

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Tinjauan Pustaka

##### 1. Fraktur stres

###### a. Pengertian Fraktur Stres

Fraktur stres adalah fraktur yang terjadi pada tulang normal dari pasien yang sehat. Cedera ini terjadi bukan karena kejadian trauma tetapi karena beban yang tidak biasa dan berulang-ulang pada tulang. Fraktur ini biasa terjadi pada rekrutan baru anggota militer, atlet saat masa latihan dan penari (Solomon et al., 2010).

###### b. Patofisiologi

Salah satu fungsi tulang sebagai penyokong tubuh menyebabkan tekanan yang terus menerus pada tulang sehingga terjadi tegangan (*bone strain*). Tegangan yang terjadi karena tekanan tersebut sangat kecil dan disebut *microstrain* ( $\mu\epsilon$ ), dalam hal ini tubuh dapat mentoleransi 400-1500  $\mu\epsilon$  pada kegiatan sehari-hari sedangkan jika terjadi tegangan diatas 10.000  $\mu\epsilon$  dapat menyebabkan kerusakan jika terpapar berulang-ulang (Warden et al, 2006).

Kerusakan yang terjadi terus menerus dengan tegangan *submaximal* menyebabkan aktivitas osteoklas meningkat melebihi aktivitas osteoblast sehingga berakibat pada melemahnya kekuatan tulang untuk meredam tekanan. Jika aktivitas fisik dilanjutkan maka

terjadi *microfracture* pada trabecula, yang terlihat pada magnetic resonance imaging (MRI) sebagai edema sumsum tulang. Tulang yang masih sehat merespon dengan membentuk lapisan tulang baru sebagai penyokong tambahan. Apabila aktivitas osteoklas masih melebihi aktivitas osteoblast untuk membentuk tulang baru, maka kerusakan korteks tulang akan terjadi selanjutnya (Fredericson et al., 2006).

c. Faktor risiko

Faktor risiko untuk fraktur stres dapat dibagi menjadi faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik yang dapat diubah. Faktor ekstrinsik meliputi tipe aktivitas fisik, latihan fisik sebelumnya, kenaikan intensitas latihan yang mendadak, alas kaki latihan dan lingkungan atau medan latihan. Faktor intrinsik meliputi jenis kelamin, yaitu perempuan dengan *athlete triad* (oligomenorrhea atau amenorrhea, osteoporosis dan gangguan makan dengan defisit energi) memiliki risiko yang lebih besar. Faktor intrinsik lain yang berpengaruh pada perkembangan fraktur stres adalah *Bone Mass Density* (BMD), asupan vitamin D dan kalsium (Cosman et al., 2013).

Kebugaran jasmani sangat berhubungan dengan cedera olahraga pada laki-laki maupun perempuan. Tingkat kebugaran jasmani yang rendah dapat menjadi risiko terjadinya fraktur stres pada siswa sekolah militer karena mereka melakukan latihan militer yang mencakup berlari, melompat, merayap dan lain-lain. Individu yang aktif melakukan latihan seperti berlari dan *jogging* sebelum masuk ke

sekolah militer akan terlindung dari cedera anggota gerak bawah (Jones et al., 1993).

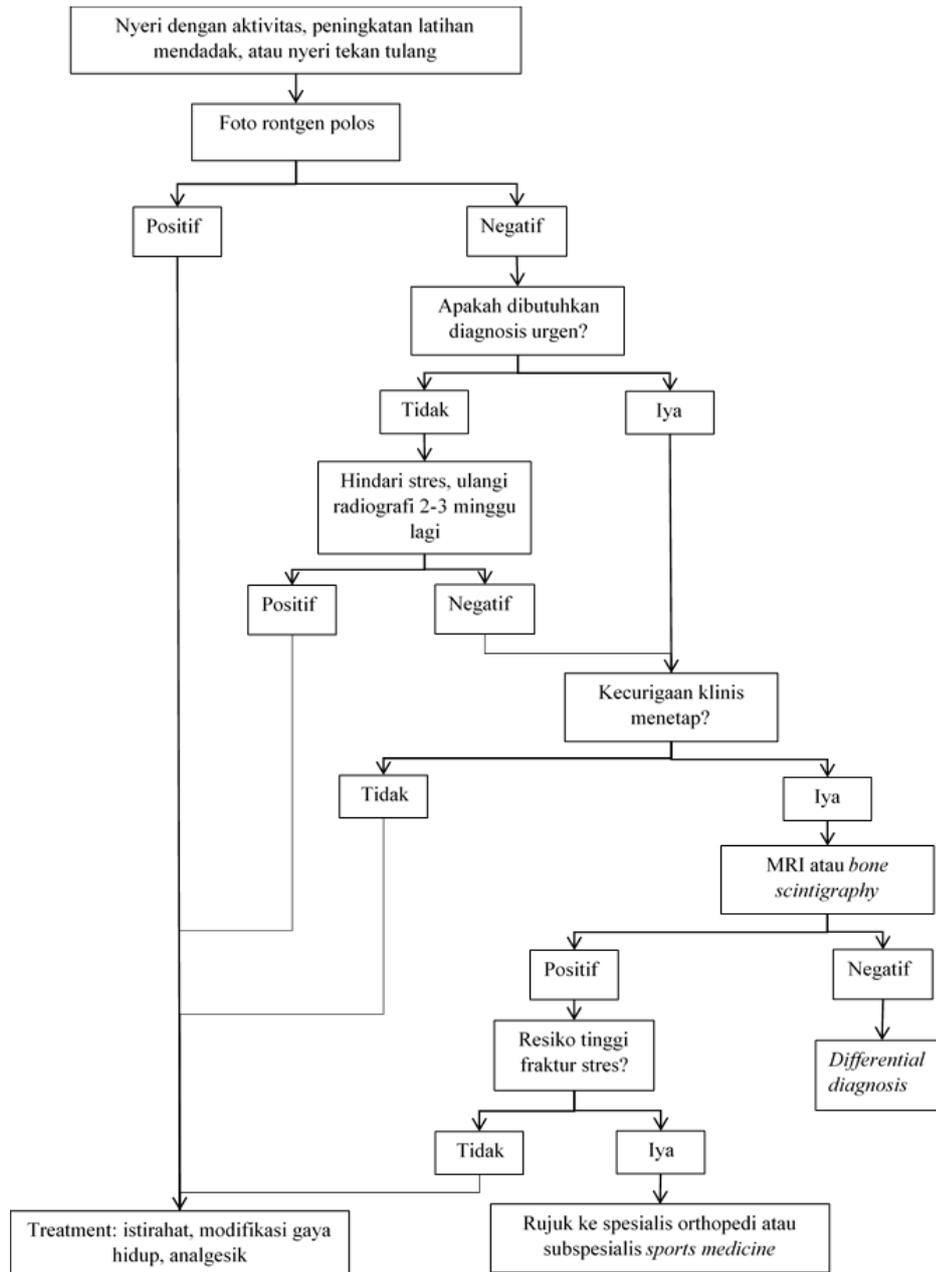
Keikutsertaan dalam olahraga atau kegiatan fisik lain dapat membantu tubuh untuk menahan beban saat terjadi perubahan intensitas latihan. Olahraga seperti basket akan memperkeras tulang sehingga tulang bisa menahan tekanan yang berlebihan. Pelari dengan jarak tempuh latihan >32 km/minggu mempunyai risiko 2 kali lebih besar terkena fraktur stres, atlet wanita dengan jarak tempuh latihan <32 km/minggu mempunyai risiko 3 kali lebih besar daripada atlet dengan jarak tempuh latihan >32 km/minggu (Tenforde et al., 2013).

d. Diagnosis dan gejala

Diagnosis dari fraktur stres membutuhkan ketelitian dan kecurigaan tinggi agar dapat memunculkan pertanyaan yang relevan saat menggali riwayat penyakit sebelumnya. Pertanyaan ini digunakan untuk mengetahui teknik latihan yang digunakan, khususnya setiap perubahan pada program latihannya. Perubahan yang biasa terjadi pada atlet dengan fraktur stres terletak pada bertambahnya jarak lari, medan latihan dan jenis sepatu juga merupakan riwayat yang penting (Reeder et al., 1996).

Gejala yang paling sering ditemukan pada pemeriksaan fisik adalah nyeri hebat pada satu tempat. Nyeri terasa saat palpasi untuk cedera pada tulang di dekat permukaan kulit, sedangkan untuk tulang yang letaknya didalam seperti tulang panggul dan tulang paha akan

terasa saat melakukan pemeriksaan *range of motion* atau rangkain tes diagnostik lain. Diagnosis banding untuk fraktur stres meliputi *stres reaction* yaitu keadaan tulang yang lemah sebelum terjadinya fraktur, ketegangan otot, dan *tendinopathy* (Boden et al., 2001).



Gambar 2.1. Diagnosis dan perawatan fraktur stres (Patel et al., 2011a)

Pemeriksaan radiologi untuk diagnosis fraktur stres terdiri atas foto polos, skintigrafi, MRI dan CT scan. Pemeriksaan yang paling sering dipakai yaitu foto polos, meskipun demikian foto polos memiliki kegunaan yang terbatas karena tidak dapat mendeteksi perubahan pada tulang saat awal terjadinya fraktur stres, CT scan jarang dipakai karena kurangnya sensitivitas diagnostik (Banal et al., 2009).

*Gold standard* dari pemeriksaan radiologi fraktur stres adalah skintigrafi atau MRI. Skintigrafi mampu mendiagnosis fraktur stres dengan cara mengidentifikasi area yang mengalami kenaikan penyerapan radioisotop. Skintigrafi memiliki sensitifitas 100% dan spesifitas 76%. Selain skintigrafi, MRI juga memiliki sensitifitas yang sama dengan skintigrafi dan sensitifitas yang lebih tinggi untuk penilaian kelainan pada tulang. Pemeriksaan menggunakan MRI memiliki kemampuan pencitraan anatomis yang lebih detail dan lebih aman, akan tetapi lebih mahal dibanding skintigrafi (Schneiders et al., 2012).

Tabel 2.1. Modalitas pencitraan untuk diagnosis fraktur stres (Patel et al., 2011a).

<b>Modalitas</b>	<b>Kelebihan</b>	<b>Kekurangan</b>
Foto polos	Murah, radiasi kecil, ketersediaan luas	Detail terbatas, sensitivitas kecil
Skintigrafi	Murah, sensitivitas tinggi	Radiasi, detail terbatas, positif palsu jika terdapat tumor dan infeksi fokal
<i>Magnetic Resonance Imaging</i>	Sangat detail, tanpa radiasi, spesifitas lebih tinggi dari skintigrafi dan sensitivitas sama	Biaya mahal
<i>Ultrasonography</i>	Tanpa radiasi, Murah	Ketersediaan terbatas, detail terbatas, data yang ada sulit untuk dijadikan patokan diagnosis fraktur stres

e. Klasifikasi fraktur stres

Fraktur stres dapat diklasifikasikan menjadi fraktur stres risiko tinggi dan rendah berdasar karakteristik pencitraan, pola penyembuhan, risiko bertambahnya keretakan dan kegagalan penyembuhan. Fraktur stres dengan risiko rendah akan sembuh dengan perawatan sederhana, sedangkan cedera dengan risiko tinggi akan berkembang menjadi *delayed* atau *nonunion* dan menyebabkan berbagai komplikasi (Boden et al., 2001).

Tabel risiko fraktur stres menjadi *delayed union* (Behrens et al., 2013)

<b>Risiko Tinggi</b>	<b>Risiko Rendah</b>
Diaphysis tibia anterior	Tibia posteromedial
Lateral Femoral Neck	Metatarsal
Patella	Kalkaneus
Malleolus Medial	Kuboid
Navicular	Cuneiform
Basal metatarsal ke lima	Fibula
Proksimal metatarsal ke dua	Medial Femoral Neck
Sesamoid	Batang Femur
Talus	Pelvis
Kepala Femur	

Arendt and Griffiths dengan Royer et al (2012) membagi fraktur stres menjadi 4 dengan menggunakan pembacaan MRI. Tujuan dari pembagian ini adalah membagi waktu istirahat yang dibutuhkan untuk dapat kembali beraktivitas fisik dengan keadaan pasien sekarang, selain itu pembagian ini juga berguna untuk *follow up* pasien. Cedera pada stage 1 membutuhkan waktu istirahat rata-rata 3,3 minggu dan stage 4 butuh 14,3 minggu untuk dapat kembali beraktivitas (Patel et al., 2011a; Royer et al., 2012).

Tabel 2.2. Klasifikasi Arendt and Griffiths berdasar pembacaan MRI

Derajat cedera fraktur stres	Pembacaan MRI	Durasi istirahat (minggu)
1	Edema Periosteal	3
2	Edema Periosteal dan sumsum tulang pada T2 weighed image	3-6
3	Edema Periosteal dan sumsum tulang pada T1 & T2 weighed image	12-16
4	Edema periosteal dan sumsum tulang dengan garis fraktur yang jelas	16

#### f. Pencegahan

Pencegahan kejadian fraktur stres termasuk sulit karena banyak faktor yang memengaruhi sehingga perlu *follow up* dan modifikasi dari faktor tersebut. Kontrol dan modifikasi aktivitas fisik dengan waktu istirahat yang cukup sangat penting untuk pencegahan. Pemberian 2000 mg kalsium setiap hari dan 800 IU vitamin D dapat menjadi faktor proteksi untuk cedera ini. Usaha pencegahan lain yaitu dengan mengoreksi kesalahan saat latihan seperti gerakan, perlengkapan dan medan latihan (Astur et al., 2016).

## 2. Aktivitas Fisik

Aktivitas fisik menurut *World Health Organization* (WHO) yaitu semua gerakan yang dilakukan oleh tubuh yang memerlukan pengeluaran energi (*Global recommendations on physical activity for health*, 2010). Menurut Kylasov (2011) aktivitas fisik adalah semua aktivitas yang dapat menambah atau menjaga kebugaran fisik dan kesehatan secara umum.

Menurut Yudiana dkk (2012) latihan fisik dibagi dalam beberapa macam berdasarkan kandungan yang dilatihnya meliputi:

a. Kekuatan (*Strength*)

Kekuatan adalah kemampuan otot untuk melakukan kontraksi untuk melawan sebuah tahanan. Latihan yang sesuai untuk mengembangkan kekuatan adalah dengan bentuk latihan tahanan. Kontraksi otot yang terbentuk pada saat melakukan latihan kekuatan terbagi menjadi tiga, yaitu (a) kontraksi isometrik, (b) kontraksi isotonik, (c) kontraksi isokinetik.

1. Kontraksi isometrik (kontraksi statik)

Kontraksi otot untuk mengangkat atau mendorong beban yang tidak bergerak dengan atau tanpa gerakan tubuh, dan panjang otot tidak berubah. Lamanya latihan kira-kira 10 detik, pengulangan 3 kali, istirahat 20-30 detik. Untuk mendapat hasil yang baik latihan ini dilakukan dalam frekuensi latihan 3 hari/minggu dan lamanya latihan paling sedikit 4-6 minggu.

2. Kontraksi isotonik (kontraksi dinamik)

Kontraksi otot yang bergerak dengan cara memanjang dan memendek, atau memendek jika tekanan dikembangkan. Latihan ini dapat dilakukan melalui beban dalam yaitu beban tubuh dan beban luar seperti mengangkat barbel. Metode yang paling sering dipakai adalah *weight training*, sistem ini menggunakan beban sebagai tambahan tekanan pada otot yang dibebani. Kekuatan akan berkembang cepat jika berlatih dengan menggunakan 3 set dan pengulangan maksimal 8-12 kali.

### 3. Kontraksi isokinetik

Kontraksi ini menyebabkan otot mendapat tahanan yang sama melalui seluruh ruang geraknya sehingga otot bekerja secara maksimal pada seriap sudut ruang gerak persendiannya. Latihan ini menggunakan alat yang dibuat khusus misalnya *Cybex Isokinetic Exerciser*. Latihan ini memakai prinsip : (1) frekuensi antara 2-4 hari/minggu, (2) lama latihan paling sedikit 6 minggu atau lebih, (3) harus menggunakan kaidah olahraga yang benar, dan (4) maksimal pengulangan 8-15 kali.

#### b. Daya tahan (*Endurance*)

Daya tahan adalah kemampuan seseorang untuk melakukan kerja dalam waktu yang relatif lama, untuk menaikkan daya tahan terdapat berbagai cara yaitu mempertinggi intensitas latihan, memperjauh jarak lari, mempertinggi tempo latihan dan memperkuat otot untuk bekerja dalam jangka waktu yang lama.

#### c. Kelenturan (*Flexibility*)

Kelenturan adalah kemampuan seseorang untuk dapat melakukan gerak dengan ruang gerak seluas-luasnya dalam persendiannya. Kelenturan ini diperlukan untuk mengurangi risiko cedera, mengoptimalkan kekuatan, kecepatan dan koordinasi.

#### d. Keseimbangan (*Balance*)

Keseimbangan adalah kemampuan seseorang untuk mempertahankan posisi tubuh baik dalam kondisi statik maupun

dinamik. Dalam keseimbangan yang perlu diperhatikan adalah waktu refleksi, waktu reaksi, dan kecepatan bergerak. Latihan ini biasanya disertakan dalam latihan kelincahan dan kecepatan.

e. Kecepatan (*Speed*)

Kecepatan adalah kapasitas anggota gerak tubuh atau pergerakan anggota gerak yang dilaksanakan dalam waktu singkat. Peningkatan kecepatan gerak dapat dilatih dengan melatih reaksi, meningkatkan kapasitas kecepatan maksimal, mempercepat kapasitas gerak, dan mempertahankan kecepatan maksimal. Latihan kecepatan sebaiknya diberikan setelah individu memiliki kekuatan, daya tahan dan kelentukan yang cukup.

f. Kelincahan (*Agility*)

Kelincahan adalah kemampuan seseorang untuk dapat merubah posisi dan arah dengan cepat dan tepat tanpa kehilangan keseimbangan. Latihan ini dapat dilakukan dalam bentuk lari bolak-balik, lari berkelok, jongkok-berdiri dan sejenisnya.

### **3. Pengaruh Aktivitas Fisik pada Sistem Muskuloskeletal**

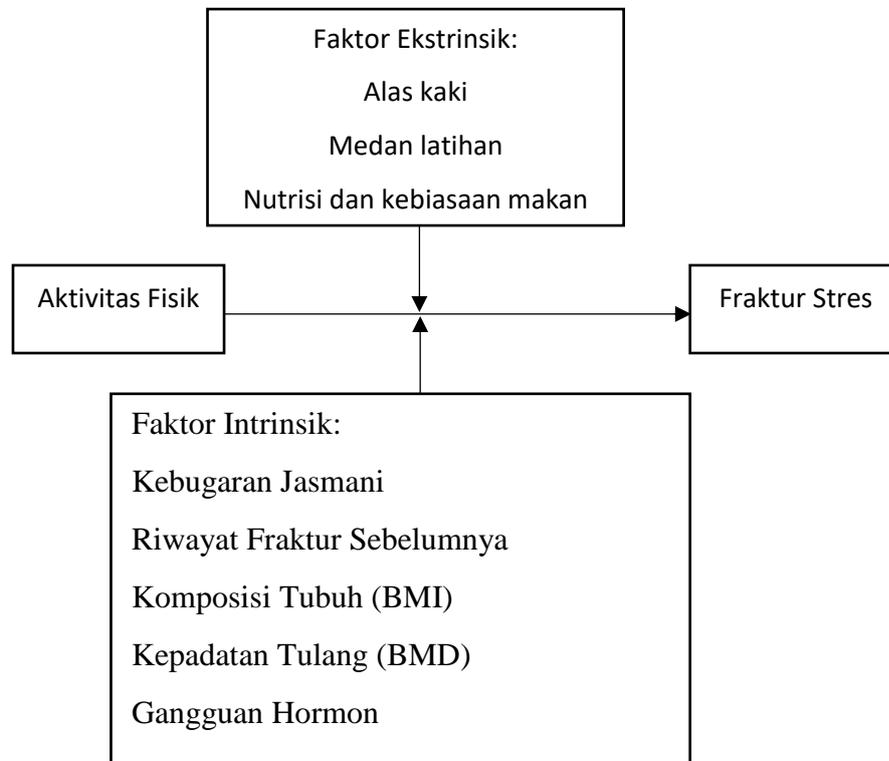
Aktivitas berupa latihan fisik terbukti dapat menguatkan kesehatan tulang dan beberapa manfaat lain. Latihan intensitas tinggi yang dilakukan selama 2 kali dalam satu minggu terbukti dapat menjaga kepadatan tulang, bersamaan dengan menambah masa otot dan menjaga kestabilan tubuh. Selain aktivitas dengan intensitas tinggi, melakukan aktivitas intensitas sedang seperti berenang, bersepeda, dan berjalan jauh dapat mengurangi risiko fraktur dan memperbaiki resorpsi tulang (Senderovich et al., 2017).

Massa, bahan penyusun dan struktur tulang berinteraksi dengan otot dalam menentukan tolerabilitas dan hasil dari tekanan oleh lingkungan. Interaksi dari besarnya kekuatan tekanan dan pengulangan dapat membuat tulang kelelahan dan meningkatkan kerentanan struktural pada tulang sehingga tanpa istirahat yang cukup dan waktu pemulihan dapat terjadi cedera karena trauma atau *overuse injury* (Hart et al., 2017).

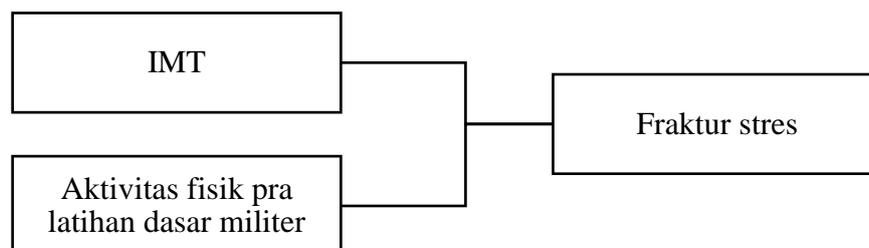
Tulang merespon terhadap tekanan seperti halnya respon otot yaitu dengan menjadi lebih besar dan lebih kuat. Aktivitas fisik teratur memberikan tekanan pada tubuh yang dapat memberi stimulus pada tulang untuk tumbuh dan menjaga kepadatan tulang. Aktivitas fisik yang menguntungkan tulang terutama adalah latihan ketahanan dan latihan beban. Contoh latihan berupa angkat beban, aerobik, *hiking*, menari, menaiki tangga dan berbagai latihan otot melawan gravitasi tanpa memberi tekanan terlalu berat terhadap tulang dan sendi (Kai et al., 2003).

Stres mekanik terhadap tulang memodifikasi aliran dalam struktur rongga tulang. Aliran tersebut terbagi menjadi jalur besar yaitu kanal *Haversi* dan kanal *Volkman* yang berisi pembuluh darah dan serabut saraf serta jalur kecil atau *lacuno-canalicular* yang menghubungkan setiap osteosit yang berfungsi untuk mengatur fungsi *remodelling* tulang. Perubahan aliran dalam tulang menyebabkan nutrisi yang dibutuhkan untuk *remodelling* lebih mudah untuk masuk dan dapat memperkuat struktur tulang tersebut. (Bonewald, 2011).

## B. Kerangka Teori



## C. Kerangka Konsep



## D. Hipotesis

$H_0$ : tidak ada pengaruh IMT dan aktivitas fisik pra latihan dasar militer dengan kejadian fraktur stres.

$H_1$ : terdapat pengaruh IMT dan aktivitas fisik pra latihan dasar militer dengan kejadian fraktur stres.