

TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN CITRA UNTUK MEMBANTU DIAGNOSIS TUMOR TULANG



Oleh :

WURI WIDOWATI MULYANINGTYAS

NIM. 010710551 - A

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III RADIOLOGI
MINAT RADIODIAGNOSTIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA
2010**

TUGAS AKHIR

PENGOLAHAN CITRA UNTUK MEMBANTU DIAGNOSIS TUMOR TULANG

**Dijukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Diploma III Radiologi Minat Radiodiagnostik
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya**

Oleh :

WURI WIDOWATI MULYANINGTYAS

NIM. 010710551 - A

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III RADIOLOGI
MINAT RADIODIAGNOSTIK
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA**

2010

HALAMAN PENGESAHAN
TUGAS AKHIR
PENGOLAHAN CITRA
UNTUK MEMBANTU DIAGNOSIS TUMOR TULANG

Diajukan Untuk Memenuhi Persyaratan Menyelesaikan Pendidikan
Program Studi Diploma III Radiologi Minat Radiodiagnostik
Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya

Oleh :

WURI WIDOWATI MULYANINGTYAS

NIM. 010710551 A

Mengetahui,
Ketua Program Studi Diploma III
Radiologi Minat Radiodiagnostik



Dr. Angraini Dwi Sensusiaty, Sp. Rad
NIP. 1961 0912 1980 03 2001

Menyetujui,
Dosen Pembimbing
Fakultas Kedokteran
Universitas Airlangga

dr. Doddy Adi Widodo, SpRad(K)
NIP. 1952 0607 1985 12 1001

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

**PENGOLAHAN CITRA UNTUK MEMBANTU
DIAGNOSIS TUMOR TULANG**

Tanggal Ujian :
Nama : Wuri Widowati Mulyaningtyas
NIM : 010710551 A

PROGRAM STUDI DIPLOMA III RADIOLOGI
MINAT RADIODIAGNOSTIK
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS AIRLANGGA
SURABAYA 2010

PENGUJI UTAMA


Dr. Doddy Adi Widodo, SpRad (K)
NIP. 1952 0607 1985 12 1001

PENGUJI I



Sri Ningsih, B.Sc

NIP. 1958 1001 1984 02 2001

PENGUJI II



Widya Purnamasari, A.Md. Rad

NIP.1982 0723 2005 01 2005

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karuniaNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik. Dalam tugas akhir ini penulis mengangkat judul “**Pengolahan Citra untuk Membantu Diagnosis Tumor Tulang**”

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis membutuhkan bantuan materi dan materiil serta dorongan semangat dan doa dari berbagai pihak karena penulis merasa bahwa penyusunan tugas akhir ini tidaklah semudah membalikkan telapak tangan, karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang selalu melimpahkan rahmat taufik serta hidayahNya sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Kedua orang tua saya yang selalu membimbing dan mendidik saya serta selalu mendoakan dan mendukung saya agar saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancer.
3. Prof.dr.H. Chunadi Ermanta, Sp.Rad (K) selaku Ketua Departemen Radiologi Fakultas Kedokteran Uniiversitas Airlangga.
4. Dr. Anggraini Dwi Sensusiati, SpRad selaku Ketua Program Studi Diploma III Radiologi Minat Radiodiagnostik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga Surabaya.
5. Dr. Doddy Adi Widodo, SpRad (K) selaku dosen pembimbing yang telah dengan sabar memberi bimbingannya.
6. Dosen dan instruktur ruangan RSU dr. Soetomo Surabaya.

7. Seluruh staf dan karyawan secretariat diploma III Radiologi Minat Radiodiagnostik .
8. Adik saya (widy) yang selalu menghibur saya.
9. Mas Galih Tri Wijaya, ayah dan bunda yang selalu memberikan dukungan dan doa kepada saya.
10. Sahabat dan kawan-kawan di Radiologi yang telah menyumbangkan idenya untuk melengkapi tugas akhir ini.
11. Sahabat saya Muhammad Akbar Nugroho, semoga kau tenang disisiNya kawan.
12. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya tugas akhir ini.

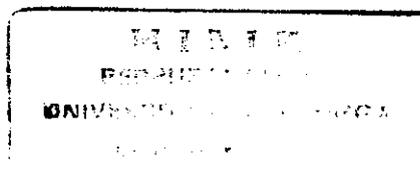
Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran dari pihak pembaca sehingga nantinya dapat digunakan sebagai program dalam penelitiannya

Hormat saya,

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Lembar Penguji	iii
Kata Pengantar	iv
Daftar Isi	vi
Daftar Tabel	viii
Daftar Gambar	ix
BAB I : PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	2
BAB II : TINJAUAN PUSTAKA	3
II.1 Pengolahan Citra	3
II.2 Pengolahan Citra dalam Bidang Medis	10
II.3 Tulang	15
II.4 Tumor	21
II.5 Tumor Tulang	24
II.5.1 Tumor Tulang Sekunder	24
II.5.2 Tumor Tulang Primer	25
BAB III : METODOLOGI PENELITIAN	31
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian	31
III.2 Jenis Penelitian	31
III.3 Teknik Penelitian	31
BAB IV : HASIL PENELITIAN	32



BAB V : PEMBAHASAN	44
V.1 Kebutuhan Diagnosis Osteosarcoma	44
V.2 Prognosis Osteosarcoma	45
V.3 Rancangan Aplikasi	51
V.4 Rancangan Masukan	51
V.5 Rancangan Keluaran	52
V.6 Alogaritma Pendukung	52
BAB VI : KESIMPULAN	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	51

DAFTAR TABEL

2.1 Tabel Perkembangan Pencitraan Medis.....	11
2.2 Tabel Aplikasi Medical Imaging	14
2.3 Tabel Tulang-tulang pada Kerangka Tubuh Manusia Dewasa	17
2.4 Tabel Tipe Tumor berdasarkan Tissue dan Tipe Sel.....	22
3.1 Tabel Tingkatan Osteosarcma secara Histologis.....	47
3.2 Tabel Tumor Grade.....	48
3.3 Tabel Klasifikasi Osteosarcoma (Presentasi Patologis).....	49

DAFTAR GAMBAR

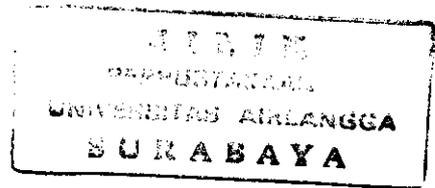
2-1 Gambar Representasi Citra dan Pemodelan.....	4
2-2 Gambar Turunan Pertama dan Kedua dari Tepi Dimensi Satu.....	7
2-3 Gambar Struktur Tulang	15
2-4 Gambar Kerangka Tubuh Manusia Dewasa	16
2-5 Gambar Osteoblast pada Trubeculla Rahang Bawah Embrio Sapi.....	19
3-1 Gambar Hasil X-Ray	35
3-2 Gambar Hasil MRI - scan	37
3-3 Gambar Photomicrograph Sel Tulang.....	38
3-6 Gambar Contoh Proses Segmentasi.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

BAB I

PENDAHULUAN



I.1 LATAR BELAKANG

Pada prakteknya, bidang Kedokteran dan Biologi mengandalkan visualisasi untuk mempelajari hubungan struktur anatomi fungsi biologis dan untuk mendeteksi serta menangani (merawat, mengobati) penyakit dan trauma yang mengganggu atau mengancam proses hidup normal makhluk. Visualisasi ini (secara tradisional) bisa didapatkan dengan cara melakukan pembedahan atau biopsi. Perpaduan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada akhirnya memungkinkan didapatkannya hasil visualisasi tanpa harus melalui proses tradisional yang memiliki kecenderungan menghabiskan lebih banyak waktu dan tenaga. Kecepatan memperoleh hasil visualisasi secara langsung juga mempengaruhi kecepatan dalam penanganan kasus (kelainan, penyakit).

Proses visualisasi ini kemudian lebih dikenal sebagai *Medical Imaging* (pencitraan medis) atau *Medical Image Processing* yang merupakan salah satu sub-domain dari Informatika Kedokteran yang memungkinkan dikajinya aspek pengolahan data dan informasi digital pada level jaringan dan organ. Perkembangan teknologi turut mempengaruhi perkembangan dari *Medical Imaging*, yang hingga saat ini kian memegang peranan penting pada aplikasi-aplikasi yang dibuat guna mendukung proses diagnosa, evaluasi obat-obatan, riset medis, pelatihan dan pengajaran dalam bidang medis.

I.2 RUMUSAN MASALAH

Tulang, yang merupakan penopang tubuh manusia, tidak dapat dengan mudah divisualisasikan jika diduga bermasalah. Keberadaan tulang dalam tubuh manusia (di balik kulit dan daging) tidak dapat dengan mudah dilihat. Minimal (secara tradisional) harus dilakukan pembedahan untuk mengetahui apa yang terjadi.

1.3 BATASAN MASALAH

Salah satu jenis gangguan yang mungkin didapati di daerah tulang adalah Tumor. Kasus tumor tulang merupakan kasus yang tidak dapat dengan mudah diidentifikasi, namun memiliki urgensi tinggi dalam penanganannya. Dokter tidak dapat langsung memvonis pasiennya menderita tumor tulang hanya karena menerima keluhan nyeri tulang (konstan di satu tempat) atau menemukan benjolan yang kemudian dapat dengan mudah diduga sebagai pertumbuhan tulang abnormal.

1.4 TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini akan memberikan gambaran mengenai pemanfaatan pengolahan citra agar memudahkan proses diagnosis tumor tulang, tanpa mengabaikan faktor akurasi yang sangat diperlukan dalam penentuan hasil diagnosa dan tanpa mengabaikan peranan tenaga profesional medis (dalam hal ini dokter) sebagai penentu akhir hasil diagnosa.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

BAB II

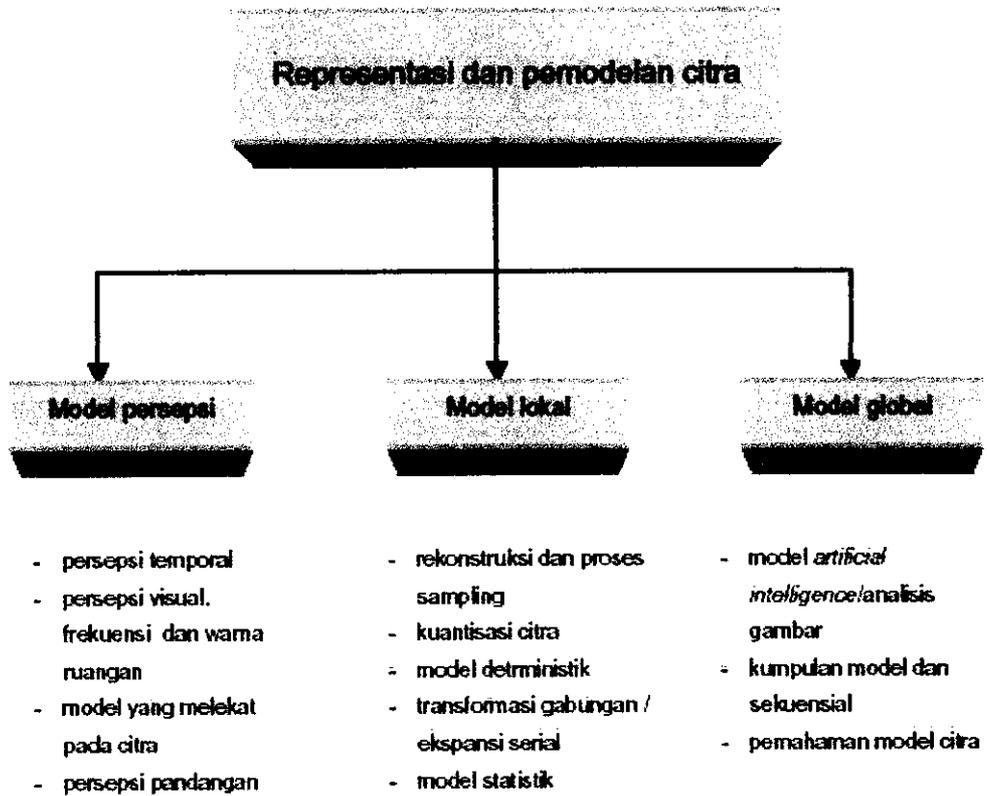
TINJAUAN PUSTAKA

II.1 PENGOLAHAN CITRA

Citra (*image*) adalah representasi informasi dua dimensi yang diciptakan atau dibuat dengan melihat atau merasakan sebuah gambar atau pemandangan. Citra merupakan gambar dua dimensi yang dihasilkan dari gambar analog dua dimensi yang kontinu menjadi gambar diskrit melalui proses sampling. Gambar analog dibagi menjadi N baris dan M kolom sehingga menjadi gambar diskrit. Persilangan antara baris dan kolom tertentu disebut dengan piksel. Contohnya adalah gambar/titik diskrit pada baris n dan kolom m disebut dengan piksel [n,m]. Data yang dihasilkan dapat bersifat optik berupa foto, bersifat analog berupa sinyal-sinyal video (gambar pada monitor televisi), atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan dalam pita magnetik.

Pada prosesnya, pembuatan citra membutuhkan alat (instrumen pencitraan) yang memiliki sensor untuk mengkonversikan informasi radiometri sebuah gambar menjadi sebuah citra. Proses tersebut akan dilanjutkan dengan proses transformasi, analisis, pemrosesan lanjutan, dan interpretasi citra.

Representasi sebuah citra biasanya dikaitkan dengan karakteristik kuantitas representasi elemen gambar (piksel). Citra juga dapat merepresentasikan karakteristik jaringan tubuh dengan proses pencitraan sinar X, bahkan suhu di suatu ruang dengan pencitraan infra merah.



Gambar 2-1 Representasi dan Pemodelan Citra

Pengolahan citra sendiri merupakan salah satu cabang dari ilmu informatika yang pada prosesnya memanipulasi gambar yang telah ada menjadi gambar lain dengan menggunakan suatu algoritma atau teknik tertentu. Citra yang diolah merupakan citra digital yang merupakan sekumpulan bilangan (kompleks maupun real) yang direpresentasikan oleh bit berhingga. Proses pengolahan citra banyak melibatkan persepsi visual, dan mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra.

Tahapan di bawah ini merupakan penjabaran proses pengolahan citra digital sederhana :

1. Citra dalam bentuk transparansi, slide, foto, atau *chart* di-digital-kan dan disimpan dalam matriks digit biner dalam memori computer
2. Citra diproses dan ditampilkan pada monitor dengan resolusi tinggi
3. Citra disimpan dalam penampung memori yang dapat diakses dengan cepat untuk tampilan. *Rapid access buffer memory* tersebut akan me-*refresh* monitor per 30 fps untuk memproduksi tampilan yang berkesinambungan yang dapat dilihat dengan jelas
4. Komputer digunakan untuk berkomunikasi dan mengendalikan semua proses digitalisasi, penyimpanan dan operasi tampilan
5. Masukan (ke komputer) berupa program dibuat melalui sebuah terminal, dan keluaran akan tersedia pada perangkat keluaran (terminal, monitor, printer).

Kualitas citra sangat dipengaruhi oleh tingkat keberadaan *noise* (derau). Citra yang didapatkan secara optik, elektro-optik, atau elektronik sangat dipengaruhi alat penginderaan. Hal-hal yang memungkinkan terjadinya penurunan kualitas citra antara lain: sensor *noise*, kamera tidak fokus, guncangan. Untuk mengatasi *noise*, citra yang didapat biasanya diperhalus dengan tapis citra.

Piksel-piksel yang berdekatan dimanipulasi sedemikian rupa sehingga citra menjadi lebih halus tanpa mengganggu bentuk sudut benda dalam citra.

Beberapa tapis citra yang digunakan untuk menghilangkan noise antara lain:

- Tapis Wiener untuk mengatasi derau aditif (*Gaussian*)

- Tapis Homomorfik untuk mengatasi derau multiplikatif (*Speckle*)
- Tapis median untuk mengatasi derau salt-and-pepper

Proses yang sering digunakan dalam pemilahan citra (dalam data) adalah **segmentasi**, yaitu membagi citra menjadi bagian-bagian dimana bagian-bagian tersebut dapat dipandang sebagai obyek-obyek mandiri yang dapat dianalisis. Segmentasi ini dapat juga dianalogikan sebagai proses pemisahan *foreground* (latar depan) dan *background* (latar belakang).

Pemilahan menjadi penting untuk diperhatikan, karena pemilahan citra akan sangat berguna dalam pengukuran atau pemahaman citra. Nantinya akan ditentukan pula nilai ambang (dalam proses pengambangan) untuk mempermudah proses segmentasi.

Proses segmentasi dapat dilakukan dengan menggunakan 2 buah pendekatan, yaitu:

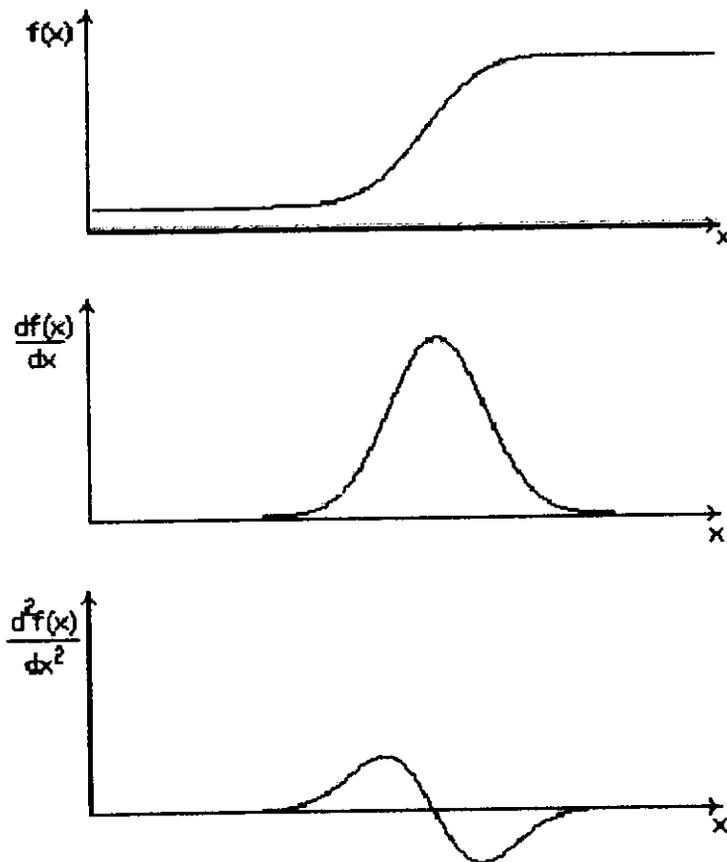
- metode berdasarkan tepi (*edge-based*) segmentasi dilakukan berdasar perbedaan atau perubahan mendadak intensitas suatu piksel terhadap piksel yang berdekatan (tetangga).
- metode berdasarkan daerah (*region-based*) segmentasi dilakukan berdasarkan kesamaan nilai suatu piksel terhadap piksel yang berdekatan (tetangga).

Selanjutnya pada proses segmentasi ini dikenal istilah **tepi** dan **deteksi tepi**.

Tepi merupakan sejumlah tempat pada citra dengan intensitas kontras yang kuat, dan biasanya muncul pada lokasi citra yang merepresentasikan batasan obyek. Sedangkan **deteksi tepi** merupakan proses yang sering digunakan dalam proses segmentasi citra.

Secara teori, deteksi tepi dapat dilakukan dengan menggunakan filter frekuensi tinggi dalam domain Fourier atau dengan cara menkonvolusikan citra dengan kernel tertentu pada domain spasial. Secara praktis, deteksi tepi dilakukan dalam domain spasial dengan alasan komputasinya yang lebih sederhana, cepat, dan seringkali memberikan hasil yang lebih baik.

Tepi dapat diperoleh dengan menghitung turunan citra. Untuk lebih jelasnya perhatikan gambar di bawah ini.



Gambar 2-2 Turunan Pertama dan Kedua dari Tepi Dimensi Satu

Posisi tepi dapat di-estimasi dengan menghitung nilai maksimum pada turunan pertama atau

melakukan *zero-crossing* pada turunan kedua. Berdasarkan kedua hal tersebut maka Metode

pendeteksian tepi terbagi 2, yaitu:

1. berdasarkan turunan pertama (*gradient based*)
2. berdasarkan turunan kedua (Laplacian)

Tepi yang menjadi hasil dari pendeteksian tepi biasanya membentuk kumpulan piksel yang selanjutnya dapat direpresentasikan sebagai garis lurus atau garis dengan fungsi geometri tertentu.

Proses pendeteksian garis lurus pada suatu citra dapat dilakukan dengan menggunakan proses:

- Pendeteksian garis menggunakan *template*

Proses ini mirip dengan dengan proses pendeteksian tepi *Compass Mask*.

Cara kerjanya adalah dengan melakukan *template matching* (pencocokan *template*), yaitu dengan mencari kumpulan tepi yang berseuaian dengan kernel yang digunakan sebagai *template*.

- **Pendeteksian garis dengan regresi linier**

Sekumpulan titik dapat diaproksimasikan sebagai garis lurus dengan menggunakan metode regresi linier. Kelemahan metode ini adalah semua data tepi akan diaproksimasikan ke dalam satu persamaan garis. Proses ini akan salah melakukan aproksimasi persamaan garis jika dalam suatu citra terdapat beberapa kumpulan tepi yang merepresentasikan lebih dari satu garis:

- **Pendeteksian garis dengan memanfaatkan Transformasi Hough**

Transformasi Hough merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengisolasi fitur tertentu dalam sebuah citra. Metode Hough klasik biasanya digunakan untuk mendeteksi bentuk geometri yang dapat dispesifikasikan dalam bentuk parametrik (garis, lingkaran, elips). Prinsip kerja metode ini dalam pendeteksian garis adalah dengan mencari bentuk geometri yang paling bersesuaian dengan kumpulan titik pada citra.

Kelebihan Transformasi Hough adalah o mampu mendeteksi garis pada bentuk geometri dengan kumpulan tepi yang terputusputus, o relatif tidak terpengaruh derau, o parameter yang mempengaruhi performansi adalah kuantisasi parameter pada ruang Hough.

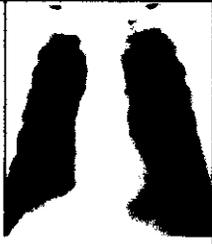
II. 2 PENGOLAHAN CITRA DALAM BIDANG MEDIS

Pengolahan citra dalam bidang Medis dikenal sebagai *Medical Imaging* (pencitraan medis) atau *Medical Image Processing*. Pencitraan medis merupakan proses yang dimana dokter melakukan evaluasi atas tubuh subyek yang tak terlihat (bagian dalam tubuh). Proses ini melibatkan berbagai disiplin ilmu medis. Bahkan hingga kini para ilmuwan masih terus mengupayakan agar ditemukannya metode baru untuk memudahkan proses pencitraan medis. Sebagaimana telah disampaikan pada bagian Pendahuluan, bahwa para praktisi bidang Kedokteran mengandalkan visualisasi untuk mempelajari hubungan struktur anatomi fungsi biologis dan untuk mendeteksi serta menangani (merawat, mengobati) penyakit dan trauma yang mengganggu atau mengancam proses hidup normal makhluk.

Spesialis medis yang secara langsung berinteraksi dan bekerja dengan *medical imaging* ini adalah Radiolog, dari aspek medis radiologi. Aspek teknis dari *medical imaging* dikenal juga sebagai radiograf, dan yang bertanggung jawab adalah radiografer atau teknisi radiologi.

Perkembangan pencitraan medis (*medical Imaging*) dapat dilihat pada tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Perkembangan Pencitraan Medis

Imaging modality	Year	Inventor	Inventor Wavelength energy	Physical principle	Sample
x-ray	1895	Rontgen	3-100 keV	Measures variable tissue absorption of x-rays	
Single Photon Emission Comp. Tomography (SPECT)	193	Kuhl, Edwards	150 keV	Radioactive decay Measures variable concentration of radioactive agent	
Positron Emission Tomography (PET)	1953	Brownell, Sweet	150 keV	SPECT with improved SNR due to increased number of useful events	
Computed Axial Tomography (CAT)	1972	Hounsfield, Cormack	keV	Multiple axial x-ray views to obtain 3D volume of absorption	

Magnetic Resonance Imaging (MRI)	1973	Lauterbur, Mansfield	GHz	Space and tissue dependent resonance frequency of kern spin in variabel magnetic field.	
Ultrasound	1940-1955	Many	MHz	Measures echo of sound at tissue boundaries	

Modalitas dari *Medical Imaging* menurut kelasnya terbagi atas dua, yaitu:

- Anatomis atau structural

Melibatkan kemampuan untuk membedakan unsur pokok bagian tubuh, contohnya: air, tulang, *tissue*.

Pencitraannya memanfaatkan pencitraan:

- o X-ray
- o CT (*Computed Tomography*)

Modalitas yang memanfaatkan sinar X yang diputarakan di sekujur tubuh untuk menghasilkan bagian gambaran anatomi tubuh manusia.

- o *Ultrasound*

Teknik pencitraan medis yang menggunakan gelombang suara frekuensi tinggi dan echo-nya.



o MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)

Teknologi diagnostik yang memanfaatkan sejumlah besar magnet, gelombang radio, dan komputer untuk melakukan proses *scanning* terhadap tubuh manusia dan menghasilkan gambar *tissue* atau organ dalam bentuk 2D atau 3D.

• Metabolis atau fungsional

Melibatkan kemampuan untuk membedakan level-level yang berbeda dari metabolisme yang disebabkan aktivitas biokimia spesifik.

Aktivitas biokimia menggambarkan perilaku fungsional dari *tissue* atau organ tubuh, dan mungkin diakibatkan oleh simulasi internal atau eksternal.

Pencitraan modalitas jenis ini memanfaatkan pencitraan:

o fMRI (*functional MRI*)

o SPECT (*Single Photon Emission CT*)

o PET (*Positron Emission Tomography*).

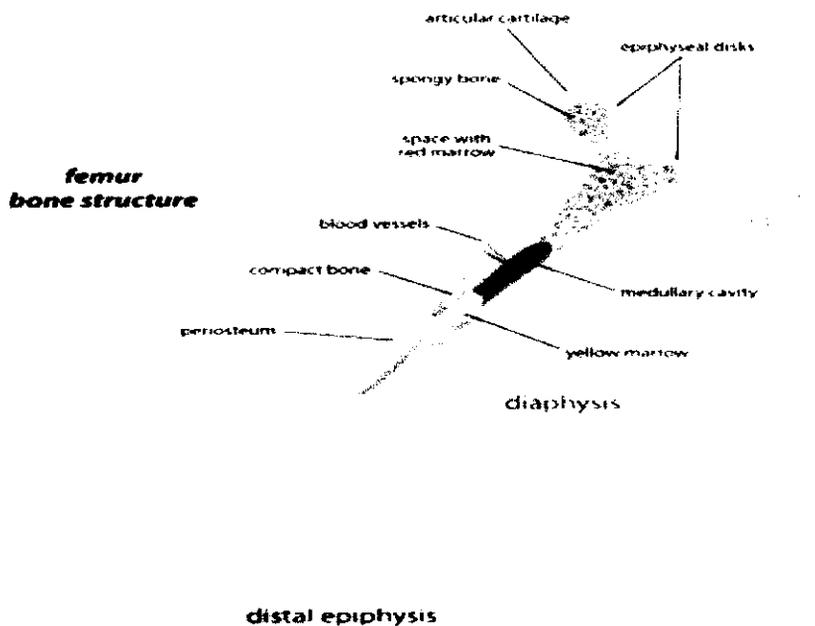
Modalitas yang mendeteksi senyawa radioaktif yang telah disuntikkan ke dalam tubuh untuk kepentingan penyajian informasi fungsi lebih dari sekedar struktur.

Tabel 2.2 Aplikasi *Medical Imaging*

Image processing task	Specific operation	Imaging modality
Tomographic reconstruction	<ul style="list-style-type: none"> • Filtered backprojection • Fourier reconstruction • Iterative techniques • 3D + time 	Commercial CT (X-rays) EM PET, SPECT Dynamic CT, SPECT, PET
Sampling grid conversion	<ul style="list-style-type: none"> • Polar-to-cartesian coordinates • Spiral sampling • k-space sampling • Scan conversion 	Ultrasound (endovascular) Spiral CT, MRI MRI
Visualization	<i>2D operations</i> <ul style="list-style-type: none"> • Zooming, panning, rotation • Re-sizing, scaling 	All
	<ul style="list-style-type: none"> • Stereo imaging • Range, topography 	Fundus camera OCT
	<i>3D operations</i> <ul style="list-style-type: none"> • Re-slicing • Max. intensity projection • Simulated X-ray projection 	CT, MRI, MRA
	<i>Surface/volume rendering</i> <ul style="list-style-type: none"> • Iso-surface ray tracing • Gradient-based shading • Stereogram 	CT MRI
Geometrical correction	<ul style="list-style-type: none"> • Wide-angle lenses • Projective mapping • Aspect ratio, tilt • Magnetic field distortions 	Endoscopy C-Arm fluoroscopy Dental X-rays MRI
Registration	<ul style="list-style-type: none"> • Motion compensation • Image subtraction • Mosaicking • Correlation-averaging • Patient positioning • Retrospective comparisons • Multi-modality imaging • Stereotactic normalization • Brain warping 	fMRI, fundus camera DSA Endoscopy, fundus camera, EM microscopy Surgery, radiotherapy CT/PET/MRI
Feature detection	<ul style="list-style-type: none"> • Contours • Ridges • Differential geometry 	All
	<i>Contour extraction</i> <ul style="list-style-type: none"> • Snakes and active contours 	MRI, Microscopy (cytology)

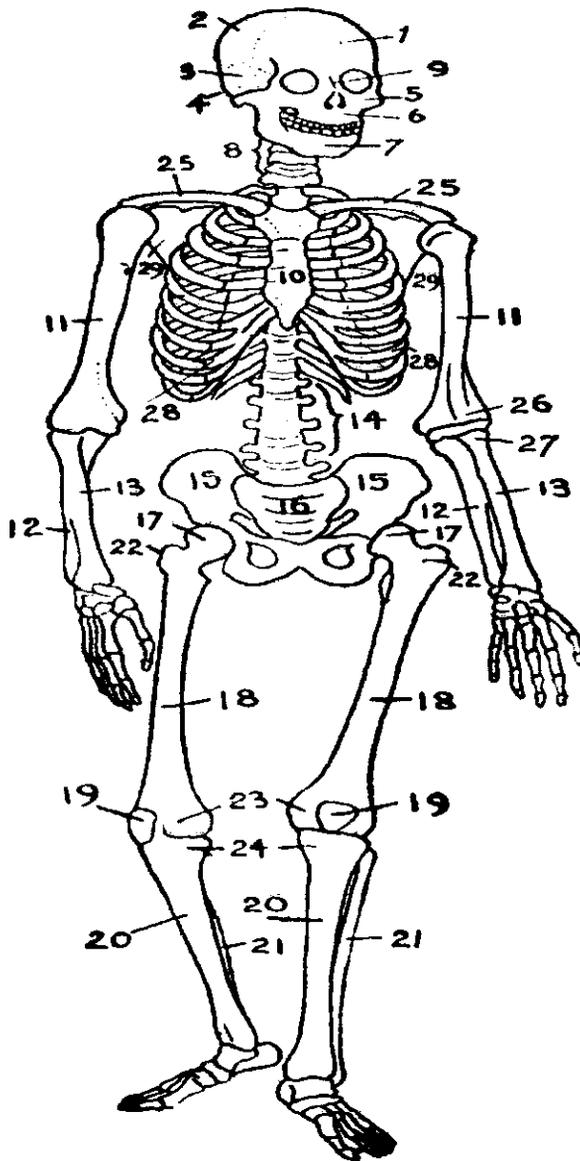
II. 3 TULANG

Tulang adalah bahan yang hidup dan tumbuh yang mempunyai kerangka protein dan diperkuat kalsium, di mana lapisan luar tulang mempunyai saraf dan jaringan pembuluh darah yang kecil. Dikenal juga sebagai *osseous tissue*, yaitu sejenis endoskeletal keras yang menjadi jaringan penghubung yang ditemukan pada banyak hewan vertebrata (bertulang belakang). Tulang mulai terbentuk sejak bayi dalam kandungan dan kemudian berlangsung terus sampai decade kedua dalam susunan yang teratur. Organ ini merupakan organ yang mendukung struktur tubuh, melindungi organ-organ internal, serta memungkinkan pergerakan atau perpindahan. Otototot skeletal (kerangka) melalui tendon (urat daging) menghubungkan tulang-tulang panjang, dan ligamen (ikatan sendi tulang) menghubungkan tulang dengan tulang sendi. Pada sumsum tulang merah (pada matriks tulang *spongy*) diproduksi sel darah merah, sementara pada *diaphysis* diproduksi sel darah putih.



Gambar 2-3 Struktur Tulang

Secara umum, kerangka tubuh manusia dewasa terdiri dari 206 tulang. Lebih jelasnya, perhatikan gambar 2-2 dan tabel 2.1!



Gambar 2-4 Kerangka Tubuh Manusia Dewasa

Tabel 2.3 Tulang-tulang pada Kerangka Tubuh Manusia Dewasa

Lokasi	Tulang	
Tengkorak (22)	Cranial bones: 1. frontal bone 2. parietal bone (2) 3. temporal bone (2)	Facial bones: 5. zygomatic bone (2) 6. superior dan inferior maxilla 9. nasal bone (2) 7. mandible palatine bone(2) lacrimal bone (2) vomer bone inferior nasal conchae (2)
Pertengahan telinga (6)	malleus (2) incus (2) stapes (2)	
Kerongkongan (1)	hyoid bone	
Bahu (4)	25. clavicle or collarbone (2) 29. scapula or shoulder blade (2)	
Thorax (25)	10. sternum 28. ribs (2 x 12) Vertebral	
Vertebral column (26)	8. cervical vertebrae (7) incl. atlas & axis 14. lumbar vertebrae (5) thoracic vertebrae (12) 16. sacrum Coccyx	
Lengan (6)	11. humerus (2) 26. condyles of humerus 12. ulna (2) 13. radius (2) 27. head of radius	

Tangan (54)	Wrist (carpal) bones: scaphoid bone (2) lunate bone (2) triquetrum bone (2) pisiform bone(2) Trapezium (bone) (2) trapezoid bone (2) capitate bone (2) hamate bone (2)	Palm or metacarpal bones: metacarpal bones (5 × 2) Finger bones or phalanges: proximal phalanges (5 × 2) intermediate phalanges (4 × 2) distal phalanges (5 × 2)
Pelvis (2)	15. pelvis (2)	
Legs (8)	18. femur (2) 17. hip joint (joint, not bone) (2) 22. greater trochanter of femur 23. condyles of femur 19. patella (2) 20. tibia (2) 21. fibula (2)	
Feet (52)	Ankle (tarsal) bones: calcaneus (heel bone) (2) talus (2) navicular bone (2) medial cuneiform bone (2) intermediate cuneiform bone (2) lateral cuneiform bone (2) cuboidal bone (2)	Instep bones: metatarsal bone (5 × 2) Toe bones: proximal phalanges (5 × 2) intermediate phalanges (4 × 2) distal phalanges (5 × 2)

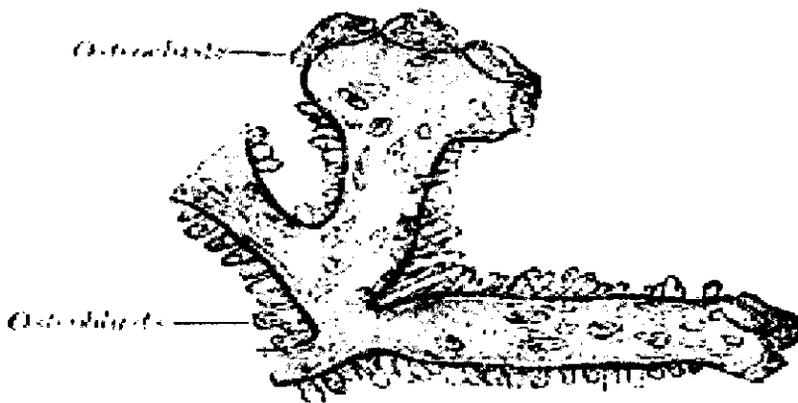
Pada bayi terdapat tambahan:

1. *sacral vertebrae* (4 atau 5), yang pada saat dewasa akan membentuk *sacrum*.
2. *coccygeal vertebrae* (3 atau 5), yang pada saat dewasa akan membentuk *coccyx*.
3. *ilium, ischium* dan *pubis*, yang pada saat dewasa akan membentuk *pelvic girdle*.

Ada tiga macam sel yang memelihara kerangka, yaitu:

- *-Osteoblast*

bertindak sebagai pembangun tubuh, bekerja keras untuk memelihara struktur dengan meletakkan tulang baru dimanapun tulang baru tersebut dibutuhkan. *Osteoblast* mengambil mineral dari cairan *extracellular* disekitarnya dan membentuk matriks tulang baru di atas permukaan mikroskopis tulang.



Gambar 2-5 *Osteoblast* dan *Osteoclast* Pada *Trabecula* Rahang Bawah Embrio Sapi

- *Osteocytes*

Terbentuk dari beberapa *osteoblast* yang terperangkap. Sel ini akan hidup selama beberapa waktu dalam tulang, berkomunikasi dengan dunia luar (filamen-filamen di luar tulang), bertindak sebagai sensor, memberitahukan bila terjadi tekanan pada tulang ke sel-sel lainnya.

- *Osteoclast*

berfungsi sebagai sel penyangga tulang. Seiring usia, tulang yang tua dihilangkan dan tulang baru ditambah terus-menerus. Pada orang muda akan ditemukan lebih banyak penambahan tulang dibanding dengan tulang yang dihilangkan. Tulang akan menjadi semakin berat dan kuat. Setelah melewati usia 30 tahun, tulang pun akan menjadi semakin ringan dan rapuh dan akan lebih banyak tulang yang hilang. Seiring usia, tulang yang tua dihilangkan dan tulang baru ditambah terus-menerus. Pada orang muda akan ditemukan lebih banyak penambahan tulang dibanding dengan tulang yang dihilangkan. Tulang akan menjadi semakin berat dan kuat setelah melewati usia 30 tahun, tulang pun akan menjadi semakin ringan dan rapuh dan akan lebih banyak tulang yang hilang.

II. 4 TUMOR

Tumor (berasal dari bahasa Latin, secara harafiah berarti "bengkak, pembengkakan"), merupakan salah satu dari lima karakteristik inflamasi (respon pertama sistem kekebalan tubuh terhadap infeksi atau iritasi). Saat ini, istilah 'tumor' sering digunakan untuk menggambarkan pertumbuhan jaringan biologis yang tidak normal.

Tumor disebabkan oleh mutasi yang terjadi dalam DNA sel. Agar tumor dapat muncul dibutuhkan kombinasi lebih dari satu mutasi yang mengaktifkan *oncogen* (gen yang termodifikasi sehingga meningkatkan keganasan sel tumor) atau menekan gen penahan tumor. Perlu diketahui bahwa sel sendiri memiliki mekanisme untuk memperbaiki DNA dan juga mekanisme lain yang dapat menyebabkan sel tersebut menghancurkan dirinya melalui *apoptosis* (jika DNA rusak terlalu parah). Usia diketahui pula berpengaruh dalam mutasi DNA sel. Semakin tua usia seseorang, semakin banyak pula mutasi yang mungkin terjadi dalam DNA sel orang tersebut

Berdasarkan pertumbuhannya dikenal dua tipe tumor, yaitu :

1. Tumor Jinak (*Benign*)

Tumor jinak (*benign*) tidak menyerang dan menghancurkan *tissue* (sekumpulan sel terinterkoneksi yang membentuk fungsi serupa dalam suatu organisme) yang berdekatan, tetapi mampu tumbuh membesar secara lokal. Biasanya setelah dilakukan operasi pengangkatan (tumor jinak), tumor jenis ini tidak akan muncul lagi.

2. Tumor Ganas (*Malignant*)

Tumor jenis ini lebih dikenal dengan istilah Kanker, yang memiliki potensi untuk menyerang dan merusak *tissue* yang berdekatan, baik dengan pertumbuhan langsung di jaringan yang bersebelahan (*invasi*) atau menyebabkan terjadinya *metastasis* (migrasi sel ke tempat yang jauh).

Adapun tipe Tumor berdasarkan *tissue* dan tipe sel dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel 2.4 Tipe Tumor berdasarkan Tissue dan Tipe Sel

Tissue asal	Tipe Sel	Contoh Tumor Jinak	Contoh Tumor Ganas
Epithelial	squamous epithelium	squamous cell papilloma	squamous cell carcinoma
	basal cell (hanya di kulit)	basal cell tumor	basal cell carcinoma
	transitional epithelium	transitional cell papilloma	transitional cell carcinoma
	glandular epithelium	Adenoma	Adenocarcinoma
	G cells	Gastrinoma	malignant gastrinoma
	bile ducts epithelium	cholangiocellular adenoma	Cholangiocellular carcinoma
	Hepatocytes	hepatocellular adenoma	Hepatocellular carcinoma
	tubules epithelium (ginjal)	renal tubular adenoma, oncocytoma	renal cell carcinoma (Grawitz tumor)
	Melanocytes	glomus tumor	malignant melanoma
Mesenchymal	fibrous connective	Fibroma	Fibrosarcoma

	tissue		
	cardiac skeleton	Myxoma	Myxosarcoma
	adipose tissue	Lipoma	Liposarcoma
	smooth muscle	Leiomyoma	rhabdomyosarcoma
	skeletal muscle	rhabdomyoma	malignant teratoma
	germ cells	benign teratoma	Hemangiosarcoma
	blood vessels	hemangioma	Kaposi sarcoma
	lymphatic vessels	lymphangioma	lymphangiosarcoma
	Bone	Osteoma	Osteosarcoma
	Cartilage	Chondroma	Chondrosarcoma
	Meninges	Meningioma	malignant meningioma
Sel Darah	sel lymphoid	-	non-Hodgkin lymphoma, Hodgkin lymphoma
	sel hematopoietic	-	Leukemia

Di masa yang akan datang ditemukan kemungkinan perawatan tumor yang lebih baik dengan memanfaatkan *DNA microarray*. *DNA microarray* dapat digunakan untuk menentukan apakah *oncogen* atau gen penahan tumor telah termutasi atau belum, dan karakteristik dari tumor dapat diketahui secara terperinci.

IL5 TUMOR TULANG

Berdasarkan penelitian ditemukan bahwa pemicu terbesar terjadinya tumor tulang adalah factor genetika. Gejala awal yang umum berupa nyeri berkepanjangan pada tulang. Nyeri ini bisa jadi muncul sebagai akibat trauma benturan, tetapi bisa juga tidak. Tidak jarang ditemukan penderita pada awalnya justru tidak merasakan nyeri, namun terjadi pembengkakan pada tulang. Uniknya, tumor ini potensial menyerang penderita berusia di bawah 20 tahun.

Secara umum terdapat 2 jenis tumor tulang, yaitu:

1. Tumor Tulang Sekunder

yaitu tumor yang berasal dari organ lain yang menyebar ke tulang.

contoh: tumor/kanker paru yang menyebar ke tulang, dimana sel-sel tumor-nya menyerupai sel paru dan bukan merupakan sel tulang.

Yang termasuk dalam kategori tumor tulang sekunder adalah:

- Tumor Metastatik
- Tumor yang berasal dari hasil penyebaran *tissue* neoplasma yang berdekatan,
- Tumor yang merupakan hasil transformasi membahayakan dari luka atau tumor jinak yang sudah ada sebelumnya.

2. Tumor Tulang Primer

merupakan tumor yang berasal dari tulang.

Yang termasuk dalam kategori tumor tulang primer adalah:

- *Multiple myeloma*

merupakan tumor tulang primer yang paling sering ditemukan dan berasal dari sel sumsum tulang yang menghasilkan sel darah. Tumor ini umumnya terjadi pada orang dewasa, dapat mengenai satu atau lebih tulang, sehingga rasa nyeri dapat muncul pada satu tempat atau lebih. Pengobatan *Multiple myeloma* ini tidak sederhana. Karena selain kemoterapi, penderita juga harus melewati serangkaian terapi penyinaran dan pembedahan.

- *Osteosarcoma*

Osteosarcoma (sarcoma osteogenic) merupakan jenis tumor tulang yang ganas yang kasusnya paling umum didapati. Jenis tumor ini berhubungan dengan periode kecepatan pertumbuhan pada masa remaja. Paling sering ditemukan pada anak-anak, dan rata-rata terdiagnosis pada umur 15 tahun. Rasio kejadian pada anak laki-laki dan anak perempuan adalah sama, tetapi pada akhir masa remaja penyakit ini lebih banyak ditemukan pada anak laki-laki.

Penyebab yang pasti tidak diketahui. bukti-bukti mendukung bahwa tumor ini merupakan penyakit yang diturunkan. *Osteosarcoma* cenderung tumbuh di tulang paha (ujung bawah), tulang lengan atas

(ujung atas) dan tulang kering (ujung atas). Ujung tulang-tulang tersebut merupakan daerah dimana terjadi perubahan dan kecepatan pertumbuhan yang terbesar. Meski demikian, osteosarcoma juga bisa tumbuh di tulang lainnya. Gejala yang paling sering ditemukan adalah nyeri. Sejalan dengan pertumbuhan tumor, juga bisa terjadi pembengkakan dan pergerakan yang terbatas. Pada masa pengobatan, sebelum dilakukan pembedahan maka tumor akan dicecilkan terlebih dulu dengan melakukan kemoterapi. Kemoterapi ini juga berguna untuk membunuh sel tumor yang mulai menyebar. Apabila belum ditemukan terjadinya penyebaran ke paru-paru, maka angka harapan hidup mencapai 60%. Sekitar 75% penderita bertahan hidup sampai 5 tahun setelah penyakitnya terdiagnosis.

• *Chondrosarcoma*

Chondrosarcoma adalah tumor yang terdiri dari sel-sel *kartilago* (tulang rawan) yang ganas, merupakan jenis tumor ganas kedua yang paling banyak didapati diderita. Kebanyakan *Chondrosarcoma* tumbuh lambat atau merupakan tumor derajat rendah yang sering dapat disembuhkan dengan pembedahan. Namun, ada juga tumor derajat tinggi yang cenderung untuk menyebar. Biasanya untuk menegakkan diagnosis perlu dilakukan biopsi.

Tumor jenis ini harus diangkat seluruhnya melalui pembedahan karena tidak bereaksi terhadap kemoterapi maupun terapi penyinaran.

Amputasi tungkai atau lengan jarang diperlukan. Jika tumor diangkat seluruhnya, lebih dari 75% penderita bertahan hidup.

• *Ewing's sarcoma*

Ewing's sarcoma ditemukan oleh Dr. James Ewing pada tahun 1921, dan sering ditemukan muncul pada masa pubertas, dimana tulang tumbuh sangat cepat. Jenis tumor ini jarang ditemukan pada anak yang berumur kurang dari 10 tahun dan hamper tidak pernah ditemukan pada anak-anak afro-amerika. *Ewing's sarcoma* bisa tumbuh di bagian tubuh manapun, namun paling sering ditemukan pada tulang panjang anggota gerak, panggul atau dada, bahkan juga bisa tumbuh di tulang tengkorak atau tulang pipih lainnya. Gejala yang paling sering dikeluhkan adalah nyeri dan terkadang ditemukan pembengkakan di bagian tulang yang terkena. Penderita juga mungkin mengalami demam. *Ewing's sarcoma* mudah menyebar. Tempat yang seringkali terkena adalah menyebar ke paru-paru dan tulang lainnya. Pada saat terdiagnosis, hampir pada 30 % penderita ditemukan telah terjadi penyebaran.

Pengobatan yang diberikan seringkali merupakan kombinasi dari: kemoterapi, terapi penyinaran tumor, dan pembedahan pengangkatan tumor.

• *Fibrosarcoma dan Histiositoma Fibrosa Maligna*

Tumor ini berasal dari jaringan lunak (jaringan ikat selain tulang, yaitu ligamen, tendon, lemak dan otot) dan jarang berawal dari tulang.

Biasanya ditemukan pada usia lanjut dan usia pertengahan. Tulang yang paling sering terkena adalah tulang pada tungkai, lengan dan rahang. *Fibrosarcoma* dan *histiositoma fibrosa maligna* mirip dengan *osteosarcoma* dalam bentuk, lokasi dan gejala-gejalanya. pengobatannya juga sama.

- Limfoma tulang maligna

Disebut juga *sarcoma sel retikulum*, biasanya timbul pada usia 40- 50 tahun. Tumor jenis ini bisa berasal dari tulang manapun atau berasal dari tempat lain di tubuh kemudian menyebar ke tulang. Biasanya menimbulkan nyeri dan pembengkakan, dan tulang yang rusak lebih mudah patah.

Pengobatan terdiri dari kombinasi kemoterapi dan terapi penyinaran yang sama efektifnya dengan pengangkatan tumor. Jarang diperlukan amputasi untuk kasus ini.

- *Osteoclastoma*

- *Chordoma*

Jenis tumor ini sering didapati terjadi pada area tulang tengkorak atau tulang belakang. Gejala-gejala (*symptom*) untuk kasus tumor tulang ini beragam, tergantung lokasi terjadi dan ukuran dari tumor. Gejala-gejala yang kerap ditemui [9] antara lain :

- sakit/nyeri pada lokasi tumor, kemudian berkembang menjadi nyeri yang amat hebat;
- pembengkakan pada area tumor;
- patah tulang;

- kehilangan berat badan (dengan kasus yang tidak dapat dijelaskan);
- rasa lelah tanpa sebab;
- kesulitan bernafas;
- demam atau keringat dingin di malam hari.

Setelah melalui serangkaian tes untuk keperluan diagnosa dan penentuan stadium tumor, penanganan dapat segera dilakukan. Namun, pengobatan ini juga bergantung pada jenis tumor, stadium tumor, lokasi tumor tersebut, serta kondisi si pasien. Pengobatan untuk pasien A belum tentu sama dengan pengobatan untuk pasien B, meski keduanya mengidap jenis tumor yang sama, di lokasi yang sama dan dengan stadium yang sama pula.

Beberapa jenis penanganan/pengobatan yang dilakukan untuk kasus tumor tulang antara lain:

- **Pembedahan**

Pembedahan yang dilakukan di sini adalah untuk membersihkan tumor dan *tissue* terdekat dari lokasi tumor, serta titik-titik kelenjar getah bening terdekat yang mungkin ditemui di sekitar lokasi tumor.

Sebisanya dokter akan mengupayakan tidak perlu terjadi amputasi, cukup dengan pengangkatan tumor saja. Namun, untuk beberapa kasus, amputasi ini diperlukan sebagai tindakan pencegahan penyebaran tumor lebih lanjut.

- **Radioterapi (terapi radiasi)**

Pada jenis pengobatan ini yang dilakukan adalah memanfaatkan sinar radiasi untuk membunuh sel-sel tumor dan menyusutkan tumor.

Ada dua jenis terapi berdasarkan lokasi penyinaran, yaitu:

- Terapi radiasi eksternal

Penyinaran dilakukan langsung pada tumor dari luar tubuh penderita.

- Terapi radiasi internal

Bahan radio-aktif ditempatkan di dalam tubuh, berdekatan dengan sel-sel tumor.

- Kemoterapi

Jenis terapi ini menggunakan obat-obatan untuk membunuh sel tumor.

Medianya beragam, antara lain: pil, injeksi, dan melalui pipa/selang yang dimasukkan ke dalam tubuh.

Obat-obatan (bentuk padat/cair) yang masuk ke dalam tubuh memanfaatkan aliran peredaran darah untuk membunuh sel-sel tumor, meski tidak jarang sel-sel sehat juga ikut terbunuh.

- Terapi *Myeloablative* (dengan dukungan sel batang)

Untuk jenis tumor ganas yang sudah menyebar diperlukan kemoterapi yang jauh lebih kuat untuk membunuh sel kanker. Terapi ini juga akan menghancurkan sumsum tulang. Sel-sel batang (yang memiliki kemampuan untuk membuat sel jenis baru) diberikan kemudian untuk penggantian sumsum tulang yang hilang.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian Ini dilaksanakan di Gedung Pusat Diagnostik Terpadu RSUD dr. Soetomo Surabaya, tepatnya di bagian D6 dan MRI.

III.2 JENIS PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode study eksperimental.

III.3 TEKNIK PENELITIAN

Citra dalam bentuk transparasi, slide, foto atau chart didigitalkan dan disimpan dalam matriks digit biner dalam memori computer. Kemudian diproses dan ditampilkan pada monitor dengan resolusi tinggi.

Citra disimpan dalam penampung memori yang dapat diakses dengan cepat untuk tampilan (Rapid acces buffer memory). Rapid access buffer memory tersebut akan merefresh monitor per 30 fps untuk memproduksi tampilan yang berkesinambungan yang dapat dilihat dengan jelas.

Computer digunakan untuk berkomunikasi dan mengendalikan semua proses digitalisasi, penyimpanan dan proses tampilan. Kemudian masukkan ke computer program yang dibuat melalui sebuah terminal dan akan ditampilkan pada perangkat keluaran (terminal, monitor, printer). Dari gambar tersebut akan dapat didiagnosa apa penyakitnya.

BAB IV

HASIL PENELITIAN

BAB IV

HASIL PENELITIAN

Gambar-gambar di bawah ini merupakan contoh gambar yang dapat dijadikan masukan dalam aplikasi:



Osteosarcoma femur



Osteosarcoma tibia



Osteosarcoma femur bagian atas

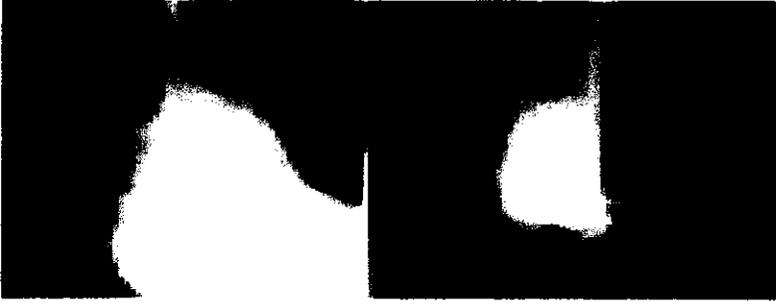


© 2006 Elsevier Inc.

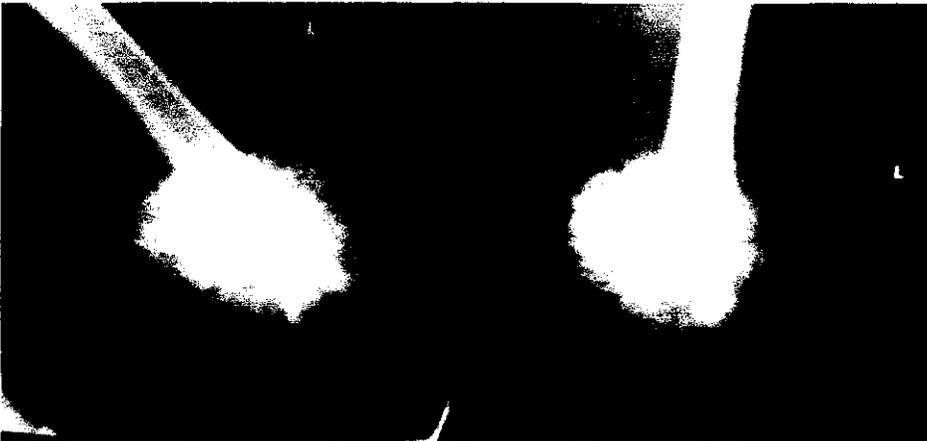


© 2006 Elsevier Inc.

Telangiectatic osteosarcoma



Osteosarcoma pada genu



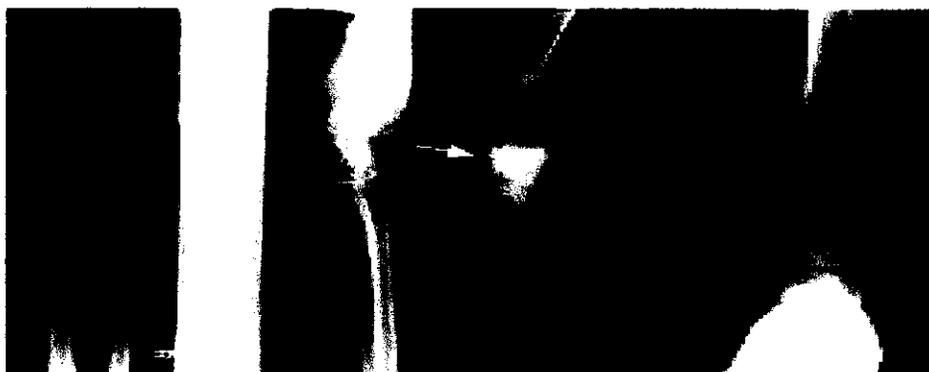
Osteosarcoma pada femur



Osteosarcoma pada cruris

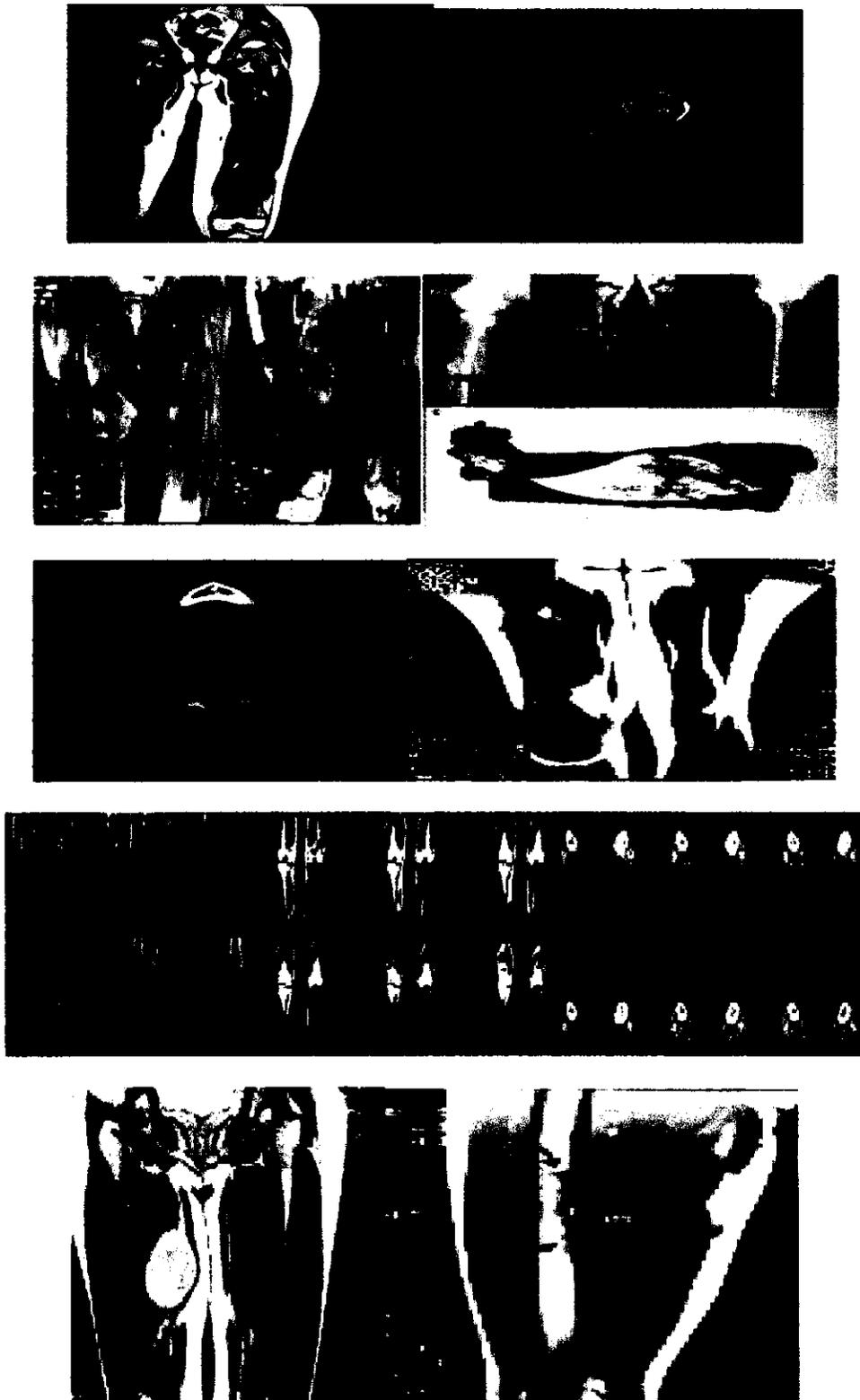


Osteosarcoma pada humerus

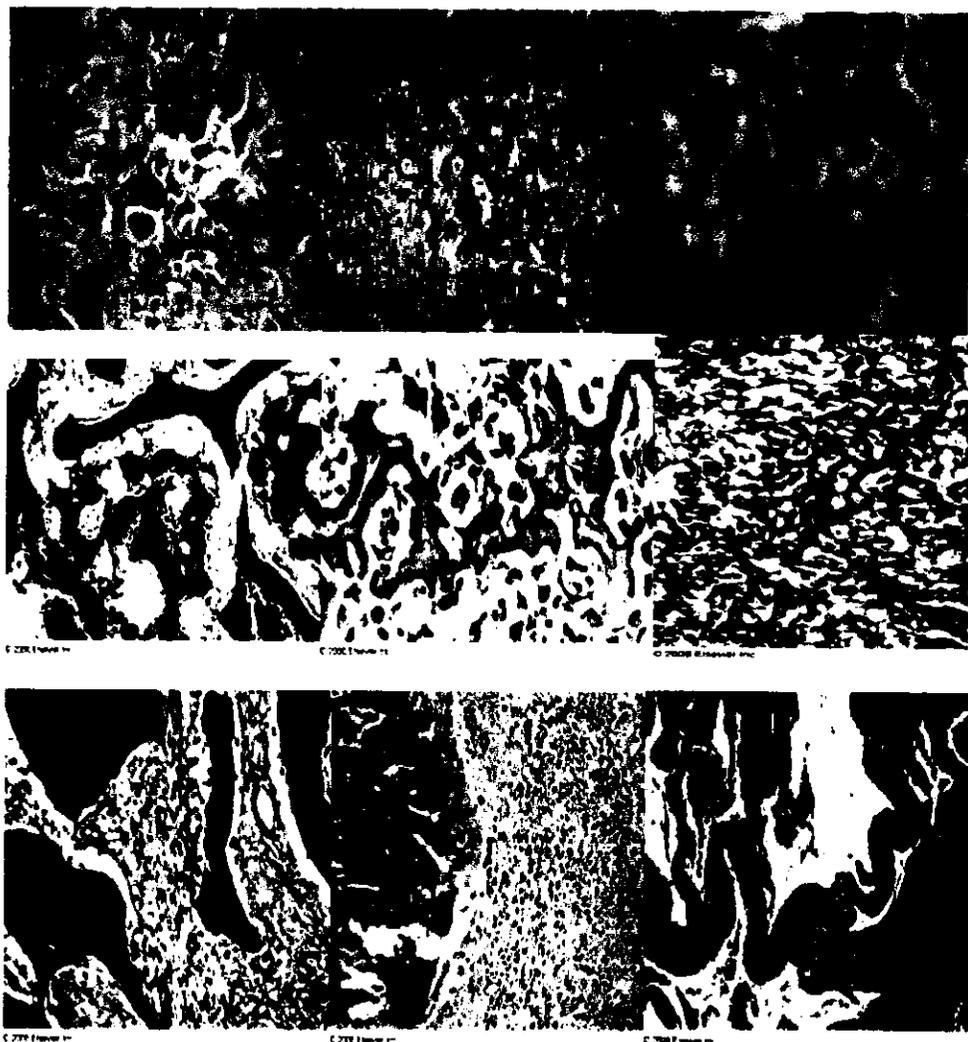


Osteosarcma pada antebrachii

Gambar 3-1 Hasil X-ray



Gambar 3-2 Hasil MRI-scan



Gambar 3-3 Hasil *Photomicrograph* Sel Tulang

HASIL PATOLOGI ANATOMI

Hasil Lab Patologi Anatomi

Hasil Pemeriksaan:

Jaringan rutin/ Histopatologi (>3 blok Parafin)

MAKROSKOPIK :

1 kantong jaringan, identitas sesuai

tanpa keterangan, Jaringan ukuran 4x3x3cm, bentuk tidak teratur, warna abu-abu, konsistensi keras, pd pembelahan penampang merupakan masa putih dengan bagian kekuningan, kenyal dengan bagian rapuh, 2 kupe (A).

MIKROSKOPIK:

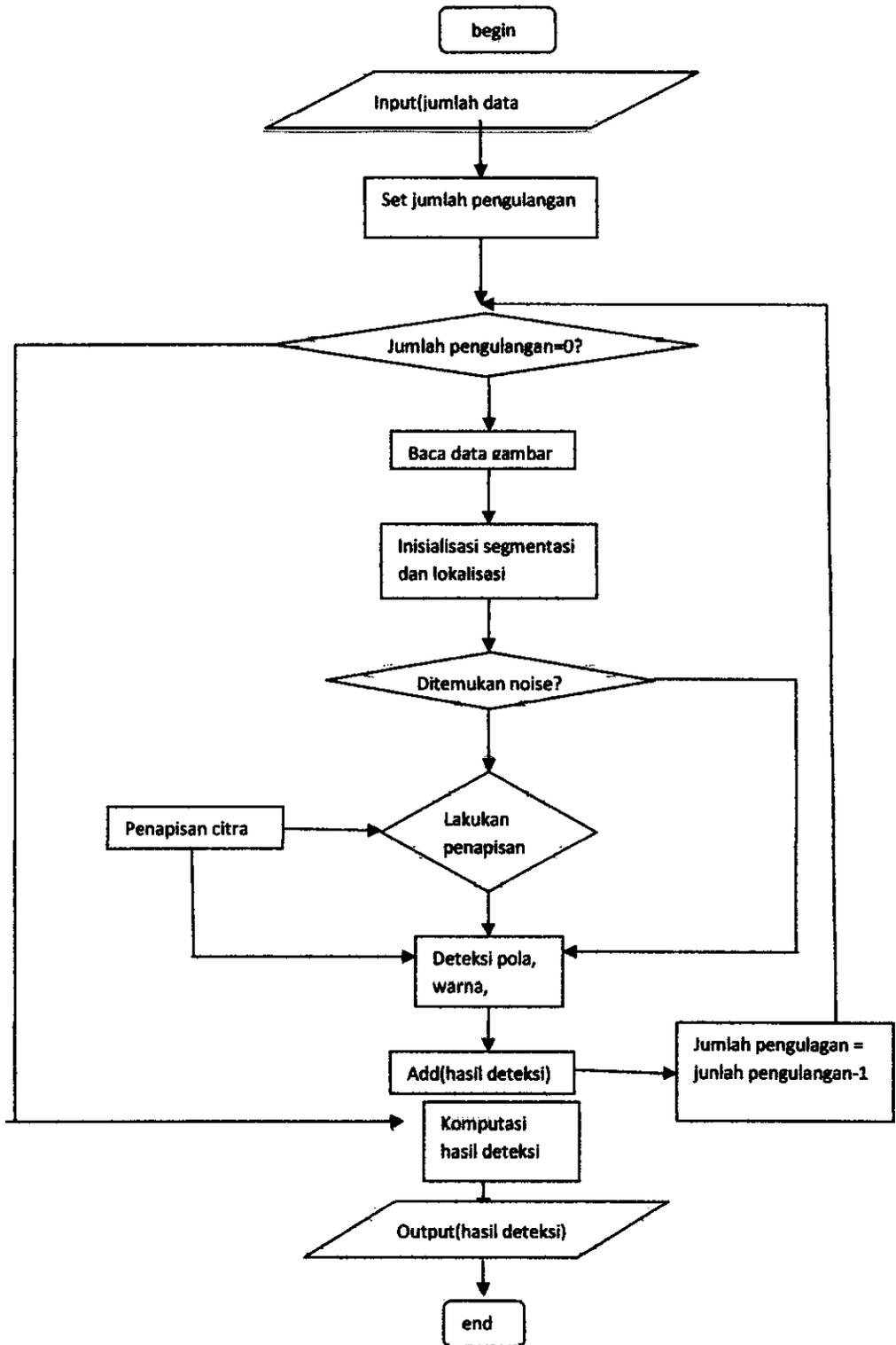
Sediaan menunjukkan;

compact osteosarcoma, jaringan tulang yang padat, sedikit ostesit, cancellous, ruang trabecula tulang lebih lebar dengan cortex lamella tulang, stroma sarcoma, anaplasia mencolok, sel-sel ganas menembus rongga antara kumpulan osteoid.

[Uraian kesan Pemeriksaan]

Uraian massa tumor: osteosarcoma

Alur program :



□ **Entitas Data Image Pasien** : Tabel Data_Image

Berisi data gambar-gambar hasil pencitraan milik pasien (kode_gambar, medrec_id, tanggal).

Jika gambar melalui proses penapisan (penghilangan *noise*) atau segmentasi maka data gambar asli akan disimpan dulu ke tabel Data_Image_B, dan gambar baru (hasil penapisan) akan disimpan (menggantikan gambar lama).

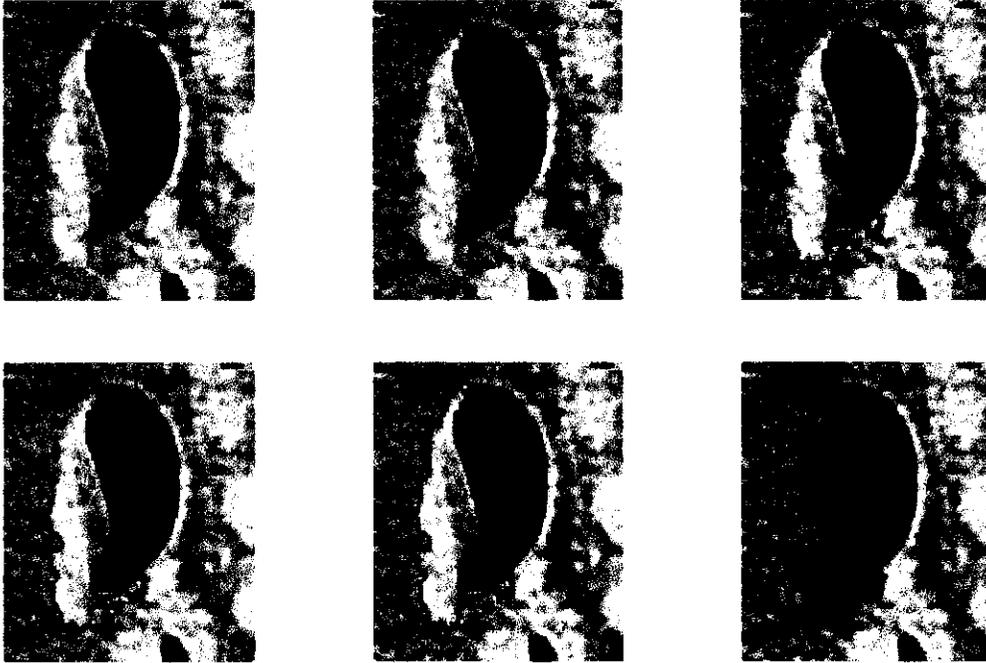
□ **Entitas Data Image B**: Tabel Data_Image_B

Berisi data gambar-gambar versi awal (versi masukan awal) hasil pencitraan milik pasien (kode_gambar_B, kode_gambar_asal, medrec_id)

□ **Entitas Hasil Diagnosa** : Tabel Hasil_Diagnosa

Berisi data hasil diagnosa (kode_diag, medrec_id, tanggal, hasil)

Gambar segmentasi tumor :



Gambar 3-6 Contoh Proses Segmentasi dengan Algoritma Semi-Otomatis

LiveWire

[begin: Kiri Atas → end: Kanan Bawah]

BAB V
PEMBAHASAN

BAB V

PEMBAHASAN

V. 1 Kebutuhan Diagnosis Osteosarcoma

Guna menetapkan diagnosis Tumor Tulang, dibutuhkan beberapa hal yaitu

- Anamnesis

Anamnesis dilakukan untuk mengetahui riwayat penderita, apakah sebelumnya sudah ada riwayat kelainan (bawaan) atau trauma. Faktor yang dipertimbangkan untuk anamnesis ini antara lain: umur, lama dan perkembangan tumor, nyeri, serta pembengkakan. Nyeri menjadi keluhan utama bagi penderita tumor ganas, karena menjadi indikator adanya ekspansi tumor yang cepat dan terjadi penekanan pada jaringan disekitarnya, perdarahan atau degenerasi.

- Pemeriksaan klinik
- Pemeriksaan neurologis

Pemeriksaan ini dilakukan secara cermat bila ada keluhan dari penderita untuk menentukan apakah gangguan diakibatkan penekanan tumor pada saraf tertentu.

- Pemeriksaan radiologis

Pemeriksaan radiologis (foto polos, *scanning* radionuklida, CT-Scan, MRI-scan, PET-scan) penting untuk menegaskan diagnosis.

- rontgen (x-ray) tulang yang terkena,
- CT-scan tulang yang terkena,
- MRI-scan untuk mengetahui struktur dalam tulang yang terkena,

- CT-scan dada untuk melihat apakah ada indikasi penyebaran ke paru-paru,
- *scanning* tulang untuk melihat penyebaran tumor.
- Pemeriksaan laboratorium

Pemeriksaan ini merupakan pemeriksaan tambahan atau penunjang guna menegaskan diagnosis. Pemeriksaan laboratorium ini meliputi pemeriksaan level LED, Hb, serum enzim alkali fosfatase, serum elektroforesis protein, serum asam fosfatase.

- Pemeriksaan biopsy

Biopsi yang dimaksud merupakan proses pengambilan contoh *tissue* tulang yang akan digunakan untuk serangkaian tes.

V. 2 Prognosis Osteosarcoma

Prognosis *osteosarcoma* dibagi dalam tiga grup, yaitu:

- *Stage-I*

Osteosarcoma jarang ditemukan, termasuk *parosteal osteosarcoma* atau *central osteosarcoma* tingkat rendah. Prognosis grup ini baik sekali (lebih besar dari 90%) dengan *resection* yang lebar.

- *Stage-IIb*

Prognosis bergantung pada lokasi tumor (*proximal tibia, femur, pelvis*, dll), ukuran massa tumor (dalam satuan sentimeter), derajat *necrosis* dari kemoterapi yang dilakukan sebelum operasi, dan faktor patologis (seperti derajat *p-glycoprotein*, apakah tumor yang diderita CXCR4 positif, apakah ditemukan indikasi penyebaran ke paru-paru). Untuk sampai ke tahap metastasis (menyebarkan

ke bagian lain) dibutuhkan waktu sekitar 12 sampai 24 bulan, juga dibutuhkan sejumlah metastasis untuk sampai ke indikasi prognosis *osteosarcoma* metastatik.

- *Stage-III*

Keberadaan *osteosarcoma* yang termasuk grup ini dengan metastasis paru bergantung pada *resectability* tumor primer dan *nodule* paru, derajat *necrosis* tumor primer, dan mungkin juga jumlah metastasis yang terdeteksi. Keseluruhan prognosis berada dalam kisaran 30 % atau lebih besar dari nilai tersebut. Sekali *osteosarcoma* teridentifikasi, serangkaian tes lanjutan akan dilakukan untuk memastikan apakah sel tumor sudah menyebar ke bagian tubuh lainnya atau belum. Hasil tes lanjutan ini nantinya akan menentukan jenis perawatan apa yang cocok untuk menangani (mengobati) *osteosarcoma* yang teridentifikasi diderita.

Adapun tingkatan *osteosarcoma* yang mungkin ditemukan berdasar hasil tes lanjutan, yaitu:

- *Osteosarcoma* Lokal (terbatas)

Jenis *osteosarcoma* ini hanya ditemukan di satu bagian tubuh saja.

- *Osteosarcoma* metastatic

Osteosarcoma telah menyebar ke bagian tubuh lain (dari tempat awal teridentifikasi).

- *Osteosarcoma* berulang

Osteosarcoma jenis ini adalah jenis tumor yang sudah disembuhkan, tetapi kemudian kambuh lagi. Tumor yang baru bisa terjadi dan berawal di

tempat yang sama dengan sebelumnya, atau mungkin saja teridentifikasi di tempat yang berbeda dengan sebelumnya.

Sementara itu secara histologis (berdasarkan ilmu jaringan tubuh), tingkatan osteosarcoma terlihat sebagaimana tercantum dalam tabel 3.1.

Tabel 3.1 Tingkatan Osteosarcoma secara Histologis

Tumor Grade	Tumor Differentiation
G1	Well Differentiated
G2	Moderately Differentiated
G3	Poorly Differentiated
G4	Undifferentiated
Gx	Not assessable

Keterangan:

G1-G2 : tingkat rendah

G3-G4 : tingkat tinggi

Suatu sistem yang dikenal sebagai sistem AJCC (*American Joint Commission on Cancer*) kerap digunakan dalam penentuan tingkatan tumor tulang. Dalam sistem ini dikenal simbol:

- T : fitur atau ukuran tumor
- N : indikasi penyebaran ke node kelenjar getah bening
- M : indikasi penyebaran ke organ lain yang jauh dari tempat asal tumor
- G : tingkatan tumor

- Kombinasi dari keempat informasi tentang tumor, node kelenjar getah bening, metastasis, dan tingkatan digunakan dalam proses pengelompokan yang biasanya menggunakan angka Romawi

Tumor Grade	TNM	Clinical Stage
G1, G2	T1 N0 M0	IA
G1, G2	T2 N0 M0	IB
G3, G4	T1 N0 M0	IIA
G3, G4	T2 N0 M0	IIB
Any G	Any T, N1 M0	IVA
Any G	Any T, Any N, M1	IVB
Stage III is not defined		

3.2 Tabel Tumor Grade

Keterangan:

G1-G2 : tingkat rendah

G3-G4 : tingkat tinggi

T0 : tidak ada bukti tumor

T1 : tumor \leq 8 cm (sekitar 3 inch)

T2 : tumor > 8 cm

T3 : tumor telah berpindah ke tempat lain atau pada tulang yang sama

N0 : tidak ada penyebaran regional ke (dekat) node-node kelenjar getah bening

N1 : tumor telah menyebar ke node-node kelenjar getah bening terdekat

M0 : tidak terjadi metastasis jauh

M1 : metastasis jauh (penyebaran tumor ke *tissue* atau organ-organ yang berada jauh dari lokasi asal tumor tulang)

M1a: tumor telah menyebar ke paru

M1b: tumor telah menyebar ke tempat lain

IA : tumor terbatas pada tulang, dan kurang dari 8 cm, masih dalam tingkat rendah

IB : tumor terbatas pada tulang, dan lebih dari 8 cm, masih dalam tingkat rendah

IIA : tumor terbatas pada tulang, dan kurang dari 8 cm, termasuk tingkat tinggi

IIB : tumor terbatas pada tulang, dan lebih dari 8 cm, termasuk tingkat tinggi

III : tumor pada tulang, tetapi telah melompat ke tempat lain pada tulang

IVA : tumor telah menyebar ke paru

IVB : tumor telah menyebar ke node-node kelenjar getah bening dan jauh dari asal

tumor,

atau tumor telah menyebar ke tempat yang lebih jauh dari paru

Dan klasifikasi osteosarcoma yang diketahui dapat dilihat pada tabel 3.3:

Tabel 3.3 Klasifikasi Osteosarcoma (Presentasi Patologis)

Classification	%
▪ Primary high – grad,	75%
intramedullary	73%
Mixed pattern	9%
Bone rich / sclerosing	5%
Cartilage cell rich	
Spindle cell rich	
Malignant histiocyte rich	
Telangiectatic	
Small cell rich	
Benign cell rich	
Epithelod cell rich	4 – 5%

▪ Primary low – grad,	50%
intramedullary	25%
Fibrous dysplasia – like	15%
Nanossifying fibroma – like	10%
Osteoblastoma	6%
Chondromyroid fibroma – like	1-2%
▪ Secondary intramedullary	0,2%
▪ Multifocal	7 – 10%
▪ Intracortical	65%
▪ Jaxtacortical	25%
Parosteal	10%
Periosteal	6%
High – grad surface	
▪ Osteosarcoma of jaw	

V.3 Rancangan Aplikasi

Jenis tumor yang dapat dideteksi oleh program/aplikasi ini dibatasi pada jenis *osteosarcoma* yang masuk dalam kategori tumor tulang ganas.

Osteosarcoma sendiri cenderung menyerang anak-anak dan hingga kini dugaan penyebab utama

jenis tumor ini adalah faktor genetik.

Selanjutnya, aplikasi ini semata-mata berfungsi sebagai aplikasi bantu guna mendukung proses diagnosa yang dilakukan oleh tenaga profesional medis (dokter). Perumus dan penentu hasil diagnosa tetap dokter, bukan aplikasi.

V.4 Rancangan Masukan

Selain data umum pasien (*medrec_id*, nama, umur), masukan yang dibutuhkan oleh aplikasi adalah berupa hasil pencitraan (dalam hal ini: hasil X-ray, CT-scan, MRI-scan, PET-scan dan hasil pemotretan mikrograf sel-sel tulang yang bermasalah). Diasumsikan data gambar telah di-digitalisasi sebelumnya (di luar aplikasi, tidak ditangani langsung oleh aplikasi), dan disimpan dalam format JPEG. Aplikasi akan menerima apabila pengguna hanya memasukkan (minimal) salah satu data gambar hasil pencitraan. Tetapi, hasil terbaik lebih potensial didapat apabila keseluruhan (beberapa) hasil pencitraan dijadikan data masukan.

V.5 Rancangan Keluaran

Keluaran yang akan didapat dari aplikasi bantu diagnosa ini nantinya berupa:

- Deskripsi hasil pendeteksian
 - *osteosarcoma* atau non-*osteosarcoma*
 - agresif atau tidak-nya sel tumor
 - apakah sudah terjadi penyebaran atau belum
- Persentase penyebaran sel tumor (pada area tulang).

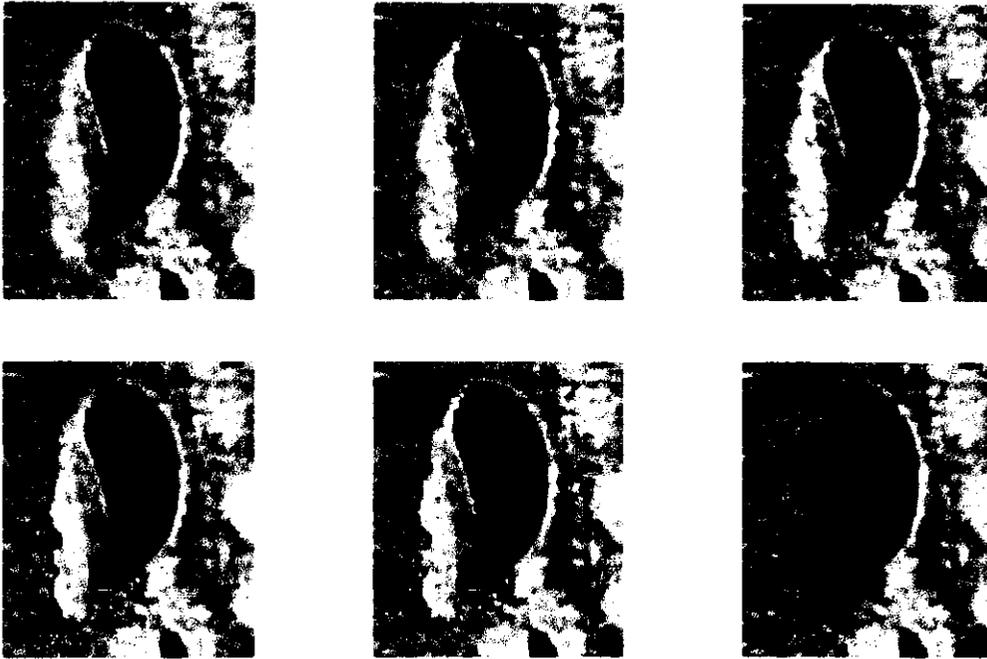
V.6 Algoritma Pendukung

Untuk proses segmentasi gambar yang menjadi masukan pada aplikasi, algoritma yang digunakan adalah algoritma yang dirancang untuk dapat melakukan segmentasi semi otomatis dengan memanfaatkan paradigma *livewire*. Algoritma segmentasi ini merupakan hasil penelitian Lauren O'Donnell.

Paradigma *livewire* sendiri merupakan metode penggerak fitur citra yang menemukan jalur optimal antara lokasi citra yang dipilih *user*, sehingga mengurangi kebutuhan untuk menentukan batas lengkap secara manual. Fitur standar digunakan oleh *wire* untuk menentukan batas yang didalamnya termasuk nilai warna abu-abu dan gradien. Lalu, mengapa segmentasi semi otomatis? Pada beberapa kasus penerapan, segmentasi manual yang dilakukan untuk melengkapi segmentasi yang awalnya dilakukan baik manual ataupun otomatis, potensial mengalami *time bottle-neck* dalam *pipeline* pengolahan citra. Semakin rumit model yang akan disegmentasi, maka proses segmentasi-nya juga kompleks dan memakan waktu lama.

Sementara untuk keperluan aplikasi bantu diagnosis Tumor Tulang ini, proses segmentasi mutlak dibutuhkan sebelum proses pencocokan pola, warna dan pendeteksian ukuran tumor dilakukan. Paling tidak agar gambar yang menjadi masukan mampu mendekati citra ideal yang menjanjikan akurasi terbaik untuk diagnosa. Misalnya: gambar tanpa gangguan beberapa tepi yang terlalu kontras, atau nilai abu yang kurang proporsional. Diharapkan dengan penerapan algoritma segmentasi semi otomatis ini nantinya paling tidak dapat mempercepat proses segmentasi (dalam satuan waktu, dibandingkan dengan proses manual).

Pada gambar 3.6 diperlihatkan contoh segmentasi tumor. Lokasi tumor ada di dekat trakea, dan gambar merupakan hasil pencitraan CT-scan. Langkah-langkah tersebut diambil sepanjang segmentasi, dimulai dari gambar paling kiri atas, dan piksel berwarna kuning merepresentasikan area yang di-klik (dengan memanfaatkan mouse) oleh *user*. Satu kali 'klik' sebagai penanda awal dari area yang ingin dibatasi, selanjutnya batasan akan terbentuk seiring dengan arah pergerakan mouse. Hasilnya kemudian akan diformulasikan sebagai masalah pemrograman dinamis (menampilkan garis bentuk livewire sebagai jalur terpendek antara titik-titik yang didefinisikan *user*, dan ukuran jarak didasarkan pada formasi gambar).



Gambar 3-6 Contoh Proses Segmentasi dengan Algoritma Semi-Otomatis

Livewire [begin: Kiri Atas → end: Kanan Bawah]

Pendekatan *livewire* diharapkan mampu mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk segmentasi

selama terjadi pengulangan dalam proses segmentasi itu sendiri.

Tahapan algoritma segmentasi semi-otomatis:

1. Representasi graph
2. deteksi tepi dengan fase lokal
 - Filter Kernel di domain Fourier
 - Filter Kernel di domain spasial
 - Komputasi fitur fase lokal dari keluaran filter
 - Stabilitas fase *multi-scale*
 - Komputasi beberap fitur tertentu dari keluaran filter

3. penentuan arah

4. *training*

- Seleksi ukuran fitur
- *Window leveling* sebelum fase komputasi
- Seleksi fase

5. mengkombinasikan tiga fitur di atas untuk menghasilkan bobot tepi

6. penentuan jalur terpendek

BAB VI

KESIMPULAN

BAB VI

KESIMPULAN

Adanya kemungkinan semakin majunya teknologi di masa datang juga menjadi satu kemungkinan juga bagi *medical imaging* untuk lebih berkembang dan lebih mudah diaplikasikan serta digunakan dibanding saat ini. Baik itu dari segi fisik peralatan yang dapat digunakan untuk pencitraan, maupun dari segi teknik atau algoritma yang nantinya dapat diterapkan dalam aplikasi-aplikasi pendukung.

Aplikasi Bantu Diagnosis Tumor Tulang yang dibahas dalam penelitian ini masih jauh dari sempurna. Baik dari segi pemanfaatan algoritma (mengingat masih banyak algoritma segmentasi lain yang bisa jadi sama baik, bahkan lebih baik dari algoritma yang dipilih), perancangan dan pemanfaatan basis data khusus pengolahan data gambar, serta fitur yang disediakan pada aplikasi bantu dimaksud.

Satu hal yang pasti, penerapan (implementasi) rancangan aplikasi ini akan sangat membantu tenaga profesional medis (dokter) untuk mempersingkat waktu dalam penentuan hasil diagnosa Tumor Tulang. Sehingga penanganan (pengobatan) dapat dilakukan secepatnya sebelum terjadi penyebaran atau mencapai stadium yang lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

American Cancer Society, <http://www.cancer.org>

Barner, “Medical Imaging: Image Processing with Biomedical Applications”,
<http://www.ee.udel.edu/~barner/courses/eleg675/Image%20Processing%20-%20medical%20imaging.pdf>

Brenner, Winfried, Bohuslavizki, K.H., Eary, J.F., “PET Imaging of Osteosarcoma”, <http://jnm.snmjournals.org/cgi/reprint/44/6/930.pdf>

Clarkson, Paul, The Science Creative Quarterly Sept-Nov 2006 edition: “Dem Bones, Dem Important Bones”, <http://www.scq.ubc.ca/?p=400>

Hartadi, Diaz, Sumardi, Isnanto R.Rizal, Transmisi Volume 8 No.2 : “Simulasi Penghitungan Jumlah Sel Darah Merah”,
www.geocities.com/transmisi_eundip/diazhartadi.pdf

Kugler, Anders, Grunert, T., Becker, E., Strasser, W., “MEDStation: Bringing Medical Imaging and Diagnosis”,
<http://www.gris.uni-tuebingen.de/people/staff/kugler/Papers/kugler-emmsec98.pdf>

Lehmann, Thomas M. , Müller, Henning, Tian, Qi, “Augmented Medical Image Management”, <http://www.sim.hcuge.ch/medgift/publications/AITTH-format-paper.pdf>

McCoy, Krisha, MS., “Bone Cancer”,
<http://healthlibrary.epnet.com/print.aspx?token=67dc07a3-a4e9-481c-88d58e2420bb989a&chunkiid=12008>

Chandra, dr. Budiman. Metodologi Penelitian Kesehatan. EGC. Palembang. 2007