

## **PELATIHAN METODE ACTIVE *ISOLATED STRETCHING* LEBIH EFEKTIF DARIPADA *CONTRACT RELAX STRETCHING* DALAM MENINGKATKAN FLEKSIBILITAS OTOT HAMSTRING**

Wismanto  
Fisioterapi Rumah Sakit Advent Bandung  
Jalan Cihampelas No.161 Bandung, Jawa Barat 40131  
wismanto.ft@yahoo.com

### **Abstrak**

Latar Belakang: Fleksibilitas adalah kemampuan suatu jaringan atau otot untuk memanjang semaksimal mungkin, sehingga tubuh dapat bergerak dengan lingkup gerak sendi yang penuh, tanpa disertai rasa nyeri. Berkurangnya fleksibilitas otot hamstring sering terjadi di masyarakat. Hal tersebut akan mempengaruhi keseimbangan kerja otot, perubahan sikap, gangguan aktifitas berjalan, kekakuan sendi, gangguan kapsul dan tendon. Untuk mengatasi hal tersebut perlu *stretching* yang tepat, untuk mendapatkan hasil maksimal dan untuk keberhasilan tersebut, peran fisioterapi sangat besar. Tujuan: Untuk mengetahui perbedaan efektifitas pelatihan metode *Active Isolated Stretching* dan *Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring. Metode: Penelitian ini memilih subyek penelitian dari karyawan Rumah Sakit Advent Bandung, berusia 30 tahun sampai dengan 49 tahun., berjumlah 24 orang, sesuai perhitungan sampel dalam rumus Pocock. Sampel dibagi menjadi 2 group, masing-masing terdiri dari 12 orang yaitu kelompok perlakuan I (*Active Isolated Stretching*) dan kelompok perlakuan II (*Contract Relax Stretching*), dilakukan pengukuran fleksibilitas otot hamstring dengan *sit and reach test* untuk mendapatkan data awal sebelum pelatihan dan data akhir sesudah pelatihan. Pelatihan dilakukan 3 kali seminggu selama 10 minggu. Hasil : Pada pengujian hipotesis I dengan uji *Wilcoxon Sign Rank Test*, nilai  $p < 0,05$ , berarti ada perbedaan yang bermakna pelatihan metode *Active Isolated Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring. Pengujian hipotesis II dengan uji *Paired Sample t-test*, didapatkan nilai  $p < 0,05$ , berarti ada perbedaan yang bermakna pelatihan metode *Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring. Pengujian hipotesis III dengan uji *Mann-Whitney U Test*, didapatkan nilai  $p < 0,05$ , berarti ada perbedaan yang bermakna dimana pelatihan metode *Active Isolated Stretching* lebih efektif daripada *Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring. *Active Isolated Stretching* merupakan *stretching* aktif, menggunakan terapi *myofacial release* dan *stretching* untuk otot, tendon dan facia. Kesimpulan: pelatihan metode *Active Isolated Stretching* lebih efektif daripada *Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring Manfaat lain dari *Active Isolated Stretching* yaitu tidak perlu menghabiskan waktu lama untuk menjalankan pelatihan peregangan dan program fitness. Hal tersebut sedang dipergunakan secara internasional diperkenalkan kepada para pelatih pribadi, pelatih atlet, physiotherapist, atlet-atlit profesional dan atlet olimpiade dan perlu disosialisasikan kepada masyarakat tentang pentingnya latihan *stretching* disamping untuk mencegah terjadinya cedera lebih lanjut. Sangat bermanfaat bagi masyarakat luas karena disamping dapat dikerjakan sendiri dirumah, tanpa pertolongan pelatih, juga menghemat waktu dan biaya.

**Kata kunci :** *Fleksibilitas, Active Isolated Stretching, Contract Relax Stretching*

### **Abstract**

*Background: The ability of tissue or muscle stretching to the maximum is called flexibility; this enables the body to move in full joint movement scope without experiencing any pain. There are occurrences in the community when the hamstring muscle flexibility was reduced. This will affect the balance of muscle contraction, posture*

*changes, and disturbances in walking, joint stiffness, capsule and tendon disorders. To overcome this problem, proper stretching is needed and physiotherapy plays a big role in achieving maximum result and success. Conducting muscle training by rational approach to increase hamstring muscle flexibility. Objective : This study aims to determine difference between the training using Active Isolated Stretching with Contract Relax Stretching in increasing the hamstring muscle flexibility. Method : Subjects participating for this research are 24 employees of Bandung Adventist Hospital with age ranging from 30 to 49 years old according to the sample calculation by Pocock formula. The samples were divided into two groups consisting 12 people; Group I (Active Isolated Stretching) and Group II (Contract Relax Stretching); hamstring muscle flexibility measurement was conducted through sit and reach test to obtain preliminary data (before training) and final data (after training). The training was conducted 3 times a week for a period of 10 weeks. Result : Hypothesis I was tested using Wilcoxon Sign Rank test, the p value ( $< 0.05$ ) showed a significant difference on Active Isolated Stretching exercise in increasing hamstring muscle flexibility. Hypothesis II was tested using Paired Sample t-test, the pvalue ( $< 0.05$ ) showed a significant difference on Contract Relax Stretching in increasing hamstring muscle flexibility. Hypothesis III was tested using Mann-Whitney U Test, the p value ( $< 0.05$ ) showed a significant difference where the training using Active Isolated Stretching showed more efficacies compared to Contract Relax Stretching in increasing the hamstring muscle flexibility. Conclusion : The training using Active Isolated Stretching showed more efficacies compared to Contract Relax Stretching in increasing the hamstring muscle flexibility. The Active Isolated Stretching technique is a myofascial release and stretching muscles, tendon and fascia, and utilizes active movement and reciprocal inhibition to reduce co-contraction and optimize flexibility. Other benefit of Active Isolated Stretching comprises the less time spent in conducting stretching and fitness programs. This method is currently practiced by personal trainer, athlete trainers, physiotherapists, professional athletes and also Olympic athletes worldwide, thus there is a need to introduce the importance of beneficial stretching exercise to the community in order to overcome hamstring muscle flexibility disturbances, as well as to prevent further injuries. This exercise will be beneficial to the community because other than being able to perform this exercise at home without trainer's assistance, it also saves time and money.*

**Keywords:** *Flexibility, Active Isolated Stretching, Contract Relax Stretching*

## **Pendahuluan**

Dalam kehidupan sehari-hari manusia bekerja dan beraktivitas melakukan kegiatan yang melibatkan seluruh anggota gerak tubuh. Gerakan hanya dapat terjadi bila ada suatu kontraksi dari otot-otot yang bersangkutan. Selain itu, untuk melakukan suatu gerakan dibutuhkan mobilitas dari sendi dan fleksibilitas yang baik pada jaringan lunak (otot, jaringan pengikat, dan kulit). Mobilitas yang dimaksud adalah kemampuan dari sendi untuk melakukan mobilisasi/gerakan tanpa adanya hambatan gerak dan bebas dari rasa nyeri. Fleksibilitas adalah kemampuan suatu jaringan atau otot untuk memanjang semaksimal mungkin sehingga tubuh dapat bergerak dengan lingkup gerak sendi yang penuh, tanpa disertai rasa nyeri. Fleksibilitas otot dipengaruhi oleh berbagai faktor, di antaranya struktur sendi,

usia, jenis kelamin, latihan/aktivitas, suhu tubuh, serta kehamilan.

Kurangnya mobilitas pada otot dalam waktu yang lama akan mengakibatkan pemendekan. Selain daripada itu frekuensi pemakaian kerja otot yang berlebihan akan mengakibatkan otot mengalami kelelahan berupa kontraktur sebagai reaksi pemendekan jaringan lunak. Pemendekan pada otot sering dan banyak sekali terjadi di masyarakat, walaupun kadang tidak dirasakan sebagai suatu masalah yang serius. Sebagai contoh, diwaktu masa kanak-kanak, mereka tidak mengalami kesukaran untuk mencium lutut, dalam posisi duduk dengan kaki lurus. Tetapi menjelang dewasa sudah mulai ada keterbatasan karena otot hamstring telah mengalami pemendekan dimana perubahan pemendekan otot tersebut terjadi tanpa disadari oleh individu, sehingga mereka sudah tidak

bisa mencium lutut lagi seperti dimasa kanak-kanak dulu.

Kondisi otot hamstring yang mengalami pemendekan mempengaruhi keseimbangan kerja otot yang berdampak terhadap munculnya gangguan-gangguan lainnya dalam aktivitas individu. Salah satu di antaranya adalah perubahan sikap postur mempengaruhi biomekanik yang pada akhirnya dapat memunculkan keluhan nyeri punggung bawah. Selain itu juga mempengaruhi aktivitas berjalan dimana penelitian Bing et-Al (2008) menunjukkan bahwa kecepatan pemanjangan otot hamstring secara signifikan lebih tinggi selama fase menapak dibandingkan fase mengayun. Untuk dapat melakukan aktivitas berjalan dengan efisien dengan resiko cedera kecil membutuhkan fleksibilitas otot hamstring yang adekuat.

Dengan angka kejadian yang cukup tinggi di masyarakat tentang penurunan fleksibilitas otot hamstring akibat pemendekan yang terjadi tanpa disadari maka resiko gangguan aktivitas sebagaimana dijelaskan di atas perlu di cari metode *stretching* otot hamstring yang dapat meningkatkan fleksibilitas otot hamstring.

Menurut penelitian Odunaiya N.A., Hamzat T.K., Ajayi OF (2005) dari African Journal of Biomedical Research Article, mengatakan bahwa pemendekan otot hamstring mengakibatkan meningkatnya tekanan *patelo femoral syndrome*.

Selanjutnya menurut penelitian Cecilia Ferreira de Aquino yang dipublikasikan pada Journal Bras Med Esporte – Vol. 12 Agustus 2006, mengutip pendapat John and Wright (1962) menunjukkan bahwa kontraktur jaringan otot mempengaruhi kekakuan sendi sebanyak 41% dan berkontribusi pada gangguan kapsul 47% serta pada tendon 10%.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa setiap kejadian baik sendi, kapsul maupun tendon selalu melibatkan kontribusi terhadap kontraktur otot. Untuk mengatasi pemendekan otot hamstring, perlu tindakan penguluran yang tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal, dimana untuk mendapatkan hasil tersebut, peran fisioterapi sangat besar.

Pemilihan intervensi *stretching* dalam mengatasi pemendekan otot hamstring adalah sangat tepat dan rasional. Paul M. Taylor (2002) dalam buku Mencegah & Mengatasi

Cidera Olah Raga, menyatakan bahwa Program latihan peregangan (*stretching*) dapat mencegah terjadinya ketegangan pada sekelompok otot, menjaga fleksibilitas otot dan persendian.

Untuk mengatasi masalah pemendekan yang terjadi serta meningkatkan kerja otot hamstring secara optimal, maka dibutuhkan suatu terapi/latihan yang bersifat mengulur jaringan/otot yang mengalami /pemendekan yang dikenal dengan istilah *stretching*. *Stretching* merupakan suatu aktivitas yang sudah banyak diterapkan di lingkungan masyarakat. Sebagai contoh misalnya, sebelum melakukan aktivitas olahraga, biasanya dilakukan pemanasan terlebih dulu, di antaranya adalah penguluran otot atau *stretching*

Otot hamstring merupakan otot tipe I (*tonik*) atau otot *postural*, yang berfungsi untuk melakukan gerakan fleksi hip, ekstensi knee, serta membantu gerakan eksternal dan internal rotasi hip.

Masalah-masalah yang timbul akibat dari pemendekan yang terjadi pada otot hamstring yaitu:

1. Nyeri, dapat terjadi karena menurunnya fleksibilitas pada otot yang berarti kemampuan otot untuk mengulur dan kembali ke bentuk semula mengalami gangguan. Hal ini dapat terjadi karena otot tersebut jarang sekali atau bahkan tidak pernah terulur secara maksimal sesuai dengan kemampuannya pada saat seseorang melakukan aktivitas, baik itu tidur, duduk, berlutut, berdiri maupun berjalan, yang menyebabkan otot kehilangan kemampuan fleksibilitasnya secara normal, sehingga bila terjadi penguluran pada otot tersebut, komponen dalam otot (*golgi tendon*) secara otomatis akan memberikan reaksi perlawanan yang menimbulkan nyeri pada saat dilakukan penguluran.
2. Keterbatasan gerak, akibat adanya rasa nyeri serta fleksibilitas otot hamstring yang menurun, tubuh secara otomatis akan membatasi gerakan-gerakan yang akan mengulur otot hamstring tersebut agar tidak timbul nyeri.
3. Penurunan lingkup gerak sendi lutut dapat terjadi karena adanya nyeri dan keterbatasan gerak pada otot hamstring sehingga dapat mengganggu aktivitas sehari-hari.

4. Kelemahan otot, reaksi tubuh untuk menghindari timbulnya rasa nyeri pada otot hamstring yaitu dengan membatasi gerakan penguluran penyebab nyeri tersebut. Pembatasan gerakan yang terjadi menyebabkan otot hamstring sangat jarang atau tidak pernah terulur secara maksimal dan lama kelamaan akan menyebabkan terjadinya kelemahan pada otot tersebut.
5. Gangguan postur, untuk menghindari rasa tidak nyaman/nyeri yang mengganggu aktivitas, tubuh akan memosisikan dirinya pada posisi yang berlawanan dengan timbulnya rasa nyeri, walaupun tidak dalam posisi yang benar. Posisi yang salah yang dilakukan secara terus-menerus, lama kelamaan akan menjadi kebiasaan dan menetap. Hal ini akan membentuk postur tubuh yang asimetris dan gerakan yang dilakukan juga akan menjadi tidak efisien.

Berbagai macam teknik yang dapat digunakan dalam melakukan penguluran otot diantaranya *stretching* dengan metode *active isolated stretching* dan metode *contract relax stretching*

*Active isolated stretching* adalah suatu metode penguluran/ yang biasa dilakukan pada otot-otot postural sebagai suatu latihan fleksibilitas yang dilakukan secara aktif. *Active isolated stretching* meningkatkan fleksibilitas secara aktif dan menguatkan otot *agonis*. Pada saat melakukan *Active isolated stretching*, komponen yang ada dalam otot yakni *golgi tendon* dan *muscle spindle*, dirangsang untuk melakukan kontraksi pada otot *antagonis* dan relaksasi pada otot *agonis* sehingga akan diperoleh suatu penguluran yang berarti. Tekanan pada otot *agonis* saat melakukan peregangan secara aktif akan membantu relaksasi pada otot yang di regang (*antagonis*).

*Contract relax stretching* merupakan salah satu teknik dalam *proprioceptive neuromuscular facilitation (PNF)* yang melibatkan kontraksi isometric dari otot yang mengalami spasme/ketegangan yang diikuti fase relaksasi kemudian diberikan *stretching* secara pasif dari otot yang mengalami ketegangan tersebut.

Pada *contract relax stretching*, ketika otot berkontraksi mencapai *initial stretch* (*stretch* awal) maka kebalikannya *stretch reflex* (respon regang) membuat otot tersebut

menjadi relaksasi, dimana relaksasi ini membantu menurunkan berbagai tekanan dan siap untuk melakukan peregangan selanjutnya.

### **Fleksibilitas Otot Hamstring**

Panjang otot hamstring sangat dipengaruhi oleh fleksibilitas otot. Fleksibilitas adalah kemampuan otot untuk memanjang/mengulur semaksimal mungkin sehingga tubuh dapat bergerak dengan *Range Of Motion* yang maksimal tanpa disertai dengan rasa tidak nyaman/nyeri. Fleksibilitas merupakan factor penting untuk melakukan suatu gerakan baik dalam berolahraga ataupun aktivitas fisik lainnya. Setiap manusia mempunyai tingkat fleksibilitas yang berbeda. Pada diri seorangpun mempunyai fleksibilitas yang berbeda antara bagian dari tubuhnya. Sebagai contoh seseorang mempunyai fleksibilitas yang baik pada bahu belum tentu memiliki fleksibilitas yang baik pula pada hamstringnya.

Fleksibilitas berkaitan erat dengan jaringan lunak seperti ligament, tendon dan otot, di samping struktur tulang dan sendi itu sendiri. Biasanya peningkatan lemak tubuh seseorang diikuti dengan penurunan fleksibilitas. Kurangnya aktivitas pada individu membuat fleksibilitas otot menurun. Jaringan lunak dan sendi menjadi kehilangan ekstensibilitas ketika otot pada posisi memendek dalam waktu yang lama. Terbiasa dalam posture tertentu dan kerja berat yang terus menerus pada jarak gerak sendi tertentu juga dapat membuat otot memendek akibat adaptasi. Aktivitas fisik dengan jarak gerak sendi yang cukup luas dapat mencegah hilangnya fleksibilitas otot.

Secara umum, menurunnya fleksibilitas lebih diakibatkan oleh kebiasaan bergerak dalam pola tertentu pada seorang individu dan pada gerakan tertentu dibandingkan dengan usia atau jenis kelamin. Fleksibilitas juga berkaitan dengan ukuran tubuh seseorang, jenis kelamin, usia, dan aktivitas fisik yang dilakukan.

### **Proses pemanjangan otot**

Tingkat fleksibilitas otot sangat menentukan ukuran panjang otot itu sendiri. Pada saat otot berkontraksi dan relaksasi, akan terjadi perubahan panjang dari otot tersebut. Kekuatan total dari sebuah otot yang berkontraksi adalah merupakan hasil dari sejumlah serabut

otot yang berkontraksi, sehingga panjang total yang dihasilkan oleh otot yang diulur adalah juga merupakan hasil dari penguluran sejumlah serabut otot. Dalam hal ini berarti semakin banyak serabut otot yang terulur maka akan menyebabkan semakin besar panjang otot yang dihasilkan penguluran yang diberikan pada otot tersebut. Pada saat otot terulur maka spindle otot juga terulur.

Spindel otot akan melaporkan perubahan panjang dan seberapa cepat perubahan panjang itu terjadi serta memberikan sinyal ke medula spinalis untuk meneruskan informasi ini ke susunan saraf pusat. Spindel otot akan memicu *stretch* refleks atau refleks miostatik untuk mencoba menahan perubahan panjang otot yang terjadi oleh golgi tendon dengan cara otot yang diulur tadi kemudian berkontraksi. Semakin tiba-tiba terjadi perubahan panjang otot maka akan menyebabkan otot berkontraksi semakin kuat. Ketika otot diulur/*di-stretch*, baik dengan *auto stretching* maupun *contract relax stretching*, otot tersebut akan dibiarkan terulur dalam jangka waktu tertentu baru kemudian rileks sehingga komponen yang ada dalam otot akan ikut terulur. Pada saat melakukan *auto stretching*, otot antagonis (group otot pada sisi yang tidak *di-stretch*) dan otot agonis (otot yang akan *di-stretch*) keduanya relax. Secara perlahan dan lembut, gerakan tubuh meningkatkan tekanan pada group otot yang akan *di-stretch*. Tekanan pada otot agonis saat peregangan secara aktif akan membuat otot mudah terulur, di mana muscle spindle tidak terstimulasi optimal dan stimulasi optimal terjadi pada golgi tendon, sehingga akan diperoleh suatu penguluran yang berarti. Pemberian *Active isolated stretching* yang dilakukan secara perlahan juga akan menghasilkan peregangan pada sarkomer sehingga peregangan akan mengembalikan elastisitas sarkomer yang terganggu.

Pada *contract relax stretching*, ketika otot berkontraksi mencapai *initial stretch* (*stretch* awal) maka kebalikannya *stretch reflex* (respon regang) membuat otot tersebut menjadi relaksasi (*reverse innervation*), di mana relaksasi ini membantu menurunkan berbagai tekanan dan siap untuk melakukan peregangan/penguluran pada otot tersebut. Salah satu alasan untuk mempertahankan suatu penguluran dalam jangka waktu yang lama adalah

pada saat otot dipertahankan pada posisi terulur maka spindle otot akan terbiasa dengan panjang otot yang baru dan akan mengurangi sinyal tadi.

Secara bertahap reseptor *stretch* akan terlatih untuk memberikan panjang yang lebih besar lagi terhadap otot. Hal ini tidak terlepas dari adanya proses adaptasi dalam tubuh manusia. Adaptasi merupakan karakteristik utama pada otot skeletal sebagai respon dari latihan, perubahan akut dapat terjadi pada sistem, organ atau sel. Pada latihan *stretching* dengan *Active isolated stretching* ataupun dengan *contract relax stretching* akan memberikan dampak atau respon terhadap otot. Adaptasi yang dapat terjadi setelah latihan di antaranya adalah adaptasi neurologikal, adaptasi struktural dan adaptasi metabolik.

### Adaptasi Neurologikal

Pada orang tak terlatih yang memulai program latihan penguluran pertama kali akan merasakan penambahan panjang otot secara dramatis. Peningkatan ini akan berlanjut secara linier selama 8-12 minggu. Mekanisme yang mendominasi pada awal latihan penguatan adalah adaptasi neurologi secara alami. Adaptasi ini dapat terjadi dengan atau tanpa peningkatan *cross sectional area*. Faktor utama pada *stretching exercise* untuk menambah panjang otot dengan meningkatkan fleksibilitas otot adalah pengetahuan dan koordinasi. Adaptasi neurologi yang terjadi mengalami tahapan sebagai berikut:

1. Peningkatan koordinasi *inter-muscular*. Hal ini meningkatkan kerjasama antara grup otot yang berbeda agar terjadi peningkatan efisiensi gerakan koordinasi. Perubahan ini terjadi selama 2-3 minggu pertama setelah latihan rutin.
2. Peningkatan koordinasi *intra-muscular*. Hal ini meningkatkan kerja sama serabut otot untuk meningkatkan produksi tenaga. Perubahan ini terjadi selama 4-6 minggu.
3. Peningkatan fleksibilitas otot. Adaptasi ini merupakan restrukturisasi pada jaringan otot sebagai peningkatan fungsional pada massa otot. Otot menambahkan elemen kontraktile dan meningkatkan integritas struktural. Penambahan jaringan konektif ini meningkatkan ketahanan jaringan terhadap cedera. Adaptasi ini terjadi pada

4. bulan setelah adaptasi awal *stretching exercise*.
5. Stagnasi (setelah 5 bulan).  
Adaptasi struktural dan fungsional mulai menjadi lebih lambat. Untuk melanjutkan perkembangan pada tahap ini adalah sangat penting untuk menentukan kondisi stagnasi, apakah terjadi pengurangan panjang otot, pengurangan volume dan intensitas atau pengurangan *currebt adaptive reserve* (CAR) pada tubuh yang terjadi sekitar 18-22 minggu.

### Adaptasi Struktural

Adaptasi struktural pertama pada *stretching exercise* untuk menambah panjang otot adalah bertambahnya panjang jaringan itu sendiri. *Fleksibilitas* otot yang meningkat atau penambahan panjang otot skeletal dengan *stretching exercise* dapat dilihat sebagai adaptasi struktural yang utama. Kompensasi ini merupakan penyesuaian untuk meningkatkan kapasitas otot dalam menghasilkan regangan sehingga otot dapat lebih fleksibel. Panjang otot secara langsung berhubungan dengan sintesis material selular, terutama pada protein elemen kontraktil. Peningkatan jumlah protein kontraktil terjadi secara paralel terhadap peningkatan jumlah volume mitokondria dalam sel otot. Di dalam sel, miofibril menjadi bertambah ukuran dan jumlah serta penambahan sarcomer terbentuk sebagai sintesis protein yang di percepat dan secara bersamaan menurunkan kerusakan protein. Dampak utama yang tampak pada bertambahnya panjang otot adalah meningkatnya fleksibilitas serta elastisitas jaringan.

### Adaptasi Metabolik

Pada adaptasi metabolik terdapat tiga enzim kompleks yang terlibat dalam adaptasi *stretching exercise*, yaitu phosphocreatine ATP kompleks, glikolisis/glikogenolisis kompleks dan lipolisis kompleks. Adaptasi ini merupakan adaptasi yang berkaitan dengan sistem energi yang digunakan selama latihan.

### Stretching

Kysner Caroline & Colby Lyn Allen (2007) dalam buku *Therapeutic Exercise Foundation and Techniques*, menerangkan bahwa *stretching* atau peregangan merupakan istilah

umum yang digunakan untuk menggambarkan suatu manuver terapeutik yang bertujuan untuk memanjangkan struktur jaringan lunak yang memendek secara patologis maupun non patologis sehingga dapat meningkatkan lingkup gerak sendi. Pada umumnya *stretching* dibagi dalam dua kelompok yaitu aktif *stretching* (peregangan aktif) latihan fleksibilitas dan pasif *stretching* (peregangan pasif). Ada beberapa tipe *stretching* yaitu: *auto stretching* (peregangan aktif), latihan fleksibilitas., *passive stretching* dan *contract relax stretching*.

Ada 2 hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan *stretching*, yaitu:

#### 1. Fleksibilitas

Fleksibilitas adalah kemampuan untuk menggerakkan sendi atau beberapa sendi melalui lingkup gerak sendi yang bebas nyeri. Fleksibilitas bergantung pada ekstensibilitas otot, yang menyebabkan otot dapat melewati suatu sendi dengan rileks, memanjang dan berada dalam medan gaya *stretch*. Arthrokinematik dari sendi yang bergerak serta kemampuan jaringan konektif periartikular untuk berubah bentuk (memanjang) juga mempengaruhi lingkup gerak sendi dan fleksibilitas secara keseluruhan. Seringkali istilah "fleksibilitas" digunakan merujuk lebih spesifik pada kemampuan unit musklotendinogen untuk memanjang sebagaimana segmen tubuh atau sendi bergerak melalui lingkup gerak sendi penuh.

Fleksibilitas dinamik merupakan aktif lingkup gerak sendi. Aspek fleksibilitas ini bergantung pada derajat lingkup gerak sendi yang dihasilkan oleh kontraksi otot dan besarnya tahanan jaringan yang terulur selama pergerakan aktif.

Fleksibilitas pasif merupakan derajat lingkup gerak sendi yang secara pasif dapat digerakkan melalui lingkup gerak sendi yang ada dan bergantung pada ekstensibilitas otot dan jaringan konektif yang melewati dan mengelilingi sendi. Pasif fleksibilitas biasanya merupakan prasyarat untuk dinamik fleksibilitas, tetapi tidak mutlak.

### Overstretch

*Overstretch* adalah suatu peregangan melampaui lingkup gerak sendi normal sendi dan jaringan lunak di sekitarnya, sehingga

menghasilkan hipermobilitas. *Overstretch* diperlukan bagi orang-orang tertentu yang sehat dengan kekuatan dan stabilitas normal yaitu orang-orang tertentu berperan aktif dalam olahraga yang memerlukan fleksibilitas berlebihan. *Overstretch* menjadi abnormal ketika struktur penopang sendi dan kekuatan otot di sekitar sendi tidak cukup dan tidak dapat mempertahankan stabilitas sendi dan posisi fungsional selama aktivitas. Kondisi ini seringkali dikenal sebagai "*stretch weakness*". Sebelum menerapkan teknik *stretching* ada beberapa konsep dasar dan konsep neurofisiologis yang berperan penting saat terjadi *stretching* otot.

Beberapa konsep dasar *stretching* telah dibahas pada materi yang membahas tentang otot seperti konsep sistem muskuloskeletal, komposisi otot, proses terjadinya suatu kontraksi otot, jenis serabut otot, dan jaringan penghubung, kerja kelompok otot, tipe kontraksi otot. Selanjutnya akan dibahas tentang konsep dasar dan konsep neurofisiologis lain yang berperan penting saat terjadi *stretching* otot seperti propioseptor, *stretch* refleks dan komponennya, reaksi pemanjangan otot dan juga resiprok al inhibisi.

### ***Stretch* refleks dan komponennya**

Pada saat otot terulur maka spindel otot juga terulur. Spindel otot akan melaporkan perubahan panjang dan seberapa cepat perubahan panjang itu terjadi serta memberikan sinyal ke medula spinalis untuk meneruskan informasi ini ke susunan saraf pusat. Spindel otot akan memicu *stretch* refleks yang biasa disebut juga dengan refleks miostatis untuk mencoba menahan perubahan panjang otot yang terjadi dengan cara otot yang diulur tadi kemudian berkontraksi. Semakin tiba-tiba terjadi perubahan panjang otot maka akan menyebabkan otot berkontraksi semakin kuat. Fungsi dasar spindel otot ini membantu memelihara tonus otot dan mencegah cedera otot. Salah satu alasan untuk mempertahankan suatu penguluran dalam jangka waktu yang lama adalah pada saat otot dipertahankan pada posisi terulur maka spindel otot akan terbiasa dengan panjang otot yang baru dan akan mengurangi sinyal tadi. Secara bertahap reseptor *stretch* akan terlatih untuk memberikan panjang yang lebih besar lagi terhadap otot.

*Stretch* refleks mempunyai dua komponen yaitu komponen statis dan komponen dinamis. Komponen statis ditemukan di sepanjang pada saat otot terulur. Komponen dinamis ditemukan hanya pada akhir saat otot diulur dan responnya menyebabkan perubahan panjang otot yang segera. Alasan yang mendasari *stretch* refleks mempunyai dua komponen adalah karena terdapat dua serabut otot intrafusal yaitu serabut rantai nuklear (*nuclear chain fibers*) yang bertanggung jawab untuk komponen statis dan serabut tas nuklear (*nuclear bag fibers*) yang bertanggung jawab untuk komponen dinamis. Serabut rantai nuklear (*nuclear chain fibers*) panjang dan tipis dan segera memanjang pada saat diulur. Pada saat serabut ini diulur saraf *stretch* refleks akan meningkatkan tingkat sinyalnya yang diikuti dengan segera peningkatan panjang otot. Hal ini merupakan komponen statis *stretch* refleks. Serabut tas nuklear (*nuclear bag fibers*) berkumpul di tengah otot sehingga mereka lebih elastis. *Nerve ending stretching* pada serabut ini terbungkus di daerah tengah yang memanjang dengan cepat saat serabut otot terulur. Daerah tengah bagian luar adalah kebalikannya beraksi seperti terisi cairan kental yang menghambat kecepatan penguluran dan kemudian memanjang di bawah pengaruh tegangan otot yang panjang. Jadi ketika menginginkan penguluran yang cepat pada serabut ini daerah tengah luar memanjang dan daerah tengah menjadi sangat memendek.

### **Respon Mekanik dan Neurofisiologi Otot terhadap *Stretching***

*Stretching* yang diberikan pada otot maka akan memiliki pengaruh yang pertama akan terjadi pada komponen elastin (aktin dan miosin) dan tegangan dalam otot meningkat dengan tajam, sarkomer memanjang dan bila dilakukan terus-menerus otot akan beradaptasi dan hal ini hanya bertahan sementara untuk mendapatkan panjang otot yang diinginkan Respon mekanik otot terhadap peregangan bergantung pada myofibril dan sarkomer otot. Setiap otot tersusun dari beberapa serabut otot. Satu serabut otot terdiri atas beberapa myofibril. Serabut myofibril tersusun dari beberapa sarkomer yang terletak sejajar dengan serabut otot. Sarkomer merupakan unit kon-

traktil dari myofibril dan terdiri atas filamen aktin dan miosin yang saling tumpang tindih. Sarkomer memberikan kemampuan pada otot untuk berkontraksi dan relaksasi, serta mempunyai kemampuan elastisitas jika diregangkan. Ketika otot secara pasif diregang, maka pemanjangan awal terjadi pada rangkaian komponen elastis (sarkomer) dan tension meningkat secara drastis. Kemudian, ketika gaya regangan dilepaskan maka setiap sarkomer akan kembali ke posisi *resting length*. Kecenderungan otot untuk kembali ke posisi *resting length* setelah peregangan disebut dengan elastisitas.

Respon neurofisiologi otot terhadap peregangan bergantung pada struktur muscle spindle dan golgi tendon organ. Ketika otot diregang dengan sangat cepat, maka serabut afferent primer merangsang  $\alpha$  (alpha) motor-neuron pada medulla spinalis dan memfasilitasi kontraksi serabut ekstrasfasal yaitu meningkatkan ketegangan (tension) pada otot. Hal ini dinamakan dengan *monosynaptik stretch refleks*. Tetapi jika peregangan dilakukan secara lambat pada otot, maka golgi tendon organ terstimulasi dan menginhibisi ketegangan pada otot sehingga memberikan pemanjangan pada komponen elastik otot yang paralel.

### Indikasi *Stretching*

Miostatik kontraktur: merupakan kasus yang paling sering terjadi biasanya tanpa disertai patologis pada jaringan lunak (*soft tissue*) dan dapat diatasi dengan *gentle stretching exercise* dalam waktu yang pendek misalnya pada otot hamstring, otot rektus femoris dan otot gastrocnemius.

*Scar Tissue Contracture Adhesion*: paling sering terjadi pada kapsul sendi bahu dan bila pasien menggerakkan bahu terdapat nyeri sehingga pasien cenderung melakukan imobilisasi akibatnya kadar glikoaminoglikans dan air dalam sendi berkurang sehingga fleksibilitas dan ekstensibilitas sendi berkurang.

*Fibrotic Adhesion*: kasus yang lebih berat dari kondisi kedua di atas karena biasanya bersifat kronis dan terdapat jaringan fibrotik seperti pada kondisi tortikolis.

*Ireversibel Kontraktur*: biasanya digunakan untuk mengembalikan lingkup gerak sendi dengan tindakan operatif karena dengan

penanganan manual tidak menghasilkan dampak yang baik.

*Pseudomiostatik Kontraktur*: Pada umumnya diakibatkan gangguan pada susunan saraf pusat sehingga mengakibatkan gangguan sistem muskuloskeletal.

### Kontra indikasi *stretching*

1. Terdapat fraktur yang masih baru pada daerah hip joint,
2. Post imobilisasi yang lama karena otot sudah kehilangan *tensile strength*,
3. Ditemukan adanya tanda-tanda inflamasi akut.

### Manfaat *Stretching*

1. Meningkatkan fleksibilitas otot
2. Meningkatkan lingkup gerak sendi.
3. Menghilangkan spasme otot.
4. Meningkatkan panjang jaringan lunak (*soft tissue*).
5. Meningkatkan kompians jaringan sebagai persiapan pertandingan

### Tipe *Stretching*

Ada beberapa tipe *stretching* yang digunakan dalam penambahan panjang otot hamstring, misalnya *auto stretching*, *active stretching*, *passive stretching*, *Active Isolated Stretching*, *contract relax stretching*.

### *Active Isolated Stretching*

*Active Isolated Stretching* mengandung pengertian proses penguluran suatu otot terjadi secara aktif yang melibatkan sistem neuromuskuler. Menurut dr. Kochno dalam journal *Active Isolated Stretching* menyatakan bahwa *Active Isolated Stretching* merupakan *stretching* aktif yang melibatkan komponen sistem neuromuskuler, kemudian didalam terapi disebut metode Mattes.

Metode Mattes digunakan terapi myofacial release dan penguluran untuk otot yang dangkal maupun yang dalam, tendon dan fascia. *Stretching* ini berguna untuk mengoptimalkan fleksibilitas. Gerakan aktif yang memungkinkan otot antagonis untuk relaksasi, sehingga terjadi peningkatan fleksibilitas tanpa hambatan.

Adapun tujuan dari pemberian *Active Isolated Stretching* adalah untuk mencegah dan atau mengurangi kekakuan serta mengulur struktur jaringan lunak (*soft tissue*) yang ber-

kaitan dengan spasme sehingga dapat meningkatkan lingkup gerak sendi (LGS).

Evjenth Olaf & Hamberg Jean (1997) dalam buku *Auto Stertching*. Alfa Rehab Forlag AB. Sweden, Hal 119 menjelaskan tentang *active stretching* merupakan *stretching* yang efektif, karena berpengaruh terhadap semua otot yang membatasi gerakan.

Teknik *Active Isolated Stretching* merupakan aspek penting dari program latihan di rumah (*home training program*) dan merupakan penatalaksanaan terapi jangka panjang pada beberapa gangguan muskuloskeletal. Pemberian edukasi terhadap pasien tentang cara yang aman melakukan prosedur *Active Isolated Stretching* di rumah sangat penting untuk pencegahan injuri kembali atau mencegah terjadinya disfungsi di masa akan datang. Adapun prinsip untuk mengaplikasikan *Active Isolated Stretching* adalah sebagai berikut :

1. Posisi awal harus aman dan stabil.
2. Latihan harus selalu terkontrol dan mempunyai dampak yang sesuai.
3. Otot atau grup otot harus dalam keadaan terulur di berbagai posisi dan memanjang sebisa mungkin sehingga dapat mencapai batas dari mobilitas normal.

Prinsip-prinsip vital ini yang membuat *Active Isolated Stretching* efektif dan aman. *Active Isolated Stretching* membantu bergerak dengan mudah dan lebih baik. Tidak ada reaksi perlindungan yang ditimbulkan dan tidak terdapat resiko *overstretch* atau kerobekan pada otot jika *stretching* dilakukan secara perlahan dan lembut.

### **Respon neurofisiologis otot pada *Active Isolated Stretching***

Secara umum *Active Isolated Stretching* dilakukan untuk mendapatkan penambahan panjang dari otot dan jaringan ikat. Apabila suatu otot terulur dengan sangat cepat maka spindel otot berkontraksi untuk menghantarkan rangsangan serabut afferen primer yang menimbulkan ekstrasfusil melaju dan tegangan otot meningkat. Peristiwa ini disebut monosinaptik refleks *stretch*. Sedangkan jika otot diulur dengan kekuatan yang sedang dan perlahan-lahan maka laju *golgi tendon organ* dan

inhibisi dalam otot menyebabkan sarkomer memanjang.

Dalam penerapan prosedur *Active Isolated Stretching* pasien menunjukkan suatu kontraksi isotonik dari otot yang mengalami pemendekan, secara aktif otot memanjang. Alasan penerapan teknik ini adalah bahwa kontraksi isotonik yang dilakukan saat *Active Isolated Stretching* dari otot yang mengalami pemendekan akan menghasilkan otot memanjang secara maksimal tanpa perlawanan. Adanya kontraksi isotonik akan membantu menggerakkan *stretch* reseptor dari spindel otot untuk segera mengulur panjang otot yang maksimal. *Golgi tendon organ* akan terlibat dan menghambat ketegangan otot bila otot sudah mengulur maksimal sehingga otot dapat dengan mudah dipanjangkan.

### **Mekanisme Penambahan Panjang Otot dengan metode *Active Isolated Stretching***

Pemberian *Active Isolated Stretching* dapat mengurangi iritasi terhadap saraf A $\delta$  dan saraf tipe C yang menimbulkan nyeri akibat adanya *abnormal cross link*. Hal ini dapat terjadi karena pada saat diberikan *Active Isolated Stretching* serabut otot ditarik keluar sampai panjang sarkomer penuh. Ketika hal ini terjadi maka akan membantu meluruskan kembali beberapa serabut atau *abnormal cross link* pada otot yang memendek. *Active Isolated Stretching* dapat bermanfaat pada serabut otot yang mengalami pemendekan. Serabut otot yang terganggu akan menyebabkan penurunan elastisitas otot akibat adanya *taut band* dalam serabut otot. Sarkomer sebagai komponen elastis di dalam serabut otot akan mengalami gangguan.

Pemberian *Active Isolated Stretching* yang dilakukan secara perlahan akan menghasilkan peregangan pada sarkomer sehingga peregangan akan mengembalikan elastisitas sarkomer yang terganggu. *Active Isolated Stretching* dapat mencegah dan atau mengurangi kekakuan dan perasaan yang tidak nyaman. *Active Isolated Stretching* merupakan *stretching* yang efektif, karena berpengaruh terhadap semua otot hamstring yang membatasi gerakan.

Prosedur latihan *Active Isolated Stretching*:

1. Posisi awal, dimulai pada posisi duduk, kemudian klien disuruh duduk dengan tumpuan bukan dipantat, tetapi bertumpu pada tulang duduk (os ichii), kedua tungkai ditekuk, sehingga terjadi fleksi hip dan knee.
2. *Stretching*, gerakan dilanjutkan kedua tangan lurus kedepan dengan arah untuk mencapai ujung kaki. Kemudian secara perlahan sendi hip dan knee diluruskan. Menurut Arbor Wellness dalam journal *Active Isolated Stretching for Runners*). *Stretch* akhir ditahan ini selama 2-3 detik, gerakan diulang 10-12 kali.

### **Contract Relax Stretching**

*Contract relax stretching* merupakan kombinasi dari tipe *stretching* isometrik dengan *stretching* pasif. Dikatakan demikian karena teknik *contract relax stretching* yang dilakukan memberikan kontraksi isometrik pada otot yang memendek dan kemudian dilanjutkan dengan rileksasi dan *stretching* pasif pada otot tersebut. Adapun tujuan dari pemberian *contract relax stretching* adalah untuk memanjangkan/ mengulur struktur jaringan lunak (*soft tissue*) seperti otot, fasia tendon dan ligamen yang memendek secara patologis maupun non patologis sehingga dapat meningkatkan lingkup gerak sendi dan mengurangi nyeri akibat spasme, pemendekan otot/ akibat fibrosis.

### **Respon Neurofisiologis Otot terhadap Contract Relax Stretching**

Secara umum *contract relax stretching* dilakukan untuk mendapatkan efek rileksasi dan pengembalian panjang dari otot dan jaringan ikat. Jaringan ikat membutuhkan waktu 20 detik untuk mencapai efek rileksasi sedangkan otot membutuhkan waktu 2 menit untuk dapat mencapai efek rileksasi. Efek *contract relax stretching* jangka panjang pada manusia didapatkan bahwa individu yang mendapatkan *contract relax stretching* dengan durasi 15-45 detik menunjukkan panjang otot yang maksimum. *Contract relax stretching* dengan durasi 20 dan 30 detik dapat mencapai efek yang maksimal pada minggu ke-7 dan *contract relax stretching* dengan durasi 10 detik mencapai efek maksimal pada minggu ke-10 sedangkan *contract relax stretching*

yang diberikan dengan durasi 30 detik dapat menghasilkan efek maksimal pada minggu keenam dan ketujuh.

Apabila suatu otot terulur dengan sangat cepat maka spindel otot berkontraksi untuk menghantarkan rangsangan serabut afferen primer yang menimbulkan ekstrasusul melaju dan tegangan otot meningkat. Peristiwa ini disebut monosinaptik refleks *stretch*. *Contract relax stretching* yang dilakukan dengan kecepatan tinggi dapat meningkatkan tegangan dalam otot. Sedangkan jika otot diulur dengan kekuatan yang sedang dan perlahan-lahan maka laju *golgi tendo organ* dan inhibisi dalam otot menyebabkan sarkomer memanjang. Dalam penerapan prosedur *contract relax stretching* pasien menunjukkan suatu kontraksi isometrik dari otot yang mengalami ketegangan sebelum secara pasif otot dipanjangkan. Alasan penerapan teknik ini adalah bahwa kontraksi isometrik yang diberikan sebelum *stretching* dari otot yang mengalami ketegangan akan menghasilkan rileksasi sebagai hasil dari *autogenic inhibition*. Adanya kontraksi isometrik akan membantu menggerakkan *stretch* reseptor dari spindel otot untuk segera menyesuaikan panjang panjang otot yang maksimal. *Golgi tendon organ* dapat terlibat dan menghambat ketegangan otot sehingga otot dapat dengan mudah dipanjangkan.

### **Respon Otot Terhadap Contract Relax Stretching**

*Contract relax stretching* pada otot dasarnya terjadi pada komponen elastik (aktin dan miosin) dan tegangan dalam otot meningkat dengan tajam, sarkomer memanjang dan bila hal ini dilakukan terus-menerus otot akan beradaptasi dan hal ini hanya bertahan sementara untuk mendapatkan panjang otot yang diinginkan (Kischner & Colby, 2007).

*Contract relax stretching* yang dilakukan pada serabut otot pertama kali mempengaruhi sarkomer yang merupakan unit kontraksi dasar pada serabut otot. Pada saat sarkomer berkontraksi area yang tumpang tindih antara komponen miofilamen tebal dan komponen miofilamen tipis akan meningkat. Apabila terjadi penguluran (*stretch*) area yang tumpang

tindih ini akan berkurang yang menyebabkan serabut otot memanjang.

Pada saat serabut otot berada pada posisi memanjang yang maksimum maka seluruh sarkomer terulur secara penuh dan memberikan dorongan kepada jaringan penghubung yang ada disekitarnya. Sehingga pada saat ketegangan meningkat serabut kolagen pada jaringan penghubung berubah posisinya di sepanjang diterimanya dorongan tersebut. Oleh sebab itu pada saat terjadi suatu penguluran maka serabut otot akan terulur penuh melebihi panjang serabut otot itu pada kondisi normal yang dihasilkan oleh sarkomer. Ketika penguluran terjadi hal ini menyebabkan serabut yang berada pada posisi yang tidak teratur dirubah posisinya sehingga menjadi lurus sesuai dengan arah ketegangan yang diterima. Perubahan dan pelurusan posisi ini memulihkan jaringan parut untuk kembali normal.

Pada saat otot diulur beberapa dari serabutnya akan memanjang tetapi beberapa serabut otot yang lain mungkin berada pada posisi yang diam. Panjang yang dihasilkan di dalam otot tergantung kepada jumlah serabut otot yang terulur. Hal tersebut sesuai dengan *Syner Stretch* yaitu kantong-kantong kecil yang menahan serabut otot menyebar di sepanjang otot tubuh yang terulur dan serabut otot yang lainnya. Kekuatan total dari sebuah otot yang berkontraksi adalah merupakan hasil dari sejumlah serabut otot yang berkontraksi, sehingga panjang total yang dihasilkan oleh otot yang diulur adalah juga merupakan hasil dari penguluran sejumlah serabut otot sehingga semakin banyak serabut otot yang terulur maka akan menyebabkan semakin besar panjang otot yang dihasilkan penguluran yang diberikan pada otot tersebut.

### **Mekanisme Penambahan Panjang Otot dengan *Contract Relax Stretching***

Mekanisme penambahan panjang otot hamstring dengan intervensi *contract relax stretching* adalah dengan kontraksi isometrik pada *contract relax stretching* akan meningkatkan rileksasi otot melalui pelepasan analgesik endogenus opiat sehingga nyeri regang dapat diturunkan atau dihilangkan. Adanya komponen *stretching* pada *contract relax*

*stretching* maka panjang otot dapat dikembalikan dengan mengaktifasi *golgi tendon organ* sehingga rileksasi dapat dicapai dan nyeri akibat ketegangan otot dapat diturunkan dan mata rantai *viscous circle* dapat diputuskan. Pemberian intervensi *contract relax stretching* dapat mengurangi iritasi terhadap saraf A $\delta$  dan C yang menimbulkan nyeri akibat adanya *abnormal crosslinks* dapat diturunkan. Hal ini dapat terjadi karena pada saat diberikan intervensi *contract relax stretching* serabut otot ditarik keluar sampai panjang sarkomer penuh. Ketika hal ini terjadi maka akan membantu meluruskan kembali beberapa kekacauan serabut atau akibat *abnormal cross links* pada ketegangan akibat pemendekan otot.

Adanya kontraksi isometrik pada intervensi *contract relax stretching* akan membantu menggerakkan *stretch* reseptor dari spindel otot untuk segera menyesuaikan panjang otot maksimal. Pada kontraksi isometrik ini terjadi penurunan *stroke volume* jantung, diafragma menekan organ dalam dan pembuluh darah yang ada di dalamnya sehingga menekan darah agar keluar dari organ dalam. Pada kontraksi isometrik selama 6 detik yang diikuti dengan inspirasi maksimal akan mengaktifkan motor unit maksimal yang ada pada seluruh otot. Menurut Jacobson kontraksi maksimal ini juga akan menstimulus *golgi tendo organ* sehingga memicu rileksasi otot setelah kontraksi (*reverse innervation*) yang menyebabkan terjadinya pelepasan adhesi yang terdapat di dalam intermiofibril dan tendon dengan perbandingan 2:3.

Pada metode *contract relax stretching* rileksasi setelah kontraksi isometrik dilakukan selama 7-15 detik dimana dalam proses ini diperoleh rileksasi maksimal yang difasilitasi oleh *reverse innervation* tadi. Proses rileksasi yang diikuti ekspirasi maksimal akan memudahkan perolehan pelepasan otot. Apabila dilakukan peregangan secara bersamaan pada saat rileksasi dan ekspirasi maksimal maka diperoleh pelepasan adhesi yang optimal pada jaringan ikat otot (fasia dan tendo). Pada intervensi *contract relax stretching* dengan adanya kontraksi dan *stretching* yang diikuti ekspirasi maksimal yang dilakukan dengan ritmis menimbulkan reaksi *pumping action* yang ritmis pula sehingga akan membantu memindahkan produk sampah/ zat-

zat iritan penyebab nyeri otot kembali ke jantung.

### **Prosedur Aplikasi *Contract relax stretching***

1. Posisi pasien tidur terlentang di bed dan pastikan pasien merasa nyaman dengan posisi tersebut.
2. Jelaskan prosedur, tujuan dan efek *contract relax stretching* yang dirasakan.
3. Posisi terapis berada disamping pasien, posisi pasien relax.
4. Klien tidur terlentang, kemudian diminta untuk menggerakkan kaki keatas (*straight leg raising*), dengan fleksi hip  $0^{\circ}$  - $70^{\circ}$ .

Menurut B. Appleton, didalam journal *Stretching and flexibility* klien disuruh melakukan kontraksi *isometric* otot hamstring, dimana gerakan menekuk lutut, tetapi tetap ditahan oleh terapis sehingga tidak terjadi gerakan fleksi lutut selama 7-15 detik dan klien diminta untuk inspirasi.

1. Kemudian diikuti gerakan relaksasi selama 2-3 detik yang benar-benar disadari oleh klien, sambil melakukan ekspirasi panjang.
2. Gerakan diteruskan dengan terapis memberikan stretching otot hamstring selama 10-15 detik.
3. Setelah istirahat 20 detik, tindakan tadi dilakukan sebanyak 3-5 kali pengulangan.

### **Metode Penelitian**

Dalam penelitian ini menggunakan beberapa rancangan antara lain: Rancangan penelitian deskriptif untuk menggambarkan karakteristik sampel dalam dan Rancangan penelitian analitik *Two group pre and post test design*.

Penelitian akan dilakukan di Rumah Sakit Advent Bandung. Selama 10 minggu dan akan dilaksanakan pada bulan Juli sampai September 2010.

### **Populasi Target**

Dalam penelitian ini populasi target adalah sekelompok subyek yang menjadi sasaran penelitian yaitu seluruh karyawan yang berada di Rumah Sakit Advent Bandung.

### **Populasi terjangkau**

Dalam penelitian ini populasi terjangkau adalah karyawan yang dalam waktu Juni sampai September 2010 masih bekerja di RS. Advent Bandung.

Sampel dalam penelitian adalah jumlah sampel yang diambil dari populasi terjangkau, disesuaikan dengan kriteria inklusi yang dibahas dalam kriteria eligibilitas.

#### **Kriteria Inklusi**

- Karyawan Rumah Sakit Advent
- Berusia 30 sampai 45 tahun
- Adanya gangguan fleksibilitas otot hamstring.
- Tidak hamil selama penelitian.
- Tidak melakukan olah raga / senam yang teratur.
- Klien bersedia menjadi sampel penelitian dan bersedia menjalankan prosedur yang ditetapkan.

#### **Kriteria eksklusi**

Adanya kontraktur hamstring patologi fungsi

- Pasien yang hypermobility
- Tidak dalam keadaan cedera pada lower back, hip, lutut dan ankle.

#### **Kriteria Pengguguran**

- Tidak mengikuti program latihan sampai akhir penelitian
- Mengalami cedera selama periode program latihan dalam penelitian.
- Tidak mengikuti latihan sesuai prosedur latihan.

Besar sampel yang diperlukan dalam penelitian ini berdasarkan rumus Pocock : Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh J. George, A. Tunstall, R. Tepe, C. Skaggs (2009), *The Effects of Active Release Technique on Hamstring Flexibility*: diterbitkan pada *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, Vol 29, hal 224-227 , didapatkan hasil rerata tes skor fleksibilitas otot hamstring pada kelompok I,  $\mu_1 = 35,5$  standar deviasi  $\sigma = 7,56$  dengan harapan peningkatan setelah pelatihan sebesar 25% yaitu rerata  $\mu_2 = 44,3$ . Dengan demikian dapat dihitung sebagai berikut :

$$n = \frac{2(7,56)^2}{(44,3 - 35,5)^2} \times 7,9 = 11$$

Dari hasil perhitungan sample di atas, maka jumlah sample dalam penelitian ini ditetapkan 12 sampel setiap kelompok sehingga jumlah keseluruhan sample pada kedua kelompok sebesar 24 orang

### Instrumen penelitian

Pengukuran ini dilakukan sehari sebelum dilakukan program latihan, (*pre test*) kemudian dilakukan pengukuran setelah *stretching* selama 10 minggu (*post test*) dengan frekwensi latihan 3 kali seminggu. Prosedur ini dilakukan pada awal penelitian sebagai data awal dan dilakukan evaluasi pada akhir penelitian sebagai data akhir.

Penelitian ini menggunakan instrument/ alat yaitu: *sit-and-reach test box*, *calculator*, *midline*, *test result/ test record*



Gambar 1  
Sit and reach test

Sebelum pengukuran dimulai klien diminta untuk melepaskan alas kaki, prosedur pengukuran dilakukan dengan metode *sit and reach test*. Posisi klien duduk di lantai dengan lutut ekstensi/lurus dan telapak kaki menempel pada *sit and reach test box*.

Dalam Journal Sit and reach Flexibility Test, menerangkan mengenai prosedur pengukuran sebagai berikut: Posisi tangan saling bertumpuk, dengan telapak tangan menghadap ke bawah, klien diminta untuk meraih sejauh mungkin, dan peneliti menahan kedua lutut klien agar tetap dalam posisi ekstensi. Dipastikan tangan tetap pada tingkat yang sama, tidak saling ke depan dan tidak ada gerakan gemetar. Klien diminta untuk mencoba meraih selama 3 kali, gerakan paling jauh disuruh menahan gerakan selama 2 detik, dicatat hasilnya.

Quinn E (2008) dalam journal *Sit And Reach Flexibility Test*, menjelaskan dimana hasil akhir (*final score*) adalah rata-rata total gerakan pengulangan 3 kali dibagi 3, dimana peneliti mencatat perubahan yang terjadi, dari sebelum sampai sesudah terjadi perubahan angka pada meteran dan mencatatnya sebagai nilai awal sebelum intervensi. Setelah pelatihan, klien diminta untuk melakukan pengukuran seperti yang dilakukan pada awal sebelum terapi. Ini merupakan hasil yang terjadi setelah diberikan intervensi. Setiap pengurangan ataupun penambahan angka diukur dalam centimeter (cm).

Pada kedua Kelompok Perlakuan dan Kelompok Kontrol dilakukan pengukuran untuk kemudian dimasukkan kedalam kriteria penilaian panjang otot. Hasil pengukuran tes ini akan dianalisa antara Kelompok Perlakuan dan Kelompok Kontrol sebelum dan sesudah perlakuan.

### Pembahasan dan Hasil Penelitian

Sampel dalam penelitian ini berasal dari Karyawan Rumah Sakit Advent yang telah dilakukan assesmen, termasuk kriteria inklusif, dan bersedia mengikuti program latihan *stretching* otot hamstring selama 10 minggu, terhitung mulai bulan Juli 2010 sampai dengan bulan September 2010. Pengambilan sampel dilakukan dengan dua cara yaitu yang pertama karyawan diminta datang ke Instalasi Fisioterapi Rumah Sakit Advent dan cara yang kedua untuk lebih efisien waktu, peneliti datang di setiap departemen untuk mendapatkan sampel yang termasuk kriteria inklusif dengan waktu yang relatif cepat.

Berdasarkan table 1 pada Kelompok Perlakuan I (*active isolated stretching*) menunjukkan sampel laki-laki berjumlah 3 orang (12.50%) dan perempuan berjumlah 9 orang (37.50%) dengan jumlah seluruhnya 12 orang (50%). Pada Kelompok Perlakuan II (*contract relax stretching*) menunjukkan sampel laki-laki berjumlah 4 orang (16.67%) dan sampel perempuan berjumlah 8 orang (33.33%) dengan jumlah seluruhnya 12 orang (50%). Sehingga jumlah sampel dalam Kelompok Perlakuan I (*active isolated stretching*) dan Kelompok Perlakuan II (*contract relax stretching*) berjumlah 24 orang (100%).

Tabel 1  
Distribusi sampel menurut jenis kelamin

Jenis kelamin	Kelompok perlakuan I		Kelompok perlakuan II		total	
	N	%	N	%	N	%
Laki-laki	3	12.50%	4	16.67%	7	29.17%
Perempuan	9	37.50%	8	33.33%	17	70.83%
Jumlah	12	50%	12	50%	24	100%

Tabel 2  
Distribusi sampel menurut usia

Usia	Kelompok perlakuan I		Kelompok perlakuan II		Total	
	N	%	N	%	N	%
30-39	6	25%	8	33.33%	14	58.33%
40-49	6	25%	4	16.67%	10	41.67%
Jumlah	12	50%	12	50%	24	100%

Berdasarkan tabel.2 pada Kelompok Perlakuan I sampel usia 30-39 tahun berjumlah 6 orang (50 %), dan pada usia 40-49 tahun berjumlah 6 orang (50%) sehingga berjumlah 12 orang (50%). Pada Kelompok Perlakuan II sampel usia 30-39 tahun berjumlah 8 orang (33.33%), dan pada usia 40-49 tahun berjumlah 4 orang (16,67%) sehingga berjumlah 12 orang (50%),

sehingga jumlah sampel dalam Kelompok Perlakuan I dan Kelompok Perlakuan II berjumlah 24 orang (100%). Dan dapat dilihat bahwa jumlah usia 30-39 tahun dan usia 40-49 tahun pada Kelompok Perlakuan I jumlahnya sama. Sedangkan pada Kelompok Perlakuan II, kelompok usia 30-39 tahun lebih banyak dibandingkan kelompok usia 40-49 tahun.

Tabel 3  
Distribusi sampel menurut criteria penilaian

Kriteria Penilaian	Kelompok Perlakuan I		Kelompok Perlakuan II		Total	
	N	%	N	%	N	%
<i>Fair</i>	8	33.33%	11	45.83%	19	79.17%
<i>Need Improvement</i>	4	16.67%	1	4.17%	5	20.83%
Jumlah	12	50%	12	50%	24	100%

Berdasarkan tabel 3 pada Kelompok Perlakuan I sampel dengan kriteria penilaian *Fair* berjumlah 8 orang (33.33%), kriteria *Need improvement* berjumlah 4 orang (16.67). Pada Kelompok Perlakuan II sampel dengan kriteria penilaian *Fair* berjumlah 11 orang (45.83%), pada kriteria penilaian *Need improvement* berjumlah 1 orang (4.17). Pada Kelompok Perlakuan I dan Kelompok Perlakuan II terlihat bahwa sampel dengan kriteria *Fair* lebih

banyak bila dibandingkan dengan sampel yang mempunyai kriteria *Need improvement*.

Berdasarkan tabel 4 menunjukkan bahwa pada kelompok perlakuan I yaitu pelatihan *active isolated stretching* didapatkan nilai rerata fleksibilitas otot hamstring sebelum pelatihan sebesar (24,42 ± 3,56) cm dengan dan sesudah pelatihan didapatkan nilai sebesar (34,57 ± 2,49) cm. Dari data tersebut menunjukkan peningkatan fleksibilitas otot hamstring yang diukur melalui *sit and reach test*.

Tabel 4  
Nilai fleksibilitas (*sit and reach test*) otot hamstring Kelompok Perlakuan I

Sampel	Kelompok perlakuan I	
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan
Mean	24.42	34.57
SD	3.56	2.49

Tabel 5  
Nilai fleksibilitas (*sit and reach test*) otot hamstring sebelum dan sesudah pelatihan pada Kelompok Perlakuan II

Sampel	Kelompok perlakuan I	
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan
Mean	26.32	30.47
SD	3.82	2.73

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa pada kelompok perlakuan II yaitu pelatihan *Contract Relax Stretching* didapatkan nilai rerata fleksibilitas otot hamstring sebelum pelatihan sebesar  $(26,32 \pm 3,82)$  cm dan sesudah pelatihan didapatkan nilai sebesar  $(30,47 \pm 2,73)$  cm. Dari data tersebut menunjukkan peningkatan fleksibilitas otot hamstring yang diukur melalui *sit and reach test*.

#### Uji Normalitas Distribusi Dan Homogenitas

Pada pengujian normalitas distribusi menggunakan uji Shapiro-Wilk, dan Homogenitas dengan Levene's test, maka didapatkan hasil sebagai berikut :

Tabel 6  
Uji Normalitas dan Homogenitas data pada klp I dan II

Pelatihan	Shapiro-Wilk Test						Levene's Test
	KLP I			KLP II			
	Statistic	df	P	Statistic	df	P	
Sebelum	0,837	12	0,026	0,891	12	0,122	0,123
Sesudah	0,913	12	0,232	0,893	12	0,128	0,405
Selisih	2,850	12	0,036	2,868	12	0,062	0,185

Dari hasil pengujian normalitas tersebut, maka ditetapkan pengujian hipotesis sebagai berikut:

1. Uji Hipotesis I yaitu :  
"Pelatihan metode *Active Isolated Stretching* meningkatkan fleksibilitas otot Hamstring". Pengujian hipotesis dengan menggunakan *Wilcoxon Singed Ranks Test*.
2. Uji Hipotesis II yaitu  
"Pelatihan metode *Contract Relax Stretching* meningkatkan fleksibilitas otot Hamstring". Pengujian hipotesis dengan menggunakan *Paired Sample t-test*.
3. Uji Hipotesis III, yaitu  
"Pelatihan metode *Active Isolated Stretching* lebih efektif dari pada latihan metode

*Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot Hamstring". Pengujian hipotesis dengan menggunakan *Mann-Whitney U Test*.

#### Pengujian Hipotesis I

Dari hasil pengujian hipotesis dengan menggunakan uji Wilcoxon Singed Ranks Test, maka didapatkan nilai  $P = 0,002$ , dimana  $P < \alpha (0,05)$  yang berarti bahwa: Ada pengaruh yang bermakna pelatihan metode *Active Isolated Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot Hamstring.

Tabel 7  
 Nilai penambahan panjang otot hamstring pada Kelompok Perlakuan I sebelum dan sesudah latihan

Kelompok Data	Re-rata Skor fleksibilitas		Z	p
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan		
Mean	24.42	34.57	-3,066	0,002
SD	3.56	2.49		

### Pengujian Hipotesis II

Tabel 8  
 Nilai penambahan panjang otot hamstring pada Kelompok Perlakuan II sebelum dan sesudah latihan

Kelompok Data	Re-rata Skor fleksibilitas		t	p
	Sebelum perlakuan	Sesudah perlakuan		
Mean	26.32	30.47	-8,130	0,000
SD	3.82	2.73		

Dari hasil pengujian hipotesis dengan menggunakan Paired Sample t- test, maka didapatkan nilai P = 0,000 dimana  $P < \alpha$  (0,05) yang berarti bahwa:

Ada pengaruh yang bermakna pelatihan metode *Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot Hamstring.

### Pengujian Hipotesis III

Tabel 9  
 Nilai penambahan panjang otot hamstring pada Kelompok Perlakuan I dan II sebelum dan sesudah latihan

Kelompok Data	Re-rata Skor fleksibilitas		Z	p
	Kelompok 1	Kelompok 2		
Mean	10.15	4.16	-3,941	0,000
SD	3.26	1.77		

Dari hasil pengujian hipotesis dengan menggunakan *Mann-Whitney U Test*, maka didapatkan nilai P = 0,000 dimana  $P < \alpha$  (0,05) yang berarti bahwa: Ada perbedaan pengaruh yang bermakna metode pelatihan *Active Isolated Stretching* dan *Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring.

Dari nilai mean fleksibilitas kelompok 1 dengan pelatihan *Active Isolated Stretching* sebesar 10.16 cm dan kelompok 2 dengan pelatihan *Contract Relax Stretching* sebesar 4.16 cm menunjukkan bahwa peningkatan flek-

sibilitas Kelompok I lebih besar secara signifikan dibandingkan Kelompok II.

Dengan kata lain bahwa pelatihan metode *Active Isolated Stretching* lebih efektif daripada *Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring.

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka kesimpulan yang dapat diambil yakni, Pemberian pelatihan metode *Active Isolated Stretching* memberi pengaruh yang bermakna terhadap penambahan panjang otot

hamstring. Pemberian pelatihan metode *Contract Relax Stretching* memberi pengaruh yang bermakna terhadap penambahan panjang otot hamstring. Terdapat perbedaan penambahan panjang otot hamstring yang bermakna antara *Active Isolated Stretching* dengan *Contract Relax Stretching*, yang berarti bahwa pelatihan metode *Active Isolated Stretching* lebih efektif daripada *Contract Relax Stretching* dalam meningkatkan fleksibilitas otot hamstring.

### Daftar Pustaka

- Irawan, A.M, "*Glukosa & Metabolisme Energi*", journal Polton Sport Science & Performance Lab., Volume 01, 2007.
- Brad, A, "*Stretching and Flexibility-Types of Stretching*", [www.bradapp.net](http://www.bradapp.net)/Diakses tanggal 26 Februari 2010.
- Baechle, TR and Earle, RW, "*Essentials of Strength Training and Conditioning*", 2nd Edition, Champaign, IL: Human Kinetics, [www.sport-fitness-advisor.com](http://www.sport-fitness-advisor.com), diakses tanggal 22 Maret 2010
- Bakta, I. M, "*Diktat Mata Kuliah Metodologi Penelitian*", Program Studi Ergonomi dan Fisiologi Olahraga Universitas Udayana, Denpasar, 1997.
- Benjamin, B. with Haggquist, J, "*Discovering the Power of Aaron Mattes*", *Active Isolated Stretching*, [www.benbenjamin.com/pdfs/AIS.pdf](http://www.benbenjamin.com/pdfs/AIS.pdf). Diakses tanggal 15 Desember 2010.
- Yu, B., Queen, R.M., Abbey, A.N., Liu, Y., Moorman, C.T., Garrett, W.E, "*Hamstring muscle kinematics and activation during overground sprinting*", *Journal Biomechanics*, Volume 41, Issue 15, 14 November 2008.
- Binhasyim, "*Stretch reflex dan pengendalian otot*", [binhasyim.wordpress.com/2008/04/04/stretch-reflex-dan-pengendalian-otot-bag6](http://binhasyim.wordpress.com/2008/04/04/stretch-reflex-dan-pengendalian-otot-bag6) Diakses tanggal 25 Juni 2010.
- Brook, M, "*Active Isolated Stretching: Empowerment through Flexibility*", *Journal*, November, Vol. 9, Issue 11 2009.
- Caroline, K. & Allen, C.L, "*Therapeutic Exercise Foundation and Techniques*", FA. Davis, Philadelphia, 2007.
- de Aquino, C.F., Goncalves, G.G.P., Teixeira, S., and Mancini, M.C, "*Analysis of the relation between flexibility and passive stiffness of the hamstrings*", *Journal Bras Med Esporte*-Vol. 12 Agustus 2006.
- Courtney, J.D, "*Active Isolated Stretching*", [http://lifespringarts.com/services\\_activated\\_stretching.shtml](http://lifespringarts.com/services_activated_stretching.shtml), diakses 15 Desember 2010.
- Falsone, S, "*Active Isolated Stretching*", [http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1992/12000/Effect\\_of\\_pelvic\\_position\\_and\\_stretching\\_method\\_on.12.aspx](http://journals.lww.com/acsm-msse/Abstract/1992/12000/Effect_of_pelvic_position_and_stretching_method_on.12.aspx). Diakses tanggal 5 Maret 2010.
- Guyton , A.C., Hall, J.E, "*Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*", Edisi 11 Buku Kedokteran EGC, Jakarta, 2006.
- George, J., Tunstall, A., Tepe, R., Skaggs, C. "*The Effects of Active Release Technique on Hamstring Flexibility*", diterbitkan pada *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics*, Vol 29, hal 224-227, 2009.
- Gunawan, A., "*Mekanisme dan Mekanika Pergerakan Otot*", *Integral*, vol.6, No. 2. Available from: [http://home.unpar.ac.id/~integral/Volume%206/Integral%206%20no%202/Adi\\_Gunawan\\_M.pdf](http://home.unpar.ac.id/~integral/Volume%206/Integral%206%20no%202/Adi_Gunawan_M.pdf). Diakses tanggal 25 Maret 2010.
- Jan, H.P.K., Mulder, I., Goeken, L.N.H., Eisma, W.H, "*Acute Effect on Passive Muscle Moment and Extensibility of Short Hamstrings*", *Arch Phys Med Rehabil*; 80:407-14, 1999.

- Heyward, V. H, "Advanced Fitness Assessment and Exercise Prescription", Fifth Edition, Human Kinetics, Champaign, IL, 2006. *in Sports and Exercise*", 34(5) Supplement 1:S151.
- Irfan, M, "Biostatistik Deskriptif", UIEU University Press, Jakarta, 2008. Nilsson, N, "Muscular System- Hamstring Muscle", <http://www.criticalbench.com/hamstring-muscles.htm>. diakses tanggal: 20 Februari 2010.
- Johnson, B. L., Nelson, J. K, "Practical Measurements For Evaluation in Physical Education", fourth edition. Macmillan Publishing Company. Texas, 2006. Odunaiya, N.A., Hamzat T.K., Ajayi OF, "The Effects of Static Stretch Duration on the Flexibility of Hamstring Muscles", Africans Journal of Biomedical research, Vol.8 (2005): 79-82. Ibadan, 2005.
- Michel, K, "Contract Relax Stretching, Sport Science and Medicine", [www.answers.com/topic/contract-relax-stretching](http://www.answers.com/topic/contract-relax-stretching), diakses tanggal 12 Maret 2010. Olaf, E. & Jean, H, "Auto Stretching", Alfa Rehab Forlag AB, Sweden, 1997.
- Kochno, "Active Isolated Stretching: The Mattes Method", <http://www.drkochno.com/mattes-methode.htm>, Diakses tanggal 2 Desember 2009. Putz & Pabst, R, "Sobotta, Atlas Anatomi Manusia", Edisi 20, Munchen & Hannover, EGC, Jakarta, 1995.
- Liemohn, W., Mazis, N. & Zhang, S, "Effect of active isolated and static stretch training on active straight leg Active Isolated Stretching performance. Medicine and Science in Sports and Exercise", 31(5) Supplement:S116, 1999. Pocock, Stuart, J, "Clinical Trial A Practical Approach", John Wiley & Sons, England, 2008.
- Mattes, A.L, "Active Isolated Stretching, the Mattes method", Sarasota, FL Aaron L. Mattes, p. 1-5, 2000. Quinn, E, "Medical Review Board, Sit And Reach Flexibility Test", Available from:<http://sportsmedicine.about.com/od/fitnessesvalandassessment/qt/sitandreach.htm>. Diakses tanggal 5 Mei 2010.
- Mattes, A.L, "Active Isolated Stretching", GC Life Center 4 Health- Pain Relief Center. Available from: [www.gc4health.com/active.html](http://www.gc4health.com/active.html), diakses 15 Desember 2010. Ridho, "Metode Pengembangan Daya Tahan", <http://ridhoml.blogspot.com/2009/01/metode-pengembangan-daya-tahan.html>, diakses tanggal 25 Februari 2010.
- Mattes, A.L. "t.t", "Active Isolated Stretching for Runners", Arbor Wellness Massage Therapy, Available from : [www.arborwellness.com](http://www.arborwellness.com). Diakses tanggal 12 Februari 2010. Stephen, M.P, "Hamstring Pulls and Tears: Prevention and Treatment", <http://www.drpribut.com/sports/hamstring.html>. Diakses tanggal 28 Februari 2010.
- Middag, T.R. & Harmer, P, "Active-isolated stretching is not more effective than static stretching for increasing hamstring ROM. Medicine and Science in Sports and Exercise", 34(5) Supplement 1:S151. Taylor, P.M, Tailor DK, "Mencegah dan mengatasi Cedera Olah Raga", (Jamal Khabib, Pentj). Jakarta, 2007.
- Thompson, D, "Exercise to Increase Flexibility – Lab for week 2", <http://moon.ouhsc.edu/dtomso/namics/abs/flexlab.htm> . Diakses 3 Maret 2010.

- Topendsport, "Physical Readiness Test", <http://www.topendsports.com/testing/store-sit-reach.htm>, diakses 10 Oktober 2010.
- Tsatsoulina, P, "Relax into Stretch", 1 st edition, Dragon Door Publication Inch, USA, 2001.
- Turner, M., Jensen, R., Johnson, G, "Effect of Agonist-Contract Stretching on Hamstring Flexibility", University of Saint Agustine for Health Sciences, Malaga, 1998.
- Walker, B. and The Stretching Institute, "Article Understanding the Stretch Reflex", Available from: <http://www.thestretchinghandbook.com/archives/myotatic-stretch-reflex.php>. diakses tanggal 28 Juni 2010.
- Wilmore, J.H. and Costill, D.L, "Training for Sport and Activity", (3 rd edition) Iowa, Wm. C. Brown Publisher. Available from: <http://www.edb.utexas.edu/ssn/CCA%20PDF/Run-10K%20Train%2016wk.PDF>, diakses tanggal 25 Februari 2010.
- Worley, H, "Massage Therapists Build Tools to Address Clinical Conditions at Advanced Active Isolated Stretching Seminar", <http://www.massagemag.com/News/massage-news.php?id=2520>. diakses 15 Desember 2010.