

SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC00202222925, 6 April 2022

Pencipta

Nama : **Dr. dr. Hermina Sukmaningtyas, M.Kes, Sp.Rad(K); dan dr. Christa Levina Daniswara**

Alamat : **Jl. Mega Mansion No.29 RT.016 RW.006, Pudak Payung, Banyumanik, Semarang, JAWA TENGAH, 50265**

Kewarganegaraan : **Indonesia**

Pemegang Hak Cipta

Nama : **Universitas Diponegoro**

Alamat : **Jl. Prof. Soedarto, SH Tembalang, Semarang, JAWA TENGAH, 50275**

Kewarganegaraan : **Indonesia**

Jenis Ciptaan : **Buku**

Judul Ciptaan : **Gambaran Radiologi Fraktur Epifisis Dan Apofisis Pada Anak**

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia : **20 Maret 2022, di Semarang**

Jangka waktu perlindungan : **Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.**

Nomor pencatatan : **000338380**

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n Menteri Hukum dan Hak Asasi Manusia
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual
u.b.
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto
NIP.196412081991031002

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
2022**



GAMBARAN RADIOLOGI FRAKTUR EPIFISIS DAN APOFISIS PADA ANAK

Oleh :

Dr. dr. Hermina Sukmaningtyas, M. Kes, Sp.Rad (K)
dr. Christa Levina Daniswara

GAMBARAN RADIOLOGI FRAKTUR EPIFISIS DAN APOFISIS PADA ANAK

Disusun oleh:

Dr. dr. Hermina Sukmaningtyas, M.Kes, Sp.Rad (K)
dr. Christa Levina Daniswara

**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO**

2022

Gambaran Radiologi Fraktur Epifisis Dan Apofisis Pada Anak

Disusun oleh:

Dr. dr. Hermina Sukmaningtyas, M.Kes, Sp.Rad (K)

dr. Christa Levina Daniswara

Cetakan 1: 2022

ISBN:

Penerbit: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro
Semarang Jl. Prof. Sudarto SH, Tembalang, Semarang,
Indonesia

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmatnya berupa kesehatan, ilmu, dan pikiran sehingga penulis dapat menyelesaikan buku yang berjudul “Gambaran Radiologi Fraktur Epifisis dan Apofisis pada Anak”. Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga dan rekan-rekan yang telah memberikan dukungannya sehingga buku ini dapat terselesaikan dengan baik.

Buku ini disusun untuk menjadi pedoman praktis dalam mengenali dan memahami gambaran radiologis fraktur epifisis dan apofisis yang kasusnya cukup sering ditemui pada anak.

Dalam penulisannya, penulis menyadari bahwa masih banyak ilmu radiologi yang dapat dipelajari lebih mendalam untuk meningkatkan ketepatan diagnostik penyakit. Penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan dalam penulisan modul ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun supaya didapatkan pemahaman yang tepat mengenai Gambaran Radiologi Fraktur Epifisis dan Apofisis pada Anak. Penulis berharap agar modul ini bermanfaat untuk meningkatkan pengetahuan serta pemahaman tentang “Fraktur Epifisis dan Apofisis pada Anak” bagi semua tenaga kesehatan yang membacanya, dan pada akhirnya dapat membantu dalam penegakan diagnosa bagi pasien yang membutuhkan.

Semarang, Januari 2022

Penulis



DAFTAR ISI

01

**ANATOMI DAN
PEMBENTUKKAN TULANG**

02

PUSAT OSIFIKASI NORMAL

03

EPIFISIS

- **FRAKTUR EPIFSIS**
- **KLASIFIKASI FRAKTUR EPIFISIS**

04

APOFISIS

- **FRAKTUR AVULSI APOFISIS**
- **TRAKSI APOFISITIS**

05

KOMPLIKASI CEDERA EPIFISIS DAN APOFISIS

Pendahuluan



Pendahuluan

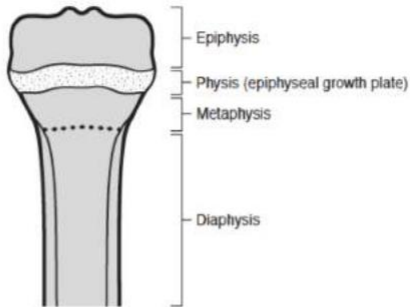
Cedera lempeng pertumbuhan pada anak ditemui sekitar 20-35% kasus fraktur anak

Cedera termasuk pada kartilago pertumbuhan
→ insiden tertinggi pada puncak pertumbuhan

Cedera apofisis seringkali kurang tepat dan terlambat terdiagnosis

Cedera apofisis dapat terjadi akibat adanya fraktur avulsi (akut) dan stres repetitif (kronis)

Anatomi Tulang



Sumber: McKinnis LN, 2014

EPIFISIS

Ujung dari tulang panjang dilapisi oleh kartilago sendi diantara lempeng pertumbuhan dan sendi

Epifisis tekanan

Epifisis traksi
(apofisis)

METAFISIS

Bagian tulang diantara lempeng pertumbuhan dan batang tulang, tempat tulang baru terbentuk

DIAFISIS

Batang dari tulang panjang (pusat osifikasi primer)

Pembentukan Tulang

Dikenal sebagai osteogenesis atau proses osifikasi

Dimulai antara minggu ke 6-7 embriologi hingga usia 25 tahun (bervariasi diantara individu)

Fetus (tulang seperti anyaman)
→ Bayi (tulang berlapis, osifikasi primer) → anak-anak (osifikasi sekunder)

Terdapat 2 macam proses osifikasi tulang, yakni **intramembran** dan **endokondral**.

Osifikasi Intramembran

1. Sel mesenkim berdiferensiasi menjadi osteoblas membentuk pusat osifikasi

2. Osteoblas dikelilingi oleh osteoid dan bertransformasi menjadi osteosit

3. Tulang trabekular dan periosteum akan terbentuk

4. Terbentuknya tulang korteks (superfisial) dari tulang trabekular

5. Pembuluh darah akan membentuk sumsum tulang

Contoh: tulang pelvis, scapula, tengkorak dan wajah

Osifikasi Endokondral

1. Sel mesenkim berdiferensiasi menjadi kondrosit → **model kartilago**

2. Sel kondrosit akan mengalami hipertrofi dan kalsifikasi → apoptosis → invasi pembuluh darah

3. Sel osteogenik akan memicu transformasi perikondrium menjadi periosteum

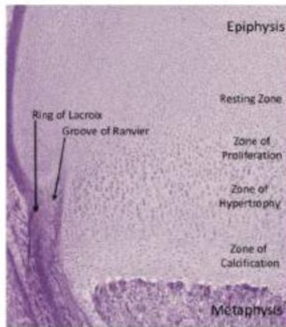
4. Osteoblas akan membentuk regio yang menebal pada diafisis → pusat osifikasi primer

5. Kartilago pada kedua ujung tulang berproliferasi membentuk lempeng pertumbuhan → pertumbuhan longitudinal

Contoh: tulang rangka aksial dan tulang panjang

Lempeng Pertumbuhan

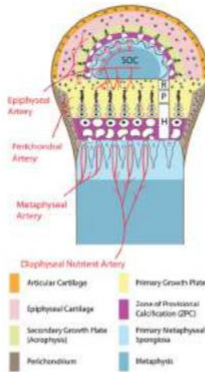
- Terdiri dari lempeng pertumbuhan primer dan sekunder
- Secara mikroskopik:



Sumber: Cepela DJ et al, 2016



Lempeng Pertumbuhan



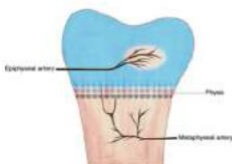
Sumber:

<https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.2017170029>

Ketebalan lempeng pertumbuhan selama pertumbuhan relatif konstan (keseimbangan produksi kartilago zona proliferasi dan hilangnya mineralisasi dan kartilago pada zona hipertrofi)

Lempeng pertumbuhan → arteri epifiseal, arteri metafiseal, dan arteri perikondral

Arteri epifiseal → zona germinal dan zona proliferasi
 Arteri metafiseal → zona hipertrofi dan proliferasi kalsifikasi
 Arteri perikondral → perikondrium



Setelah usia 18 bulan, pembuluh darah diapofiseal akan menghilang sehingga suplai darah metafisis dan epifisis akan dipisahkan lempeng pertumbuhan

Sumber: Rebecca Stein, et al. 2015

Modalitas Pencitraan

RADIOGRAFI
KONVENSIONAL

USG

CT SCAN

MRI

1. RADIOGRAFI KONVENSIONAL

- Kartilago terlihat radiolusen
- Diafisis terlihat sejak lahir
- Epifisis terlihat saat mulai mengalami proses osifikasi (kecuali epifisis distal femur)
- Lempeng pertumbuhan → garis radiolusen diantara epifisis dan metafisis. Saat mengalami fusi → menyempit progresif



Sumber: Frydrysek K et al, 2022

1. RADIOGRAFI KONVENSIONAL

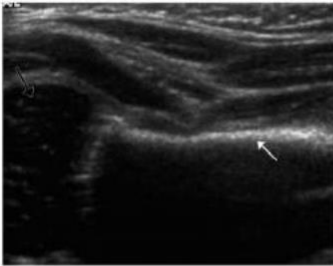
LOKASI	USIA KEMUNCULAN (TH)	USIA FUSI (TH)
FEMUR		
Kranial	4-6 bulan	14-18 th
Trokanter mayor	2-4 th	14-18 th
Trokanter minor	10-12 th	14-18 th
TIBIA		
Tuberositas	10-12 th	12-14 th
Epifisis distal	4 bulan – 1 th	15-17 th
Epifisis proksimal	Lahir	16-18 th
Patella	3-5 th	Pubertas
FIBULA		
Epifisis proksimal	2-4 th	17-19 th
Epifisis distal	6 bulan – 1 th	15-17 th
PEDIS		
Calcaneus	Lahir	14-16 th
Talus	Lahir	
Cuboid	Lahir	
Navicular	3 th	
Lateral cuneiform	6 bulan – 1 th	
Intermedia cuneiform	2-3 th	
Medial cuneiform	1-2 th	

LOKASI	USIA KEMUNCULAN (TH)	USIA FUSI (TH)
HUMERUS		
Epifisis proksimal	1-8 bulan	15-20 th
Capitulum	4 bulan – 1 th	13-16 th
Epikondil medial	3-6 th	13-16 th
Troklear	10 th	14-16 th
Epikondil lateral	9-12 th	13-16 th
RADIUS		
Epifisis proksimal	4-6 th	13-16 th
Epifisis distal	1 th	16-18 th
Ulna		
Epifisis proksimal	8-10 th	13-15 th
Epifisis distal	5-7 th	16-18 th
MANUS		
Capitulum	1-3 bulan	
Hamatum	2-4 bulan	
Triquetral, lunatum	2-4 th	
Skapoid, trapezium, trapezoid	4-6 th	
Pisiform	8-12 th	14-19 th
Metakarpal	1-2 th	14-18 th
Phalang	1-3 th	

Tabel Kemunculan dan Fusi Epifisis

Modalitas Pencitraan

2. USG



USG potongan sagital pinggul anak usia 2 tahun.

Sumber: Karl J et al, 2010

- Mampu mengidentifikasi adanya fraktur epifisis minimal yang dapat ditandai dengan
 - Diskontinuitas korteks
 - Pelebaran lempeng pertumbuhan
 - Pengumpulan cairan / hematoma subperiosteal

3. CT SCAN



3D MSCT Salter Harris tipe IV
5
proksimal

Sumber: Rebecca Stein et al, 2015

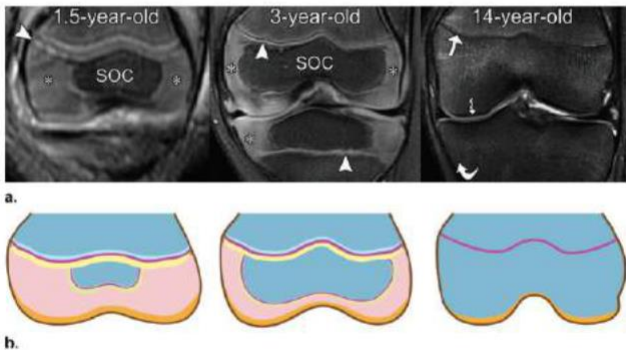
Mampu mengidentifikasi kondisi tulang dengan baik, termasuk fraktur minimal

Penilaian pre-pembedahan fraktur kompleks pada intraartikular atau lempeng pertumbuhan

Modalitas Pencitraan

4. MRI

Mengidentifikasi cedera pada epifisis dan lempeng pertumbuhan secara potongan melintang dengan penilaian struktur jaringan lunak disekitarnya.



Sumber: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.2017170029>

Sekuens normal maturasi tulang pada 3 anak dengan usia berbeda.

Modalitas Pencitraan

4. MRI



Sumber: <https://radiologykey.com/normal-development/>

MRI lutut pada bayi normal

- (a) T1WI koronal menunjukkan lempeng pertumbuhan dan kartilago epifisis menunjukkan sinyal homogen
- (b) STIR koronal menunjukkan lempeng pertumbuhan primer dan sekunder relatif hiperintens



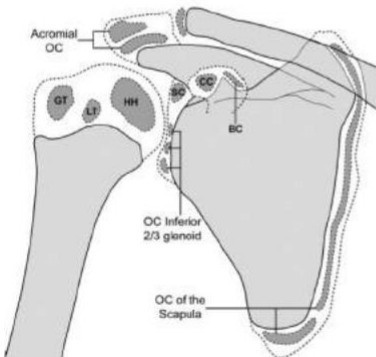
Sumber: Rebecca Stein et al, 2015

T2WI MRI pada
fraktur intraartikular
tibia proksimal

Pusat Osifikasi

REGIO BAHU

- Saat lahir, osifikasi regio bahu → diafisis humerus, bagian tengah klavikula dan scapula
- Proses maturasi tulang terjadi melalui pusat osifikasi sekunder (osifikasi endokondral) → epifisis dan apofisis regio bahu
- Epifisis humerus proksimal terdiri dari 3 pusat osifikasi → caput humerus, tuberositas mayor dan tuberositas minor.



Area warna putih
→ kartilago

Area warna abu-abu terang
→ osifikasi sejak lahir

Area warna abu-abu gelap
→ pusat osifikasi yang masih akan mengalami perkembangan

Sumber: Delgado J et al, 2016

Pusat osifikasi regio bahu

Pusat Osifikasi

REGIO BAHU



Lempeng pertumbuhan pada humerus proksimal anak usia 10 tahun

Sumber: Thapa MM et al, 2013



Lempeng pertumbuhan korakoid normal pada anak usia 10 tahun

Sumber: Thapa MM et al, 2013

Pusat Osifikasi

REGIO SIKU



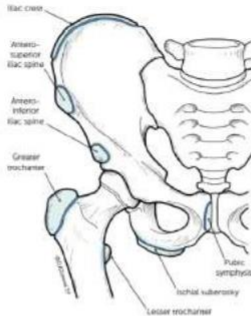
Sumber: Thapa MM et al, 2013

Pusat osifikasi regio siku pada anak usia 10 tahun

HURUF MNEUMONIK	LOKASI PUSAT OSIFIKASI REGIO SIKU	USIA KEMUNCULAN (TH)	USIA FUSI (TH)
C	Capitulum	1	14
R	Caput Humerus	4-5	16
I	Epikondil medial	6-7	15
T	Troklear	8-10	14
O	Olekranon	10	14
E	Epikondil lateral	11	16

Pusat Osifikasi

REGIO PELVIS DAN EKSTREMITAS BAWAH



Pusat osifikasi regio pelvis

Sumber: <https://www.aafp.org/afp/2019/0515/p610.html>

PUSAT OSIFIKASI SEKUNDER	USIA KEMUNCULAN (TH)	USIA FUSI (TH)
Krista iliaka	13-15	15-17
Iliaka anterior superior	15-17	19-25
Iliaka anterior inferior	13-15	16
Trokanter mayor	4	14-16
Tuberositas tibia	11-14	14-18
Calcaneus	10	16

Fraktur Epifisis

- Ditemui pada 15-20% kasus fraktur pada anak
- Fraktur lempeng pertumbuhan pada ekstremitas bawah (pada atlet) kasus terbanyak ditemukan pada **ankle, femur distal** dan **tibia proksimal**.
- Kasus perbanyak ditemukan pada **masa awal pubertas**
- Klasifikasi yang digunakan adalah ***Salter Harris*** dan ***Ogden Extension of Salter-Harris Fractures***



Klasifikasi Fraktur Epifisis

Sumber: Sandra L, 2015

Fraktur Epifisis

SALTER HARRIS I

- Sebagian besar akan memiliki prognosis yang baik
- Mekanisme cedera akibat adanya robekan / avulsi yang parallel terhadap lempeng pertumbuhan

Gambaran Radiologi

- Pembengkakan jaringan lunak
- Garis fraktur bisa tak terlihat
- Pelebaran lempeng pertumbuhan
- Pergeseran epifisis
- Batas distal metafisis kabur
- Fragmen kecil dapat ditemukan pada lempeng pertumbuhan



Salter Harris tipe I dengan pergeseran ringan ke posterior epifisis radius distal dan fragmen dari lempeng pertumbuhan (anak panah)



**Anak laki-laki 11 tahun
dengan Bahu Little Leaguer**

Sumber: Delgado J et al, 2016

Penggunaan berlebih
pada atlet dengan
gerakan melempar
(usia 11-13 tahun) →
stres repetitif

• **Salter Harris tipe
I kronis tanpa
pergeseran**

Gambaran Radiologi

- Sklerosis proksimal metafisis
- Fragmentasi lateral metafisis
- Pelebaran lempeng pertumbuhan



***Little leaguer's* (bahu kanan) pada anak usia 13 tahun,
perbandingan dengan bahu kiri (normal)**

Sumber: Rebecca Stein, et al. 2015

SALTER HARRIS II

Jenis fraktur Salter Harris
terbanyak → 75% kasus

Gambaran Radiologi

- Fragmen triangular metafisis bersebelahan dengan lempeng pertumbuhan
- Fraktur dapat mencapai diafisis
- Pelebaran lempeng pertumbuhan
- Pergeseran epifisis



Sumber: Sandra L et al, 2015

SALTER HARRIS III



Gambaran Radiologi

- Fraktur sagital / oblik epifisis
- Pelebaran lempeng pertumbuhan
- Fraktur intraartikular



**Fraktur Juvenile Tillaux
pada anak 11 tahun.**

Sumber: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.2016160009>

SALTER HARRIS IV

Mekanisme robekan vertikal atau torsional → melibatkan permukaan sendi serta seluruh lapisan lempeng pertumbuhan.

Gambaran Radiologi

- Fraktur melewati lempeng pertumbuhan, epifisis dan metafisis
- Fraktur intraartikular



Sumber: Sandra L, 2015



Tipe IV. Fraktur Triplane Ankle

Sumber: Jones C et al, 2017

SALTER HARRIS V



Salter Harris Tipe V

Sumber: Ogden JA et al, 1981

Cedera mekanisme kompresi

→ merusakkan sel germinal

→ hambatan pertumbuhan

Gambaran Radiologi

- Fraktur yang merusak lempeng pertumbuhan melalui mekanisme kompresi
- Fraktur ekstraartikular
- Komplikasi berupa gangguan pertumbuhan

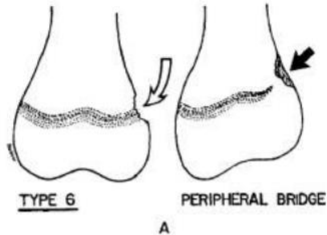
SALTER HARRIS I-V



Sumber: Jones C et al, 2017

Klasifikasi Salter Harris (Ogden)

SALTER HARRIS VI



Sumber: Ogden JA et al, 1981



Cedera tertutup distal lateral femur (tipe VI)

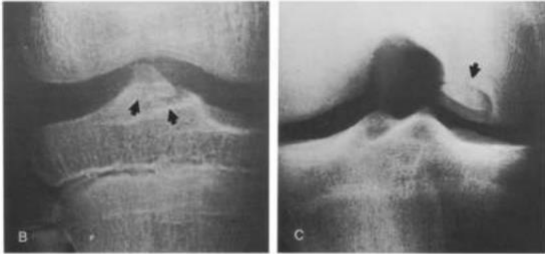
Sumber: Havranek P et al, 2010

Gambaran Radiologi

- Fraktur / cedera regio perifer lempeng pertumbuhan (zona Ranvier)
- Fragmen margin lateral epifisis
- Deformitas angular

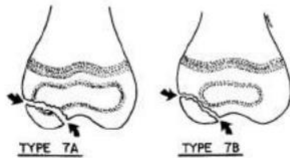
Klasifikasi Salter Harris (Ogden)

SALTER HARRIS VII



Cedera tipe VIIA pada tibial spine (kiri), cedera tipe VIIA pada kondilar femur (kanan)

Sumber: Ogden JA, 1981



Sumber: Ogden JA, 1981

Gambaran Radiologi

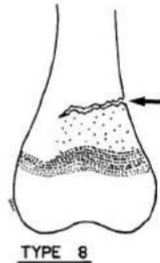
- Fraktur terjadi intraepifisis
- Fraktur melalui kartilago epifisis dan artikular serta tulang pusat osifikasi sekunder (VIIA)
- Fraktur melalui bagian kartilago dengan keterlibatan sebagian regio preosifikasi pusat osifikasi sekunder (VIIIB)

Klasifikasi Salter Harris (Ogden)

SALTER HARRIS VIII



Cedera tipe VIII pada metafisis
tibia distal



Sumber: Ogden JA, 1981

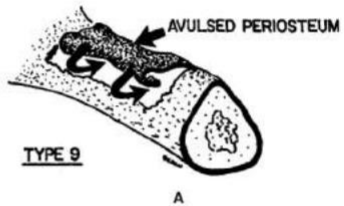
Gambaran Radiologi

- Fraktur terisolir pada metafisis

Pada tipe ini, cedera pada metafisis akan mempengaruhi mekanisme remodeling tulang dan dapat mengganggu sirkulasi metafisis dalam pembentukan spongiosa primer mengakibatkan kegagalan remodeling osseus normal

Klasifikasi Salter Harris (Ogden)

SALTER HARRIS IX



Sumber: Ogden JA, 1981

Pertumbuhan progresif tulang di regio periosteum pada pasien riwayat trauma tertindih alat berat.

Gambaran Radiologi

- Cedera terisolir pada mekanisme pertumbuhan diafisis, pembentukkan tulang baru dari **periosteum**.
- Cedera pada periosteum akan mempengaruhi **kemampuan tulang untuk remodeling** dan terjadi peningkatan volume korteks sirkumferensial

APOFISIS

Apofisis merupakan pusat osifikasi sekunder terletak pada bagian *non weight bearing* dan akan mengalami fusi dengan tulang utama pada dekade kedua

Apofisis merupakan tempat perlekatan tendon pada tulang panjang, insersi otot mayor maupun beberapa kumpulan otot

Terdapat **2 tipe lesi apofisis** yakni, **fraktur avulsi akut** yang merupakan separasi apofisis secara akut akibat kontraksi otot yang kuat dan **apofisitis** yang merupakan inflamasi kronis akibat stres repetitif

Tidak berperan dalam pertumbuhan longitudinal, tidak berhubungan secara langsung dengan permukaan sendi



Radiografi AP proksimal femur anak usia 2 tahun. Pressure epiphysis (*) dan apofisis trokanter mayor (anak panah)



Sumber: Jones C et al, 2017

Sumber: Arnaiz J et al, 2011

Fraktur Avulsi Apofisis

Fraktur avulsi apofisis tersering akibat kegiatan **olahraga** pada anak-anak

Penyebab tersering berupa adanya kontraksi ekstrem otot

Dapat terjadi pada seluruh apofisis, namun tersering terjadi pada regio pelvis.

Ekstremitas Bawah

PELVIS

Paling banyak

- Tuberositas tibia (Harmstring)
- Iliaka anterior superior (Sartorius)
- Iliaka anterior inferior (rektus femoris)

PELVIS

Jarang

- Trokanter minor (iliopsoas)
- Pubis (aduktor)
- Apofisis krista iliaka (m. abdominal)

LUTUT

- Patela inferior
- Tuberositas tibia

SIKU

- Epikondil medial

Fraktur Avulsi Apofisis



Sumber: Rebecca Stein, et al. 2015

Lokasi fraktur avulsi regio pelvis

APOFISIS REGIO PELVIS	PERLEKATAN OTOT	MEKANISME CEDERA
Tuberositas ischium	Harmstring	Ekstensi pinggul atau fleksi lutut
Iliaka Anterior inferior (AIS)	Rectus femoris	Ekstensi lutut
Iliaka Anterior superior (ASIS)	Sartorius, tensor fascia lata	Fleksi dan rotasi eksternal pinggul
Krista iliaca	Abdominal oblik	Cedera terpuntir
Simfisis pubis	Aduktor longus, adductor brevis, gracilis, obturator eksternus	Aduksi pinggul
Trokanter mayor	Gluteus medius dan minimus, obturator internus, piriformis, quadratus femoris	Aduksi pinggul
Trokanter minor	Iliopsoas	Fleksi pinggul

Fraktur Avulsi Apofisis



Anak 14 tahun dengan fraktur avulsi tuberositas ischium kanan (kiri) ; Tata laksana dengan reduksi terbuka dan pemasangan pen (kanan)

Sumber: Singer G et al, 2014



Radiografi pelvis menunjukkan fraktur avulsi AIIS (tanpa pergeseran) pada anak usia 12 tahun

Sumber: Singer G et al, 2014

Fraktur Avulsi Apofisis



Fraktur avulsi pada ASIS kanan yang merupakan perlekatan otot sartorius

Sumber: Singer G et al, 2014



Fraktur avulsi pada trokanter minor femur kanan yang merupakan perlekatan otot iliopsoas

Sumber: Singer G et al, 2014

Apofisitis Traksi

Merupakan suatu cedera avulsi kronis dimana terjadi **inflamasi kronis** akibat adanya **mikrotrauma repetitif**

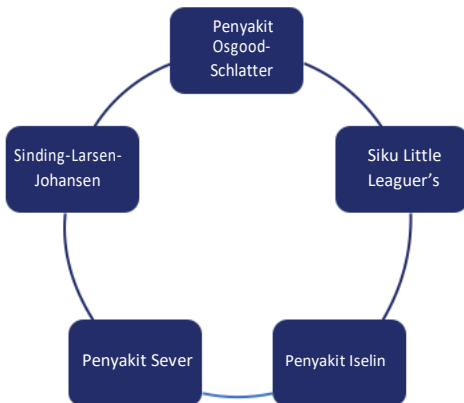
Stres repetitif, penyembuhan belum adekuat

Mikrotrauma pada lempeng pertumbuhan

Respon inflamasi → proliferasi dan hipertrofi kondrosit, serta zat vasoaktif

Inflamasi apofisis beserta struktur disekitarnya

Pelebaran lempeng pertumbuhan, edema apofisis otot dan tulang sekitar

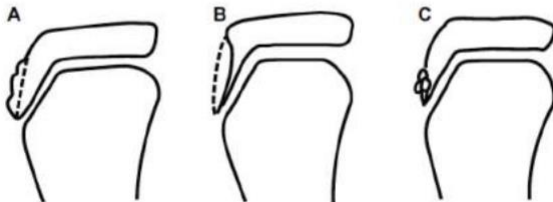


Penyakit Osgood Schlatter

- Apofisitis tuberositas tibia
- Tersering pada remaja laki-laki melakukan gerakan olahraga melompat
- Sekitar 20-30% kasus terjadi bilateral
- Kemungkinan disebabkan adanya traksi repetitif pada insersi distal tendon patela

Gambaran Radiologi

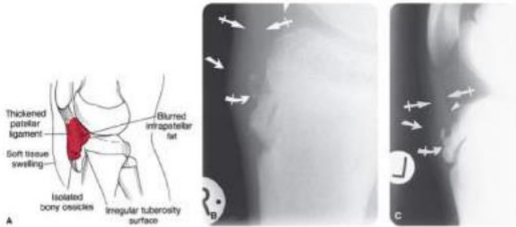
- Pembengkakan jaringan lunak, edema area tuberositas tibia
- Kalsifikasi dan penebalan tendon patella
- Edema lemak infrapatella •Iregularitas osifikasi tuberostias tibia



Skematik tingkat keparahan Osgood-Schlatter Disease. Tingkat I (A)
Tingkat II (B) Tingkat III (C)

Sumber: Hanada M et al, 2012

Penyakit Osgood Schlatter



Karakteristik gambaran radiologi Penyakit Osgood Schlatter

Sumber: <https://radiologykey.com/osgood-schlatter-disease/>



Penyakit Osgood Schlatter pada 3 anak laki-laki usia 14-16 tahun

Sumber: Dupuis CS et al, 2009

Sinding-Larsen-Johansson

- Merupakan apofisititis pada **ujung patela inferior**
- Diagnosis kondisi ini dapat ditegakkan melalui tanda klinis seperti nyeri fokal pada area inferior patella.

Gambaran Radiologi

- Satu atau lebih fragmen tulang pada area patella inferior



Anak 10 tahun dengan
cedera pasca olahraga.

Sumber: Alassaf N et al, 2018

Penyakit Sever

- Apofisitis calcaneus → penyebab nyeri tumit pada atlet berusia 5-11 tahun.
- Disebabkan adanya mikrofraktur repetitif yang mengakibatkan inflamasi pada area epifisis calcaneal dan jaringan lunak disekitarnya
- Diagnosis banding: fraktur, osteomyelitis, tendonitis achilles, bursitis retrocalcaneal.

Gambaran Radiologi

- Fragmentasi
- Peningkatan densitas apofisis calcaneus



**Gambaran radiografi Penyakit Sever
pada calcaneal**

Sumber: Dogan M et al, 2016

Penyakit Iselin



Radiografi AP (kiri) tidak menunjukkan kelainan.
Radiografi oblik (kanan)

Sumber: Kishan TV et al, 2016

- Apofisititis traksi pada basal metatarsal kelima
- Apofisis terletak pada insersi tendon peroneus brevis
- Diagnosis banding: fraktur Jones, fraktur avulsi, fraktur stres dan os. vesalianum.

Gambaran Radiologis

- Fragmen tulang kecil pada lateral basal metatarsal kelima
- Irregularitas garis apofisis

Acromial Apofiseolisis



Radiografi konvensional bahu pada acromial apofiseolisis

Sumber: Quinlan E et al, 2014

- Edema sumsum tulang pada **apofisis acromion** pada atlet usia 15-25 tahun akibat traksi repetitif (gerakan **melempar**)
- Hal ini akan memicu pembentukan os acromiale → sindrom penekanan dan ketidakstabilan sendi saat dewasa

Siku *Little Leaguer's*



Anak 12 tahun dengan medial epikondil apofisisis (A)
normal (B)

Sumber: Delgado J et al, 2016

- Cedera pada regio siku dapat terbagi menjadi kompartmen **medial, lateral** maupun **posteromedial**.
- Stres repetitif → medial epikondil apofisisis traksi → avulsi medial epikondil
- Gambaran radiologi: 85% normal, pelebaran lempeng pertumbuhan medial epikondil disertai iregularitas dan sklerosis perifer.



Radiografi AP siku *little leaguers*
pada atlet basket usia 9 tahun

Sumber: Rauck RC et al, 2013

- Apofisisis yang tidak tertangani dengan baik → fraktur avulsi medial epikondil
- Gambaran radiologi : pelebaran apofisis disertai pergeseran fragmen

LATERAL
Capitellum, caput
humerus

Penyakit Panner,
Lesi osteokondral

POSTEROMEDIAL
Tendon olecranon
dan trisep

Apofisisis traksi
olecranon

Gymnast wrist

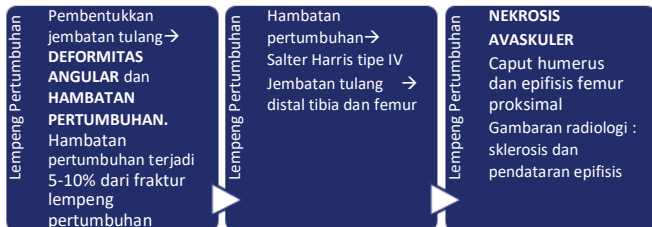


Gymnast wrist pada remaja 13 tahun. (Radiografi AP)

Sumber: Delgado J et al, 2016

- Trauma repetitif pergelangan tangan distal dengan posisi ekstensi
- Gambaran radiologi: pelebaran lempeng pertumbuhan radius distal dengan batas iregular, serta sklerotik metafisis

Komplikasi Cedera Lempeng Pertumbuhan



Gambaran Radiologi Hambatan Pertumbuhan



Gambaran Radiologi Hambatan Pertumbuhan



Metaphyseal cupping (jembatan)

Sumber: Rebecca Stein, 2015.



Deformitas angular (jembatan perifer)

Sumber: Rebecca Stein, 2015.



Radiografi AP menunjukkan jembatan tulang pada lempeng pertumbuhan radius distal → hambatan pertumbuhan

Sumber: Nicoletti D, 2020



Radiografi ankle (oblik) tampak jembatan lempeng pertumbuhan pada anak 13 tahun, pasca fraktur Salter Harris tipe IV (8 bulan).

Sumber: Nguyen JC et al, 2017

Gambaran Radiologi Hambatan Pertumbuhan



Penutupan hambatan pertumbuhan pada 13 tahun anak perempuan (1 tahun setelah fraktur Salter Harris tipe II)

Sumber: Nguyen JC et al, 2017

Komplikasi Cedera Apofisis

Penutupan apofisis prematur

Fraktur avulsi non union

Pembentukan exostosis

Pergeseran signifikan

Pseudoarthrosis

Osteomyelitis

Pembentukan callus imatur → keterbatasan pergerakan

Disabilitas kronis

Kesimpulan



Kartilago pertumbuhan termasuk epifisis dan apofisis merupakan bagian terlemah dalam rantai sistem rangka anak-anak → rentan terhadap terjadinya cedera (fraktur)

Cedera pada lempeng pertumbuhan dan apofisis dapat disebabkan adanya trauma, fraktur maupun stress repetitif kronis. Hampir 40% cedera pada remaja terjadi akibat aktivitas olahraga.

Klasifikasi fraktur epifisis melalui klasifikasi Salter-Harris diperlukan karena memiliki kemampuan menilai prognosis adanya kemungkinan komplikasi hambatan pertumbuhan.

Pengetahuan mengenai proses perkembangan tulang, pusat osifikasi normal diperlukan untuk mengidentifikasi cedera akut maupun kronis pada apofisis anak sehingga komplikasi dapat dihindari

Daftar Pustaka

1. McKinnis LN. *Fundamentals of Musculoskeletal Imaging*. 4th ed. Philadelphia: F.A. Davis Company; 87–89 p.
2. Arnaiz J, Piedra T, de Lucas EM, Arnaiz AM, Pelaz M, Gomez-Dermitt V, et al. Imaging Findings of Lower Limb Apophysitis. *Am J Roentgenol*. 2011 Mar 1;196(3):W316–25.
3. Longo UG, Ciuffreda M, Locher J, Maffulli N, Denaro V. Apophyseal injuries in children's and youth sports. *Br Med Bull*. 2016 Dec;120(1):139–59.
4. Jones C, Wolf M, Herman M. Acute and Chronic Growth Plate Injuries. *Pediatr Rev*. 2017 Mar;38(3):129–38.
5. Standring S. *Gray's Anatomy - The Anatomical Basics of Clinical Practice*. Forty-first. London: Elsevier; 86–87 p.
6. O'Dell MC, Faramillio D, Bancroft L, Varich L, Logsdon G, Servaes S. Imaging of Sports-related Injuries of the Lower Extremity in Pediatric Patients | *RadioGraphics* [Internet]. [cited 2021 Sep 26]. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.2016160009>
7. Singer G, Eberl R, Wegmann H, Marterer R, Kraus T, Sorantin E. Diagnosis and treatment of apophyseal injuries of the pelvis in adolescents. *Semin Musculoskelet Radiol*. 2014 Nov;18(5):498–504.
8. Breeiland G, Sinkler MA, Menezes RG. Embryology, Bone Ossification. In: *StatPearls* [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [cited 2021 Oct 2]. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539718/>
9. Imaging of Pediatric Growth Plate Disturbances | *RadioGraphics* [Internet]. [cited 2021 Sep 26]. Available from: <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.2017170029>
10. Cepela DJ, Tartaglione JP, Dooley TP, Patel PN. Classifications In Brief: Salter-Harris Classification of Pediatric Physal Fractures. *Clin Orthop*. 2016 Nov;474(11):2531–7.
11. Frydrysek K, Cepica D, Halo T, Skoupy O, Pleva L, Madeja R, et al. Biochemical analysis of staples for epiphysealosses. *Appl Sci*. 2022 Jan;12(2):1–16.
12. Fractures of the Growth Plate (physis) [Internet]. *Orthopaedia*. [cited 2021 Sep 26]. Available from: <http://localhost:3000/page/Fractures-of-the-Growth-Plate>
13. Delgado J, Jaramillo D, Chauvin NA. Imaging the Injured Pediatric Athlete: Upper Extremity. *RadioGraphics*. 2016 Oct;36(6):1672–87.
14. Karl J. Johnson EB. *Imaging in Pediatric Skeletal Trauma Techniques and Applications*. Springer; 147–150 p.
15. Thapa MM, Iyer RS, Gross JA. Pictorial essay of pediatric upper extremity trauma: normal variants and unique injuries. *Can Assoc Radiol J J Assoc Can Radiol*. 2013 May;64(2):101–7.
16. Schiller J, DeFroda S, Blood T. Lower Extremity Avulsion Fractures in the Pediatric and Adolescent Athlete. *J Am Acad Orthop Surg*. 2017 Apr;25(4):251–9.
17. Apophysitis and Osteochondrosis: Common Causes of Pain in Growing Bones - American Family Physician [Internet]. [cited 2021 Sep 26]. Available from: <https://www.aafp.org/afp/2019/0515/p610.html>
18. Ogden JA. Injury to the growth mechanisms of the immature skeleton. *Skeletal Radiol*. 1981;6(4):237–53.
19. Sandra L. Wootton-Gorges Rebecca Stein-Wexler. *Pediatric Orthopedic Imaging*. Springer; 539–548 p.
20. Havranek P, Pesl T. Salter (Rang) type 6 physal injury. *Eur J Pediatr Surg Off J Austrian Assoc Pediatr Surg Al Z Kinderchir*. 2010 May;20(3):174–7.
21. Kishan TV, Mekala A, Bonala N, Sri Pavani B. Iselin's disease: Traction apophysitis of the fifth metatarsal base, a rare cause of lateral foot pain. *Med J Armed Forces India*. 2016 Jul;72(3):299–301.
22. Dupuis CS, Westra SJ, Makris J, Wallace EC. Injuries and conditions of the extensor mechanism of the pediatric knee. *Radiogr Rev Publ Radiol Soc N Am Inc*. 2009 Jun;29(3):877–86.
23. Hanada M, Koyama H, Takahashi M, Matsuyama Y. Relationship between the clinical findings and radiographic severity in Osgood–Schlatter disease. *Open Access J Sports Med*. 2012;
24. Alassaf N. Acute presentation of Sinding-Larsen-Johansson disease simulating patella sleeve fracture: A case report. *SAGE Open Med Case Rep*. 2018 Sep 10;6:2050313X18799242.

Daftar Pustaka

25. Gao Y, Liu J, Li Y, Liu Q, Xu S. Radiographic study of Sever's disease. *Exp Ther Med*. 2020 Aug;20(2):933
26. Dogan M, Doganay S, Koç G, Gorkem SB, Cıracı S, Coskun A. Calcaneal Apophysitis (Sever's Disease): MRI Findings. *J Nepal Paediatr Soc*. 2016 Jan 20;35:172.
27. Mathieu T, Verspeelt P, Naessens G, Stassijns G. Iselin's Disease: Case Study and Literature Review. *Open Access J Sports Med*. 2019 Mar 1;9.
28. Roedl JB, Morrison WB, Ciccotti MG, Zoga AC. Acromial apophysiolysis: superior shoulder pain and acromial nonfusion in the young throwing athlete. *Radiology*. 2015 Jan;274(1):201–9.
29. Quinlan E, Bogar WC. Acromial apophysitis in a 13-year-old adolescent boy: a common condition in an uncommon location. *J Chiropr Med*. 2012 Jun;11(2):104–8.
30. Rauck RC, LaMont LE, Doyle SM. Pediatric upper extremity stress injuries. *Curr Opin Pediatr*. 2013 Feb;25(1):40–5.
31. Nicoletti, D. Physeal arrest of the distal radius with midcarpal instability. Case study, *Radiopaedia*. 2020 June
32. Nguyen JC, Markhardt BK, Merrow AC, Dwek JR. Imaging of pediatric growth plate disturbances. *Radiographics*. 2017 October;37(6):1791-812



Terima kasih