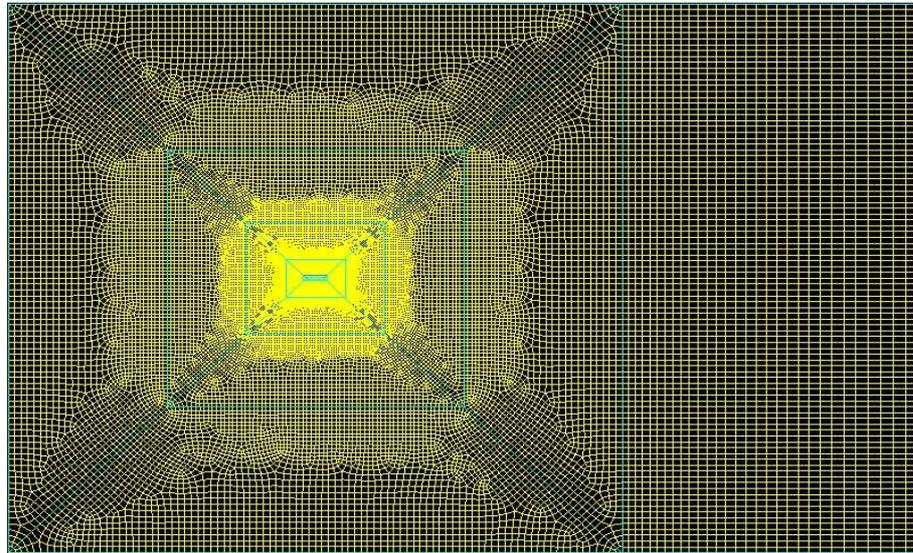
2.3 Domain dan Kondisi Batas Komputasi

Simulasi numerik dilakukan terhadap enam variasi geometri dek jembatan ini dengan domain komputasi seperti Gambar 2.2. Domain komputasi ini ditentukan dengan asumsi bahwa kondisi aliran pada batas domain komputasi tidak terganggu dengan keberadaan dek jembatan. Seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.2, domain komputasi mengambil jarak 15 kali panjang bentangan jembatan (B) ke arah hulu, atas dan bawah, sedangkan ke arah hilir mengambil jarak 31 kali panjang bentangan. Besar domain komputasi ini diadopsi dari hasil kajian parameter yang dilakukan Bruno and Khris (2003).

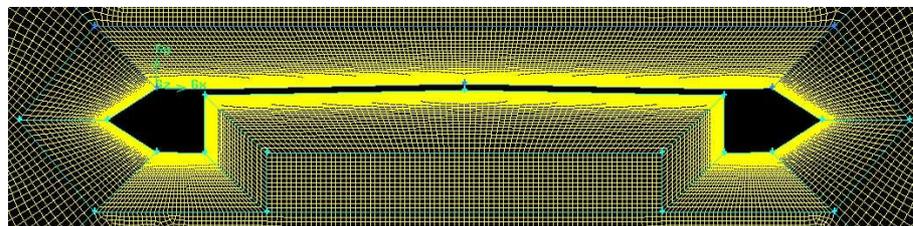
Domain komputasi ini kemudian didiskretisasi menjadi suatu mesh. Gambar 2.3 dan 2.4 memperlihatkan domain komputasi untuk salah satu geometri dek jembatan. Seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 2.4, mesh diatur sedemikian rupa sehingga cukup halus di daerah yang dekat dengan dinding di mana besaran-besaran aliran mempunyai gradien yang cukup curam.



Gambar 2.2. Domain dan kondisi batas komputasi.



Gambar 2.3. Grid atau mesh dalam domain komputasi.



Gambar 2.4. Grid atau mesh di sekitar dek jembatan.

3. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Pola Aliran

Gambar-gambar di bawah ini merupakan hasil-hasil simulasi numerik yang memperlihatkan distribusi tekanan, vektor kecepatan, gaya-gaya dan momen aerodinamika di sekitar penampang lintang jembatan yang berbeda yaitu berturut-turut dari Dek 0 - Dek 5. Gambar 3.1 menunjukkan distribusi tekanan pada konfigurasi penampang lintang dasar yaitu Dek 0 dengan kondisi kecepatan angin 35 m/s dan sudut serang $\alpha=0^\circ$.

Gambar 3.1. (a) Distribusi tekanan dan (b) Vektor kecepatan pada konfigurasi penampang lintang jembatan Dek 0 dengan kecepatan angin 35 m/s dan sudut serang $\alpha=0^\circ$.

Pada Gambar 3.1 nampak bahwa distribusi tekanan di hulu dapat dikatakan hampir simetri yang memiliki permukaan stagnasi pada bidang *frontal* dek jembatan yang ditunjukkan oleh warna kuning kehijauan. Setelah melalui girder depan bentuk simetri aliran masih terlihat dan terjadi perbedaan yang jelas setelah aliran mencapai posisi 0.25 B. Pada bagian atas setelah posisi kira-kira 0.75 B terjadi kenaikan tekanan sedangkan pada bagian bawah mempunyai nilai tekanan yang tidak berubah. Perbedaan tekanan ini memberikan gaya tekan pada Dek 0 ke bawah atau gaya angkat negatif.

Gaya hambat timbul dari perbedaan tekanan *frontal* dan gaya gesekan pada permukaan. Hal yang dapat diamati pada distribusi tekanan dapat lihat juga dari sebaran vektor kecepatan pada Gambar 3.1 (b). Kecepatan aliran dekat dek cukup rendah ditunjukkan oleh vektor kecepatan berwarna biru. Separasi terlihat pada bagian *girder* depan di ujung kiri atas dan bawah dan menempel kembali pada jarak 0.75 B di bagian atas serta tidak begitu jelas kembali menempel lagi atau tidak di bagian bawah.

Modifikasi dilakukan dengan pemasangan *wind fairing* yang hasil simulasinya dapat dilihat pada Gambar 3.2 (a) dan (b). Distribusi tekanan pada Gambar 3.2.(a) di bagian depan berubah tidak simetri dan perbedaan tekanan juga nampak jelas. Separasi juga terjadi pada *fairing* depan bagian atas dan bawah yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.(b). Penempelan kembali separasi bagian atas *fairing* terjadi pada posisi sekitar 0.4 B. Separasi yang timbul di bagian bawah dapat dipandang menempel kembali di sekitar *girder* belakang. Aliran di bagian bawah pada Gambar 3.2 (b) merupakan aliran berputar-putar membentuk ulakan-ulakan yang terkurung di dalamnya. Ulakan terjadi juga di bagian hilir *fairing* belakang.

Gambar 3.2. (a) Distribusi tekanan dan (b) Vektor kecepatan pada konfigurasi penampang lintang jembatan Dek 1 dengan kecepatan angin 35 m/s dan sudut serang $\alpha=0^\circ$.

Selanjutnya *fairing* diubah membentuk Dek 2, dan hasil simulasi untuk dek ini diperlihatkan pada Gambar 3.3 (a) dan (b). Pada Gambar 3.3.(a) distribusi tekanan pada bagian atas dan bawah berbeda sedikit terlihat nilai tekanan berwarna kuning kehijauan. Tekanan pada bagian atas memiliki nilai sedikit lebih kecil dibandingkan dengan tekanan bagian bawah. Hal tersebut nampaknya memberikan nilai gaya angkat yang juga kecil. Nampak pada Gambar 3.3.(b) bahwa separasi terjadi

hanya pada bagian bawah *fairing* yang membentuk ulakan kecil mengalir di bagian bawah dan aliran bagian luar dapat dikatakan menempel kembali pada *girder* bagian belakang. Pada Gambar 3.3.(b) nampak ulakan kecil berupa *wake* yang ditunjukkan oleh vektor kecepatan berwarna biru tua.

Gambar 3.3. (a) Distribusi tekanan dan **(b)** Vektor kecepatan pada konfigurasi penampang lintang jembatan Dek 2 dengan kecepatan angin sebesar 35 m/s dan sudut serang $\alpha=0^\circ$.

Konfigurasi selanjutnya adalah Dek 3 dengan bentuk *fairing* yang simetri. Hasil simulasi ditunjukkan pada Gambar 3.4. (a) dan (b). Aliran menabrak titik tangkap angin *fairing* dan menyebabkan distribusi tekanan mengalami perubahan baik di bagian atas maupun bawah seperti yang ditunjukkan oleh warna jingga pada suction side dan kuning. Meskipun distribusi tekanan bernilai positif akan tetapi pada kondisi ini tidak menghasilkan gaya angkat karena tekanan di bagian atas lebih besar dibandingkan dengan di bagian bawah. Dari Gambar 3.4. (b) separasi nampak terjadi pada bagian bawah *fairing* depan kemudian bagian bawah dek terjadi ulakan yang terkurung. Selanjutnya aliran bagian luarnya menempel kembali di posisi depan *girder*. Pada Gambar 3.4.(b) juga nampak ulakan kecil berupa *wake* ditunjukkan oleh vektor kecepatan berwarna biru tua.

Gambar 3.4. (a) Distribusi tekanan dan **(b)** Vektor kecepatan pada konfigurasi penampang lintang jembatan Dek 3 dengan kecepatan angin sebesar 35 m/s dan sudut serang $\alpha=0^\circ$.

Selanjutnya *fairing* diubah membentuk Dek 4 yang hasil simulasinya seperti pada Gambar 3.5 (a) dan (b). Dalam Gambar 3.5.(a), distribusi tekanan pada bagian atas dan bawah tidak begitu berbeda. Sedangkan pada Gambar 3.5.(b) nampak bahwa separasi terjadi hanya pada bagian atas *fairing* yang membentuk ulakan kecil mengalir di bagian atas. Ulakan terlihat pada bagian bawah di antara girder. Aliran dikatakan menempel kembali pada *girder* bagian belakang. Pada Gambar 3.5.(b) nampak juga ulakan berupa *wake* sekitar *fairing* bagian belakang yang ditunjukkan oleh vektor kecepatan berwarna biru tua.

Gambar 3.5. (a) Distribusi tekanan dan **(b)** Vektor kecepatan pada konfigurasi penampang lintang jembatan dck 4 dengan kecepatan angin sebesar 35 m/s dan sudut serang $\alpha=0^\circ$.

Modifikasi dilakukan kembali dengan pemasangan *fairing* membentuk konfigurasi Dek 5 yang hasil simulasinya dapat dilihat pada Gambar 3.6. (a) dan (b). Distribusi tekanan pada Gambar 3.6.(a) menunjukkan adanya sedikit perbedaan tekanan antara di bagian atas dan di bagian bawah. Separasi terjadi pada *fairing* depan bagian atas dan bawah. Penempelan kembali separasi bagian atas *fairing* terjadi pada posisi sekitar 0.6 B. Separasi yang timbul di bagian bawah membangkitkan ulakan yang berputar terkurung dalam ruang antara *girder* depan dan belakang. Aliran bagian luar dengan kecepatan 15 m/s ditunjukkan oleh vektor kecepatan berwarna biru muda mengalir ke arah hilir yang dapat dipandang menempel kembali pada *girder* bagian belakang. Terlihat separasi timbul juga pada *fairing* belakang pada Gambar 3.6. (b) yang ditunjukkan oleh vektor kecepatan berwarna biru. Kemudian di hilir *fairing* belakang terbentuk pula *wake* yang juga ditunjukkan oleh vektor kecepatan berwarna biru.

Gambar 3.6. (a) Distribusi tekanan dan **(b)** Vektor kecepatan pada konfigurasi penampang lintang jembatan Dek 5 dengan kecepatan angin sebesar 35 m/s dan sudut serang $\alpha=0^\circ$.

3.2 Gaya dan Momen Aerodinamika

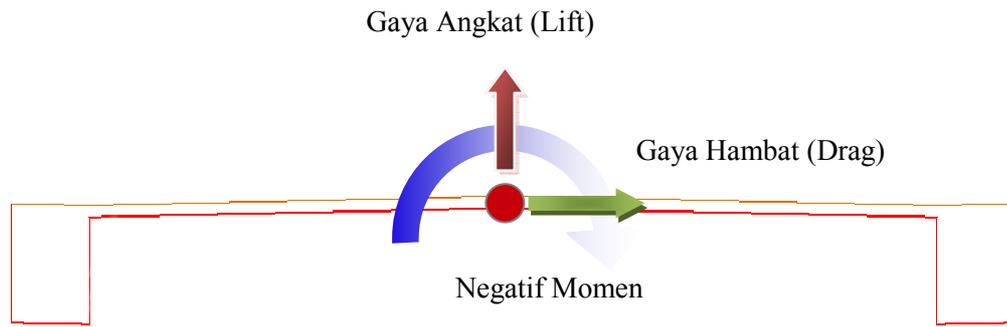
Gaya dan momen gaya aerodinamika didefinisikan sebagai berikut:

$$C_L = \frac{F_L}{\frac{1}{2}\rho U_0^2 D} \quad (3.1)$$

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho U_0^2 D} \quad (3.2)$$

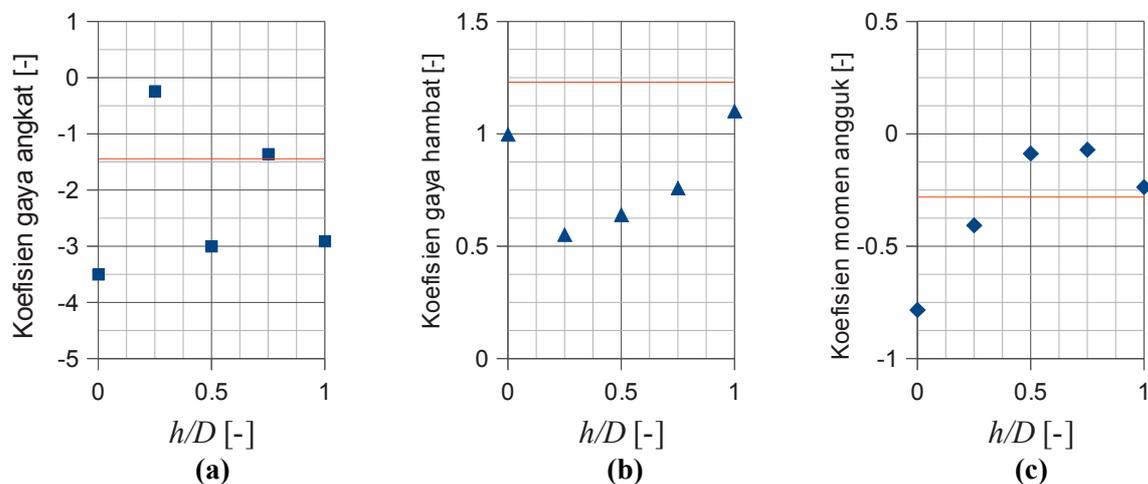
$$C_M = \frac{F_M}{\frac{1}{2}\rho U_0^2 D} \quad (3.3)$$

Arah gaya dan momen aerodinamika ini ditunjukkan dalam Gambar 3.7 di bawah ini.



Gambar 3.7. Diagram arah gaya dan momen aerodinamika.

Gambar 3.8. (a)- (c) di bawah ini memperlihatkan distribusi koefisien gaya angkat, gaya hambat dan momen angguk terhadap posisi titik tangkap angin (h/D).



Gambar 3.8. Distribusi gaya dan momen aerodinamika terhadap posisi titik tangkap angin, (a) Koefisien gaya angkat, (b) Koefisien gaya hambat dan (c) Koefisien momen Angguk.

Gambar 3.8.(a) memperlihatkan bahwa semua dek memberikan gaya angkat yang negatif. Dek 2 memberikan nilai mutlak terkecil gaya angkat sedangkan Dek 1 memberikan nilai mutlak yang paling besar. Gambar 3.8.(b) memperlihatkan bahwa nilai gaya hambat menurun seiring dengan penurunan posisi titik tangkap angin, mengambil nilai terendah pada posisi Dek 2 ($h/D = 0.25$) kemudian nilai gaya hambat ini meningkat lagi seiring dengan menurunnya posisi titik tangkap angin. Gambar 3.8.(c) menunjukkan bahwa semua dek memberikan nilai momen angguk yang negatif. Nilai mutlak momen angguk ini menurun seiring dengan penurunan posisi titik tangkap angin, mengambil nilai yang terendah pada posisi Dek 4 ($h/D = 0.75$) kemudian menurun lagi.

4. KESIMPULAN

Rancangan dek jembatan yang baik harus memenuhi beberapa kriteria struktur dan aerodinamika. Pertimbangan struktur menuntut konstruksi jembatan yang sederhana dan kuat, dan pertimbangan aerodinamika menuntut rancangan jembatan yang tahan terhadap angin, sehingga jembatan dapat dibangun lebih ekonomis dan memberikan jaminan keselamatan. Bienkiewicz (1987), Miyata *et al.* (1983) dan Sukamta *et al.* (2008) melakukan penelitian tentang aerodinamika jembatan dengan pendekatan eksperimen. Untuk memperoleh rancangan yang optimal, simulasi numerik dapat dilakukan karena proses iterasi perancangan dapat dilakukan dengan cepat dan biaya yang relatif lebih murah, seperti yang dilakukan Bruno and Khris (2003), Bruno *et al.* (2001) dan Suangga and Subagyo (2008).

Kajian mengenai pengaruh geometri dek jembatan telah dilakukan menggunakan pendekatan numerik. Beberapa kesimpulan telah dipelajari sebagai berikut:

- ▲ Urutan gaya hambat dari yang terkecil
 $h/D = 0.25, 0.5, 0.75, 0, 1$
- ▲ Urutan gaya angkat dari yang terkecil
 $h/D = 0.25, 0.75, 1, 0.5, 0$
- ▲ Urutan momen anguk dari yang terkecil
 $h/D = 0.75, 0.5, 1, 0.25, 0$
- ▲ Secara umum Dek 2 dengan titik tangkap angin $h/D = 0.25$ menunjukkan kinerja aerodinamika yang baik dari sudut pandang stabilitas jembatan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bienkiewicz, B.. *Wind-tunnel study of geometry modification on aerodynamics of a cable-stayed bridge deck*, J. Wind Eng. Ind. Aerodyn., **26**, PP. 325-339, 1987.
2. Bruno, L. and S. Khris. *The Validity of 2D Numerical Simulations of Vortical Structures Around a Bridge dek*, Mathematical and Computer Modelling, Vol. **37** (2003), PP. 795-828, 2003.
3. Bruno, L., S. Khris and M. Marcillat. *Numerical simulation of the effect of section details and partial streamlining on the aerodynamics of a long-span bridge deck*, Wind and Structures, **4**, PP. 315-332, 2001.
4. Fluent, *FLUENT User's Guide*, Fluent, Inc., Centerra Resource Park10 Cavendish Court Lebanon, 2006.
5. Salim, S.M. and S.C. Cheah, *Wall y Strategy for Dealing with Wall-bounded Turbulent Flows,* Proc. Intl. MultiConf. Of Eng. Comp. Sci. Vol. II, IMECS 2009, Hongkong, 2009.
6. Suangga, M. And Subagyo. *Perencanaan Ketahanan Angin Jembatan Cable-Stayed Suramadu*, Seminar dan Pameran HAKI 2008 - "Pengaruh Gempa dan Angin terhadap Struktur," 19-20 Agustus 2008, Jakarta, 2008.
7. Sukamta, F. Nagao, M. Noda and K. Muneta, *Aerodynamic Stabilizing Mechanism For A Cable Stayed Bridge with Two Edge Box Girder*, BBAA VI Intl. Colloq. Bluff Bodies Aero. Appl., Milano, Italy, 2008.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS

DATA UMUM

Nama Lengkap : Fadilah Hasim
Tempat & Tgl. Lahir : Bandung, 23 Juli 1970
Jenis Kelamin : Pria
Instansi Pekerjaan : BPPT
NIP. / NIM. : 19700723 198911 1 001
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Tk. 1 / III-d
Jabatan Dalam Pekerjaan : Ketua Kelompok
Agama : Islam
Status Perkawinan : Menikah

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMA Negeri 3 Bandung Tahun: 1989
STRATA 1 (S.1) : Material Sci. Eng., Toyama University Tahun: 1995
STRATA 2 (S.2) : Material Sci. Eng., Toyama University Tahun: 1999
STRATA 3 (S.3) : Energy Sci. Eng., Toyama University Tahun: 2004

ALAMAT

Alamat Rumah : Blok V-A-10, Perumahan Puspipstek, Setu, Tangerang Selatan 15314
HP. : 081387416870

Alamat Kantor / Instansi : Gd. 240, UPT LAGG BPPT, Kawasan Puspiptek, Setu,
Tangerang Selatan, 15314
Telp. : 021 756 0902
Email: f.hasim@gmail.com

DATA UMUM

Nama Lengkap : Subagyo
Tempat & Tgl. Lahir : Cepu, 10 April 1963
Jenis Kelamin : Laki-laki
Instansi Pekerjaan : UPT-LAGG BPPTeknologi
NIP. / NIM. : 196304101989031004
Pangkat / Gol. Ruang : IVa/ Pembina
Jabatan Dalam Pekerjaan : Peneliti Madya
Agama : Islam
Status Perkawinan : Kawin

DATA PENDIDIKAN

SLTA : Sekolah Menengah Atas Negeri CEPU Tahun: 1981
STRATA 1 (S.1) : Institut Teknologi Bandung Tahun: 1988
STRATA 2 (S.2) : Universitas National Yokohama Tahun: 1995

ALAMAT

Alamat Rumah : Villa Pamulang Mas I Blok A2 No. 20, Kelurahan
Bambu Apus, Pamulang, Tangerang Selatan
HP. : 08170781251
Alamat Kantor / Instansi : Gd. 240, UPT LAGG BPPT, Kawasan Puspiptek, Setu,
Tangerang Selatan, 15314
Telp. : 021 756 0902
E-mail : cpbagyo@yahoo.com, Subagyo@bppt.go.id

DATA UMUM

Nama Lengkap : Novan Risnawan, ST
Tempat & Tgl. Lahir : Pangandaran, 16 November 1984
Jenis Kelamin : Laki-laki
Instansi Pekerjaan : UPT LAGG - BPPT
NIP. / NIM. : 198411162010121003
Pangkat / Gol. Ruang : Penata Muda / 3a
Jabatan Dalam Pekerjaan : Engineering Staff
Email : novan.risnawan@ymail.com / novan.risnawan@bppt.go.id
Agama : Islam
Status Perkawinan : Belum kawin

DATA PENDIDIKAN

SLTA : SMU N 1 Pangandaran, (IPA) Tahun: 2003
STRATA 1 (S.1) : STTA Yogyakarta (Tek. Penerbangan) Tahun: 2009

ALAMAT

Alamat Rumah : Perumahan Dinas PUSPIPTEK Blok 2A No 12, Setu Tangerang
Banten, 15314
HP. : 082110641556
Alamat Kantor / Instansi : Gd. 240, UPT LAGG BPPT, Kawasan Puspiptek, Setu,
Tangerang Selatan, 15314
Telp. : 021 756 0902
Email: novan.risnawan@bppt.go.id

HASIL DISKUSI DALAM PELAKSANAAN SEMINAR

Pertanyaan :

1. Kalau perangkat yang digunakan waktu untuk jembatan. Apakah jembatan di Indonesia menggunakan perhitungan tersebut ? Mabe Siahaan (LAPAN)
- 2.

Jawaban :

1. Kalau jembatan dari kebijakan Dinas PU. Kalau bisa didalam negeri maka didalam negeri. Tapi tidak sampai gedung-gedung bertingkat dan hanya kesepakatan dan bukan SNI.