

ANALISIS PENGARUH PANTULAN TERHADAP TEKANAN UDARA BOLA

Oleh:

Rizqi Abdillah¹

Bento Saputra²

Emirsyah Amer Ad Daniy³

Muhammad Nur Hadi⁴

Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

Alamat: JL. Raya Palka No.Km.3, Sindangsari, Kec. Pabuaran, Kota Serang, Banten
(42163).

Korespondensi Penulis: rizqiabdillah214@gmail.com, bentosaputra011@gmail.com,
emirsyah365@gmail.com, mn.hadi@untirta.ac.id.

Abstract. *This research aims to analyze the effect of variations in air pressure on the performance and physical characteristics of volleyball and soccer balls. The method used includes measuring the air pressure of both types of balls using a pump, followed by dropping the balls from a certain height and measuring the height after the bounce to obtain results for both balls. The results show that changes in air pressure significantly affect the elasticity, agility, and bounce distance of the balls. These findings provide important insights for athletes and coaches in preparing the optimal ball conditions according to sports standards, thereby improving the quality of the game and player safety. This study recommends proper air pressure regulation as part of sports equipment maintenance for maximum performance. In short, air pressure has a significant effect on the bounce characteristics and flexibility of volleyball and soccer balls, which ultimately determines the quality and dynamics of the game. The analysis shows that the higher the air pressure inside the ball, the higher the ball will bounce and the longer the bounce duration.*

Keywords: Air Pressure, Volleyball, Soccer Ball.

ANALISIS PENGARUH PANTULAN TERHADAP TEKANAN UDARA BOLA

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi tekanan udara terhadap performa dan karakteristik fisik bola voli dan bola sepak. Metode yang digunakan meliputi pengukuran tekanan udara pada kedua jenis bola dengan menggunakan alat pompa, kemudian hasil tekanan udara pada kedua bola di pantulkan dari ketinggian tertentu lalu ketinggian setelah pantulan menjadi titik hasil dari pengukuran kedua bola. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan tekanan udara secara signifikan memengaruhi elastisitas, kelincahan, dan jarak pantulan bola. Temuan ini memberikan pemahaman penting bagi atlet dan pelatih dalam mempersiapkan kondisi bola yang optimal sesuai standar olahraga, sehingga dapat meningkatkan kualitas permainan dan keamanan pemain. Studi ini merekomendasikan pengaturan tekanan udara yang tepat sebagai bagian dari pemeliharaan perlengkapan olahraga untuk hasil performa maksimal. Singkatnya, pengaruh tekanan udara sangat signifikan terhadap karakteristik pantulan dan kelenturan bola voli dan bola sepak, yang pada akhirnya menentukan kualitas dan dinamika permainan. Analisis menunjukkan bahwa semakin besar tekanan udara dalam bola, maka pantulan bola akan semakin tinggi dan waktu pantulan semakin lama.

Kata Kunci: Tekanan Udara, Bola Voli, Bola Sepak.

LATAR BELAKANG

Analisis pengaruh tekanan udara pada bola voli dan bola sepak merupakan topik penting dalam studi olahraga karena tekanan udara berperan signifikan dalam menentukan karakteristik fisik dan performa bola saat digunakan dalam permainan. Tekanan udara yang tepat akan memengaruhi elastisitas, tingkat kelincahan, dan jarak pantulan bola, yang pada akhirnya memengaruhi kualitas permainan dan keselamatan atlet. Bola dipelajari sebagai kasus ekstrem dari bola dengan koefisien restitusi rendah (bahkan nol, karena tumbukan sepenuhnya tidak elastis).¹

Pengujian dilakukan dengan metode eksperimen menjatuhkan bola dari ketinggian tertentu dan mengukur ketinggian pantulan sebagai indikator elastisitas dan performa bola. Penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan udara, semakin

¹ Rod Cross, *The bounce of a ball*, American Journal of Physics, 1999

besar pantulan dan durasi waktu pantulan yang terjadi, menunjukkan peningkatan sifat elastis bola.

Tekanan udara dalam bola olahraga secara langsung memengaruhi tinggi dan efisiensi pantulan saat bola dilemparkan dari ketinggian tertentu. Saat bola jatuh bebas dan mengalami tumbukan, tekanan udara yang lebih tinggi menghasilkan kekuatan pemulihan elastis yang lebih kuat selama deformasi sementara, sehingga mengurangi kehilangan energi kinetik menjadi panas atau getaran. Akibatnya, bola dengan tekanan optimal memantul lebih tinggi mendekati ketinggian awal, sementara tekanan rendah menyebabkan pantulan rendah karena material bola lebih mudah melempem dan sulit kembali ke bentuk semula.²

PSI (pound per square inch) satuan ini umum digunakan untuk mengukur tekanan udara dalam bola olahraga karena presisi dan kemudahan pengukuran dengan pompa gauge standar; misalnya, bola sepak direkomendasikan 8,5-15,6 psi oleh FIFA untuk memastikan konsistensi pantulan dan mengurangi cedera, sedangkan bola voli 4,3-6,6 psi agar tetap ringan namun elastis. Penggunaan PSI memungkinkan standarisasi global.

Dalam penelitian ini tekanan udara juga memperpanjang durasi pantulan keseluruhan. Hal ini disebabkan material bola lebih elastis, sehingga performa bola lebih konsisten dan mengurangi cedera atlet. Pemahaman ini menjadi dasar penting bagi penelitian lebih lanjut mengenai optimalisasi peralatan olahraga dalam konteks fisika tumbukan.

KAJIAN TEORITIS

Tekanan udara dalam bola olahraga memainkan peran penting dalam menentukan dinamika tumbukan dan pantulan bola saat bersentuhan dengan permukaan keras seperti lantai. Saat bola jatuh dan mengalami deformasi sementara, tekanan udara di dalamnya bertindak sebagai pendorong utama untuk mengembalikan bentuk asli bola, sehingga memengaruhi seberapa tinggi bola memantul kembali. Semakin tinggi tekanan udara, semakin besar kekuatan pemulihan elastis yang dihasilkan, yang mengurangi kehilangan energi selama proses tumbukan dan menghasilkan pantulan yang lebih efisien.

² Edi Irwanto, Galih Farhanto, *Pengaruh Tekanan Udara Bola Voli dan Bola Sepak Terhadap Pantulan*, Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi), 2021

ANALISIS PENGARUH PANTULAN TERHADAP TEKANAN UDARA BOLA

Pada bola voli dan bola sepak, standar tekanan udara yang berbeda seperti kisaran 15 hingga 23 psi untuk bola voli dan 8,5 hingga 15 psi untuk bola sepak langsung memengaruhi elastisitas material bola. Penelitian fisika olahraga menunjukkan bahwa peningkatan tekanan udara memperkuat interaksi antara lapisan karet dan udara terperangkap, sehingga bola cenderung memantul lebih tinggi dan kontak dengan permukaan menjadi lebih singkat. Dengan mengaitkannya dengan persamaan koefisien restitusi, hubungan antara tekanan bola dan koefisien restitusinya ditentukan sebagai hubungan eksponensial terbalik, dengan koefisien restitusi mendekati batas tertentu seiring peningkatan tekanan.³

Secara teoritis, pemahaman pengaruh pantulan terhadap tekanan udara bola mendukung standarisasi peraturan dari organisasi seperti FIFA dan FIVB guna menjaga konsistensi permainan. Deviasi dari tekanan standar dapat menurunkan efisiensi pantulan secara signifikan, yang berdampak pada hasil pertandingan.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian pada analisis pengaruh tekanan udara pada bola voli dan bola sepak dilakukan dengan pendekatan eksperimen deskriptif kuantitatif. Objek penelitian terdiri dari bola voli dan bola sepak yang dipilih sebagai sampel. Tekanan udara pada masing-masing bola divariasikan sesuai standar, yakni untuk bola voli antara 15 psi dan 23 psi, serta untuk bola sepak antara 8,5 psi dan 15 psi. Bola dijatuhkan secara bebas dari ketinggian 100 cm pada permukaan lantai yang keras dan rata, dengan jarak sekitar 10 cm dari dinding. Pengukuran dilakukan terhadap tinggi pantulan bola dan waktu selama tiga kali pantulan berturut-turut. Ketinggian pantulan diukur menggunakan mistar yang ditempelkan pada dinding, sedangkan gerak jatuh bola direkam menggunakan kamera Handphone untuk memperoleh data yang akurat.

Pengukuran waktu kecepatan pada pantulan bola dengan tekanan yang berbeda di hitung menggunakan *timer*. Eksperimen dilakukan dengan menggunakan bola sepak yang diasumsikan berbentuk kulit bola berisi gas ideal. Selain itu diasumsikan bola di jatuhkan sempurna (tidak slip) dan massa bola dominan terhadap massa udara, sehingga saat tekanan udara dalam bola ditambah, dianggap massa bola keseluruhan tidak bertambah.

³ JuWon Kim, Chanhyeok Yim, *Tekanan Udara dan Koefisien Restitusi Bola*, Journal of Science International School Bangkok, 2013

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran yang telah dilakukan terkait pada proses tumbukan antara bola dengan lantai yang dinamakan tumbukan lenting sebagian. Pada tumbukan lenting sebagian terdapat energi kinetik yang hilang sehingga energi kinetik awal tidak sama dengan energi kinetik akhir. Pada percobaan ini, bola sepak dengan tekanan 8,5 psi dan bola voli dengan tekanan 15 psi dipantulkan dari ketinggian 100 cm. Hasil akhir menunjukkan perbedaan pantulan yang signifikan, di mana bola voli mencapai ketinggian pantulan maksimum lebih tinggi dibandingkan bola sepak. Perbedaan ini disebabkan oleh pengaruh tekanan udara yang lebih tinggi pada bola voli, yang meningkatkan elastisitas dan koefisien restitusi. Saat bola menyentuh tanah, maka tanah akan memberikan gaya pada bola, sehingga akan menekan bola ke atas dan mendorong bagian bawah bola ke dalam.

Hasil Pengukuran Pertama



Gambar percobaan 1

(Sumber penelitian secara langsung)

Tabel 1. hasil percobaan 1

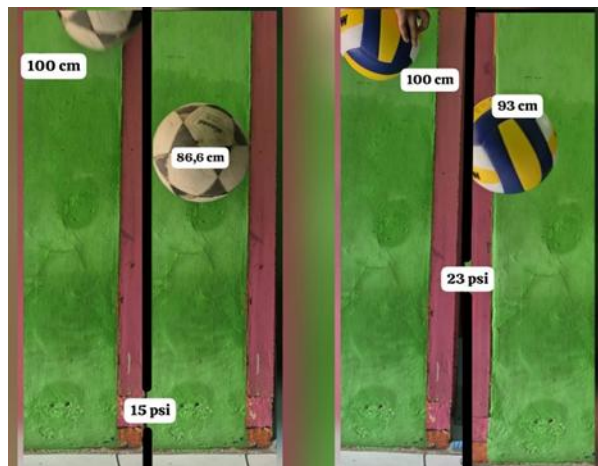
Jenis Bola	Titik Awal (cm)	Tekanan (psi)	Pantulan (cm)	Waktu (ms)
Bola Sepak	100	8,5	81	0,42
Bola Volii	100	15	77	0,53

(Sumber penelitian secara langsung)

ANALISIS PENGARUH PANTULAN TERHADAP TEKANAN UDARA BOLA

Pada hasil penelitian pertama, terlihat jarak pantulan yang masih terbilang normal karena tekanan yang diberikan pada bola masih terbilang normal bahkan rendah, hal ini menyebabkan pantulan pada bola masih berada di jarak normal. Dari hasil waktu, untuk mencapai titik akhir parameter, bola voli terlihat lebih lama untuk menggapai garis parameter karena tekanan pada bola voli juga lebih besar.

Hasil Pengukuran Kedua



Gambar percobaan 2
(Sumber penelitian secara langsung)

Tabel 2. hasil percobaan kedua

Jenis Bola	Titik Awal (cm)	Tekanan (psi)	Pantulan (cm)	Waktu (ms)
Bola Sepak	100	15	86,6	0,61
Bola Voli	100	23	93	0,70

(Sumber penelitian secara langsung)

Pada percobaan selanjutnya, bola sepak dengan tekanan 15 psi dan bola voli dengan tekanan 23 psi dijatuhkan dari ketinggian 100 cm. Hasil pengamatan

menunjukkan perbedaan ketinggian pantulan yang signifikan antara kedua bola tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi tekanan udara di dalam bola memengaruhi ketinggian pantulan yang dihasilkan.

Saat bola dilepaskan dari ketinggian awal yang sama dan kecepatan awal ketika bola mencapai lantai juga sama. Walaupun demikian, jarak yang ditempuh bola berbeda-beda bergantung pada tekanan bola. Pada percobaan ini, tekanan bola berhubungan dengan banyaknya pompaan ketika memompa bola.⁴

Dengan demikian, pengaturan tekanan udara sesuai standar bukan hanya penting untuk kenyamanan permainan, tetapi juga sangat menentukan performa fisik bola dalam konteks gaya dan gerak. Material dan teknik pembuatan bola menentukan permukaan bola. Permukaan bola berpengaruh terhadap performansi bola dimana hal ini terkait dengan aspek aerodinamika yaitu perilaku bola di udara sekitar.⁵

Udara di dalam bola akan bergerak dengan mudah untuk mengisi ruang yang kosong dalam bola. Karena ada ruang kosong, maka molekul gas di dalam bola bisa bergerak mendekat atau menjauh, yang menyebabkan gas mengembang atau berkurang ukurannya dengan mudah. Saat bola menyentuh tanah, maka tanah akan memberikan gaya pada bola, sehingga akan menekan bola ke atas dan mendorong bagian bawah bola ke dalam.⁶

Eksperimen menggunakan bola atau permukaan yang berbeda diprediksi akan menunjukkan hubungan eksponensial terbalik yang serupa pada tekanan, dengan asimtot bergeser ke atas jika tumbukan lebih elastis. Tes dengan tekanan yang berbeda diharapkan menunjukkan tren umum yang sama, tetapi sekali lagi dengan asimtot yang berbeda, tergantung pada kondisinya. Nilai sebenarnya untuk koefisien restitusi maksimum akan bergantung pada bola, permukaan, suhu, gas dalam bola, dan gas yang ada di atmosfer.⁷

⁴ Muhammad Fauzi Sahdan, Panji Achmari, Pribadi Mumpuni Adhi, Sparisoma Viridi, *Studi Awal Pengaruh Tekanan Udara dalam Bola terhadap Gesekan Gelinding (Rolling Friction) pada Bola yang Menggelinding*, Jurnal Pengajaran Fisika Sekolah Menengah, 2013

⁵ Bayu Septa Martaviano Triaiditya, Gatut Rubiono, Edi Irwanto, Danang Ari Santoso, *Struktur Permukaan 5 Merk Bola Sepak dan 5 Merk Bola Voli*, SPRINTER: Jurnal Ilmu Olahraga, 2023

⁶ Tyas Wening, *Bola Memantul saat Dilemparkan, Apakah Pantulan Bola Dipengaruhi Suhu?* #AkuBacaAkuTahu, BOBO.ID, 2019

⁷ Osman Kareem, Boree Sophie Kim, *Air Pressure and the Coefficient of Restitution of a Ball*, 2009

ANALISIS PENGARUH PANTULAN TERHADAP TEKANAN UDARA BOLA

KESIMPULAN DAN SARAN

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa tekanan udara berperan sangat penting dalam menentukan karakteristik pantulan bola voli dan bola sepak. Variasi tekanan udara terbukti memengaruhi elastisitas bola dan koefisien restitusi, sehingga menentukan seberapa tinggi dan seberapa lama bola memantul setelah mengalami tumbukan dengan lantai.

Hubungan antara tekanan bola dan koefisien restitusinya diselidiki. Pada kondisi tekanan minimum standar (8,5 psi untuk bola sepak dan 15 psi untuk bola voli) dari ketinggian jatuh yang sama, bola voli menghasilkan ketinggian pantulan maksimum yang lebih besar dibandingkan bola sepak. Hal ini menegaskan bahwa tekanan udara yang lebih tinggi dalam bola cenderung mengurangi energi kinetik yang hilang saat tumbukan, sehingga pantulan menjadi lebih lenting dan efisien. Dengan pengukuran tekanan, tinggi pantulannya bersamaan dengan persamaan koefisien restitusi, hubungan antara tekanan bola dan koefisien restitusinya ditentukan berbanding terbalik dengan eksponensial, dengan koefisien restitusi mendekati batas ketika tekanan meningkat.

Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan pertimbangan bagi pelatih, atlet, serta produsen perlengkapan olahraga dalam menentukan tekanan udara bola yang tepat guna mencapai performa permainan yang optimal. Pengembangan dan penelitian lebih lanjut terhadap karakteristik bola berperan penting dalam memengaruhi kinerja bola, meningkatkan kualitas permainan, serta meminimalkan risiko cedera pada atlet. Penelitian ini difokuskan untuk menganalisis pengaruh tekanan udara pada bola voli dan bola sepak terhadap tinggi pantulan yang dihasilkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami ucapkan terimakasih untuk Bapak Muhammad Nur Hadi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing mata kuliah Fisika Teknik, karena tanpa bimbingannya kami tidak akan bisa memahami penulisan dan penelitian yang kami lakukan. Terimakasih kepada anggota kelompok yang telah berpartisipasi dalam penulisan dan penelitian ini, karena bekerja sama maka tugas penulisan dan penelitian jurnal dapat diselesaikan dalam tempo waktu yang telah ditentukan.

DAFTAR REFERENSI

- Cross, R. (1999, 03 01). *The bounce of a ball Available to Purchase*. Diambil kembali dari American Journal of Physics: <https://pubs.aip.org/aapt/ajp/article-abstract/67/3/222/1055278/The-bounce-of-a-ball?redirectedFrom=fulltext>
- Irwanto, E., & Farhanto, G. (2021, 02 17). Pengaruh tekanan udara bola voli dan bola sepak terhadap pantulan. *Jorpres (Jurnal Olahraga Prestasi)*. Diambil kembali dari Repository Universitas PGRI Banyuwangi: <http://repository.unibabwi.ac.id/id/eprint/944/>
- Kareem, O., & Kim, B. S. (2009, Juni). *Air Pressure and the Coefficient of Restitution of a Ball*. Diambil kembali dari Research Gate: https://www.researchgate.net/publication/49586067_Air_Pressure_and_the_Coefficient_of_Restitution_of_a_Ball.
- Kim, J., & Yim, C. (2013). *Air Pressure and Coefficient of Restitution of a Ball*. Diambil kembali dari DOAJ: <https://doaj.org/article/edfa845d74954a5491d2a21efecf2330>
- Sahdan, M. F., Achmari, P., Adhi, P. M., & Viridi, S. (2013, 11 28). *Studi Awal Pengaruh Tekanan Udara dalam Bola terhadap Gesekan*. Diambil kembali dari Jurnal Pengajaran Fisika Sekolah Menengah: <https://mesin.pnj.ac.id/upload/artikel/files/mesin/Proceeding-Prib-08.pdf>
- Triaiditya, B. M., Santoso, D. A., Rubiono, G., & Irwanto, E. (2023, 12 14). *Struktur Permukaan 5 Merk Bola Sepak dan 5 Merk Bola Voli*. Diambil kembali dari SPRINTER Jurnal Ilmu Olahraga: <https://jurnal.icjambi.id/index.php/sprinter/article/view/429>
- Wening, T. (2019, 10 16). *Bola Memantul saat Dilemparkan, Apakah Pantulan Bola Dipengaruhi Suhu? #AkuBacaAkuTahu*. Diambil kembali dari bobo.id: <https://bobo.grid.id/read/081886889/bola-memantul-saat-dilemparkan-apakah-pantulan-bola-dipengaruhi-suhu-akubacaakutahu?page=all>.