Dinamika Teknik Mesin 7 (2017) 22-27

Dinamika Teknik Mesin

Journal home page: http://dinamika.unram.ac.id/index.php/dinamika

Studi visualisasi aerodinamika model sudut kemiringan badan pelari

G. Rubiono*
Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 22 Banyuwangi, Jawa Timur 68416, Indonesia, Telp. (0333) 421593, 423639,
*Email: g.rubionov@gmail.com

ARTICLE INFO

Article History:
Received 19 December 2016
Accepted 9 February 2017
Available online 30 June 2017

Keywords:
Aerodynamics
Angle body inclination
Wind tunnel
Model runner

ABSTRACT

A runner deals with several forces during running in air medium. Aerodynamics is a branch of science which studies the object behavior in air flow. This research is aimed to visualized angle body inclination of a model runner as aerodynamics study. The research is done in wind tunnel. The model use is a puppet with 30 cm height. Visualization is done by smoke method and recorded with a camera. The data is analyzed to get the curve angle of fluid flow. The analysis is done by Microsoft Visio Professional 2002 SR-1. The result shows that model runner body inclination has effect due to aerodynamics aspect. The increase of inclination angle tends to increase the curve angle of fluid flow.

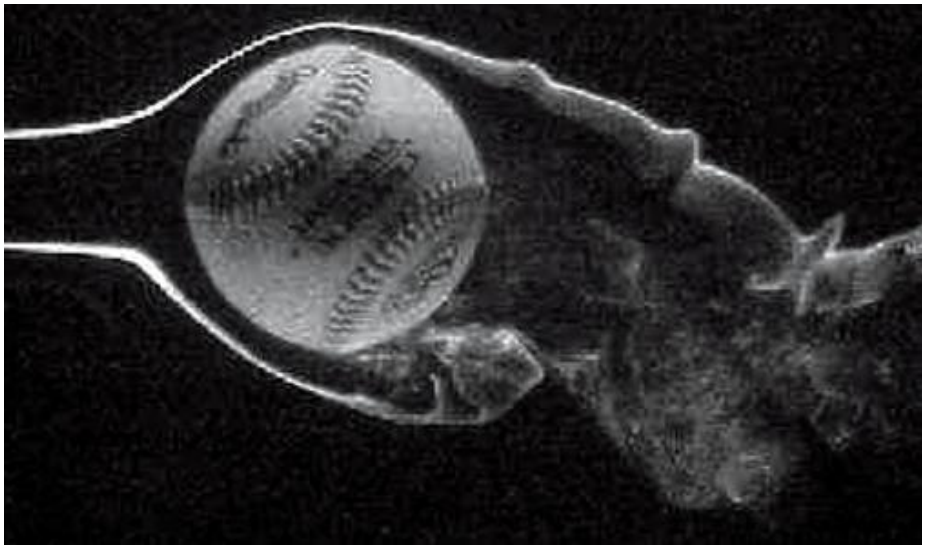
PENDAHULUAN

Atletik merupakan ibu semua cabang olahraga. Istilah atletik dalam bahasa Inggris disebut *atletic*, dalam bahasa Perancis disebut *athletique*, dalam bahasa Belanda disebut *athletiek* dan dalam bahasa Jerman disebut *athletic*. Dalam olahraga atletik dikenal istilah *track and field* yang berarti kegiatan di lintasan. Hal ini sesuai dengan gerak yang dilakukan, Nonie (2014). Cabang olah raga atletik merupakan salah satu cabang unggulan dalam bidang olahraga. Hal ini dikarenakan atletik memiliki nomor-nomor perlombaan lari, jalan, lompat dan lempar, Ismail (2014).

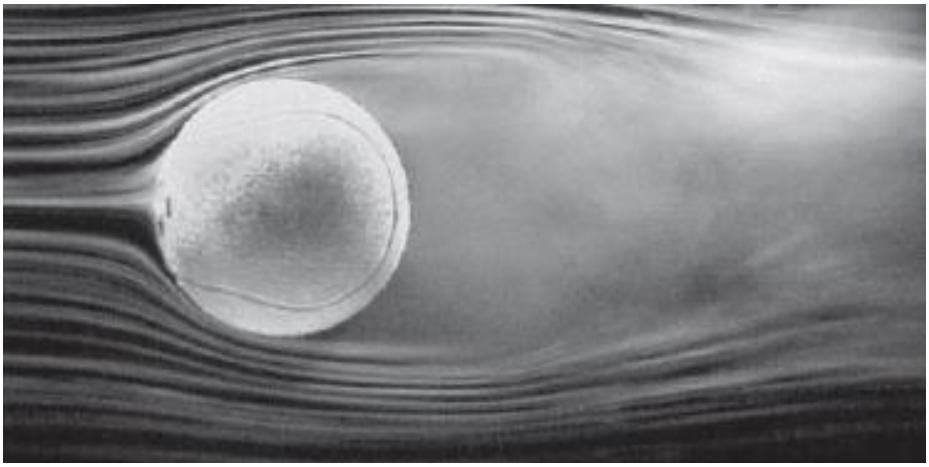
Nomor lari 100 meter merupakan nomor bergengsi di antara nomor-nomor yang lain. Lari 100 meter dilakukan dari *start* sampai *finish* dengan kecepatan penuh sehingga membutuhkan atlet yang memiliki kecepatan reaksi dan kecepatan berlari yang baik. Untuk meningkatkan prestasi cabang olah raga atletik, diperlukan perhitungan yang jelas serta analisis gerakan yang kompleks baik dari pengetahuan, tujuan latihan dan penetapan prosedur latihan. Hal ini dikarenakan banyaknya faktor yang mempengaruhi prestasi tersebut (Putra, 2011).

Lari *sprint* sangat mengutamakan daya ledak otot kaki, makin cepat larinya maka makin panjang pula langkahnya. Gerakan lari *sprint* menggunakan ujung-ujung kaki untuk menapak, sedangkan tumit hanya sedikit saja menyentuh tanah pada permulaan tolakan kaki. Yang harus diperhatikan juga adalah berat badan pelari harus selalu berada sedikit di depan kaki pada waktu menapak, atau dalam posisi badan condong ke depan. Tumpuan kaki pada saat berlari memiliki peranan penting dalam kecepatan lari, karena semakin luas penampang kaki yang menapak maka akan mengurangi kecepatan lari (Ismail, 2014).

Aerodinamika adalah bidang ilmu yang mempelajari gerak suatu benda karena hambatan udara. Bidang ilmu ini merupakan salah satu cabang dinamika yang berkenaan dengan kajian pergerakan udara, khususnya ketika udara tersebut berinteraksi dengan benda padat. Pelari



Gambar 1. Aliran fluida di sekitar bola *baseball* (Norstrud, 2008)



Gambar 2. Aliran fluida di sekitar bola tenis dengan (Norstrud, 2008)

melakukan aktivitas lari di udara terbuka. Seorang atlit akan menghadapi berbagai gaya-gaya yang terjadi sebagai terjadi. Interaksi tekanan udara antara bagian tubuh dan udara sekitar dipelajari dalam ilmu aerodinamika. Penelitian aerodinamika dilakukan untuk mengetahui gaya-gaya yang bekerja pada tubuh. Aerodinamika mempelajari aspek gaya hambat (*drag effect*) terhadap gerakan seorang atlit (Norstrud, 2008). Aspek aerodinamis pada olah raga lari sangat berpengaruh terhadap kecepatan. Efisiensi gerak lari terletak pada pemeliharaan kecepatan gerak setelah kecepatan maksimal tercapai (Rahim, 2011).

Penelitian aerodinamika bidang olahraga dilakukan dengan 3 cara yaitu penerapan teori, eksperimen di laboratorium dan simulasi komputer (Norstrud, 2008). Oggiano et al. (2012) meneliti permeabilitas udara dan faktor hambat (*drag*) pada produk teknologi tinggi untuk kompetisi ski lintas alam. Zhi-bin (2012) melakukan simulasi gaya hambat aerodinamis untuk dasar penyelaman.

Aerodinamika di bidang olahraga dipelajari untuk aerodinamika bola, Mehta and Pallis, (2001); Kensrud (2010), balap sepeda, Scrugham (2006); Underwood (2012), cabang olahraga olimpiade, Oggiano (2010), cabang lempar lembing, Valleala (2015) dan *skating*, Moon et al. (2016). Bahkan faktor ketinggian tempat yang menyebabkan penurunan densitas udara akan berpengaruh terhadap performansi pemain bola dalam berlari, Levine et al. (2008).

Gambar 3. Eksperimen aerodinamika *skating*, Moon et al. (2016)

Gambar 4. Simulasi aerdinamika balap sepeda (Underwood, 2012)

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil studi visualisasi aerodinamika model sudut kemiringan badan pelari. Hal ini dilakukan sebagai bentuk studi perilaku aliran udara yang terjadi di sekitar model pelari.

Aerodinamika Olahraga

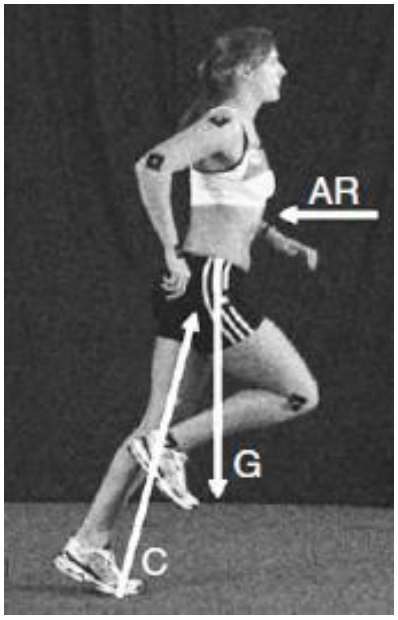
Aerodinamika sebenarnya tidak lain dari pada suatu yang mempelajari atau menyelidiki sifat-sifat udara, reaksi-reaksi dan akibat-akibat yang timbul dari gerakan udara terhadap benda yang dilalui oleh udara atau gerakan benda-benda di dalam udara tersebut. Jadi aerodinamika berarti pula pengetahuan atau penyelidikan mengenai gerakan-gerakan benda di dalam udara. Penelitian aerodinamika dilakukan dengan peralatan yang disebut terowongan angin (*wind tunnel*). Secara umum terowongan angin digunakan untuk tujuan pengujian dan optimasi aerodinamis (lihat gambar 1 dan 2). Umumya peralatan ini didesain untuk mensimulasikan aliran udara seperti pada kondisi aliran di ruang terbuka dan kecepatan angin yang mendekati kecepatan aktualnya (lihat gambar 3 dan 4).

Aerodinamika Olahraga Lari

Hambatan angin yang mengenai seorang atlit dapat dilihat pada sebuah diagram benda

bebas. Pada diagram gambar 5 berikut, G adalah gaya berat yang bekerja di pusat massa. C adalah gaya kontak kaki atlit terhadap landasan atau tanah. AR adalah hambatan udara (*air resistance*) yang mengenai atlit tersebut.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada lari jarak menengah dimana pelari berlari dengan kecepatan sekitar 6 m/dt atau 67 detik per 400 meter, sekitar 8% energi pelari digunakan untuk melawan hambatan angin. Dengan berlari di belakang pelari lain dengan jarak sekitar 1 meter, seorang atlit dapat menghemat 80% kebutuhan energi itu. Penghematan energi ini sebanding dengan penghematan waktu sebesar 4 detik setiap putaran lintasan. Seorang pelari yang berlari sejarak 2 meter di belakang pelari lain akan menghemat waktu 1,66 detik setiap putaran lintasan. Gaya drag akan meningkat jika pelari pada posisi membusungkan dada karena akan memperluas area gesekan udara (Norstrud, 2008).



Gambar 5. Diagram benda bebas seorang atlit lari (Payton and Bartlett, 2008)

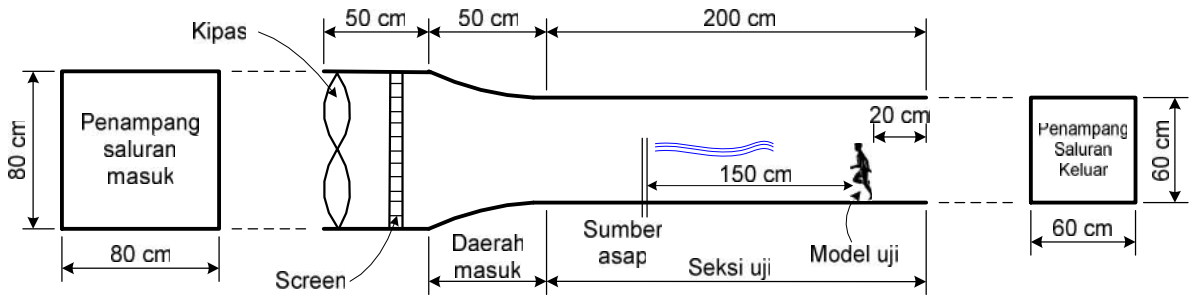
Pada nomor lari cepat, hambatan udara membutuhkan 13-16% kebutuhan energi seorang pelari. Dengan hal ini, seorang atlit akan mendapatkan keunggulan saat berlari di ketinggian tertentu dimana kerapatan udara lebih kecil. Berlari di atas *treadmill* dengan kecepatan 18 km/jam tidak membutuhkan energi lebih besar karena tidak adanya pengaruh angin. Lari marathon memiliki kecepatan rata-rata di atas 18 km/jam sehingga lari marathon juga menghadapi permasalahan hambatan angin (Norstrud, 2008).

METODOLOGI

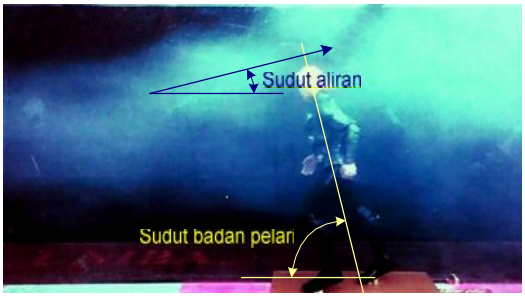
Variabel bebas meliputi sudut kemiringan atap model pelari (75^o, 80^o, 85^o dan 90^o) dan kecepatan angin 3,2; 4,5 dan 5,41 m/dt. Variabel terikat yaitu visualisasi aliran fluidanya. Model pelari yang digunakan adalah boneka dengan tinggi 30 cm. Tinggi terowongan angin adalah 60 cm sehingga model masih memberikan ruang yang cukup agar aliran angin tidak terpengaruh oleh dinding. Eksperimen dilakukan di terowongan angin. Visualisasi aliran angin didapat dengan metode asap dan direkam dengan kamera.

Pengambilan data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut: (1) Persiapan alat dan bahan, (2) Model uji diposisikan dengan sudut 75^o, (3) Kipas dihidupkan dan diatur kecepatan putarannya, (4) Melakukan perekaman visualisasi pola aliran angin yang terjadi, (5) Mengulangi percobaan untuk variasi kecepatan angin yang lain, (6) Mengulangi percobaan untuk variasi sudut kemiringan model yang lain.

Pengolahan data dilakukan untuk pengukuran sudut belok aliran angin yang mengenai model pelari. Pengukuran sudut dilakukan dengan mengambil sebuah foto dari hasil rekaman kamera. Foto ini selanjutnya diolah dengan program Microsoft Visio Professional 2002 SR-1. Cara pengukuran dapat dilihat pada Gambar 6 dan7.



Gambar 6. Skema peralatan penelitian



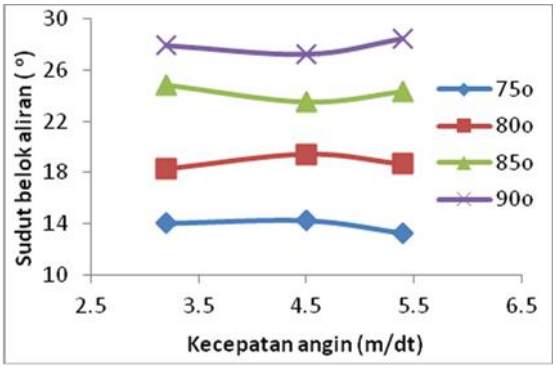
Gambar 7. Pengukuran sudut belok aliran

HASIL DAN PEMBAHASAN

Table 1 dan gambar 8 menunjukkan bahwa sudut kemiringan model pelari berpengaruh terhadap aliran udara di sekitar model. Pengaruhnya adalah semakin besar sudut kemiringan badan model pelari maka sudut belokan aliran fluida juga semakin besar.

Sudut belok aliran maksimum terjadi pada variasi sudut kemiringan badan model 90^o dan kecepatan angin 5,4 m/dt yaitu sebesar 28,46^o. Sudut belok aliran minimum terjadi pada variasi sudut kemiringan badan model 75^o dan kecepatan angin 3,2 m/dt yaitu sebesar 14,02^o.

Hal ini terjadi karena aliran angin yang menubruk bagian depan badan pelari. Semakin besar sudut kemiringan badan model maka luas permukaan bagian depan badan yang menghadap arah datang angin akan semakin besar pula. Luas permukaan yang semakin besar akan menyebabkan aliran angin membentur permukaan yang lebih luas pula sehingga sudut belok aliran juga menjadi semakin besar.



Gambar 8. Kecepatan angin berdasarkan sudut belok aliran

Tabel 1. Sudut belok aliran (^{o})

Va (m/dt)	Sudut kemiringan model pelari			
	75^o	80^o	85^o	90^o
3.2	14.02	18.32	24.83	27.94
4.5	14.23	19.41	23.49	27.26
5.4	13.28	18.67	24.31	28.46

Gambar 8 juga menunjukkan bahwa kecepatan angin berpengaruh terhadap sudut belok aliran angin. Tetapi pengaruhnya cenderung naik turun dan relatif kecil. Hal ini dapat disebabkan karena keterbatasan peralatan yang ada yaitu kipas angin sebagai sumber angin yang digunakan.

Secara umum, semakin besar sudut kemiringan badan model pelari maka hal ini menunjukkan sifat yang kurang aerodinamis. Sudut kemiringan yang semakin besar telah merubah aliran angin menjadi berbelok sebagai akibat tumbukan dengan luas permukaan bagian depan model sehingga hal ini menunjukkan adanya gaya hambat (*drag force*) yang besar pula. Besarnya gaya hambat ini menunjukkan bahwa terjadi kerugian tekanan aliran angin.

Gambar 9 menunjukkan profil aliran angin yang terjadi. Di bagian depan (kiri) asap cenderung tipis dan dapat dindikasikan adanya aliran laminar. Profil aliran sangat tampak pada bagian kepala model dimana profil aliran mengikuti bentuk model. Selain itu, aliran angin sebelum mengenai obyek dan sesudah obyek menunjukkan pola asap yang bergolak sebagai indikasi terjadinya aliran turbulen.

Gambar 9. Profil aliran angin.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan:

1. Sudut kemiringan model pelari berpengaruh terhadap aliran udara di sekitar model.
2. Semakin besar sudut kemiringan badan model pelari maka sudut belokan aliran fluida juga semakin besar.
3. semakin besar sudut kemiringan badan model pelari maka hal ini menunjukkan sifat yang kurang aerodinamis.

Untuk penelitian sejenis atau penelitian selanjutnya dapat dilakukan untuk cabang olahraga yang lain dengan teknik dan penunjang eksperimen yang lebih baik.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Ismail B.I., 2014, Hubungan panjang langkah dengan kecepatan lari sprint 100 meter mahasiswa Program Studi Penjaskes Semester VIB FKIP Universitas Bengkulu Tahun Akademik 2013 – 2014, Skripsi, Program Studi Pendidikan Jasmani dan Kesehatan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Bengkulu.

Kensrud J.R., 2010, Determining aerodynamic properties of sports balls in situ, Thesis, Master of Science in Mechanical Engineering, Washington State University

Levine B.D., Stray-Gundersen J., Mehta R.D., 2008, Effect of altitude on football performance, Scand J Med Sci Sports 18 (1): 76–84.

Mehta R.D., Pallis J.M., 2001, Sports ball aerodynamics: effects of velocity, spin and surface roughness, Materials and Science in Sports: 185-197.

Moon Y., Song J., Kwon K., Kwon O., Kim M., Yoon S.H., Byun Y., Sa A.N., 2016, Development of a functional speed skating uniform through aerodynamic analysis on knit textiles and uniforms, Journal of Engineered Fibers and Fabrics 11(4): 64-75.

Nonie, 2014, Metode bermain terhadap hasil belajar lari sprint 30 meter pada siswa kelas IV SDN, Artikel Penelitian, Program Studi Pendidikan Jasmani Kesehatan dan Rekreasi Jurusan Ilmu Keolahragaan, Fakultas Keguruan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura, Pontianak.

Norstrud H., 2008, Sport aerodynamics, Norwegian University of Science and Technology Trondheim, Norway, Springer Wien, New York.

Oggiano L., 2010, Drag reduction and aerodynamic performances in Olympic Sports, Thesis, Norwegian University of Science and Technology, Faculty of Engineering Science and Technology, Department of Energy and Process Engineering.

Oggiano L., Roar S.L., Morten B.L., Brian H., 2012, Air permeability and drag crisis on high tech fabrics for cross country ski competitions, Procedia Engineering 34, 15 – 19.

Payton C.J., Bartlett R.M., 2008, Biomechanical evaluation of movement in sport and exercise, The British Association of Sport and Exercise Sciences Guidelines, Routledge Taylor & Francis, London and New York.

Putra P.H., 2011, Perbedaan pengaruh latihan acceleration sprint dan repetation sprint terhadap kecepatan lari 100 meter pada siswa putra kelas VIII SMPN 25 Surakarta Tahun Pelajaran 2010/2011, Skripsi, Jurusan Pendidikan Olahraga dan Kesehatan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Rahim A.A., 2011, Aplikasi pendekatan latihan interval teratur dalam meningkatkan kemampuan kecepatan nomor lari 100 dan 200 meter pada siswa SMP, Jurnal ILARA, II(1): 47 – 54.

Scrugham C.R., 2006, Field testing the upright versus the aero cycling positions, Thesis, Department of Kinesiology and Nutrition Sciences, Oregon State University.

Underwood L., 2012, Aerodynamics of track cycling, Thesis, Department of Mechanical Engineering, the University of Canterbury, Christchurch, New Zealand.

Valleala R., 2015, Performance support in finnish javelin throw, Athletics Coaches Seminar, Oslo.

Zhi-bin L., 2012, Study on aerodynamic drag of diving based on numerical simulation technology**,** Advances in information Sciences and Service Sciences (AISS) 4(17): 114-121.