

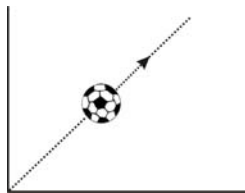
## Sepakbola pakai fisika, seru juga...

Gooooo ....lllll Suara teriakan histeris terdengar ketika Rosicky dari Republik Ceko di menit ke-36 menjebloskan bola ke gawang Keller dari Amerika Serikat melalui tendangan spektakular pada jarak 25 meter. Saat Rosicky menciptakan gol ini, mungkin ia tidak berpikir tentang fisika. Namun apa yang dilakukan oleh Rosicky itu ternyata erat hubungannya dengan fisika. Sebut saja ketika Rosicky menendang bola ke gawang, ia harus mengatur kecepatan dan besar sudut elevasi bola secara baik. Terlalu besar sudut elevasi dan kecepatan bola, bola akan melewati mistar. Sebaliknya jika sudut elevasi dan kecepatan terlalu kecil, bola akan jatuh di depan gawang. Seorang pemain sepakbola profesional adalah seperti seorang ahli fisika, ia harus mampu mengukur dengan tepat berapa besar gaya yang harus diberikan dan kemana arah bola harus ditendang agar bola dapat masuk gawang dengan cukup keras dan akurat.

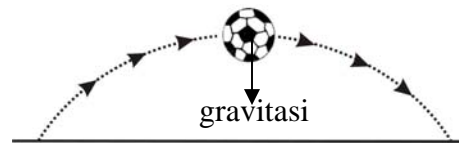
Sepakbola adalah permainan fisika. Dengan mengerti fisika kita bisa lebih menikmati permainan sepakbola, kita dapat mengerti mengapa lintasan bola berbentuk parabola, bagaimana terjadinya tendangan pisang, mengapa penjaga gawang sulit menahan tendangan pinalti, bagaimana orang menyundul bola dengan lebih efektif dan masih banyak lagi. Seorang pemain profesional yang diperlengkapi dengan ilmu fisika akan dapat memperbaiki *skill* dan kemampuannya.

### Gerakan Parabola

Ketika di SMP/SMA, kita belajar bahwa bola yang ditendang dengan sudut elevasi tertentu akan membentuk lintasan parabola (Gb. 1b). Bentuk lintasan ini sangat dipengaruhi oleh gravitasi bumi, kecepatan dan sudut elevasi bola. Tanpa gravitasi bola akan bergerak lurus ke atas (Gb. 1a). Gravitasi lah yang menarik bola turun. Semakin besar gravitasi semakin cepat bola jatuh ke tanah (lintasan bola semakin pendek). Di bulan yang gravitasinya lebih kecil, lintasan bola yang ditendang astronot akan jauh lebih panjang dibandingkan dengan lintasan bola di Bumi. Menurut perhitungan fisika, untuk menendang bola sejauh mungkin, pemain sepakbola harus menendang bola sekeras mungkin dan dengan sudut elevasi  $45^{\circ}$ .



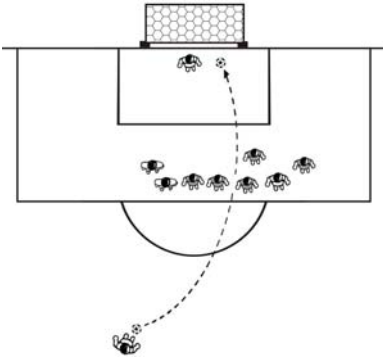
Gb.1a



Gb.1b

## Tendangan Pisang

Tahun 70-an Pele terkenal dengan tendangan pisangnya. Tahun 1998 gantinya Roberto Carlos dipuja-puja karena tendangan pisangnya. Tahun 2006 ini para penonton sedang menunggu-nunggu bagaimana David Beckham mengecoh para penjaga gawang dengan tendangan pisangnya yang sangat terkenal itu.



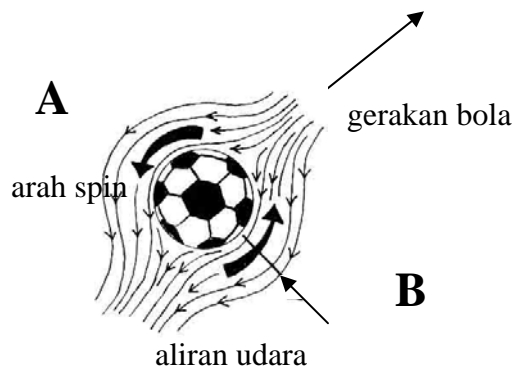
Gb.2. Tendangan pisang

Kita tentu masih ingat gol-gol manis David Beckham melalui tendangan bebasnya. yang dilakukan sekitar 30 meter didepan gawang. Beckham menendang bola dengan kecepatan sekitar 120 km/jam, bola melambung sekitar 1 meter melewati kepala para pagar betis itu dan secara tiba-tiba bola membelok serta masuk ke gawang lawan (Gb.2). Tepekun menggemuruh menyambut gol yang sangat spektakular ini.

Bagaimana David Beckham melakukan ini?

Seorang pengamat sepakbola Keith Hanna mengatakan bahwa Beckham melakukan ini karena otaknya yang jenius dapat memproses perhitungan fisika yang kompleks secara cepat sekali. Peneliti lain dari Universitas Sheffield, Inggris mengatakan hal yang sama: "... *Beckham was applying some very sophisticated physics,*"

Lintasan bola yang menyerupai bentuk pisang ini sudah lama menjadi perhatian para peneliti. Gustav Magnus tahun 1852 pernah meneliti kasus sebuah bola yang bergerak sambil berotasi (Gb. 3). Gerakan bola ini menimbulkan aliran udara. Akibat rotasi bola, aliran udara yang searah dengan arah rotasi bola (A) bergerak **relatif lebih cepat** dibandingkan aliran udara pada sisi bola yang lain (B). Menurut Bernoulli semakin cepat udara mengalir, semakin kecil tekanannya. Akibatnya tekanan di B lebih besar dibandingkan tekanan di A. Perbedaan tekanan ini menimbulkan gaya yang membelokkan bola ke arah A. Membeloknya bola akibat perbedaan tekanan udara ini sering disebut *efek magnus* untuk menghormati Gustav Magnus.



Gb. 3

Pada tendangan bebas, bola yang bergerak dengan kecepatan 110 km/jam dan berotasi dengan 10 putaran tiap detiknya, dapat menyimpang/membelok lebih dari 4 meter, cukup membuat penjaga gawang kebingungan.

Yang juga membuat tendangan Beckham lebih spektakular adalah efek lengkungan tajam di dekat akhir lintasan bola. Lengkung tajam yang tiba-tiba inilah yang membuat kiper-kiper terperangah karena bola berbelok begitu cepat dengan tiba-tiba. Apa yang menyebabkan ini?

Peneliti Inggris, Peter Bearman mengatakan bahwa efek magnus akan mengecil jika kecepatan gerak bola terlalu besar atau rotasinya lebih lambat. Jadi untuk mendapat efek magnus yang besar, seorang harus membuat bola berputar sangat cepat tetapi kecepatannya tidak boleh terlalu cepat. Ketika Beckham menendang bola secara keras dengan sisi sepatunya sehingga bola dapat berotasi cepat sekali, bola melambung dan mulai membelok akibat adanya efek magnus. Gesekan bola dengan udara akan memperlambat gerakan bola (kecepatan bola berkurang). Jika rotasi bola tidak banyak berubah, maka pengurangan kecepatan dapat menyebabkan efek magnus bertambah besar, akibatnya bola melengkung lebih tajam, masuk gawang, membuat penonton terpesona dan berdecak kagum.

## Menyundul

Menyundul merupakan bagian penting dalam sepakbola. Banyak gol tercipta melalui sundulan kepala. Menyundul bola membutuhkan koordinasi yang baik dari kepala, badan, serta pengetahuan tentang kecepatan bola dan arah sundulan.

Ada 2 posisi menyundul bola: 1) ditempat dengan melompat vertikal 2) berlari sambil melompat menyambut bola. Pada posisi 2, bola akan bergerak lebih cepat karena mendapat tambahan momentum dari gerakan kita. Besarnya momentum yang diterima bola sangat tergantung pada ke elastisan bola dan kekuatan otot tulang belakang ketika kita menyundul bola. Untuk membuat sundulan sekuat mungkin, kepala harus ditarik kebelakang sebanyak mungkin (badan melengkung), paha ditarik kebelakang dan lutut bengkok (Gb. 4). Pada posisi ini terjadi keseimbangan aksi-reaksi, pemain tidak terpelanting atau terputar dan kepala siap memberikan sundulan kuat ke bola. Saat bola menyentuh kepala, tubuh harus setegar mungkin agar lebih banyak energi dapat diberikan ke bola (gerakan otot dan urat yang tidak perlu akan menyerap energi kita dan dapat mengurangi energi yang diberikan pada bola).

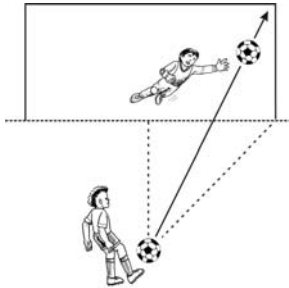


Gb. 4

Waktu sentuh kepala dengan bola (23 milidetik) yang relatif lebih lama dibandingkan waktu sentuh kaki ketika ia menendang bola (8 milidetik), memungkinkan kita untuk mengarahkan bola secara akurat ke arah yang kita inginkan.

Orang botak sering mendapat keuntungan dalam menyundul bola (rambut gondrong akan menyerap sebagian energi bola sehingga bola yang terpantul akan berkurang kecepatannya). Tetapi bukan berarti orang gondrong tidak bisa menyundul keras.

## Tendangan pinalti



Gb. 5

Tendangan pinalti adalah tendangan yang sangat ditakuti oleh para penjaga gawang. Tendangan ini dilakukan pada jarak 11 meter dari gawang dan biasanya jarang gagal. Seorang pemain sepakbola profesional dapat menendang bola dengan kecepatan sekitar 30 meter per detik (108 km/jam). Dengan kecepatan ini bola akan mencapai ujung kanan atas gawang dalam waktu 0,45 detik dan untuk ujung kanan bawah 0,38 detik.

Menurut perhitungan Sam Williamson, fisikawan di Center for Neural Science New York, waktu 0,38 detik tidak cukup untuk menangkap bola. Ketika bola ditendang, penjaga gawang akan bereaksi rata-rata setelah 0,3 detik. Begitu bereaksi, otak akan memberi perintah pada otot untuk bergerak, ini butuh waktu tambahan lebih dari 0,1 detik. Itu sebabnya sukar bagi penjaga gawang untuk menangkap bola yang bergerak cepat itu. Untuk melatih reaksi yang cepat dan tepat dibutuhkan latihan yang panjang dan pengalaman yang cukup. Itu sebabnya para kiper atau penjaga gawang dalam piala dunia ini rata-rata lebih tua dibandingkan pemain lainnya.

Agar berhasil, penendang pinalti harus memperhatikan arah angin, rotasi dan kecepatan bola. Bola yang berotasi terlalu cepat dapat menimbulkan efek magnus dan turbulens udara yang akan menyimpangkan bola. Menurut penelitian, tendangan yang paling efektif adalah tendangan dengan kekuatan 75 % sampai 80 % dari kekuatan maksimum (kecepatan bola sekitar 80 km/jam). Pada kecepatan ini penjaga gawang sulit menangkap bola dan kemungkinan terjadinya gol lebih besar dibandingkan dengan tendangan dengan kekuatan penuh.

Bicara sepakbola dengan fisika, sangat mengasyikan dan tak ada habisnya. Gerakan parabola, tendangan pisang, gerakan menyundul dan tendangan pinalti yang kita bahas diatas hanya sebagian dari asyiknya fisika dalam sepakbola. Di arena piala dunia 2006 ini kita bisa menikmati lebih banyak lagi bagaimana asyiknya fisika diterapkan dalam sepakbola. Coba saja perhatikan bagaimana nanti kiper Jerman memanfaatkan hukum pemantulan untuk menepis tendangan-tendangan maut dari para pemain lawan. Atau perhatikan bagaimana Totti menggunakan konsep keseimbangan ketika menghentikan bola dengan tubuh atau kakinya. Atau juga bagaimana Klose menggunakan konsep momentum, tumbukan dan momentum sudut yang tepat untuk menggerakkan kepalanya dan menyundul bola ke gawang musuh. Atau bagaimana Nistelrooy dengan

menggunakan keseimbangan yang sempurna melakukan tendangan voli yang indah dan memasukkan bola ke gawang lawan. Itu baru sebagian. Kita masih akan disuguhkan dengan banyak atraksi-atraksi lainnya yang membuat kita terkagum-kagum. Kita akan melihat bagaimana Owen, Ronaldo dan Trezeguet menggunakan perhitungan fisika (besar kecepatan, besar gaya dan arah ) untuk memasukkan bola ke gawang lawannya. Kita juga akan menyaksikan Crespo dan para eksekutor lain mengkombinasikan fisika dengan kecerdikan untuk menaklukan kiper-kiper terbaik dunia. Dan tentu saja kita akan saksikan bagaimana Beckham atau Roberto Carlos memanfaatkan efek magnus dalam melakukan tendangan pisangnya. Akhirnya selamat menikmati piala dunia dan selamat menikmati fisika dalam sepakbola.

*(Yohanes Surya).*