

Literature Review: Aerodinamis Pada Bola Sepak

Khoirul Anam¹, Gatut Rubiono², Dicky Pratama³

^{1,3} Mahasiswa Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 01 Banyuwangi 684616

² Dosen Prodi Teknik Mesin Universitas PGRI Banyuwangi, Jl. Ikan Tongkol 01 Banyuwangi 684616

E-mail: khoirulanambwi038@gmail.com¹, g.rubiono@unibabwi.ac.id², nurdickypratama@gmail.com³

Abstrak — Aerodinamis pada bola sepak memegang peranan penting dalam perilaku gerak bola. Kreativitas untuk membuat gerakan bola sesuai dengan permintaan pemain sangatlah penting dalam permainan sepak bola. Memodifikasi pembuatan dan struktur bola sepak sangat berpengaruh pada pengembangan bola juga karakteristik perilaku gerak bola. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan *review*. Metode penelitian menggunakan *review* dari hasil penelitian dan artikel pendukung yang dipublikasikan secara daring. Analisis di susun secara deskripsi singkat yang mengarah pada tren penelitian aerodinamis pada bola sepak. Hasil penelitian pengembangan tren penelitian aerodinamis bola sepak meliputi : tekstur permukaan, lebar jahitan, kedalaman jahitan, dan cara panel disambung tidak di standarisasi juga panel pada beberapa bola dijahit bersama.

Kata Kunci — Sepak Bola, Aerodinamis, Drag, Pola Panel, Efek Knuckling, Lintasan Bola

PENDAHULUAN

Sepak bola merupakan permainan mendunia dengan pertandingan yang disiarkan di seluruh dunia kepada jutaan penonton [1]. Dalam sepak bola lintasan terbang bola sangat berpengaruh pada karakteristik aerodinamis, bola dapat menyimpang sehingga menghasilkan lintasan terbang yang melengkung dan tidak dapat diprediksi [2].

Penelitian aerodinamika dilakukan untuk mengetahui gaya hambat (*drag effect*) terhadap gerakan bola [3]. Bola sepak secara tradisional memiliki sifat aerodinamis dan keseimbangan yang lebih baik, namun dengan berjalannya waktu, desain bola sepak telah mengalami serangkaian perubahan teknologi, di mana bola dibuat menjadi lebih bulat dan aerodinamis. dengan memanfaatkan desain baru dan proses manufaktur. Meskipun perilaku aerodinamis bola olahraga lainnya telah dipelajari oleh [4], [5], [6], [7].

Pola bola sepak modern sangat berbeda dari bola sepak konvensional, dengan beberapa perubahan yang dilakukan pada bentuk dan desain permukaan bola [8]. Pola dan jenis bola yang digunakan dalam pertandingan piala dunia terus mengalami perkembangan. Pada bola *Teamgeist* terbuat dari 14 panel, dan bentuknya cukup berbeda dengan bentuk khas bola sepak konvensional, yang memiliki 32 panel heksagonal dan pentagonal, kemudian Jabulani dengan 8 panel, juga Cafusa dengan 32 panel. Kemudian, sebuah bola *Brazuca* yang terdiri dari 6 panel digunakan sebagai bola resmi pada Piala Dunia FIFA 2014 yang diadakan di Brasil. Lintasan bola ini lebih stabil dibandingkan dengan bola resmi lainnya [9], [10].

Penelitian aerodinamika pada bola sepak secara garis besar dapat dibagi menjadi studi dasar sifat

aerodinamis dengan menggunakan terowongan angin [11], [12] menganalisis karakteristik bola melayang menggunakan berbagai teknik termasuk simulasi [13], [14], [15] juga ada yang mengukur jalur terbang sebenarnya [16], [17]. Dalam beberapa tahun terakhir mengamati karakteristik penerbangan bola sepak menggunakan terowongan angin dan jalur penerbangan sebenarnya [18], [19], [20]. Selain itu, baru-baru ini meneliti tentang efek geometri permukaan pada gerak lintasan, yang ditentukan oleh analisis lintasan dan kamera berkecepatan tinggi [21]. Dalam studi yang lebih baru, analisis lintasan dan eksperimen terowongan angin digunakan untuk mengumpulkan informasi untuk membandingkan non-spin aerodinamika *Jabulani* dan *Brazuca* [22].

Pentingnya penelitian aerodinamis pada bola sepak yang semakin populer dan semua orang ingin menang jadi pengetahuan teknik olahraga menjadi sangat penting. Dimana setiap permainan bola seperti, bola sepak, bola voli, bola basket, gaya aerodinamis memegang peranan penting [23]. Karakteristik yang mempengaruhi aerodinamis bola panel bola mungkin atau mungkin tidak memiliki tekstur permukaan. Lebar jahitan, kedalaman jahitan, dan cara panel disambung tidak distandarisasi. Panel pada beberapa bola dijahit bersama, sedangkan panel pada bola lainnya diikat secara termal bersama [24].

Berdasarkan uraian di atas maka perlu dilakukannya *review* tentang aerodinamika pada bola sepak.

METODE

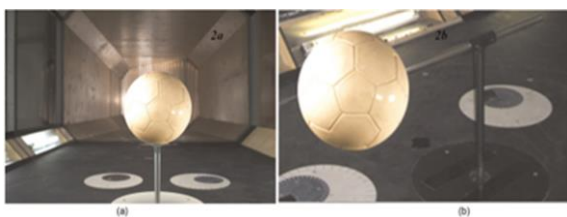
Artikel ini disusun dengan analisis menggunakan metode *review*. *Review* dilakukan pada referensi-referensi terkait hasil penelitian

tentang aerodinamis pada bola sepak. Referensi didapatkan dari hasil penelitian dan artikel pendukung yang dipublikasikan secara daring. Analisis di susun secara deskripsi singkat yang mengarah pada tren penelitian aerodinamis pada bola sepak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gaya aerodinamis pada bola sepak merupakan bagian penting dalam membidik gerak bola. Penelitian aerodinamika pada bola sepak secara garis besar dapat dibagi menjadi studi dasar sifat aerodinamis dengan menggunakan terowongan angin. Menurut Takeshi asai *et al* [11] meneliti tarikan aerodinamis dari bola sepak modern menunjukkan bola tango 12, salah satu bola sepak terbaru, memiliki hambatan udara yang lebih kecil pada kecepatan sedang daripada Jabulani dengan demikian dapat lebih mudah memperoleh kecepatan awal yang besar pada area ini. Hal ini dianggap bahwa bilangan *Reynolds* kritis dari bola sepak, sebagaimana dipertimbangkan dalam ruang lingkup percobaan ini, bergantung pada jarak total yang diperpanjang dari ikatan panel daripada desain kecil pada permukaan panel.

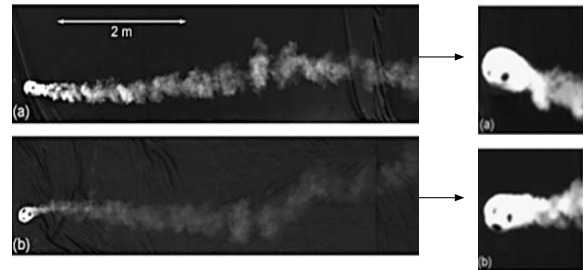
Kemudian penelitian ini dikembangkan oleh M Passmore, *et al* [12] dengan performa aerodinamis dari berbagai bola sepak yang disetujui FIFA yang menunjukkan karakteristik drag berbeda pada setiap bola yang diuji dan memiliki efek terbatas pada penerbangan bola. Selain ada perbedaan yang signifikan dalam gaya aerodinamis lateral dalam berbagai bola pertandingan FIFA, dan perbedaan aerodinamis memiliki pengaruh yang signifikan pada jalur penerbangan untuk bola yang berputar dan yang berputar perlahan.



Gambar 1. (a) Below mount. (b). rear mount of a ball in the wind tunnel.

Adapun menurut takeshi asai *et al* [16] penelitiannya tentang struktur aliran efek *knuckling* dalam bola sepak menyatakan penyebab karakteristik aerodinamis bola sepak diakibatkan adanya struktur pusaran, yang muncul di belakang bola di wilayah superkritis. Selain itu setelah *knuckleballs* mengudara aerodinamis gaya yang bekerja pada bola diperkirakan dari data lintasan terbang bola, dan korelasi yang tinggi secara statistik ($r^2=0.94$, $p<0.01$) antara frekuensi fluktuasi gaya angkat dan samping dan frekuensi undulasi jejak

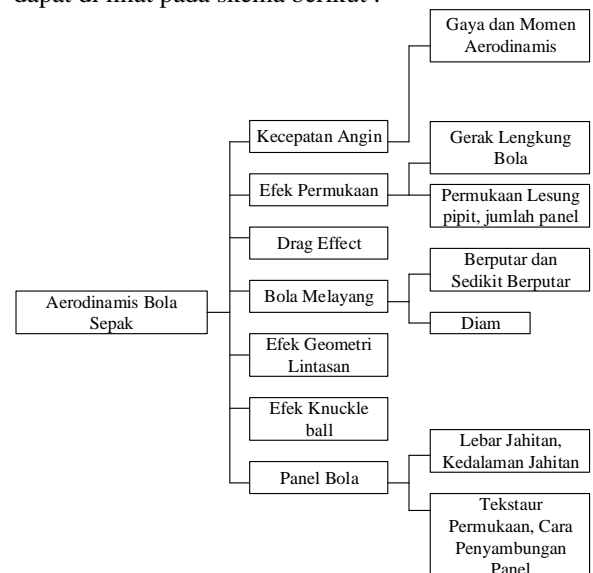
pusaran. Fakta ini menunjukkan bahwa fenomena undulasi pusaran skala besar terikat erat dengan penyebab gaya aerodinamis yang tidak stabil yang bekerja pada bola buku jari.



Gambar 2. (a) Is the side view, and the bottom image. (b). Is the top view of the visualisation experiment obtained using high-speed video cameras (1000 fps).

Memodelkan perilaku bola sepak yang ditendang dengan presisi tinggi merupakan tantangan. Dimana profil bola yang menghadap ke udara yang 7ating berubah terus menerus selama penerbangan. Tendangan bola yang tidak dapat diprediksi ada dua jenis, bola yang tidak berputar dan bola berputar rendah. Bola dengan putaran rendah dikatakan sebagai tendangan bola dengan kurang dari satu putaran per detik [25]. Menurut Taneda [26] bahwa hal tersebut dikarenakan cincin pusaran muncul di belakang bola tetap dengan visualisasi aliran yang ditunjukkan. Cincin pusaran memiliki pusaran kembar 3 dimensi seperti ekor. Perubahan bangun dianggap sebagai salah satu penyebab tendangan bola yang tidak dapat diprediksi untuk bola yang tidak berputar [27], [28], [29], [30].

Adapun tren penelitian aerodinamis bola sepak dapat di lihat pada skema berikut :



Gambar 3. Tren penelitian aerodinamis bola sepak.

KESIMPULAN

Uraian analisis menunjukkan bahwa aerodinamis pada bola sepak telah dikembangkan secara luas dari berbagai aspek kebutuhan. Pengembangan dilakukan untuk berbagai cabang olahraga dan berbagai jenis mediana. Tren jenis penelitian media yang banyak digunakan dengan menggunakan terowongan angin dan media secara langsung. Pengembangan tren penelitian aerodinamis bola sepak meliputi tekstur permukaan, lebar jahitan, kedalaman jahitan, dan cara panel disambung tidak distandarisasi juga panel pada beberapa bola dijahit bersama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami berterima kasih atas partisipasi anda dalam Seminar Nasional “Efektifitas Literasi Digital pada Pembelajaran Olahraga”. Semoga mampu memberikan manfaat sebagaimana mestinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A Firoz, C Harun, M Hazim, and K. Fuss Franz, Iftekhar Khan, Fayeze Aldawi and Aleksandar Subic. Aerodynamics of contemporary FIFA soccer balls. School of Aerospace, Mechanical and Manufacturing Engineering, RMIT University, Melbourne, VIC 3083, Australia. *Procedia Engineering* 13 pages 188–193, 2011.
- [2] A Firoz, C Harun., Mark Stemmer and Zilong Wang, Jie Yang. Effects of surface structure on soccer ball aerodynamics. Conference of the International Sports Engineering Association (ISEA), *Procedia Engineering* 34 pages 146 – 151, 2012.
- [3] Norstrud H., Sport aerodynamics, Norwegian University of Science and Technology Trondheim, Norway, Springer Wien, New York, 2008.
- [4] A Firoz, Subic A, Watkins S, Naser and J, Rasul MG., An experimental and computational study of aerodynamic properties of rugby balls. *WSEAS Transactions on Fluid Mechanics*; Issue 3, Volume 3: issn 1790-5087, 2008.
- [5] Alam F, Subic A, Watkins S, and Smits AJ. Aerodynamics of an Australian rules football and rugby ball. In: M. Peters, editor. *Computational Science and Engineering*, Springer, , p. 103-127, 2009.
- [6] Mehta RD, Alam F, Subic A. Aerodynamics of tennis balls- a review. *Sports Technology* ;1(1):1-10. 2008
- [7] Smits AJ, Ogg S. Golf ball aerodynamics. *The Engineering of Sport* 5;1:3-12. 2004.
- [8] H Sungchan, A Takeshi.. Aerodynamic effects of dimples on soccer ball surfaces. *Journal Heliyon* volume 3, issue 10, Tsukuba, Japan. <http://dx.doi.org/10.1016/j.heliyon.2017.e00432>. 2017.
- [9] J.E. Goff, T. Asai, S. Hong, A comparison of Jabulani and Brazuca non-spin aerodynamics. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: J. Sports Engineering Technology*. 228 pages 188–194. 2014.
- [10] S. Hong, T. Asai., Effect of panel shape of soccer ball on its flight characteristics, *Journal Scientific Reports*. 4 Article number; 5068, 2014.
- [11] Asai, Takeshi, Seo, Kazuya. Aerodynamic drag of modern soccer balls. *Springer Plus* 2, Article number ;171. 2013.
- [12] Passmore, M, Rogers D, Tuplin S. The aerodynamic performance of a range of FIFA-approved footballs. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: J. Sports Engineering and Technology*. Vol 226, issue 1; 61–70. 2012.
- [13] Bray, K.en, Kerwin, D. G. Modelling the flight of a soccer ball in a direct free kick. *J. Sports Sciences*, volume 21, issue 2, pages 75–85. 2003.
- [14] Cook, B. G, Goff, J. E. Parameter space for successful soccer kicks. *European Journal of Physics*, Volume 27, Number 4, 865–874, 2006.
- [15] Myers, T. G., Mitchell, S. L. A mathematical analysis of the motion of an in-flight soccer ball. *Sports Engineering*. 16, 29–41. 2013.
- [16] A, Takeshi, K.yoji. Structure of knuckling effect in footballs. *Journal Fluids Structures*. Volume 27, pages 727–733. 2011.
- [17] H, Sungchan, C, Chulsoo, N, Masao and A, Takhesi. Unsteady aerodynamic force on a knuckleball in soccer. *Procedia Engineering*. volume 2, issue 2; pages 2455–2460, 2010.
- [18] Goff, J. E., Carre´, M. J. Investigations into soccer aerodynamics via trajectory analysis and dust experiments. *Procedia Engineering*. Volume 34, pages 158–163; 2012.
- [19] Mizota Taketo, Kurogi Kouhei, Ohya Yuji, and Okajima Atsushi, Naruo Takeshi, Kawamura Yoshiyuki.. The strange flight behaviour of slowly spinning soccer balls. *Journal Scientific Reports* 3, Article number 1871 ; DOI:10.1038/srep01871. 2013.
- [20] Rogers David, Passmore Martin, Harland Andy, and Jones Roy, Holmes Chris, Lucas Tim.. An experimental validation method of wind tunnel measurements on FIFA approved footballs using kicking tests in wind-free conditions. *Procedia Engineering*. Volume 2, issue 2, pages 2481–2486. 2010.
- [21] Barber, S., Carre´, M. J. The effect of surface geometry on soccer ball trajectories. *Sports Engineering*. 13, pages 47–55, 2010.
- [22] Goff, J. E., Asai, T., Hong, S. A comparison of Jabulani and Brazuca non-spin aerodynamics. *Proc JMechE Part P: J. Sports Engineering and Technology*. Volume 228, issue 3, 2014.
- [23] Adarsh Singh, Asst. Prof. A. K. Shakya , Dr. Shyam Birla. Aerodynamic Study Of Spinning Effects Of Velocity Variation 40 Km/H On Sports Ball. Student, Department of Mechanical Engineering, Oriental College of Technology, Bhopal, MP, India. Volume:03/Issue:02/February, e-ISSN: 2582-5208. 2021.
- [24] John Eric Goff, Sungchan Hong, Takeshi Asai.. Effect of a soccer ball’s seam geometry on its aerodynamics and trajectory. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*. 2019.
- [25] Ito Shinichiro, Kamata Masaharu, Asai Takeshi, and Seo Kazuya. Factors of unpredictable shots concerning new soccer balls. *Procedia Engineering*. Volume 34, pages 152 – 157. 2012.
- [26] Taneda S. Visual observations of the flow past a sphere at Reynolds numbers between 104 and 106. *Journal of Fluid Mechanics*. Volume 85, issue 1, pages 187-192, 2006.
- [27] Murakami Masahide, Kondoh Masakazu, Iwai Yutaka, and Seo Kazuya. Measurement of aerodynamic forces and flow field of a soccer ball in a wind tunnel for knuckle effect. *Procedia Engineering*.. Volume 2, issue 2, pages 2467-2472, 2010.
- [28] T. Asai, K. Seo, O. Kobayashi and R. Sakashita. Fundamental aerodynamics of the soccer ball. *Sports Engineering*, 10-2:101-109, DOI: 10.1007/BF02844207. 2007,
- [29] Wei, Q., Lin, R. & Liu, Z., 1988., *Fluid Dynamics Research*, 3:231–237.
- [30] Asai, T., Seo, K., Sakurai Y., Ito, S., Koike S. & Murakami M., *The Engineering of Sport 7: (Estivalet M. and Brisson P., eds.) Proceedings of the 7th International Sports Engineering Association Conference, Biarritz, France, Volume 1, pp. 555-562. 2008.*