BAB II

KAJIAN TEORI DAN HIPOTESIS

A. Kerangka Teori

1. Stabilitas Dinamis *Ankle*

   a. Definisi Stabilitas Dinamis *Ankle*

Stabilitas adalah kemampuan struktur tubuh untuk memposisikan postur yang berkaitan dengan fungsional gerak (Elphinston, 2008). Stabilitas dinamis adalah kemampuan orang untuk bergerak dari satu titik atau ruang ke lain titik dengan mempertahankan keseimbangan, misalnya menari, berjalan, duduk keberdiri, mengambil benda di bawah dengan posisi berdiri dan sebagainya. Stabilitas merupakan interaksi yang kompleks dan integrasi/interaksi sistem sensorik (vestibular, visual, dan somatosensorik termasuk propioceptor) dan muskuloskeletal (otot, sendi dan jaringan lunak lain) yang dimodifikasi dan diatur dalam otak (kontrol motorik, sensorik, basal ganglia, cerebellum, dan area asosiasi) sebagai respon terhadap perubahan kondisi ekternal dan internal. Serta dipengaruhi oleh faktor lain seperti, usia, motivasi, kognisi, lingkungan, kelelahan, pengaruh obat dan pengalaman terdahulu (Ma'mun, 2000).

Tujuan tubuh mempertahankan keseimbangan adalah menyangga tubuh melawan gravitasi dan faktor eksternal lain, untuk mempertahankan pusat massa tubuh agar sejajar dan seimbang dengan bidang tumpu, serta menstabilisasi bagian tubuh ketika bagian tubuh lain bergerak (Irfan, 2010).

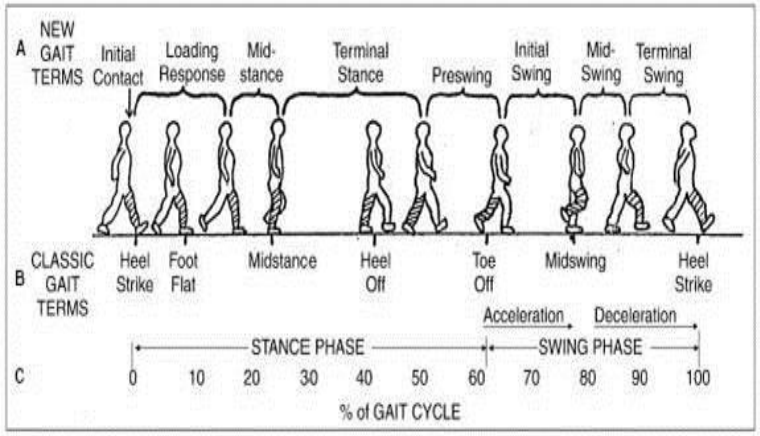
Keseimbangan melibatkan berbagai gerakan disetiap segmen tubuh dengan didukung oleh sistem muskuloskeletal dan bidang tumpu. Kemampuan untuk menyeimbangkan massa tubuh dengan bidang tumpu akan membuat manusia mampu untuk beraktivitas secara efektif dan efisien. Kemampuan manusia untuk mempertahankan posisi tegak berdiri tergantung pada integritas sistem visual, vestibular, propioseptif, taktil dan juga *sensory*

integration, sistem saraf pusat, tonus otot yang efektif yang mengadaptasi secara cepat perubahan kekuatan otot dan fleksibilitas sendi. Berdiri adalah posisi tak stabil yang membutuhkan regulasi yang konstan dari kontraksi antara anggota gerak atas dan bawah (Jalalin, 2000).

Pada stabilitas *ankle joint*, stabilitas dinamis memberikan input sistem sensoris ke sistem saraf pusat yang di berikan oleh proprioseptif kemudian otak mengirimkan kembali apa yang harus dilakukan tubuh menerima reseptor tersebut, sehingga hasil pengolahan dari otak dapat memberikan gamabaran kepada otot untuk berkontraksi membantu stabilisasi statis yakni ligamen mempersiapkan tubuh siap melakukan gerakan atau perubahan mendadak mempertahankan tubuh dalam kondisi stabil dan tidak menimbulkan cedera (Derouin, 2006).

Seperti contoh pada stabilisasi dinamis yaitu ketika kita berjalan. Yang perlu kita ketahui yaitu pola gerak saat melangkah secara normal. Pada ekstremitas bawah bagian yang terpenting untuk menopang berat badan dan ambulasi dalam keseharian, untuk itu ekstremitas bawah yang normal sangat menunujang dalam efisiensi penyelenggaraan aktifitas fungsional sehari-hari. Tetapi terkadang karena proses yang abnormal terjadi pada ekstremitas bawah mengakibatkan pola jalan yang tidak benar, untuk itu diperlukan parameter pembanding yang tepat antara pola jalan yang benar dan pola jalan yang salah sehingga kita bisa menyimpulkan pada bagian mana pola jalan itu yang keliru. Ada dua siklus pola jalan yang normal yaitu stance phase, terjadi ketika kaki berada dipermukaan tanah dan *swing phase* terjadi ketika kaki bergerak maju. Enam puluh persen (60%) siklus pola jalan yang normal terjadi pada *stance phase* sedangkan 40%nya adalah untuk *swing phase*. Dan setiap phase tersebut terbagi dalam beberapa komponen kecil, yaitu *stance phase (heel strike, foot flat, midstance and push-off/toe-off)*

sedangkan *swing phase (acceleration, midswing and deceleration)* (M. H. Cheng, 2008).



Gambar 2.1 Gait Analysis

Sumber : Biomecanic of Journal

b. Komponen-komponen Stabilitas Dinamis *Ankle*

1) Sistem Vestibular

Sistem vestibular berperan penting dalam keseimbangan, gerakan kepala dan gerak bola mata. Sistem vestibular meliputi organ-organ di dalam telinga bagian dalam. Berhubungan dengan sistem visual dan pendengaran untuk merasakan arah dan kecepatan gerakan kepala. Sebuah cairan yang disebut tendolymph mengalir melalui tiga kanal telinga bagian dalam sebagai reseptor saat kepala bergerak miring dan bergeser. Gangguan fungsi vestibular dapat menyebabkan vertigo atau gangguan keseimbangan. Alergi makanan, Dehidrasi dan trauma kepala atau leher dapat menyebabkan disfungsi vestibular. Melalui refleks vestibulo-occular, mereka mengontrol gerak mata, terutama ketika melihat obyek yang bergerak kemudian pesan diteruskan melalui saraf kranialis VIII kenukleus vestibular yang berlokasi di batang otak (brain stem). Beberapa stimulus tidak menuju langsung ke nukleus vestibular tetapi ke serebelum, formatioretikularis, thalamus dan korteks serebri.

Nukleus vestibular menerima masukan (input) dari reseptor labyrinth, formasi (gabungan reticular), dan cerebelum. Hasil dari nukleus vestibular menuju ke motor neuron melalui medula spinalis, terutama ke motor neuron yang menginervasi otot-otot proksimal, kumparan otot pada leher dan otot-otot punggung (otot-otot postural). Sistem vestibular bereaksi sangat cepat sehingga membantu mempertahankan keseimbangan tubuh dengan mengontrol otot-otot postural (Watson et al., 2008).

2) Sistem Visual

Sistem visual (penglihatan) yaitu mata mempunyai tugas penting bagi kehidupan manusia yaitu memberi informasi kepada otak tentang posisi tubuh terhadap lingkungan berdasarkan sudut dan jarak dengan obyek sekitarnya. Dengan input visual, maka tubuh manusia dapat beradaptasi terhadap perubahan yang terjadi dilingkungan sehingga system visual langsung memberikan informasi ke otak, kemudian otak memerikan informasi agar system musculoskeletal (otot & tulang) dapat bekerja secara sinergis untuk mempertahankan keseimbangan tubuh. Pada gambar dibawah ini kita dapat melihat system visualisasi pada tubuh manusia (Prasad et al., 2011).

3) Sistem Somatosensori (Tactile &Proprioceptive).

Sistem somatosensori adalah sistem sensorik yang beragam yang terdiri dari reseptor dan pusat pengolahan untuk menghasilkan modalitas sensorik seperti sentuhan, temperatur, proprioception (posisi tubuh), dan nociception (nyeri). Reseptor sensorik menutupi kulit dan epitel, otot rangka, tulang dan sendi, organ, dan sistem kardiovaskular. Informasi propriosepsi disalurkan ke otak melalui kolumna dorsalis medula spinalis. Sebagian besar masukan (input) proprioseptif menuju serebelum, tetapi ada pula yang menuju ke korteks serebri melalui lemniskus medialis dan talamus (Willis Jr, 2007).

Kesadaran akan posisi berbagai bagian tubuh dalam ruang sebagian bergantung pada impuls yang datang dari alat indra dalam dan sekitar sendi. Alat indra tersebut adalah ujung-ujung saraf yang beradaptasi lambat di sinovia dan ligamentum. Impuls dari alat indra ini dari reseptor raba di kulit dan jaringan lain, serta otot di proses di korteks menjadi kesadaran akan posisi tubuh dalam ruang.

c. Faktor – faktor yang Mempengaruhi Stabilitas Dinamis *Ankle*

1) Pusat gravitasi *(Center of Gravity-COG)*

Center of gravity merupakan titik gravitasi yang terdapat pada semua benda baik benda hidup maupun mati, titik pusat gravitasi terdapat pada titik tengah benda tersebut, fungsi dari Center of gravity adalah untuk mendistribusikan massa benda secara merata, pada manusia beban tubuh selaluditopang oleh titik ini, maka tubuh dalam keadaan seimbang. Tetapi jika terjadiperubahan postur tubuh maka titik pusat gravitasi pun berubah, maka akan menyebabkan gangguan keseimbangan (Unstable). Titik pusat gravitasi selalu berpindah secara otomatis sesuai dengan arah atau perubahan berat, jika center of gravity terletak di dalam dan tepat ditengah maka tubuh akan seimbang, jikaberada diluar tubuh maka akan terjadi keadaan unstable. Pada manusia pusatgravitasi saat berdiri tegak terdapat pada 1 inchi di depan vertebrae Sacrum 2.(Bishop & Hay, 2009).

2) Garis gravitasi (*Line of Gravity-LOG)*

Garis gravitasi (*Line Of Gravity*) adalah garis imajiner yang beradavertikal melalui pusat gravitasi. Derajat stabilitas tubuh ditentukan oleh hubungan antara garis gravitasi, pusat gravitasi dengan base of support (bidang tumpu).

3) Bidang tumpu (*Base of Support-BOS)*

Base of Support (BOS) merupakan bagian dari tubuh yang berhubungan dengan permukaan tumpuan. Ketika garis gravitasi tepat berada di bidang tumpu,tubuh dalam keadaan seimbang.

Stabilitas yang baik terbentuk dari luasnya area bidang tumpu. Semakin besar bidang tumpu, semakin tinggi stabilitas. Misalnya berdiri dengan kedua kaki akan lebih stabil dibanding berdiri dengan satu kaki. Semakin dekat bidang tumpu dengan pusat gravitasi, maka stabilitas tubuh makin tinggi (Wen Chang Yi et al., 2009).

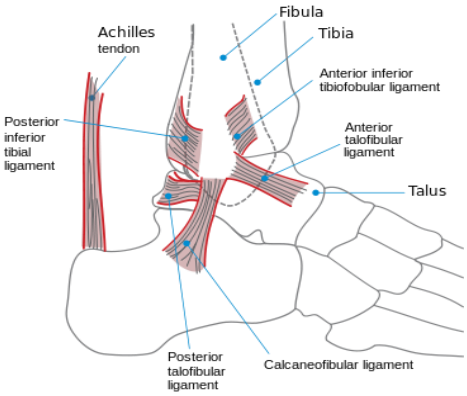
4) Kekuatan otot (*Muscle Strength*)

Menurut Jossef Nossek yang dikutip (Susilo Herawati, 2007: 6), kekuatan otot adalah kemampuan otot untuk mengatasi atau melawan beban saat menjalankan aktivitas. Sedangkan menurut Tim Fisiologi UNY dalam buku petunjuk Praktikum Fisiologi Manusia menjelaskan bahwa kekuatan otot sangat dipengaruhi oleh MCV (maksimum Contraksi voluntere), kehendak untuk berkontraksi, besar kecilnya otot, dan tingkat kelelahan.Otot yang kuat merupakan otot yang dapat berkontraksi dan rileksasi dengan baik, jika otot kuat maka keseimbangan dan aktivitas sehari-hari dapat berjalan dengan baik seperti berjalan, lari, bekerja ke kantor, dan lain sebagainya.

Kekuatan otot yang lemah dapat menyebabkan terjadinya, contoh otot punggung karena otot punggung adalah salah satu otot penyangga tubuh yang berada di pusat tubuh manusia. Bersamaan dengan otot-otot yang menyelimuti perut, otot punggung termasuk dalam kategori core muscle atau otot pusat tubuh. Kekuatan otot dari kaki, lutut serta pinggul harus lebih kuat untuk mempertahankan keseimbangan tubuh saat adanya gaya dari luar. Kekuatan otot tersebut berhubungan langsung dengan kemampuan otot untuk melawan gaya gravitasi serta beban eksternal lainnya yang secara terus menerus mempengaruhi posisi tubuh.

d. Anatomi Sendi *Ankle*

Pergelangan kaki terbentuk dari 3 persendian yaitu *articulatio talocruralis, articulatio subtalaris* dan *articulatio tibiofibularis distal*. Ketiga sendi ini berkerjasama untuk mengatur pergerakan bagian belakang kaki sehingga mampu bergerak plantarfleksi-dorsofleksi, inversio-eversio dan endorotasi-eksorotasi. Gabungan ketiga jenis gerakan tadi selanjutnya dapat membentuk gerakan pronasi (dorsofleksi-eversio-eksorotasi) dan supinasi (plantarfleksi - inversio - endorotasi).



Gambar 2.2 Anatomi sendi ankle
Sumber : flexfreeclinic

1) Articulatio Talocruralis (Sendi Loncat Bagian Atas)

Articulatio talocruralis dibentuk oleh ujung distal tulang tibia dan fibula serta bagian atas dari talus. *Ligamentum* pada *articulatio talocruralis* terdiri dari :

a) Ligamentum Mediale atau Deltoideum

Ligamentum ini merupakan ligamentum yang kuat dengan puncaknya melekat pada ujung malleolus medialis.Sedangkan serabut dalamnya melekat pada permukaan medial corpus tali serta serabut superficial yang melekat pada bagian medial talus, sustentaculum tali, ligamentum calcaneonaviculare plantare dan tuberositas ossis naviculare.

b) *Ligamentum lateral*

Ligamentum lateral memiliki kekuatan yang lebih lemah dari *ligamentum mediale* dan tersusun dari tiga pita: 1) *Ligamentum talofibulare anterior*, berjalan dari *malleolus lateralis* ke permukaan *lateral talus*. 2) *Ligamentum calcaneofibulare*, berjalan dari ujung malleolus lateralis ke arah bawah dan belakang menuju permukaan *lateral calcaneus*. 3) *Ligamentum talofibulare posterior*, berjalan dari *malleolus lateralis* ke *tuberculum posterior ossis* tali.

2) Articulatio Subtalaris (Sendi Loncat Bagian Bawah)

Sendi ini dibentuk oleh talus dan calcaneus, sendi ini memungkinkan tungkai bawah yang memiliki axis gerak berupa *axis longitudinal* melakukan gerakan endorotasi dan eksorotasi, gerakan pada tungkai bawah ini selanjutnya diteruskan pada kaki yang memiliki axis gerak berupa axis transversal yang sedikit miring sehingga memungkinkan terjadinya gerakan supinasi dan pronasi pada kaki. Articulatio subtalaris terdiri dari dua buah sendi yang dipisahkan oleh *ligamentum talocalcaneare interosseum* menjadi *articulatio subtalaris anterior* dan *subtalaris* posterior. *Ligamentum talocalcaneare interosseum* berfungsi menahan pergeseran talus ke arah medial. Saat supinasi bagian depan *ligamentum* akan tegang dan saat *pronasi ligamentum* menjadi kendor.

3) *Articulatio Tibiofibularis Distal*

Sendi ketiga yang membentuk pergelangan kaki ini merupakan pertemuan tibia dan fibula yang merupakan *syndesmosis* sehingga pergerakannya terbatas. Sendi ini distabilkan posisinya oleh membran *interosseus* yang tebal serta *ligamentum tibiofibularis anterior et posterior*. *Syndesmosis articulatio tibiofibularis* distal ini diperlukan untuk kestabilan bagian atap dari *articulatio talocruralis*.

Cedera yang terjadi biasanya mengenai *ligamentum tibiofibularis anterior inferior* saat gerakan *eversion*.

e. Biomekanik *Ankle Joint*

Trochlea tali terjepit diantara kedua malleoli, tetapi sendi ini merupakan sendi yang fleksibel. Menurut bentuk facies articularis sendi ini merupakan articulatio trochlearis. Axis gerak adalah axis transversal yang melewati kedua malleoli. Gerakan yang terjadi adalah fleksi (dorsofleksi) dan ekstensi (plantarfleksi). Trochlea tali pada bagian distal (anterior) lebih lebar, sehingga pada waktu ekstensi malleolus lateralis agak terpisah dari tibia, dan ligamentum antara kedua tulang menjadi tegang. Capsula articularis pada sendi ini di sebelah depan dan belakang longgar sehingga memungkinkan fleksi dan ekstensi. Capsula articularis diperkuat oleh ligamentum yang berfungsi sebagai ligamentum collaterale. Saat berjalan gaya berat menarik tungkai bawah ke depan, untuk mencegahnya articulatio talocruralis mempunyai susunan khusus. Penampang lintang trochlea tali lebih besar pada bagian depan, kedua malleoli tidak terletak tepat disamping trochlea tetapi sedikit dibelakang. Sehingga trochlea tali yang merupakan ossa sesamoidea ini tidak bergeser ke belakang. Gerakan lain yaitu bergesernya kaki terhadap tungkai bawah dihalangi oleh oleh susunan ligamentum dari tibia atau fibula yang berjalan ke arah belakang melekat pada talus atau calcaneus. Susunan lain yang juga menjaga gerakan sendi ini adalah ujung distal tibia yang mempunyai perluasan ke bawah pada bagian posteriornya serta ligamentum tibiofibularis posterior yang terletak pada lekuk sendi di posterior trochlea tali kedua susunan ini mencegah bergesernya tungkai bawah ke depan.

2. Kekuatan *calf muscle*

a. Definisi Calf Muscle

Calf muscle atau trisep surae merupakan gabungan otot yang terdiri dari kedua kepala gastrocnemius dan otot soleus bersama-sama dikenal sebagai plantar fleksor terkuat pada *ankle* (Lavengie & Norin, 2005).

Gastrocnemius adalah yang terbesar dan paling dangkal dari tiga otot triceps surae. Plantaris dan soleus juga merupakan kelompok ini, yang terkumpul ke dalam tendon achilles dan menyisipkan pada permukaan posterior *calcaneous*. *Gastrocnemius* adalah otot berkepala dua yang sangat kuat yang mendominasi bagian belakang kaki. Kedua kepalanya mudah ditemukan dan diikuti secara interior ke tendon achilles. *Gastrocnemius* terutama mengandung serat berkedut cepat, yang direkrut dengan cepat tapi cepat lelah. Distribusi serat ini menunjukkan perannya dalam menghasilkan tenaga ledakan saat *lifting*, *sprinting*, dan *jumping*. Soleus adalah sinergis untuk *gastrocnemius* untuk fleksi plantar. Yang mana dari kedua otot yang paling aktif selama gerakan ini terutama didorong oleh posisi lutut. Jika lutut diperpanjang atau diperpanjang (seperti saat naik dari posisi berjongkok atau duduk atau melompat), gastrocnemius lebih aktif. Jika lutut dilipat (seperti dengan berjalan santai atau berdiri statis), soleus lebih aktif. *Gastrocnemius* adalah *two joint muscle* yang melewati knee dan ankle. Origo otot ini menempel dengan dua kepala pada permukaan posterior dari medial dan lateral kondilus femur, menurun ke posterior kaki superficial membentuk sebuah tendon dengan otot soleus dan insersio pada permukaan posterior dan calcaneus. Otot ini di persarafi oleh nervus tibialis S1-S2. Otot soleus merupakan one joint muscle yang berada lebih dalam dari otot gastrocnemius. Origo dari otot soleus berada pada posterior tibia dan fibula, merentang di posterior kaki, bercampur dengan

otot gastrocnemius untuk membentuk Achilles tendon yang kuat (Lippert, 2006).

Soleus berukuran menengah dan lokasi dari tiga otot triceps surae (*triceps* = tiga kepala dan *surae* = *calf*), yang bertemu dengan tendon achilles dan menyisipkan pada permukaan posterior calcaneous. Plantaris dan gastrocnemius juga merupakan bagian dari kelompok ini. Meskipun otot besar, soleus terdiri dari sulingan yang lebih lambat daripada serat berkedut cepat. Distribusi serat ini menunjukkan fungsi soleus sebagai otot postural yang tahan lelah. Sedangkan gastrocnemius direkrut untuk gerakan yang eksplosif dan kuat seperti mengangkat, berlari, dan melompat, tindakan yang dilakukan oleh soleus kurang intens seperti berdiri, berjalan, dan jogging. Otot yang paling aktif terutama didorong oleh posisi lutut. Jika lutut diperpanjang atau diperpanjang (seperti saat naik dari posisi duduk atau duduk dengan jongkok atau duduk), gastrocnemius lebih aktif. Jika lutut dilipat (seperti dengan berjalan santai atau berdiri statis), soleus lebih aktif (Christy, 2010)

Gambar : 2.3 Calf Muscle
Sumber : Anatomy Explorer

b. Peran dan fungsi calf muscle terhadap ankle

Calf muscle berfungsi dalam mempertahankan stabilisasi tubuh saat berdiri serta memungkinkan terjadinya gerak maju selama berjalan, berlari, atau melompat.

c. Mekanisme calf muscle terhadap stabilitas ankle

Gastrocnemius mengandung serat berkedut cepat, yang direkrut dengan cepat tapi cepat lelah. Distribusi serat ini menunjukkan perannya dalam menghasilkan tenaga ledakan saat lifting, sprinting, dan jumping. Soleus adalah sinergis untuk gastrocnemius untuk fleksi plantar. Yang mana dari kedua otot yang paling aktif selama gerakan ini terutama pada posisi fleksi lutut. Jika fleksi-ekstensi lutut (seperti saat naik dari posisi berjongkok atau duduk atau melompat), gastrocnemius lebih aktif. Sedangkan posisi fleksi lutut (seperti dengan berjalan santai atau berdiri statis), soleus lebih aktif. Jika kedua otot ini lemah maka pada posisi fleksi ekstensi lutut, otot gastrocnemius dan soleus akan melemah dan menyebabkan unstabil pada gerakan ankle.

3. Kekuatan tibialis anterior

a. Definisi tibialis anterior

M. tibialis anterior berasal dari daerah yang lebar yaitu Invertor utama pada kaki adalah otot-otot tibialis anterior dan tibialis posterior, yang memberikan stabilitas medial pada kaki. Otot tibialis anterior menginversikan kaki dalam dorsofleksi, sementara otot tibialis posterior menginversi kaki dalam fleksi plantaris. Bila invertor ini mengalami plantaris, maka stabilisasi kaki medial terganggu, sehingga terjadi deformitas valgus. Kontraksi (pemendekan) dari otot-otot ini menyebabkan deformitas varus pada kaki (Younger and Myerson, 2012).

Otot tibialis posterior adalah otot yang relative kecil yang terletak di sisi belakang betis. Hal ini juga otot di kaki

paling berlokasi, yang timbul dari perbatasan bagian dalam fibula dan tibia pada sisi posterior. Tendon otot berjalan di belakang maleolus medial dan berakhir dengan memisahkan menjadi utama, plantar, dan berulang bagian. Penyisipan bagian utama terjadi di runcing pertama dan tuberositas navicular.

Gambar 2.4 Tibialis anterior
Sumber : Anatomy Explorer

b. Peran dan fungsi tibialis anterior terhadap stabilitas *ankle*

Fungsi utama dari otot ini adalah untuk memberikan stabilitas untuk tungkai bawah. Hal ini juga memfasilitasi kaki inversi oleh kontraksi dan membantu dalam ankle plantar fleksi itu. Otot juga melakukan peran penting dalam memberikan dukungan kepada lengkung medial kaki itu. Disfungsi otot ini dapat menyebabkan kondisi kaki datar pada anak-anak dan orang dewasa. Persarafan otot yang berlangsung dari saraf tibialis, dan pasokan arteri yang berasal dari arteri tibialis. Membran interoseus juga terhubung dengan otot ini, yang melekat ke fibula dan tibia (Kruck, 2014).

c. Mekanisme tibialis anterior terhadap stabilitas ankle

Anterio tibialis adalah otot besar yang superfisial di bagian depan kaki bagian bawah. Fungsinya berubah sesuai posisi kaki. Jika kaki bebas, tibialis anterior meningkatkan

ujung distal kaki ke atas (dorsofleksi). Fungsi ini membuat jari kaki tidak tertangkap di tanah selama fase ayun gaya berjalan. Mempertahankan posisi dorsiflexed ini juga memungkinkan tumit menyerang tanah lebih dulu, memposisikan penyerapan guncangan optimal selama transisi dari tumit ke fase stance. Saat kaki dipaku atau ditanam, tibialis anterior menarik kaki bagian bawah di atas kaki (juga disebut dorsofleksi). Fungsi ini terjadi selama fase stance gaya berjalan. Begitu serangan tumit terjadi, anterior tibialis terus berkontraksi, menarik pusat gravitasi di atas dan di anterior ke kaki. Penggunaan berlebihan atau kelemahan pada fungsi ini menimbulkan iritasi atau tendonitis pada otot ini. Inilah salah satu dari beberapa penyebab nyeri tungkai bawah anterior, yang biasa disebut "shin splints". Akhirnya, tibialis anterior membantu menunjang lengkungan medial kaki. Tendonnya melintasi kaki dorsal di bawah retinakulum ekstensor. Ini membungkuk secara medial di sekitar lendir sebelum menempel pada permukaan plantar dari medial cuneiform dan dasar metatarsal pertama. Sudut tendon ini memberi pengaruh anterior tibialis untuk mengangkat pusat lengkungan medial dan membatasi atau mengendalikan pronasi. Ia bekerja secara sinergis dengan tibialis posterior untuk mempertahankan tinggi lengkungan dan antagonis dengan proneus longus selama pronasi dan supinasi kaki.

4. Kekuatan core muscle

a. Definisi

Core muscle atau otot inti, secara umum dapat diartikan sebagai otot dimana titik tengah gravitasi tubuh (centre of gravity) berada, dan semua gerakan dalam tubuh berasal dari otot core. Otot core menopang seluruh gerakan dan keseimbangan tubuh manusia. Artikel ini akan membahasnya secara detail.

Secara spesifik, otot core adalah struktur otot-otot yang menopang keseluruhan struktur tulang belakang, perut, panggul dan pelvis, atau yang disebut dengan istilah LPHC (Lumbo-Pelvic Hip Complex). Otot core yang kuat berguna untuk menjaga keseimbangan proporsi otot-otot tubuh dalam melakukan keseluruhan rantai kinetic gerak tubuh kita. Dalam gerak dinamis tubuh manusia, otot core mengontrol efisiensi gerakan akselerasi/deselerasi, dan stabilisasi tubuh sehingga dapat mencegah terjadinya cedera.

b. Anatomi core muscle

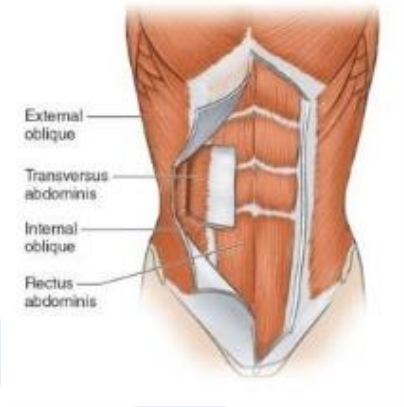
Struktur otot core secara spesifik dapat dibagi menjadi 3 bagian: sistem stabilisasi local, sistem stabilisasi global, sistem gerak. Untuk menjaga keseimbangan dari struktur otot core, diperlukan kontrol neuromuskular dari keseluruhan bagian core ini. Kontrol neuromuskular ini penting demi memastikan aktivasi sistem otot core yang terkoordinasi secara sekuensial dalam waktu yang sesuai dan dengan tenaga/gaya dalam jumlah yang sesuai.

1) Sistem Stabilisasi Lokal

Sistem stabilisasi lokal adalah otot-otot yang secara langsung menempel dengan tulang belakang kita. Otot-otot ini hampir keseluruhan terdiri dari serabut otot tipe I (slow twitch). Fungsi otot core ini adalah untuk memberi topangan pada tulang belakang kita agar tidak menerima tekanan yang berlebih pada ruas-ruasnya. Otot core ini juga berfungsi untuk menjaga bentuk postur tubuh kita pada posisi postur yang baik. Otot-otot pada sistem stabilisasi lokal ini terdiri dari otot-otot the transverse abdominis, internal obliques, multifidus, *pelvic floor musculature*, dan diaphragm. Otot-otot ini selain menjaga kestabilan tulang belakang, juga berfungsi untuk meningkatkan tekanan pada perut (*intra-abdominal pressure*), dimana dengan adanya tekanan pada perut dapat meningkatkan dan

menghasilkan ketegangan otot (muscle tension) pada bagian otot yang lain.

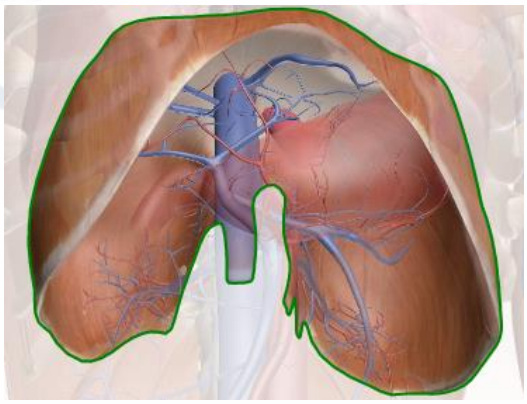
a) M. Transversus abdominis



Gambar 2.5 m. transversus abdominis
Sumber : thebodycenterpilates

Origo pada ligament inguinalis, crista illiaca interna dan lamina profunda fasia limbodorsalis serta iga 7-12. insersio pada linea alba. Bagian bawah melekat pada dataran symphisis conjoint tendon.

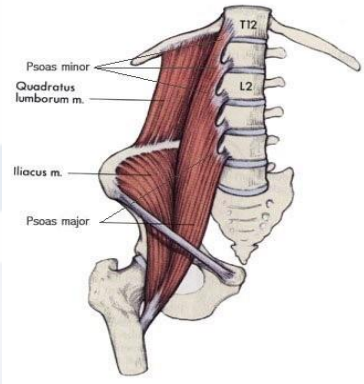
b) Diagpragma



Gambar 2.6 diafragma
Sumber : Anatomy Explorer

Memisahkan cavum thoracis dan cavum abdominis. Diaphragma terdiri dari centrum tendineum dan bagian otot yang terdiri pars strenalis, pars costalis dan pars lumbalis. Posisi dan bentuk diaphragma tergantung pada fase respirasi, posisi tubuh dan tingkat pengembangan visera. Dipersarafi oleh N. Prenicus.

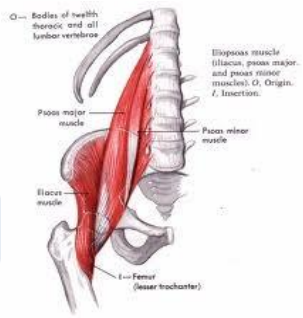
c) M. Quadratus Lumborum



Gambar 2.7 m. quadratus lumborum
Sumber : Anatomy Explorer

Berorigo pada arcus lateralis pars lumbalis diafragmatika dan insersio pada labium intermedium crista illiaca. Otot ini terdiri dari dua lapisan yang tidak sempurna terpisah. Lapisan ventralis sampai iga ke-12 dan lapisan dorsal melekat pada processus costalis. Otot ini membantu flexi lateral badan. Persarafan T12 dan L1-L3.

d) M. Psoas Mayor



Gambar 2.8 m. psoas mayor
Sumber : Anatomy Explorer

Dibagi atas bagian superfisialis dan profunda. Bagian superfisialis berasal dari permukaan lateral vertebra thorakalis ke-12 dan lumbal ke-1 sampai 4 serta discus intervertebralis. Bagian profunda dimulai dari processua costalis vertebra lumbalis 1-5. M. Psoas Mayor bersama-sama M.Illiacus dan dibungkus oleh fascia illiaca dan meluas sebagai M. Illiopsoas melalui lacuna muskulorum ke trohanter minor. Fungsi endorotasi paha, antero flexi dan adduksi. Persarafan : cabang-cabang dari plexus lumbalis dan N. Femoralis (L1-L3).

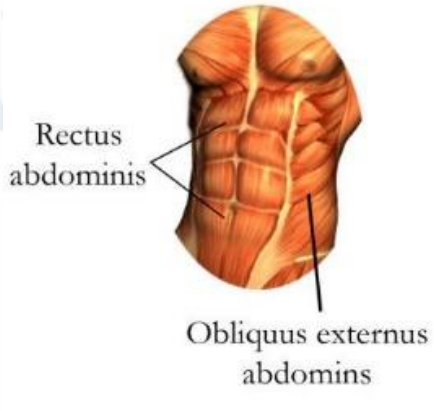
e) M. Multifidus

Berorigo di posterior sakrum, posterior superior spina illiaka, *mamilary* dari processus vertebrae lumbar, processus transversus dari vertebrae torakal, processus artikularis bagian inferior dari vertebrae servikal dan berinsersio di processus spinosus lumbal, thorakal, dan cervikal. Bila berkontraksi secara bilateral untuk ekstensi columna vertebrae dan bila secara unilateral untuk lateral fleksi dan rotasi pada sisi yang berlawanan.

2. Sistem Stabilisasi Global

Sistem stabilisasi global terdiri dari otot-otot yang menempel dari bagian pelvis sampai ke tulang belakang. Otot-otot ini berperan untuk mentransfer beban antara ekstremitas tubuh atas dan ekstremitas tubuh bawah, memberikan stabilitas antara pelvis dan tulang belakang, dan memberikan stabilisasi dan kontrol eksentrik dari otot core (LPHC) saat kita melakukan gerakan dinamis. Sistem stabilisasi global terdiri dari otot quadratus lumborum, psoas major, external obliques, internal oblique, rectus abdominis, gluteus medius, dan adductor complex.

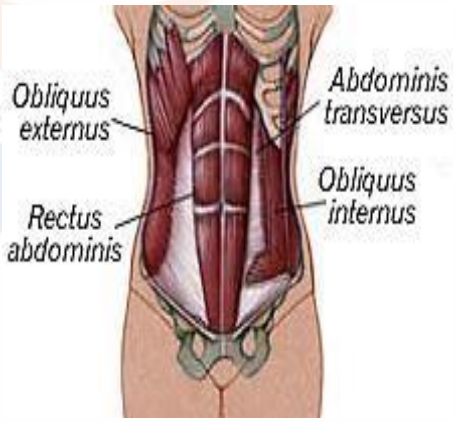
a) M. Obliqus Externus Abdominis



Gambar 2.9 otot oblique eksternus abdominis
Sumber : Anatomy Explorer

Origo pada tulang iga 5-12, crista illiaa dan insertion linea alba, ligamentum inguinale. Fungsi dari otot ini adalah mengadakan lateral flexi dan rotasi tubuh sisi yang berlawanan.

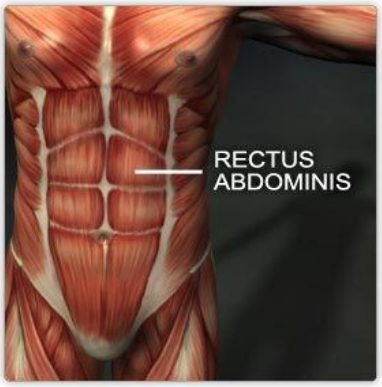
b) M. Obliqus Internus Abdominis



Gambar 2.10 m. obliqus internus abdominis
Sumber : Anatomy Explorer

Berorigo pada linea interna crista illiaca lamina superfisialis fascia lumbodorsalis dan berinsersio pada iga 9-12, linea alba. Fungsinya adalah antero flexi, latero flexi dan rotasi pada sisi yang sama.

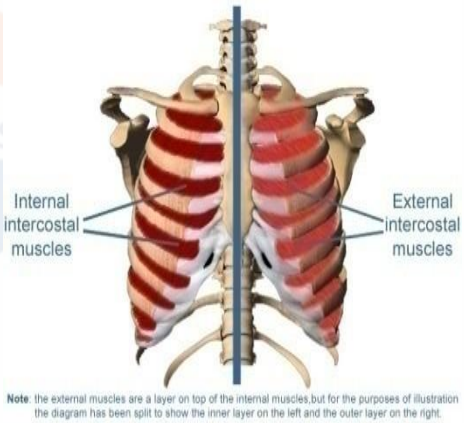
c) M. Rectus abdominis



Gambar 2.11 m. rectus abdominis
Sumber : Anatomy Explorer

Origo pada tulang iga 5,6,7 dan processus xyphoideus. Insersio pada dataran depan bagian atas (lateral) symphisis pubis. Dibungkus oleh selaput aponeurosis (vagina M. Rectus Abdominalis). Otot ini dipisahkan dari pasangannya oleh linea alba.

d) M. Intercostalis



Gambar 2.12 m. intercostalis
Sumber : Anatomy Explorer

Terdiri dari m. intercostalis externus dan internus, mm. Subcostalis dan mm. Tranversus costalis. Persarafan oleh N. Intercostalis 1-11.

e) M. Erector Spine

Merupakan kelompok otot instrinsic punggung. Otot-otot tersebut terletak pada saluran esteofibrosa yang dibentuk oleh tulang arcus vertebra, processus cotalis dan processus spinosus. Posterior dan lateral saluran tersebut dibatasi oleh fascia thoracolumbalis. Otot ini dipersarafi oleh N. Rami posterior (T4-T6, C3-6 dan C1-C5)

c. Peran dan fungsi core musle terhadap ankle

Fungsi dinamis core muscle adalah menjaga keseimbangan tubuh saat bergerak. Sebelum seseorang melakukan gerakan yang lebih dulu mesti dilakukan adalah menciptakan keseimbangan tubuh untuk dapat menggerakkan anggota tubuh lainya secara fungsional.

Sifat gerakan dinamis harus memperhitungkan struktur kerangka kita (sebagai tuas) di samping kekuatan resistensi eksternal, dan akibatnya menggabungkan sebuah kompleks yang sangat berbeda dari otot-otot dan sendi melawan posisi statis. Karena itu desain fungsional, selama gerakan dinamis ada ketergantungan lebih pada otot inti dari hanya kekakuan kerangka seperti dalam situasi statis. Hal ini karena tujuan gerakan ini tidak melawan tahanan, statis tidak berubah, tapi untuk melawan kekuatan yang berhubungan dengan perubahan bidang gerak.

Dengan menggabungkan gerakan, tulang-tulang tubuh harus menyerap perlawanan , dan dengan demikian tendon, ligamen, otot, dan persarafan mengambil tanggung jawab yang berbeda. Tanggung jawab ini meliputi reaksi postural dengan perubahan dalam kecepatan (kecepatan dari kontraksi), gerak (reaksi waktu kontraksi) dan kekuatan (jumlah perlawanan menolak dalam periode waktu).

Pada daerah lumbar spine, otot lokal dan global bekerja dalam harmony untuk memberikan keseimbangan biomekanik. Dengan mempertimbangkan lumbar spine sebagai contoh; distribusi kekuatan pada sistem local menunjukkan respon untuk mempertahankan atau memelihara kondisi postural, selama system global menghasilkan gerakan dan membantu dalam stabilisasi seperti yang seharusnya atau dibutuhkan. Local muscles *(segmental stabilization)* dan Otot global mengontrol *range of movement* dan *alignment*. (Comerford, Mottram, 2001). Proses pembentukan stabilisasi pada core muscle (Model of core stability Jeffrey M. Willardson, 2007) dapat disimpulkan bahwa mekanisme terbentuknya stabilisasi oleh otot inti (core muscle) terjadi karena stimulasi dari gerak extremitas (aktifitas proprioceptor) melalui pembebanan (external load) serta kondisi postural adjustments yang kemudian di interpretasikan oleh sistem saraf pusat sebagai keputusan akan adanya kebutuhan untuk melakukan stabilisasi pada region lumbopelvic, lalu di sampaikan ke otot inti (stabilisator) serta mengaktivasi otot tersebut yang kemudian akan menghasilkan stabilisasi serta kontrol saraf. Hal tersebut di atas juga dikenal sebagai mekanisme *Feed Forward Mechanism* (FFM) yang memiliki hubungan erat dengan otot-otot inti pada tubuh manusia.

Core muscle terhadap ankle akan membentuk postur yang baik pada pemain futsal anatar stabilitas ekstremitas atas dan ekstremitas bawah yang baik sehingga mencapai kondisi fisik yang optimal, serta meningkatkan kemampuan teknik pada permainan futsal. Pada pemain futsal membutuhkan kondisi fisik yang kuat, dengan *core muscle* yang baik dapat membantu mentranmisikan pembentukan kekuatan dan membuat tubuh pemain lebih stabil.

B. Kerangka Berpikir

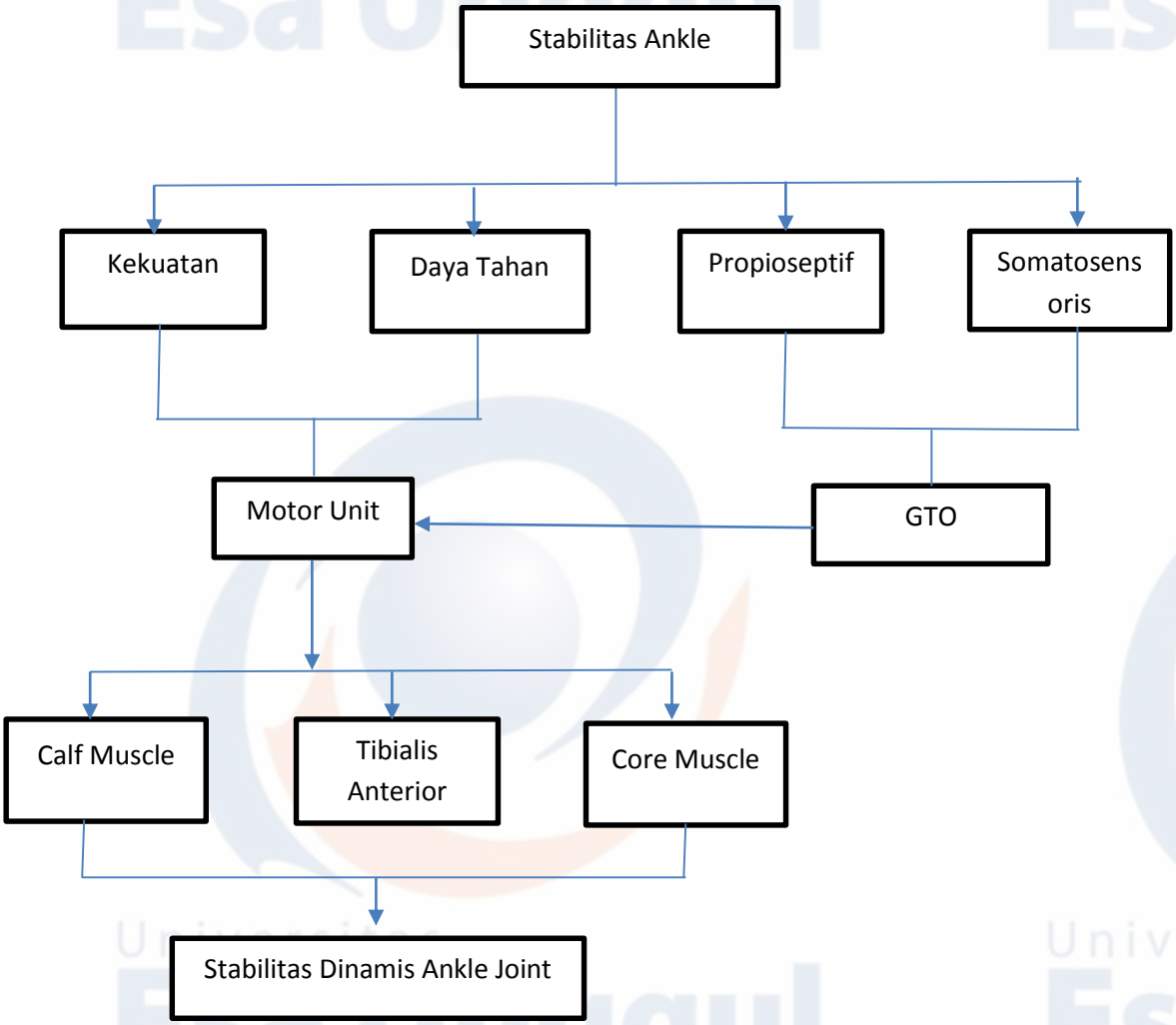
Stabilitas atau posisi stabil didefinisikan sebagai posisi dimana ada hubungan yang jelas antara posisi dan kekuatan yang dibutuhkan untuk mempertahankan posisi (Gerwin, 2010). Untuk mempertahankan posisi yang stabil pada ankle, ankle mempunyai ligament, sebagai berikut : *Articulatio Talocruralis, Articulatio Subtalaris,* dan *Articulatio Tibiofibularis Distal.*

Untuk mendapatkan *stabilitas* yang baik, harus didukung sistem informasi sensoris, kekuatan, *endurance, propioseptif*, dan somatosensoris yang baik pula yang saling bekerja sama sehingga menghasilkan GTO (Golgi Tendon Organ) dan bekerja sama dengan motor unit sehingga terjadi kekuatan pada calf muscle, tibibalis anterior, dan core muscle yang menghasilkan stabilitas dinamis ankle. Karena dalam berolahraga kita harus mampu untuk tetap stabil dalam setiap gerakan.

Calf muscle, tibialis anterior, dan core muscle berperan penting terhadap stabilitas dinamis ankle. Sebab jika dari ketiga otot tersebut kekuatannya buruk, maka akan mempengaruhi stabilitas ankle dinamis. Seperti calf muscle yaitu otot gastrocnemius dan soleus yang bekerja saat dorsal fleksi dan bekerja ketika ingin berjalan atau melompat. Tibialis anterior yaitu otot yang bekerja saat plantar fleksi dan sangat berperan penting dalam melangkah, berjalan atau berlari. Core muscle adalah otot bagian perut yang menjadi pusat dari kestabilan saat berdiri. Sehingga ketiga otot tersebut berperan dalam kestabilan pada saat bergerak agar kita dapat menumpu dengan seimbang.

Oleh karena itu, dalam berolahraga kita membutuhkan kekuatan calf muscle, kekuatan tibialis anterior, dan kekuatan *core muscle* untuk menghasilkan stabilisasi pada gerakan dinamis ankle. Hal ini ditinjau dari pola gerak dalam berolahraga. Karena pada dasarnya kekuatan calf muscle, kekuatan tibialis anterior, dan kekuatan *core muscle* seseorang akan mempengaruhi kemampuan seseorang dalam menjaga kestabilan pada saat posisi bergerak.

Skema 2.1 Kerangka Berpikir

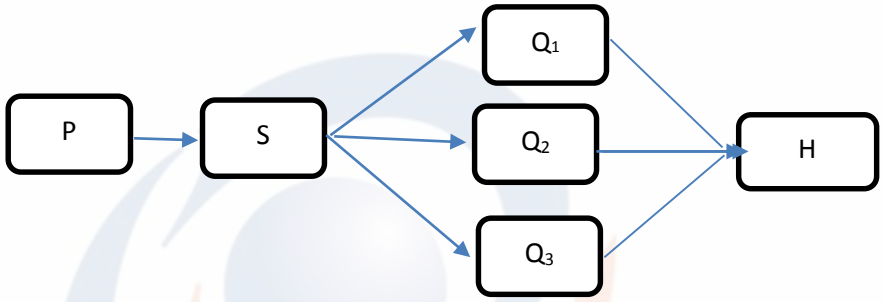


C. Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka berpikir diatas, maka penulis membuat kerangka konsep sebagai berikut :

1. Variabel Independen : kekuatan *calf muscle, tibialis anterior,* dan *core muscle*
2. Variabel Dependen : Stabilitas Dinamis Ankle

Skema 2.2 Kerangka Konsep



Keterangan :

P = Populasi

S = Sample

Q1= Calf muscle terhadap stabilisasi ankle

Q2 = Tibialis anterior terhadap stabilisasi ankle

Q3 = Core muscle terhadap stabilisasi ankle

H = Hubungan terhadap stabilisasi ankle

D. Hipotesa

Berdasarkan pada landasan teori diatas maka dapat di susun hipotesis dalam penelitian ini yaitu :

1. Ada hubungan kekuatan *calf muscle* terhadap stabilisasi *ankle*.
2. Ada hubungan kekuatan *tibialis anterior* terhadap stabilisasi *ankle*.
3. Ada hubungan kekuatan *core muscle* terhadap stabilisasi *ankle*.
4. Ada hubungan kekuatan *calf muscle, tibialis anterior,* dan *core muscle* terhadap stabilisasi *ankle*.