

BAB 2

Sweet Spot Raket Tennis

Ketika anda memukul bola dan kontak bola dengan raket benar-benar terasa lembut, anda menduga bahwa perkenaan bola tepat pada apa yang disebut sweet spot. Tetapi dapatkah kondisi ini dikuantifikasi ? Apa sebenarnya yang dimaksud dengan sweet spot? Ketika anda memukul bola pada daerah raket yang salah, maka anda akan merasakan salah satu dari beberapa respon. Tekanan dari raket (shock) dialirkan pada lengan, keseluruhan bagian raket bergetar, atau bola lepas dari tali raket tidak dengan kecepatan atau power yang diharapkan. Apakah yang menyebabkan adanya tekanan, getaran (vibrasi), dan hilangnya power? Apakah beberapa raket memiliki sweet spot yang lebih baik dari jenis raket lainnya, atau apakah ukuran sweet spot hanya merupakan pertimbangan yang relevan saja?

Banyak majalah tenis memasang iklan berbagai jenis raket yang diakui oleh pabriknya memiliki sweet spot paling baik atau besar. Bahkan jika pabrik benar-benar mengukur ukuran atau kualitas atau lokasi sweet spot dengan peralatan elektronik, apakah cara ini hanya merupakan satu cara yang harus dilakukan agar raket dapat menghasilkan pukulan yang baik ? Bab ini akan mencoba menjawab beberapa pertanyaan ini dan menjelaskan apa yang dikatakan pabrik dan iklannya tentang raket.

2.1 Sweet Spot

Meskipun istilah *sweet spot* telah lama dikenal, tetapi istilah ini tidak dijelaskan dalam literatur ilmiah sampai terbitnya artikel ilmiah tahun 1981 dalam *American Journal of Physics*. Artikel ini menjelaskan bahwa sebenarnya terdapat tiga sweet spot pada raket, tiap sweet spot mengukur karakteristik yang berbeda dari raket tenis. Oleh karena itu, kebingungan kita dan beberapa pabrik raket nampaknya tentang penjelasan ini dapat diperbaiki. Ketiga sweet spot didefinisikan sebagai daerah-daerah dimana ketika anda memukul bola, maka anda akan merasakan salah satu dari ketiganya.

Sweet Spot 1 : Tekanan pertama yang dirasakan tangan adalah minimum

Sweet Spot 2 : Getaran (vibrasi) yang dirasakan tangan dan lengan adalah minimum

Sweet Spot 3 : Bola memantul dari tali raket dengan kecepatan tinggi (atau power)

Sekarang, dalam bahasa teknik dan ilmuwan, tiap-tiap daerah itu mempunyai nama khusus :

Sweet Spot 1 adalah center of percussion (COP)

Sweet Spot 2 adalah the node of the first harmonic (the node)

Sweet Spot 3 adalah the maximum coefficient of restitution (COR)

Pada umumnya, ketiganya ditemukan pada daerah yang terpisah di daun raket. Tiap bagian ini merupakan daerah dan bukannya titik, dan ditentukan oleh orang yang melakukan tesnya. Contohnya, sweet spot kedua merupakan daerah dimana vibrasi disebabkan oleh perkenaan bola pada raket yang kurang dari **arbitrary value**. Sweet spot ketiga merupakan daerah dimana bola memantul di atas arbitrary value. Titik sebenarnya dimana vibrasinya minimum atau kecepatan pantulan bola tertinggi diperoleh adalah bukan arbitrary. Kondisi ini dapat ditentukan dengan eksperimen. Lokasi ketiga daerah sweet spot dapat dilihat pada gambar 2.1. Lokasi bagian yang dapat diukur disebabkan oleh beberapa faktor yang saling berpengaruh : distribusi berat raket, fleksibilitasnya, ukuran daun dan bentuk raket, dsb. Para Tentu saja para perancang raket mengetahui bahwa penambahan berat pada ujung raket atau mengubah fleksibilitas daun raket akan mengubah lokasi sweet spot. Pendek kata, lokasi sweet spot bisa bervariasi. Tentunya benar bahwa tak ada satupun jenis raket dimana lokasi ketiga bagian ini berada pada tengah-tengah bidang tali raketnya.

Apakah para pengguna raket dapat menentukan sendiri lokasi dari tiap sweet spot ? Ya, dan tes yang sederhana yang dijelaskan nanti tidak memerlukan banyak peralatan laboratorium; tes ini dapat dilakukan di rumah.

Gambar 2.1. Sweet spot raket tenis. Ketiga sweet spot raket tenis diperlihatkan pada daun raket, dengan posisi raket berdiri.

2.2 Sweet Spot 1: Tekanan Awal Minimum pada Tangan (The Center of Percussion)

Ketika sebuah bola dilemparkan mengenai sebuah raket yang tidak dipegang oleh tangan, maka raket akan bergerak searah dengan arah bola (kekekalan momentum). Jika bola itu mengenai titik berat raket (center of mass) atau titik keseimbangan (biasanya pada daerah rongga raket), maka seluruh bagian raket akan bergerak lurus (translasi), dan raket tidak berputar. Jika bola mengenai titik tengah bidang tali raket, maka raket akan bergerak translasi (momentum linier) dan rotasi (momentum angular), seperti yang diperlihatkan pada gambar 2.2. Tetapi ada satu titik pada bagian pegangan raket (handle) dimana gerakannya disebabkan gerak translasi (bergerak ke arah bola sebelum bola kontak dengan raket) dan gerak yang disebabkan oleh gerak rotasi (ke arah pantulan bola). Jika raket itu anda pegang pada bagian itu, maka tangan anda tidak akan merasakan adanya tekanan atau kontak ketika bola mengenai raket karena raket akan cenderung memutar pada titik tersebut dan tidak bergerak. Lokasi titik dimana bola itu dipukul disebut center of percussion (COP), tetapi titik ini hanya dapat ditemukan setelah titik pivot ditentukan. Jika anda pegang raket sedikit lebih ke atas bagian raket, atau ke bawah mendekati ujung pegangannya, maka lokasi COP akan sedikit berada pada tempat yang berbeda pada raket, karena lokasinya ditentukan relatif dengan dibagian mana anda memegang raket.

Gambar 2.2. Center of percussion. Ketika bola tenis mengenai raket pada titik beratnya (center of gravity) (A), maka raket akan memantul kembali dan akan bergerak (translasi) tetapi tidak berputar (B). Ketika sebuah bola tenis mengenai raket pada titik tengah daun raketnya (C), maka gerak raket akan translasi (D) dan rotasi (E). Kombinasi rotasi dan translasi menjadi satu gerak (F), memperlihatkan bahwa terdapat satu titik dimana raket tidak bergerak dan raket berputar sekitar titik tersebut. Jika anda memegang raket pada titik tersebut, maka tangan anda tidak akan merasakan tekanan dari raket ketika memukul bola. Lokasi titik pivot ini akan berbeda, karena bola mengenai titik yang berbeda pada raketnya. Ketika titik pivotnya adalah titik dimana bagian raket yang anda pegang, maka bola bola telah mengenai center of percussion raketnya.

Ketika anda memukul bola pada sweet spot 1 (the center of percussion), maka tekanan awal pada tangan adalah minimum dan pukulan akan terasa lembut. Titik yang berada pada handle raket yang dipegang (di bawah jari telunjuk) tidak akan bergeser dari tangan anda. Jika anda tidak memukul bola tepat pada sweet spot 1, maka akan terjadi tekanan awal pada tangan dari raket. Sebagai contoh, jika anda memukul bola pada suatu titik di bagian daun raket yang letaknya jauh dari tangan anda dari pada COP sweet spot, maka raket akan mencoba untuk lepas sendiri ke luar dari tangan anda (pada pukulan forehand), sehingga jari-jari akan terbuka sendiri. Jika anda memukul bola lebih dekat dengan tangan dari pada sweet spot (yang sulit dilakukan dengan raket ukuran standar), maka tekanan awal akan mendorong telapak tangan anda.

Menempatkan titik yang meminimalkan tekanan awal pada tangan anda (menemukan the center of percussion)

Peganglah raket dengan jari telunjuk dan ibu jari pada handle-nya dimana anda biasanya menempatkan bagian bawah jari telunjuk (kira-kira 4 inch dari ujung handle-nya). Longgarkanlah pegangan tersebut sehingga raket akan terayun seperti pendulum, dan jari-jari sebagai tempat pivot, serta tangan dan lengan jangan digerakkan. Tempatkan jari-jari sehingga raket terayun dengan daun raket terbuka, seperti seolah-olah raket tersebut sedang kontak dengan bola pelan-pelan. Kemudian ukurlah waktunya (dalam detik) selama raket tersebut bergerak bolak-balik sampai berhenti. Gerakkanlah raket tersebut dari awal selama lima kali, catat waktu totalnya, kemudian bagilah dengan lima. Hasilnya menunjukkan nilai waktu sekali ayunan yang lebih akurat (t/swg)

Jarak (dalam inch) dari titik dimana handle raket itu dipegang sampai sweet spot 1 (minimum initial shock) dapat dicari dengan mengalikan waktu per ayunan dikuadratkan ($t/\text{swg} \times t/\text{swg}$) dengan 9,77.

$$\text{Lokasi COP (dalam inch)} = 9,77 \times (t/\text{sswg}) \times (t/\text{sswg})$$

Ambil contoh, jika waktu untuk menyelesaikan satu ayunan adalah 1,3 det, kemudian jarak dari jari-jari tangan sampai sweet spot 1 adalah 16,5 inch, yaitu hasil dari $9,77 \times 1,3 \times 1,3$. Hasil ini hampir sama dengan lokasi center of percussion yang ditentukan dengan uji di laboratorium.

Ketika lokasi COP diukur dari sejumlah raket dengan ukuran dan bentuk yang berbeda, maka nilainya mendekati 20 inch dari ujung handle seluruh raket (titik pivotnya 4 inch dari ujung handle)

Jika raket tenis dipukul pada center of percussion-nya, maka titik pada handle raket (titik pivot) tidak harus berpindah. Serangkaian ilustrasi pada gambar 2.3 menunjukkan hasil ini. Sebuah raket digantung pada handle-nya kira-kira 4 inch dari ujung handle-nya, kemudian bola tenis dipukulkan pada tali raketnya, dari gambar A sampai C terlihat bola kontak di tempat yang berbeda, dan yang terakhir kontak pada COP sweet spotnya. Gambar

menunjukkan bahwa ketika kontak bola mengenai COP nya, maka tak terjadi tekanan awal pada titik pivotnya (yaitu titik tempat raket itu digantung).

- v Jika anda ingin meminimalkan tekanan awal raket pada tangan anda, maka anda harus mencoba memukul bola pada sweet spot 1

Gambar 2.3. Pengujian COP. Sebuah raket tenis digantung dengan seutas tali pada suatu titik dimana jari telunjuk biasanya mengenai handle pada saat memegang raket. Kemudian raket dipukul pada bola mendekati ujung raket (A), dekat rongga raket (B), dan pada titik COP (C). Pada dua rangkaian gambar ini, ketika bola mengenai tali raket, dapat anda amati apa yang terjadi pada titik tempat handle raket digantung (suspension point) warna hitam. Ketika bola mengenai ujung raket (A), titiknya bergerak ke kanan dan akan memindahkan kekuatannya pada tangan jika anda sedang memegang raket. Ketika bola mengenai dekat rongga raket (B), maka titiknya bergerak ke kiri dan akan memindahkan kekuatannya pada telapak tangan anda jika anda sedang memegang raket. Ketika bola mengenai titik COP nya (C), maka bagian handle raket tidak bergerak sehingga tidak ada kekuatan yang dipindahkan pada jar-jari atau telapak tangan.

2.3 Sweet Spot 2: Vibrasi minimum dari raket dan Pengaruhnya pada Tangan dan Lengan (the node)

Ketika sebuah raket mengenai bola, maka raket mengalami deformasi dari kontak; kemudian raket mulai bergetar selama waktu yang singkat. Raket dapat bergetar dengan berbagai cara, yang paling umum diperlihatkan pada gambar 2.4. Pada diagram ini jenis vibrasi A dan B hanya dapat terjadi jika handle raketnya dipegang dengan kokoh, sedangkan model vibrasi C raketnya tidak dipegang. Jika sebuah raket tenis menghasilkan vibrasi seperti model A, maka raket tersebut akan menghasilkan vibrasi sekitar 20 sampai 30 siklus per detik. Pada model B dan C, raket akan menghasilkan vibrasi sekitar 100 sampai 150 siklus per detik. (Semakin kaku rangka raket, maka semakin tinggi frekuensi vibrasi raket tersebut). Gambar B dan C

merupakan model frekuensi yang lebih tinggi yang tidak disukai oleh kebanyakan orang yang bermain tenis. Model ini menyebabkan hilangnya kontrol, kelelahan, dan pada umumnya perasaan yang tidak memuaskan ketika raket kontak dengan bola. Sekalipun demikian, terdapat satu titik kontak pada daun raket (the node) dimana tidak menyebabkan vibrasi. Titik kontak tersebut adalah Sweet spot 2. Semakin jauh dari daerah ini kontak bola dengan raket, maka semakin besar jumlah vibrasinya. Raket akan menghasilkan vibrasi paling besar, contohnya, jika anda memukul bola dekat dengan ujung raket.

Gambar 2.4. Model-model vibrasi pada raket tenis. Gambar ini memperlihatkan bagaimana sebuah raket tenis menghasilkan vibrasi. Model A, mempunyai frekuensi terendah (handle dipegang) seringkali disebut the diving-board mode. Gambar 2.4B memperlihatkan model vibrasi harmonik pertama (frekuensi berikutnya yang lebih tinggi) dengan lokasi titiknya (node). Ketika vibrasi pada model ini, tak terdapat gerak raket pada titiknya. Gambar 2.4C memperlihatkan lokasi titik ketika handle raket tidak dipegang.

Gambar 2.5 memperlihatkan vibrasi sebuah raket seperti yang direkam dengan oskiloskop ketika bola mengenai raket di atas (A), (B), dan bawah (C) sweet spot 2. Ketika bola tidak kontak mengenai sweet spot, maka akibatnya menimbulkan vibrasi yang kasar, yaitu akan terasa bila raketnya sedang dipegang, maka kurang nyaman. Ketika bola mengenai sweet spot, maka vibrasinya akan lembut, maka kontak bola akan terasa nyaman.

Gambar 2.6 memperlihatkan kekuatan yang dipindahkan pada tangan dari raket di atas (A), (B), dan bawah (C) sweet spot. Penurunan vibrasi yang besar yang dirasakan tangan ketika bola kontak pada atau dekat sweet spot jelas terlihat pada gambar.

Karena sangat sulit untuk memukul bola mengenai bagian sweet spot setiap bermain tenis, maka beberapa pabrik raket berusaha untuk mengurangi vibrasi secepat mungkin dengan berbagai macam teknik. Banyak yang menggunakan alat untuk menurunkan vibrasi yang dipasang di daun raketnya; sedangkan yang lainnya menempatkan alat pada bagian samping handle raket. Jika alat ini tidak menyerap energi vibrasi, maka vibrasi akan diteruskan ke tangan dan lengan. Anda dapat membeli dan memasangnya pada tali raket dekat rongga, sebuah peredam kecil dengan berat 1 gram. Tetapi alat yang begitu kecil tidak

dapat menyerap dan meredam vibrasi rangka raket yang beratnya 350 gram dalam waktu yang terbatas. Tetapi alat ini dapat meredam vibrasi tali raket yang bergetar antara 500 sampai 600 siklus per detik, dengan demikian dapat mengubah bunyi interaksi antara bola dengan raket. Alat-alat yang kecil ini nampaknya tidak berpengaruh terhadap banyak perubahan pada raket ketika digunakan, dan karena tidak jelas apakah vibrasi tali raket mengganggu kualitas pukulan, maka bila digunakan tidak akan banyak merugikan.

Mencari lokasi titik yang meminimalkan vibrasi pada tangan dan lengan (sweet spot 2)

Sebuah pita dengan kartu indeks diikatkan longgar pada raket (pita karet dapat juga digunakan) dan pegang raket dengan ibu jari dan jari telunjuk dengan jarak 5 sampai 6 inch dari ujung handle, seperti pada gambar 2.7. Pukullah daun raket pada berbagai lokasi dengan bola yang dipegang tangan atau ujung handle raket lain. Ketika anda memukul tali raket dekat ujung atau rongga raket, maka kartu index akan berbunyi keras. Ketika anda memukul bagian sweet spot 2, maka bunyi yang didengar adalah getaran tali raket. Ketika lokasi kontak dipindahkan jauh dari sweet spot 2, maka amplitudo bunyinya akan meningkat. Normalnya, ketika anda memegang raket dengan grip konvensional dan tidak kontak dengan sweet spot 2, maka tangan dan lengan anda akan menyerap seluruh vibrasi yang ditunjukkan oleh kartu index.

- ✓ Jika anda ingin meminimalkan vibrasi raket, maka anda harus mencoba memukul bola pada daerah sweet spot 2.

2.4 Sweet Spot 3: Kecepatan Pantulan Maksimum bola

Pada kebanyakan jenis raket, anda akan memperoleh power ketika bola mengenai tali raket dekat dengan rongga raket dari pada kontak dengan bagian tengah daun raket. Ini berarti bahwa ketika anda mengubah titik kontak lebih dekat dengan rongga, maka anda akan memperoleh kecepatan bola yang tinggi, setidaknya-tidaknnya sampai anda kekurangan daerah kontak pada bidang tali raket karena bola mengenai rangka raket. Suatu bagian pada raket bahkan power yang lebih besarpun, tidak tersedia pada raket bentuk dan ukuran konvensional (daun raketnya kecil), tetapi menjadi berguna bila batangnya diperpendek dan daun raketnya diperbesar dengan memperluas daunnya ke arah handle. Sebuah raket yang mempunyai sweet spot powernya diperbesar merupakan salah satu keuntungan, dimana bagian daun raketnya diperbesar dengan cara ini.

Untuk memperoleh keuntungan power yang tersedia pada raket yang mempunyai daun lebih lebar, maka anda harus belajar memukul bola kira-kira 1 atau 2 inch mendekati tangan. Jika anda lebih senang memukul dengan menggunakan pergelangan tangan (snap), maka akan sedikit menghasilkan power. Untuk jenis pukulan ini, ketika anda memukul bola dekat dengan tangan, maka kecepatan kepala raket pada titik kontak lebih rendah dari pada kecepatan kepala raket pada titik kontak konvensional. Penurunan kecepatan ini bisa melebihi kekuatn untuk melawan power yang lebih besar yang diperoleh dengan memukul bola mendekati rongga raket ukuran oversize. Seperti yang terjadi pada servis., dimana hukum-hukum fisika menghendaki kecepatan yang tinggi dari kepala raket, jika anda menginginkan kecepatan bola yang tinggi. Karena servis merupakan sebuah pukulan yang memudahkan anda untuk melakukan lecutan (snap atau whip) pada raket (sebenarnya gerak

pronasi lengan), maka kecepatan ekstra yang dimiliki raket jauh dari rongganya dapat disimpan untuk digunakan dengan benar dan titik tengah kepala raket merupakan bagian terbaik untuk menghasilkan power.

Untuk menentukan mengapa titik power maksimumnya dekat rongganya, dan bukan pada titik tengah kepala raket, maka memerlukan model sebuah raket ketika kontak dengan bola. Apakah sebuah raket sebenarnya bergerak seperti sebuah raket yang handle-nya dipegang sebaliknya (karena tangan memegang raket), atau apakah raket bergerak seperti benda bebas karena tangan benar-benar lemah bila dibandingkan dengan kekuatan yang dihasilkan? Para ahli tenis tidak setuju pada jawaban pertanyaan ini, tetapi analisis yang seksama memperlihatkan bahwa lokasi titik power maksimum (sweet spot 3) adalah sama.

Jika kepala raket (bukan handle) dipegang dengan kuat, maka titik power maksimumnya akan berada pada titik tengah bidang kepala raket, karena tali raket merupakan bagian paling lembut di bagian itu. Jika sebaliknya, bagian handle yang dipegang, maka titik power maksimumnya mendekati rongganya. Memang demikian, karena raket itu fleksibel, dan energi yang disimpan selama deformasi tidak dapat dikembalikan pada bola. Semakin dekat bola kontak dengan rongga raket, maka semakin besar efektivitas kekakuan rangka raket dan sedikit energi yang hilang selama raket deformasi.

Pada awalnya nampak persoalan ini kurang benar, karena anda baru saja mengetahui bahwa tali senar kendur menghasilkan power yang besar (menyerap dan mengembalikan energi bola). Oleh karena itu, mengapa raket yang fleksibel tidak banyak menghasilkan power? Bola memerlukan waktu sekitar 0,005 detik untuk kontak dengan tali raket sebelum memantul dari kepala raket. Sebaliknya, raket memerlukan waktu 0,015 untuk kembali ke posisi semula. Ketika terjadi kontak, maka bola sudah lebih dahulu lepas dari tali raket, dan tidak memperoleh energi dari raket yang diserap selama deformasi.

Koefisien restitusi (COR) didefinisikan sebagai rasio antara kecepatan bola memantul dengan kecepatan bola datang. Power maksimum diperoleh ketika COR nya maksimum. Di laboratorium, COR dapat diukur di berbagai lokasi kepala raket dengan handle-nya dipegang dan memukul bola pada kepala raket dengan mesin pelontar bola tenis. Gerak kecepatan tinggi atau gambar stroboskopik memudahkan pengukuran kecepatan bola memantul dan kecepatan bola datang. Kemudian dihitung COR untuk tiap bagian pada kepala raket. Aturan pabrik raket memutuskan bahwa sweet spot merupakan daerah dimana COR nya lebih besar dari 0,5 (atau 0,55 atau 0,6) dan mengukur berapa inch persegi kepala raket memenuhi kriteria ini.

Jika raket itu dianggap sebagai benda bebas, maka titik power maksimumnya berada dekat dengan titik keseimbangan (balance point) atau titik beratnya (center of gravity). Oleh karena bola kontak lebih dekat dengan titik berat raket, maka sedikit energi yang hilang berubah menjadi energi rotasi raket. Oleh karena itu lebih banyak energi diberikan pada bola, dan anda memperoleh power yang besar dari raket. Karena daerah tali raket yang paling dekat ke titik berat raket adalah bagian dekat rongga raket, yaitu daerah power maksimum.

Mencari lokasi titik power maksimum (maksimum COR)

Jika anda ingin menentukan lokasi sweet spot ini sendiri, peganglah raket pada handle-nya, dengan muka kepala raket menghadap ke atas (tali raket sejajar dengan lantai). Tempatkanlah handle raket kira-kira 4 sampai 5 inch dari ujung tepi atas meja, dan peganglah

kuat-kuat dengan bagian telapak tangan. Jatuhkan sebuah bola tenis dari ketinggian 30 cm atau lebih di atas tali raket dan ukurlah berapa ketinggian pantulan bola. Cobalah ukur beberapa kali lagi dan jatuhkan bola ke berbagai bagian muka kepala raket, berhati-hatilah agar bola selalu lepas dari ketinggian yang sama. Titik pada muka kepala raket yang memberikan ketinggian pantulan maksimum adalah titik maksimum koefisien restitusi atau sweet spot 3 (gambar 2.8)

- v Jika anda ingin memaksimalkan power pukulan, maka anda harus mencoba memukul bola pada daerah sweet spot 3.

Ketika anda mencoba menemukan sweet spot dengan metode ini, jangan heran jika anda menemukan bahwa ketinggian memantulnya (COR) lebih besar mendekati daerah rongga raket, ketinggian pantulan semakin menurun karena titik kontak bergerak menjauhi handle, tetapi tiba-tiba meningkat ketika titik kontak berada pada ujung kepala raket. Pada bagian ujung ini, raket mengenai bola dua kali, meskipun kejadian ini begitu singkat sehingga tidak dapat diamati. Simulasi komputer dan serangkaian gambar kecepatan tinggi telah memperkuat pernyataan ini. Pantulan awal pada ujung raket begitu rendah dimana bola masih menempel pada muka raket. Sekalipun demikian, raket juga memantul dan ketika memantul kembali dalam waktu 0,015 detik, maka raket kontak mengenai bola yang diam. Bola memerlukan banyak energi yang disimpan selama deformasi raket dan selalu hilang.

2.5 Kesimpulan

Terdapat tiga jenis sweet spot pada raket tenis. Ketiganya berada dimana :

Tekanan awal pada tangan adalah minimum (COP)

Vibrasi raket minimum (the node)

Power raket maksimum (maksimum COR)

Ketiga sweet spot sering ditemukan pada lokasi yang berbeda pada muka kepala raket

Gambar 2.8. Variasi dalam koefisien restitusi (COR) pada titik kontak yang berbeda pada raket yang sama. Ketinggian pantulan bola dari berbagai lokasi kontak pada kepala raket. Bola selalu dijatuhkan dari ketinggian yang sama. Nilai koefisien restitusi merupakan akar

kuadrat ketinggian pantulan dibagi dengan ketinggian bola itu dijatuhkan. Jika bola memantul sampai 0,49 dari ketinggian semula, maka COR nya 0,7 (akar kuadrat dari 0,49). Semakin besar CORnya (semakin tinggi pantulannya), maka semakin baik raket tersebut pada titik itu, karena bola akan lepas dari raket dengan kecepatan yang lebih tinggi.

Gambar 2.5 memperlihatkan pola – pola vibrasi sebuah raket. Ketika raket dipukul pada daerah sweet spot 2 (B), sangat lembut, pukulan terasa baik. Gambar lain memperlihatkan pola vibrasi ketika raket dipukul dekat ujungnya (A) dan dekat rongga raket (C). Semakin tinggi frekuensinya, maka pukulannya semakin terasa kurang lembut, seperti polanya kasar.

Gambar 2.6. Kekuatan tekanan pada tangan yang berasal dari kontak dengan bola. Tekanan yang dirasakan tangan ketika bola kontak pada ujung raket (A), dekat sweet spot 2 (B), dan dekat rongga raket (C). Sangat jelas terlihat bahwa vibrasi raket yang terjadi ketika kontak dengan bola dekat ujung dan rongga raket, tidak ada ketika bola mengenai sweet spot 2.

Gambar 2.7. Mencari lokasi sweet spot 2 (the node). Sebuah kartu petunjuk direkatkan longgar pada handle raket dan raket dipegang longgar kira-kira 6 inch dari ujung handle. Ketika tali raket kontak dengan bola, maka kartu petunjuk akan menghasilkan vibrasi dan berbunyi jika kontakannya tidak mengenai sweet spot 2.