

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1. Latar Belakang**

Osteoarthritis merupakan bentuk inflamasi sendi yang paling umum dan salah satu penyebab utama disabilitas. Osteoarthritis ditandai dengan degenerasi tulang rawan artikular. Hal ini terjadi akibat serangan langsung terhadap molekul matriks, yang mengakibatkan pembelahan, kerusakan dan hilangnya matriks pada molekul tersebut. Hal ini juga disertai dengan respons jaringan terhadap kerusakan ini yang melibatkan peningkatan sintesis dan pergantian matriks. Gejala klinis yang khas yakni nyeri, terutama setelah aktivitas berkepanjangan dan menahan beban sedangkan kekakuan dialami setelah tidak beraktivitas.<sup>1</sup>

Penyakit ini juga dikenal sebagai arthritis degeneratif, yang umumnya menyerang tangan, kaki, tulang belakang, dan sendi besar yang menahan beban, seperti pinggul dan lutut. Di antara bagian sendi yang paling sering terkena osteoarthritis, lutut adalah salah satu bagian sendi yang paling banyak terkena. Lutut merupakan sendi sinovial terbesar pada manusia, terdiri dari struktur tulang (femur distal, tibia proksimal, dan patela), tulang rawan (meniskus dan tulang rawan hialin), ligamen, dan membran sinovial. Tingginya penggunaan dan tekanan pada sendi ini, sehingga sering menjadi tempat terjadinya osteoarthritis pada sendi ini.<sup>2,3</sup>

Prevalensi osteoarthritis lutut meningkat secara signifikan selama beberapa dekade terakhir dan terus meningkat, sebagian karena meningkatnya prevalensi obesitas dan faktor risiko lainnya, namun juga secara independen, karena penyebab lain. Diperkirakan prevalensi osteoarthritis lutut pada orang dewasa berusia 60 tahun atau lebih adalah sekitar 10% pada pria dan 13% pada wanita. . Berdasarkan WHO, prevalensi osteoarthritis lutut di dunia masih tinggi yaitu 18% pada wanita dan 80% pada pria. Prevalensi osteoarthritis lutut pada masyarakat Indonesia masih tinggi yaitu mencapai 12,7% pada wanita dan 15,8% pada pria.<sup>4,5</sup>

Masalah yang paling serius pada individu dengan osteoarthritis lutut adalah keterbatasan fungsional, seperti berdiri dan berjalan, akibat nyeri lutut, dan keterbatasan rentang gerak pada sendi lutut. Sebuah studi cross-sectional sebelumnya melaporkan bahwa rentang pergerakan sendi lutut yang diperlukan untuk aktivitas kehidupan sehari-hari seperti berdiri, berjalan, dan menaiki tangga adalah 5 hingga 110 derajat. *Range of motion* (ROM) atau rentang gerak merupakan luaran terpenting yang menentukan kemampuan fungsional sebuah sendi lutut. Kisaran fleksi lutut minimum 90° sangat penting untuk aktivitas sehari-hari dengan sekitar 67° diperlukan dalam fase mengayun, 83° saat menaiki tangga, 90° saat menuruni tangga, dan 93° saat bangkit dari kursi. Hilangnya ROM penuh pada sendi lutut dapat berdampak buruk pada fungsi seluruh ekstremitas bawah. Hilangnya fleksi lutut telah terbukti menyebabkan perubahan pola gaya berjalan yang mempengaruhi pergelangan kaki dan pinggul, terbatasnya fungsi jongkok, dan kesulitan saat menaiki tangga dan duduk.<sup>6,7</sup>

Pemeriksaan radiografi konvensional tetap menjadi pilihan dalam diagnosis osteoarthritis. Skema pertama klasifikasi radiografi untuk osteoarthritis dijelaskan oleh Kellgren dan Lawrence (KL) pada tahun 1957. Klasifikasi KL awalnya dijelaskan menggunakan pemeriksaan radiografi lutut AP. Setiap radiografi diberi nilai dari 0 hingga 4, yang berkorelasi dengan peningkatan keparahan osteoarthritis, dengan nilai 0 menandakan tidak adanya osteoarthritis dan nilai 4 menandakan osteoarthritis berat. Klasifikasi KL telah umum digunakan sebagai alat penelitian dalam studi epidemiologi osteoarthritis.<sup>8</sup>

Ada berbagai teknik pencitraan termasuk magnetic resonance imaging (MRI) untuk mengevaluasi sendi, daerah sekitar, jaringan intra-artikular, kartilago, dan cederanya. MRI sebagai metode baku emas merupakan teknik yang berguna untuk diagnosis kerusakan tulang rawan dan penilaian osteoarthritis pada lutut. MRI merupakan teknik yang berguna untuk diagnosis kerusakan kartilago karena sensitivitasnya yang tinggi untuk mengidentifikasi kelainan tulang subkondral dan lesi kartilago dengan ketebalan penuh. Teknik MRI paling canggih menyajikan beberapa bidang kartilago artikular. Dari segi kekuatan sinyal, MRI 3 Tesla memiliki sensitivitas diagnostik yang tinggi dibandingkan

dengan 1,5 Tesla. Metode ini adalah teknik non-invasif umum yang, bersama dengan metode invasif lainnya, digunakan untuk mengevaluasi dan mendiagnosis cedera pada kartilago. Karena keunggulan MRI dalam evaluasi perubahan struktural, MRI memungkinkan kita untuk memvisualisasikan semua jaringan yang terlibat dalam osteoarthritis, seperti tulang rawan, tulang subkondral, meniskus, dan jaringan lunak. Dalam studi oleh Boegard dkk., Ding dkk., Davies-Tuck dkk., dan Wirth dkk., MRI dapat mengidentifikasi perubahan kartilago pada pasien osteoarthritis selama 2 tahun. Mereka melaporkan bahwa perubahan tulang rawan lutut terjadi secara luas dalam periode penelitian, dan perkembangan osteoarthritis berkorelasi erat dengan perubahan ini. Dalam studi yang dilakukan Ding dkk., selain menunjukkan cedera kartilago yang umum, hasilnya menunjukkan hubungan antara peningkatan atau penurunan kerusakan sendi dan persentase perubahan volume kartilago.<sup>9</sup>

## **1.2. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah diatas maka dapat dirumuskan suatu masalah yaitu “hubungan *cartilage defect* pada magnetic resonance imaging (MRI) dan derajat osteoarthritis radiografi genu terhadap derajat *range of motion* (ROM)”

## **1.3. Tujuan Penelitian**

### **1.3.1. Tujuan Umum**

Penelitian ini bertujuan untuk menginvestigasi hubungan antara *cartilage defect* pada magnetic resonance imaging (MRI) dan derajat osteoarthritis radiografi genu terhadap derajat *range of motion* (ROM).

### **1.3.2. Tujuan Khusus**

- a. Mengetahui hubungan antara derajat defek kartilago yang terdeteksi melalui MRI dan derajat osteoarthritis yang diukur dengan radiografi genu pada pasien.
- b. Mengetahui hubungan derajat OA radiografi terhadap rentang gerak (ROM) lutut, untuk menentukan seberapa besar pengaruhnya terhadap fungsi sendi.

- c. Mengetahui hubungan antara derajat defek kartilago pada MRI dan derajat ROM lutut yang diukur.

#### **1.4. Hipotesis Penelitian**

Hipotesis Kerja : Terdapat hubungan positif antara derajat osteoarthritis dengan pemeriksaan radiografi konvensional dan defek kartilago dengan pemeriksaan MRI *Knee* dengan gangguan gerak sendi dengan ROM pada pasien dengan osteoarthritis sendi lutut. Dengan kata lain, semakin besar derajat osteoarthritis dan defek kartilago, semakin tinggi gangguan gerak pada sendi articular lutut

#### **1.5. Manfaat Penelitian**

##### **1.5.1. Manfaat Teoritis**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan tambahan informasi kepada praktisi radiologi dan ahli orthopedi konsultan olahraga mengenai faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perkembangan *cartilage defect* dan derajat ROM pada pasien dengan osteoarthritis dengan menggunakan pencitraan MRI *Knee*.

##### **1.5.2. Manfaat aplikatif**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk perkembangan *cartilage defect* dan derajat ROM pada pasien dengan osteoarthritis

##### **1.5.3. Manfaat metodologi**

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan informasi sebagai sarana referensi untuk penelitian yang membahas mengenai perkembangan *cartilage defect* dan derajat ROM pada pasien dengan osteoarthritis dengan menggunakan pencitraan MRI *Knee*
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan acuan untuk penelitian selanjutnya terkait perkembangan *cartilage defect* dan derajat ROM pada pasien dengan osteoarthritis dengan menggunakan pencitraan MRI *Knee*

#### **1.5.4. Manfaat bagi Rumah Sakit**

Penelitian ini diharapkan dapat membantu Rumah Sakit dalam mempromosikan pencitraan MRI *Knee* terkait perkembangan *cartilage defect* dan derajat ROM pada pasien dengan osteoarthritis

## **BAB II**

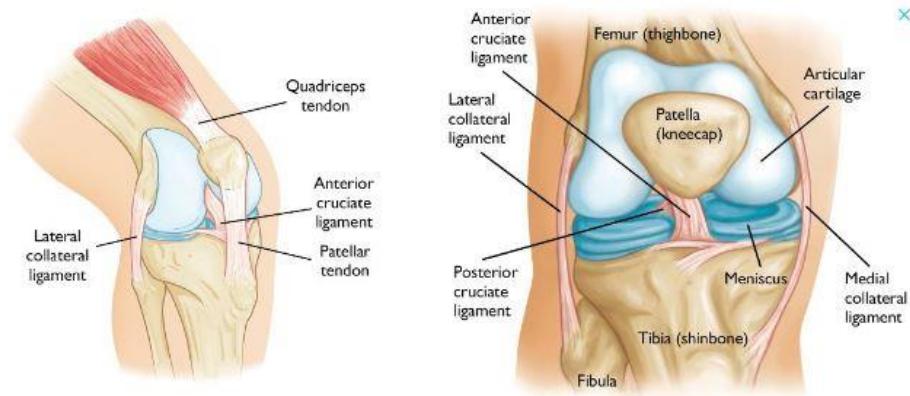
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Lutut**

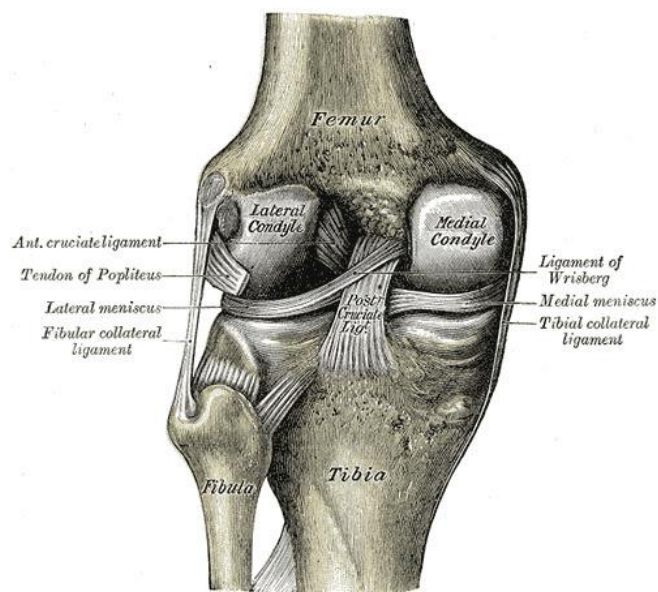
##### **2.1.1. Anatomi lutut**

Lutut merupakan sendi terbesar di tubuh. Lutut merupakan sendi sinovial gabungan yang terdiri dari sendi tibiofemoral dan sendi patellofemoral. Lutut terutama berfungsi sebagai sendi engsel yang memungkinkan fleksi dan ekstensi serta berbagai gerakan lainnya. Lutut menghubungkan tungkai bawah dan paha secara bilateral dan merupakan komponen penting dari gerakan bipedal yang efisien seperti berjalan, berlari, dan melompat. Fungsi anatomi dan stabilitas lutut bergantung pada otot, tulang, ligamen, tulang rawan, jaringan sinovial, cairan sinovial, dan jaringan ikat lainnya. Empat ligamen penstabil utama lutut adalah anterior cruciate (ACL), posterior cruciate (PCL), medial collateral (MCL), dan lateral collateral (LCL).<sup>10</sup>

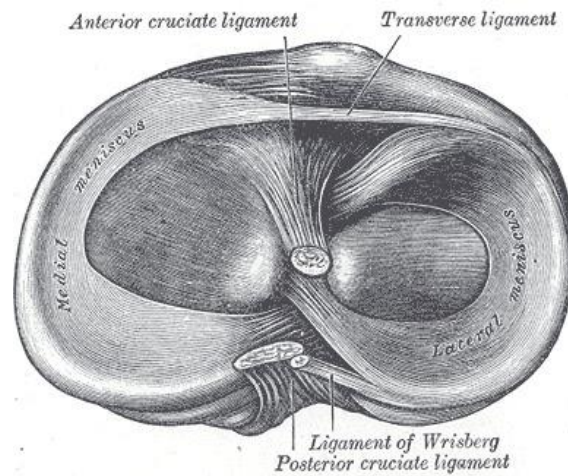
ACL menempel pada kondilus lateral femur dan eminensia interkondiloid tibia dan berfungsi mencegah translasi anterior tibia pada femur. PCL menempel pada kondilus medial femur dan area intercondylar posterior tibia dan berfungsi mencegah perpindahan femur ke depan pada tibia. MCL menempel pada epikondilus medial femur dan kondilus medial tibia dan berfungsi mencegah tekanan valgus pada lutut. LCL menempel pada epikondilus lateral tulang paha dan kepala fibula dan berfungsi mencegah tekanan varus pada lutut. Meniskus medial dan lateral adalah 2 struktur fibrokartilago terpisah yang terletak di antara permukaan artikular tibia dan tulang paha. Mereka berfungsi sebagai peredam kejutan, penstabil statis, dan pengurang gesekan selama artikulasi. Struktur tulang lutut meliputi ujung distal tulang paha, ujung proksimal tibia, dan patela. Patela adalah tulang sesamoid terbesar di tubuh dan berfungsi sebagai titik perlekatan tendon paha depan dan ligamen patela. Patela juga melindungi permukaan artikular anterior bagian femoral lutut. Lutut mengandung banyak bursa, yang berfungsi untuk mengurangi gesekan antar struktur lutut. Bursa adalah kantung kecil yang terdiri dari membran sinovial dan berisi cairan sinovial.<sup>10</sup>



**Gambar 1.** Anatomi lutut.<sup>11</sup>



**Gambar 2.** Ligamen Dalam Sendi Lutut Kiri, Ligamen Cruciatum Anterior, Tendon Popliteus, Meniskus Lateral, Ligamen kolateral Fibular, Ligamen Wrisberg, Meniskus Medial, Ligamen kolateral Tibial, Ligamen Cruciate Posterior, Femur, Tibia, Fibula.<sup>11</sup>



**Gambar 3.** Kepala Tibia Kanan; Menampilkan meniskus dan perlekatan Ligamen, Ligamen Cruciatum Anterior, Ligamen Transversal, Ligamen Wrisberg, Ligamen Cruciate Posterior, Meniskus Medial, Meniskus Lateral.<sup>11</sup>

Kartilago atau tulang rawan memiliki banyak fungsi, termasuk kemampuan menahan gaya tekan, meningkatkan ketahanan tulang, dan memberikan dukungan pada area tulang yang memerlukan fleksibilitas. Sel utama yang membuat tulang rawan adalah kondrosit, yang berada di dalam lakuna. Matriks tulang rawan terdiri dari jaringan fibrosa dan berbagai kombinasi proteoglikan dan glikosaminoglikan. Kartilago, setelah disintesis, kekurangan pasokan limfatik atau darah dan pergerakan limbah dan nutrisi terutama melalui difusi ke dan dari jaringan yang berdekatan. Kartilago, seperti tulang, dikelilingi oleh membran fibrosa seperti perikondrium. Lapisan ini tidak efisien dalam meregenerasi tulang rawan. Oleh karena itu, pemulihannya lambat setelah cedera. Kurangnya aliran darah aktif adalah alasan utama mengapa cedera pada tulang rawan memerlukan waktu lama untuk sembuh. Kartilago tidak memiliki persarafan saraf, sehingga tidak ada sensasi saat terluka atau rusak. Ketika terjadi kalsifikasi kartilago, kondrosit mati. Ini diikuti dengan penggantian kartilago dengan jaringan mirip tulang.<sup>12</sup>

Dua lapisan terpisah dari kartilago terkalsifikasi dan tidak terkalsifikasi berkontribusi terhadap sifat biomekanik kartilago artikular di lutut. Wilayah yang tidak terkalsifikasi (termasuk zona superfisial, transisi, dan dalam) memiliki komposisi struktural yang unik dan memberikan kekuatan tarik dan ketahanan terhadap kompresi dan deformasi. Lapisan kalsifikasi berada jauh di bawah,

menutupi daerah tulang subkondral yang sangat vaskularisasi, dan melekat pada tulang subkondral di bawahnya.<sup>12</sup>

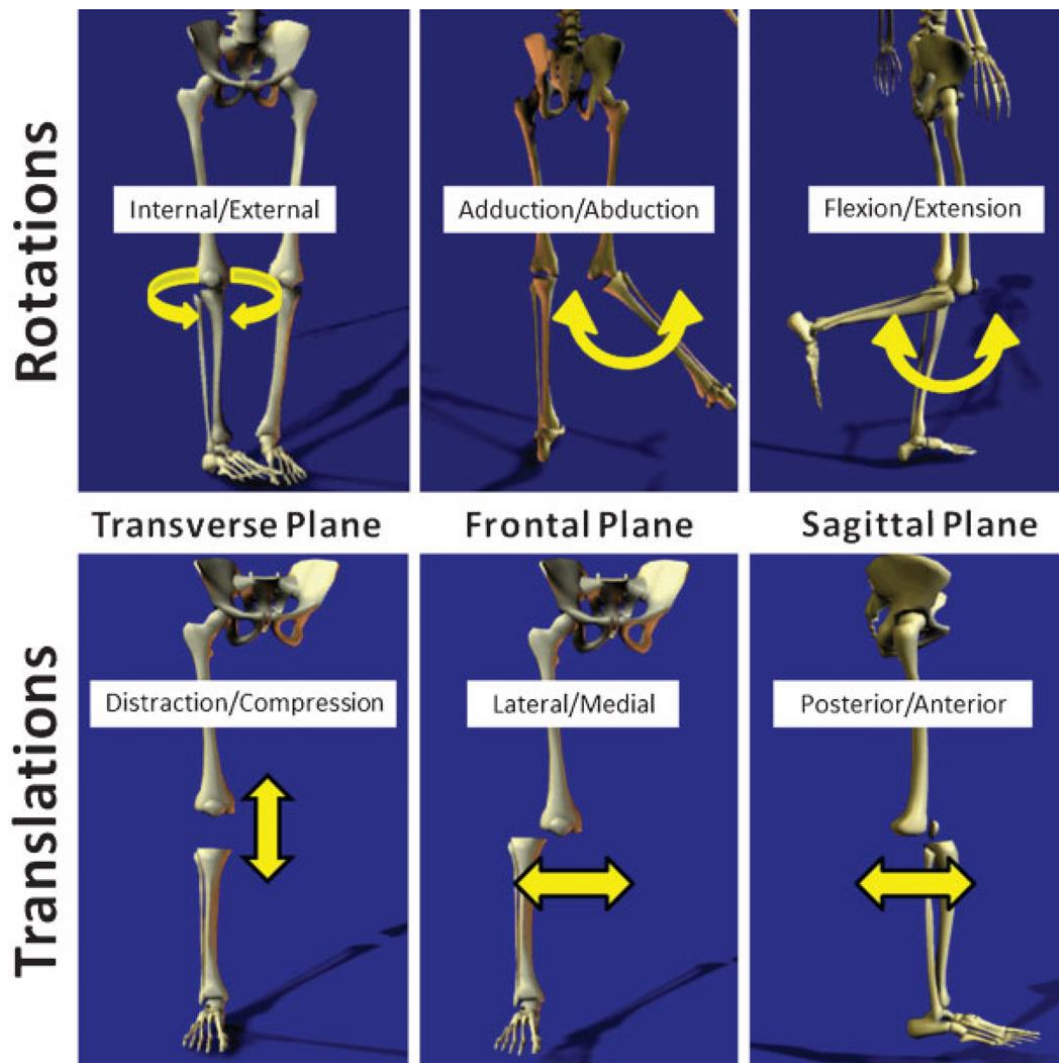
### **2.1.2. Fungsi lutut**

Lutut merupakan sendi penahan beban yang berfungsi untuk memungkinkan fleksi dan ekstensi tungkai bawah mengelilingi sumbu transversal pada bidang sagital. Selama gerakan ini, kondilus tibialis berartikulasi dengan kondilus femoralis serta meniskus medial dan lateral. Patela juga berartikulasi dengan alur troklear femoralis. Lutut secara sekunder memungkinkan rotasi internal dan eksternal, kompresi dan distraksi, translasi anterior dan posterior, translasi medial dan lateral, serta gerakan varus dan valgus. Struktur tendon dan ligamen lutut dilumasi oleh bursae. Nama bursae sesuai dengan lokasinya di lutut. Bursa prepatellar terletak di antara patela dan jaringan subkutan di atasnya. Bursa infrapatellar memiliki komponen yang dangkal dan dalam. Bursa infrapatellar superfisial terletak di antara tuberkulum tibialis dan kulit di atasnya. Bursa infrapatellar dalam terletak di antara aspek posterior tendon patela dan tibia. Bursa suprapatella terletak di antara tendon paha depan dan tulang paha. Bursa pes anserinus terletak di aspek anteromedial tibia, pada epikondilus tibialis medial. Di dalam lapisan ligamen kolateral medial terdapat bursa ligamen kolateral medial. Bursa iliotibial terletak di pita iliotibial distal dengan menyisipkannya pada tuberkulum Gerdy. Bursa poplitea terletak di hiatus poplitea dekat tendon poplitea proksimal. Meskipun lutut pada dasarnya merupakan sendi yang tidak stabil, lutut memiliki banyak zat penstabil dinamis (otot) dan penstabil statis (ligamen).<sup>10</sup>

Sendi lutut terkena berbagai beban eksternal (gaya reaksi tanah dan gangguan) dan beban internal (gaya otot, gaya reaksi sendi sebagai akibat dari anatomi) selama aktivitas fungsional seperti gaya berjalan, jongkok, dan aktivitas sehari-hari. Otot yang merentangkan sendi lutut serta otot yang tidak melintasi sendi dapat menyebabkan beban sendi lutut yang tinggi. Perubahan kecil dalam kinematika berjalan, khususnya sudut fleksi lutut dapat secara signifikan mempengaruhi besarnya kekuatan sendi lutut. Perubahan pada permukaan kondral dan kerusakan tulang rawan atau kartilago mengubah kemampuan menahan beban

jaringan di sekitarnya. Defek tepi kondral ini menanggung beban yang jauh lebih tinggi dibandingkan area tulang rawan yang sehat dan dapat menyebabkan perkembangan defek.<sup>12</sup>

Gerakan sendi lutut antara kondilus femoralis dan dataran tinggi tibialis dapat terjadi pada ketiga bidang (sagital, frontal, dan transversal) dengan enam derajat kebebasan yang memungkinkan 12 gerakan terarah. Sendi tibiofemoral dapat berputar dalam bidang sagital dengan fleksi dan ekstensi, pada bidang frontal dengan abduksi dan adduksi, dan pada bidang transversal dengan rotasi internal dan eksternal. Translasi sendi tibiofemoral terjadi pada bidang sagital di anterior dan posterior, pada bidang frontal secara medial dan lateral, dan pada bidang transversal dengan kompresi dan distraksi. Meskipun lutut dapat bergerak ke 12 arah potensial ini, kecuali rotasi bidang sagital (fleksi/ekstensi), sebagian besar gerakan ini terjadi dalam rentang yang relatif terbatas. Selain itu, gerakan pada bidang transversal dan frontal (serta translasi bidang sagital) dipengaruhi oleh jumlah fleksi lutut dan anatomi tulang paha, tibia, dan struktur ligamen di sekitarnya.<sup>12</sup>



**Gambar 4.** Rotasi dan translasi sendi tibiofemoral.<sup>12</sup>

## 2.2. Osteoarthritis

### 2.2.1. Definisi

Osteoarthritis adalah kondisi muskuloskeletal progresif paling umum yang dapat menyerang sendi, namun penyakit ini terutama menyerang pinggul dan lutut sebagai sendi penahan beban yang dominan. Osteoarthritis lutut ditandai oleh modifikasi struktural terutama pada tulang rawan artikular dan tulang subkondral, serta bantalan lemak Hoffa, sinovia, ligamen dan otot, yang mengarah pada konsep pengamatan osteoarthritis sebagai penyakit sendi secara keseluruhan. Osteoarthritis lutut atau juga dikenal sebagai penyakit sendi degeneratif, biasanya disebabkan oleh keausan dan hilangnya kartilago

artikular secara progresif. Hal ini paling sering terjadi pada orang lanjut usia. Osteoarthritis biasanya merupakan penyakit progresif yang pada akhirnya dapat menyebabkan disabilitas. Intensitas gejala klinis dapat berbeda-beda pada setiap individu. Namun, penyakit ini biasanya menjadi lebih parah, lebih sering, dan semakin melemahkan seiring berjalannya waktu. Tingkat perkembangannya juga berbeda-beda pada setiap individu. Gejala klinis yang umum termasuk nyeri lutut yang timbul secara bertahap dan memburuk saat beraktivitas, lutut kaku dan bengkak, nyeri setelah duduk atau istirahat dalam waktu lama, dan nyeri yang semakin memburuk seiring berjalannya waktu.<sup>13,14</sup>

### **2.2.2. Epidemiologi**

Osteoarthritis lutut merupakan jenis radang sendi yang paling umum didiagnosis, dan prevalensinya akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya angka harapan hidup dan obesitas. Sekitar 13% wanita dan 10% pria berusia 60 tahun ke atas mempunyai gejala osteoarthritis lutut. Di antara mereka yang berusia lebih dari 70 tahun, prevalensinya meningkat hingga 40%. Prevalensi osteoarthritis lutut pada laki-laki juga lebih rendah dibandingkan perempuan. Prevalensi osteoarthritis pada perempuan Indonesia mencapai 8,5% dan laki-laki sebesar 6,1% menurut data tahun 2018. Menariknya, tidak semua orang yang menunjukkan temuan radiografi osteoarthritis lutut akan menunjukkan gejala. Sebuah penelitian menemukan bahwa hanya 15% pasien dengan temuan radiografi osteoarthritis lutut yang menunjukkan gejala. Tanpa memperhitungkan usia, kejadian osteoarthritis lutut dengan gejala kira-kira 240 kasus per 100.000 orang per tahun.<sup>14,15</sup>

### **2.2.3. Faktor resiko dan etiologi**

Dulunya diyakini bahwa osteoarthritis hanya merupakan penyakit degeneratif pada tulang rawan, namun, bukti terbaru membuktikan bahwa osteoarthritis merupakan penyakit multifaktorial, yang melibatkan banyak faktor penyebab seperti trauma, tekanan mekanis, inflamasi, reaksi biokimia, dan gangguan metabolik. Osteoarthritis lutut dapat dibagi menjadi dua jenis yakni primer dan sekunder. Osteoarthritis primer adalah degenerasi artikular tanpa sebab yang jelas. Osteoarthritis sekunder adalah akibat dari konsentrasi

kekuatan yang tidak normal pada sendi seperti pada penyebab pasca-trauma atau tulang rawan artikular yang tidak normal, seperti artritis rheumatoid.<sup>14</sup>

Genetika memainkan peran penting dalam patogenesis osteoarthritis, seperti yang diamati pada 40% hingga 80% osteoarthritis pinggul atau tangan, namun secara signifikan lebih sedikit pada osteoarthritis lutut. Usia, riwayat cedera lutut sebelumnya, obesitas (peningkatan indeks massa tubuh (BMI)), ketidakselarasan sendi, dan ketidakstabilan yang mengakibatkan peningkatan tekanan mekanis merupakan faktor risiko kuat terjadinya osteoarthritis lutut. Tindakan berulang, seperti sering berlutut dan angkat beban, bersamaan dengan aktivitas olahraga profesional, seperti lari jarak jauh, sepak bola, bola tangan, dan hoki dikaitkan dengan risiko lebih tinggi terkena osteoarthritis, karena lebih seringnya cedera, menyebabkan defek kartilago, meniscus, dan robekan ligamen anterior (ACL). Kurangnya aktivitas fisik juga merupakan kontributor penting lainnya terhadap peningkatan prevalensi osteoarthritis, yang menyebabkan kerentanan lebih tinggi terhadap kerusakan lutut karena sendi yang kurang stabil dan lemah.<sup>13</sup>

Laki-laki lebih kecil kemungkinannya untuk terkena osteoarthritis dibandingkan perempuan, menjadikan seks sebagai salah satu faktor risiko yang terkait dengan perkembangan osteoarthritis. Tulang paha yang lebih sempit, patela yang lebih tipis, sudut paha depan yang lebih besar, dan perbedaan ukuran kondilus tibialis membuat anatomi lutut perempuan berbeda dengan laki-laki, sehingga menyebabkan perbedaan kinematika, sehingga mempengaruhi jenis kelamin perempuan untuk lebih mungkin terkena osteoarthritis, yang pada akhirnya menyebabkan prevalensi osteoarthritis yang lebih tinggi pada wanita.<sup>13</sup>

#### **2.2.4. Patomekanisme**

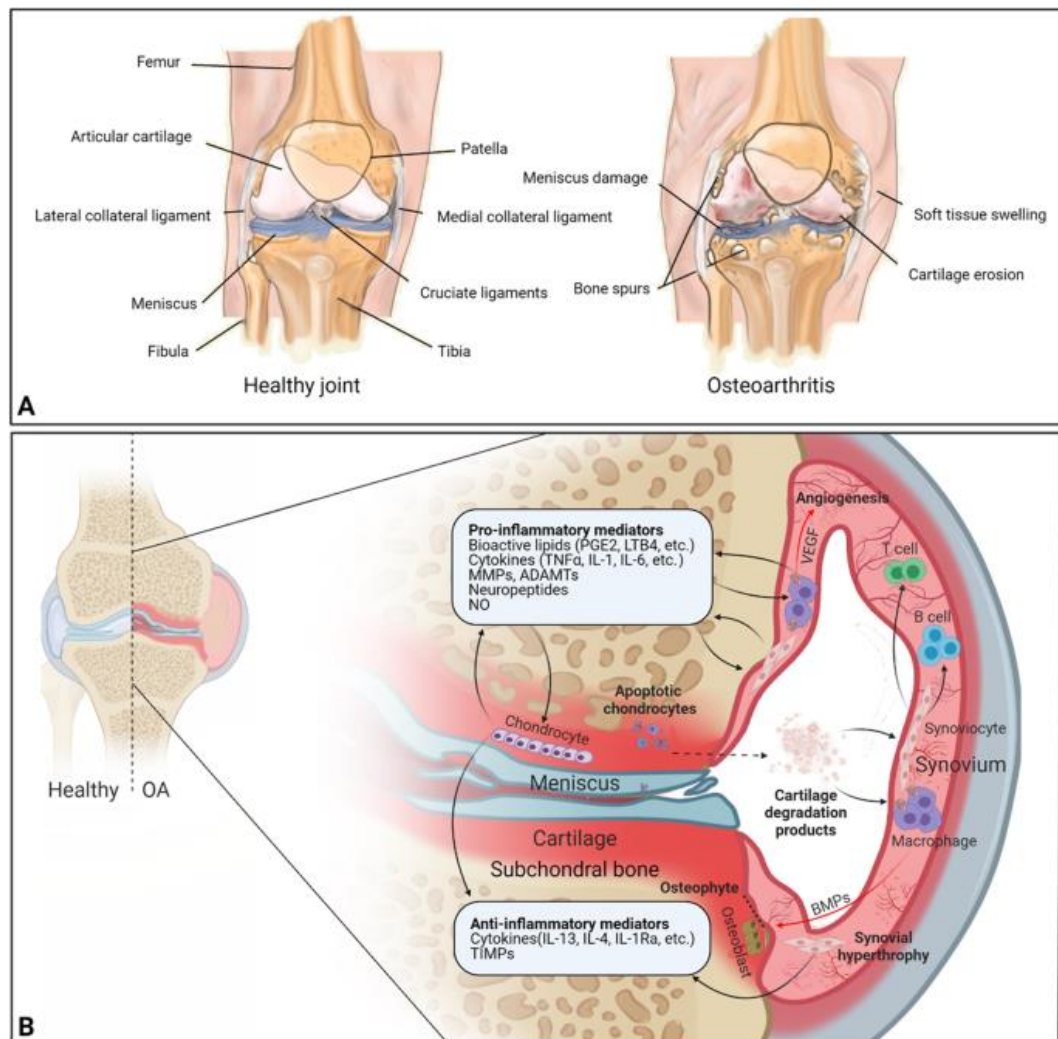
Kartilago artikular terutama terdiri dari kolagen tipe II, proteoglikan, kondrosit, dan air. Kartilago artikular yang sehat secara konstan menjaga keseimbangan antara masing-masing komponen sehingga setiap degradasi tulang rawan diimbangi dengan sintesis. Dalam proses osteoarthritis, matriks metaloprotease (MMPs), atau enzim degradatif, diekspresikan secara

berlebihan, mengganggu keseimbangan dan mengakibatkan hilangnya kolagen dan proteoglikan secara keseluruhan. Pada tahap awal osteoarthritis, kondrosit mensekresi inhibitor jaringan MMPs (TIMPs) dan berupaya meningkatkan sintesis proteoglikan agar sesuai dengan proses degradasi. Namun, proses reparatif ini tidaklah cukup. Hilangnya keseimbangan mengakibatkan penurunan jumlah proteoglikan meskipun terjadi peningkatan sintesis, peningkatan kadar air, pola kolagen yang tidak teratur, dan akhirnya hilangnya elastisitas kartilago artikular. Secara makroskopis, perubahan ini mengakibatkan retak dan pecahnya kartilago dan akhirnya erosi pada permukaan artikular.<sup>14</sup>

Meskipun osteoarthritis lutut berkorelasi erat dengan penuaan, penting untuk dicatat bahwa osteoarthritis lutut bukan sekadar akibat penuaan melainkan penyakitnya sendiri. Hal ini didukung oleh perbedaan yang terlihat pada kartilago pada osteoarthritis dan penuaan. Selain itu, enzim yang bertanggung jawab terhadap degradasi kartilago diekspresikan dalam jumlah yang lebih tinggi pada osteoarthritis lutut, sedangkan enzim tersebut berada pada tingkat normal pada kartilago yang mengalami penuaan.<sup>14</sup>

Peran inflamasi belum dipahami dengan baik dan terdapat perdebatan yang masih berlangsung untuk menentukan apakah reaksi inflamasi memicu perubahan osteoarthritis, atau sebaliknya, inflamasi merupakan akibat sekunder dari perubahan osteoarthritis. Berbeda dengan arthritis inflamasi, inflamasi pada osteoarthritis bersifat kronis dengan peradangan tingkat rendah, terutama melibatkan mekanisme kekebalan bawaan. Sinovitis (infiltrasi sel-sel inflamasi ke dalam sinovium) merupakan temuan umum pada osteoarthritis dan dapat terjadi pada tahap awal penyakit namun lebih umum terjadi pada stadium lanjut dan dapat berhubungan dengan tingkat keparahan. Pada osteoarthritis, cairan sinovial telah ditemukan mengandung beberapa mediator inflamasi termasuk protein plasma (protein C-reaktif, diusulkan sebagai penanda perkembangan dan perkembangan osteoarthritis), prostaglandin (PGE<sub>2</sub>), leukotrien (LKB<sub>4</sub>), sitokin (TNF, IL1 $\beta$ , IL6, IL15, IL17, IL18, IL21), faktor pertumbuhan (TGF $\beta$ , FGFs, VEGF, NGF), oksida nitrat, dan komponen komplemen. Secara lokal,

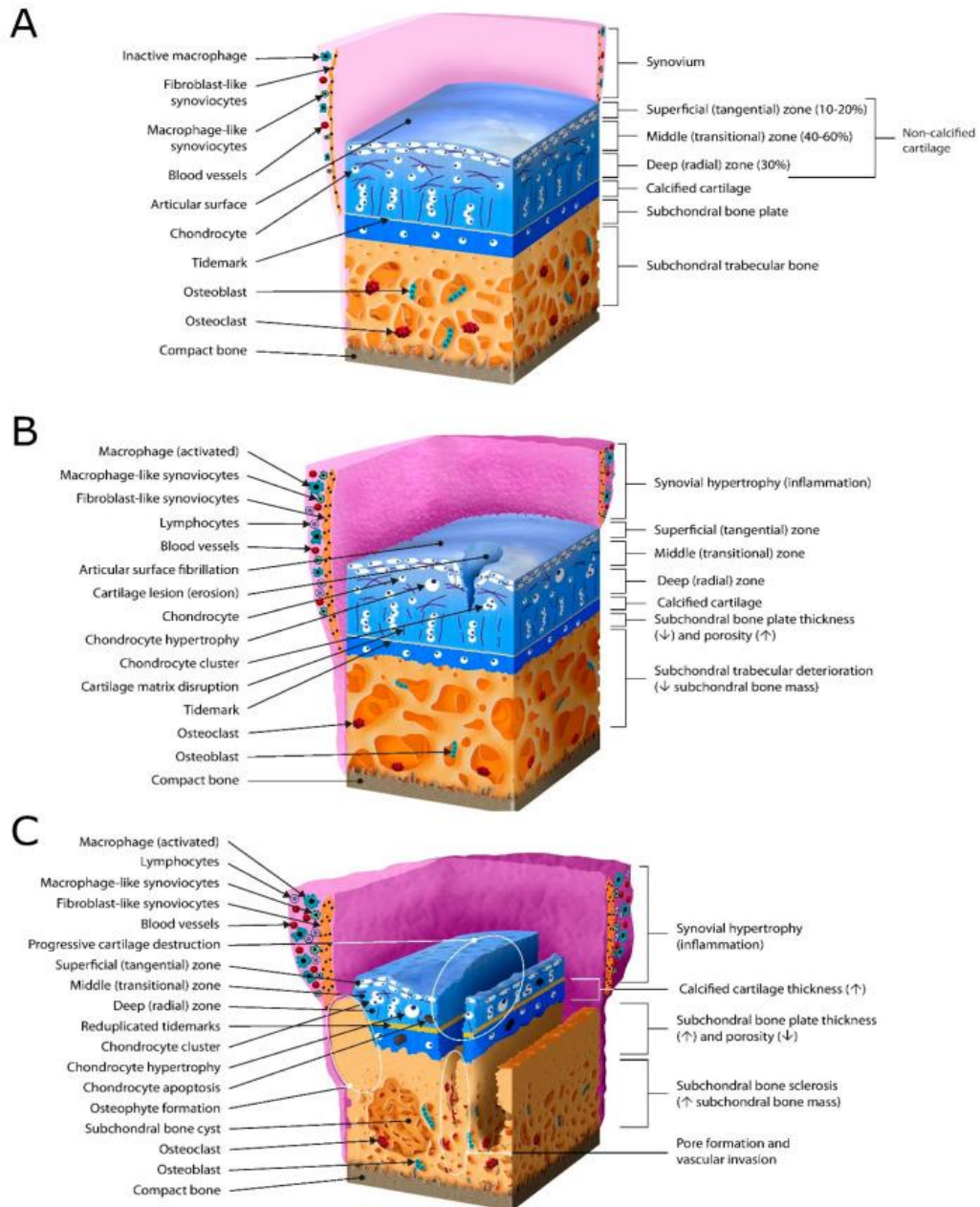
semua komponen ini dapat menginduksi matriks metalloproteinase dan enzim hidrolitik lainnya (termasuk siklooksigenase dua dan prostaglandin E mengakibatkan kerusakan kartilago akibat kerusakan proteoglycans dan kolagen.<sup>16</sup>



**Gambar 5.** Tinjauan umum sendi yang sehat dan osteoarthritis beserta patofisiologi osteoarthritis. Sendi yang sehat digambarkan tulang rawan utuh tanpa fisura dan tanda-tanda peradangan sinovial. Osteoarthritis ditandai dengan pembengkakan jaringan lunak, pembentukan osteofit, kerusakan meniskus, dan degenerasi tulang rawan. B Produk pemecahan tulang rawan dilepaskan dari jaringan tulang rawan yang rusak ke dalam ruang sendi, yang difagositosis oleh sel-sel sinovial dan makrofag yang menyusup, mengintensifkan inflamasi sinovial. Dalam sinovium yang inflamasi, mediator pro-inflamasi dan katabolik diproduksi oleh sel-sel sinovial yang diaktifkan yang menyebabkan produksi enzim proteolitik yang berlebihan, membentuk lingkaran umpan balik positif. Sel-sel B sinovial yang diaktifkan, sel-sel T, dan makrofag yang menyusup memperkuat respons inflamasi. Untuk menetralkan respons inflamasi ini, sitokin anti-inflamasi diproduksi oleh sinoviosit dan kondrosit. Lebih jauh lagi, makrofag yang meradang berkontribusi terhadap angiogenesis sinovial dan pembentukan osteofit melalui pelepasan VEGF dan BMP, masing-masing.<sup>17</sup>

### **2.2.5. Histopatologi**

Diagnosis osteoarthritis masih berfokus pada pendeteksian degenerasi kartilago dan perubahan rangka baru yang diketahui pada stadium lanjut, bahkan dalam penilaian histologis. Sistem penilaian osteoarthritis histologis pertama yang diterima dan diadopsi secara luas adalah penilaian Mankin. Relevansi masing-masing komponen pada skor Mankin (integritas permukaan kartilago, hilangnya proteoglikan, morfologi kondrosit dan masalah tidemark) terhadap patogenesis osteoarthritis belum sepenuhnya dijelaskan. Sistem ini berfokus pada perubahan arsitektur pada tulang rawan artikular dan sekaligus memperhatikan perubahan seluler dan kandungan proteoglikan pada tulang rawan. Sistem penilaian Osteoarthritis Research Society International (OARSI) yang lebih baru, dan mungkin lebih konsisten, berfokus pada kedalaman degenerasi tulang rawan dan luasnya di seluruh permukaan sendi. Sistem penilaian OARSI juga memperhitungkan beberapa perubahan tulang subkondral pada tingkat yang lebih tinggi. Sistem OARSI menggabungkan beberapa ciri histopatologi dalam setiap tingkatan bersama dengan penentuan stadium luas permukaan artikular yang terlibat, dan memberikan ukuran keparahan struktural yang kuat, tetapi tidak memungkinkan identifikasi kontribusi dari perubahan histopatologi yang diskret. Meskipun penggunaannya meningkat, sistem penilaian OARSI belum dapat dibandingkan secara sistematis dengan perubahan pada tulang subkondral, terutama pada tingkat OARSI yang lebih rendah.<sup>18,19</sup>



**Gambar 6.** Perubahan mikroarsitektur dan histologis tulang rawan artikular, tulang subkondral dan sinovium pada osteoarthritis. (A) Representasi struktur sendi normal dan keadaan histologis normal dari jaringan utama yang terlibat dalam osteoarthritis; (B) Perubahan osteoarthritis tahap awal pada kartilago artikular, tulang subkondral, dan sinovium. Terlihat erosi kartilago dangkal pada zona tangensial superfisial dan zona transisi tengah yang menyebabkan gangguan pada matriks ekstraseluler. Hipertrofi dan pengelompokan kondrosit sekunder juga terjadi. Perubahan pada jaringan sendi lainnya, terutama pengurangan massa tulang subkondral, penebalan sinovial dan migrasi sel inflamasi (limfosit), bersamaan dengan perubahan aktivitas dan jumlah sel, digambarkan. (C) Perubahan osteoarthritis stadium akhir pada jaringan yang terlibat. Erosi kartilago dengan ketebalan penuh yang mencapai tulang subkondral, apoptosis kondrosit, sklerosis tulang subkondral, pembentukan osteofit dan kista subkondral bersamaan dengan infiltrasi pembuluh darah ditunjukkan. Penebalan sinovial lebih lanjut dengan infiltrasi sel imun dan peningkatan vaskularisasi juga terlihat.<sup>13</sup>

**Tabel 1.** Evaluasi kartilago menurut sistem Mankin.<sup>20</sup>

| Criteria           | Score | Histological finding          |
|--------------------|-------|-------------------------------|
| Structure          | 0     | Smooth intact surface         |
|                    | 1     | Slight surface irregularities |
|                    | 2     | Pannus/surface fibrillation   |
|                    | 3     | Clefts into transitional zone |
|                    | 4     | Clefts into radial zone       |
|                    | 5     | Clefts into calcified zone    |
| Cells              | 6     | Total disorganization         |
|                    | 0     | Uniform cell distribution     |
|                    | 1     | Diffuse cell proliferation    |
|                    | 2     | Cell clustering               |
| Toluidin staining  | 3     | Cell loss                     |
|                    | 0     | Uniform staining              |
|                    | 1     | Minor discoloration           |
|                    | 2     | Moderate discoloration        |
|                    | 3     | Severe discoloration          |
| Tidemark integrity | 4     | Total discoloration           |
|                    | 0     | Intact                        |
|                    | 1     | Vascularity                   |

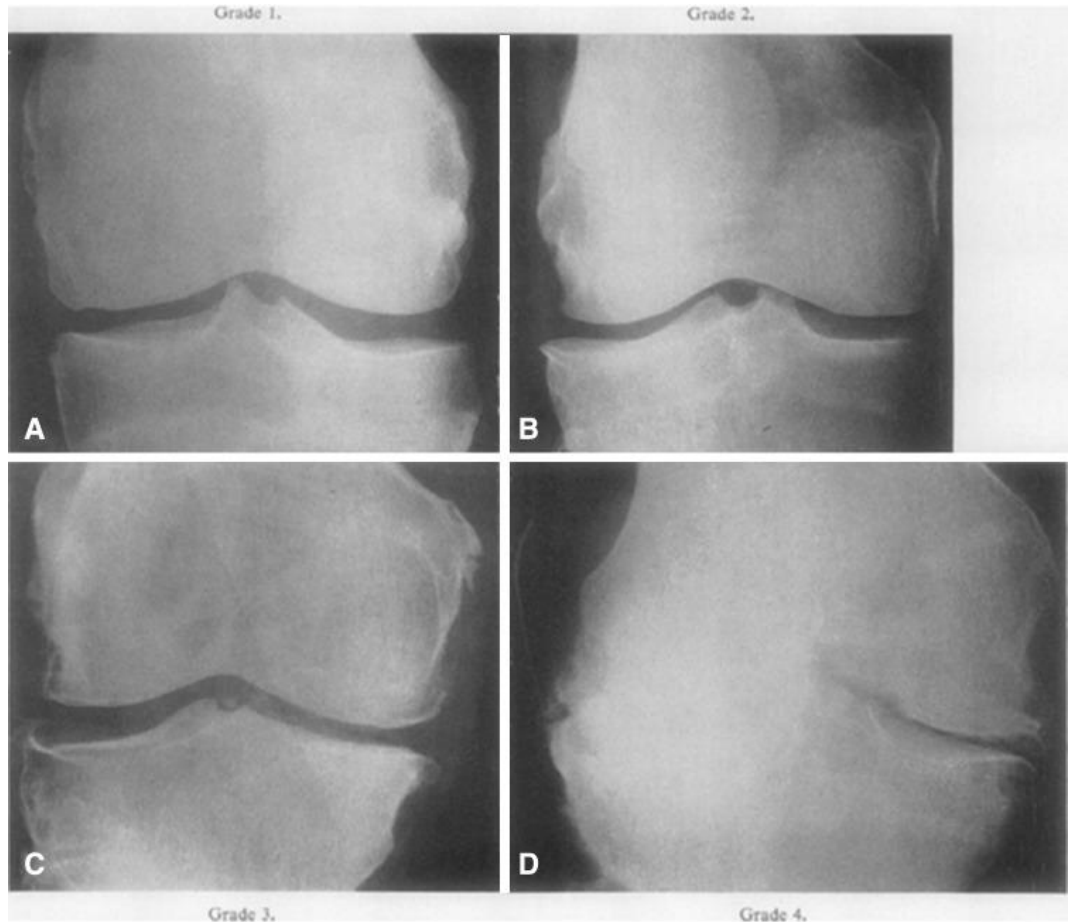
**Tabel 2** Penilaian Histopatologi sendi lutut Berdasarkan grading OARSI<sup>21</sup>

| Grade   | Descriptions                                                                                              |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Grade 0 | Normal cartilage; hyaline articular cartilage uninvolved with OA                                          |
| Grade 1 | Threshold in cartilage for OA and characterized by the retention of the articular cartilage surface layer |
| Grade 2 | Focal discontinuity of the cartilage superficial zone                                                     |
| Grade 3 | The extension of matrix cracks into the mid zone to form vertical fissures (clefts)                       |
| Grade 4 | Cartilage erosion                                                                                         |
| Grade 5 | Denudation, the complete erosion of the hyaline cartilage to a level of mineralized cartilage or bone     |
| Grade 6 | Changes in the contour of the cartilage surface (deformation)                                             |

### 2.2.6. Derajat osteoarthritis lutut

Klasifikasi Sistem Kellgren–Lawrence (KL) biasanya diterapkan secara khusus dalam konteks osteoarthritis lutut. Klasifikasi KL awalnya dijelaskan menggunakan radiografi lutut AP. Setiap radiografi diberi nilai dari 0 hingga 4, yang berkorelasi dengan peningkatan keparahan osteoarthritis, dengan Nilai 0 menandakan tidak adanya osteoarthritis dan Tingkat 4 menandakan osteoarthritis yang parah. Selain itu, KL memberikan gambaran radiografi rinci tentang osteoarthritis. Deskripsi radiografi disajikan untuk menunjukkan perkembangan penyakit osteoarthritis linier

yang dimulai dengan pembentukan osteofit dan berpuncak pada perubahan bentuk ujung tulang.<sup>22</sup>



**Gambar 7.** Radiografi AP lutut disajikan dalam artikel Kellgren-Lawrence. (A) Radiografi lutut representatif klasifikasi KL Kelas 1, yang menunjukkan keraguan penyempitan ruang sendi dengan kemungkinan pembentukan osteofit. (B) Radiografi lutut representatif klasifikasi KL Kelas 2, yang menunjukkan kemungkinan penyempitan ruang sendi dengan pembentukan osteofit yang pasti. (C) Radiografi lutut representatif klasifikasi KL Kelas 3, yang menunjukkan penyempitan ruang sendi, pembentukan osteofit sedang, beberapa sklerosis, dan kemungkinan deformitas ujung tulang. (D) Radiografi lutut representatif dari klasifikasi KL Kelas 4, yang menunjukkan pembentukan osteofit yang besar, penyempitan ruang sendi yang parah dengan sklerosis yang jelas, dan deformitas ujung tulang yang pasti.<sup>22</sup>

**Tabel 3.** Gambaran radiologis osteoarthritis seperti yang dijelaskan oleh Kellgren dan Lawrence.<sup>22</sup>

- 
- Pembentukan osteofit pada tepi sendi atau pada tulang tibialis
  - Tulang-tulang periartikular (terutama yang berkaitan dengan sendi distal interphalangeal dan posterior interphalangeal.)
  - Penyempitan tulang rawan sendi berhubungan dengan sklerosis tulang subkondral
  - Area pseudokistik kecil dengan dinding sklerotik biasanya terletak di tulang subkondral
  - Perubahan bentuk ujung tulang, terutama pada caput femur
- 

#### **2.2.7. Manifestasi klinis**

Pasien biasanya datang dengan keluhan utama nyeri lutut. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui riwayat gejala secara rinci. Perhatikan baik-baik riwayatnya karena nyeri lutut dapat berasal dari tulang belakang lumbal atau sendi pinggul. Mendapatkan riwayat medis dan pembedahan secara rinci juga penting untuk mengidentifikasi faktor risiko apa pun yang terkait dengan osteoarthritis lutut sekunder.<sup>14</sup>

Pemeriksaan fisik lutut harus dimulai dengan inspeksi visual. Saat pasien berdiri, carilah eritema dan pembengkakan periartikular, atrofi otot paha depan, dan kelainan bentuk varus atau valgus. Amati gaya berjalan untuk mencari tanda-tanda nyeri atau gerakan abnormal pada sendi lutut yang dapat mengindikasikan ketidakstabilan ligamen. Selanjutnya, periksa kulit di sekitarnya untuk mengetahui keberadaan dan lokasi bekas luka dari prosedur bedah sebelumnya, bukti trauma, atau lesi jaringan lunak. Palpasi sepanjang struktur tulang dan jaringan lunak merupakan bagian penting dari setiap pemeriksaan lutut. Pemeriksaan palpasi dapat dipecah menjadi struktur medial, garis tengah, dan lateral lutut.<sup>14</sup>

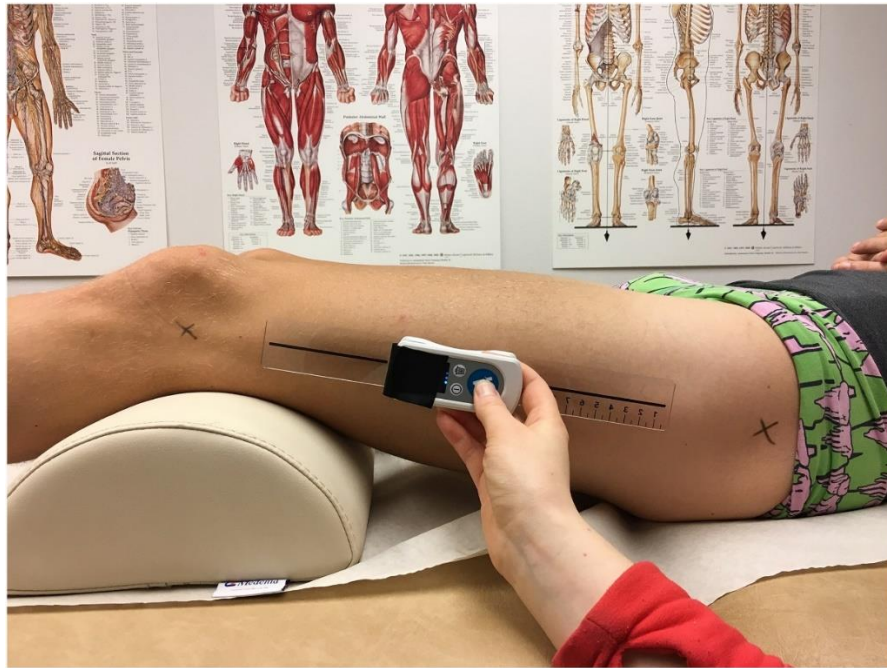
### **2.2.8. Range of Motion (ROM)**

Pengujian range of motion (ROM) atau rentang gerak merupakan aspek penting dari pemeriksaan lutut. ROM aktif dan pasif sehubungan dengan fleksi dan ekstensi harus dinilai dan didokumentasikan. Pengujian ROM membantu menilai integritas sendi, memantau efikasi rejimen pengobatan, dan menentukan penyebab kerusakan. Keterbatasan gerak mempengaruhi ambulasi, mobilitas, dan aktivitas kehidupan sehari-hari. ROM lutut yang cukup penting untuk aktivitas kehidupan sehari-hari seperti berdiri dari kursi, berjalan, jongkok, dan menaiki tangga. Dengan berkembangnya osteoarthritis, terjadi peningkatan keterbatasan fisik, nyeri, dan keterbatasan fungsional. Keterbatasan fleksi lutut merupakan faktor risiko yang kuat terhadap disabilitas alat gerak. Penurunan ROM lutut juga merupakan prediktor kejadian osteoarthritis dan perkembangan defisit tulang rawan yang sudah ada sebelumnya.<sup>14</sup>

Pengukuran ROM secara goniometri merupakan bagian penting dari pemeriksaan klinis pada osteoarthritis lutut dan dapat memberikan informasi mengenai pergerakan sendi lutut yang ada, panduan pola penatalaksanaan, dan prognosis. Selain itu, skor radiografi kompartemen sendi lutut pada pasien dengan osteoarthritis lutut memberikan gambaran tentang diagnosis berdasarkan kompartemen dan tingkat keparahan penyakit.<sup>23</sup>

Goniometer metalik lengan panjang setengah lingkaran, berkisar antara 0 hingga 180°, dengan penandaan interval 1° digunakan pengukuran ROM secara goniometri. Ia memiliki titik tumpu pusat, lengan yang diam atau tetap, dan lengan yang berputar atau bergerak. Kedua lengan panjangnya 30 cm. ROM aktif sendi lutut diukur. Peserta melakukan gerakan dengan menggunakan kekuatan otot untuk meningkatkan sudut. Pemeriksa tidak memberikan dukungan atau memberikan kekuatan apapun untuk menyelesaikan gerak sendi. Pengukuran fleksi dan ekstensi lutut diperoleh dengan subjek berbaring telentang di meja pemeriksaan. Titik tumpu sentral goniometer ditempatkan di atas epikondilus lateral femur, lengan yang diam disejajarkan secara proksimal dengan garis tengah lateral

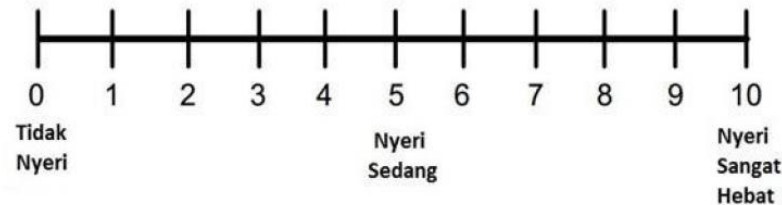
paha sepanjang tulang paha, dengan menggunakan trokanter mayor sebagai acuan, lengan yang bergerak disejajarkan secara distal dengan garis tengah lateral tungkai sepanjang fibula, menggunakan lateral malleolus sebagai referensi. Untuk penandaan, tanda silang diberikan pada titik acuan dengan penanda sementara (bila diperlukan). Gulungan handuk atau bantal kecil diletakkan di bawah pergelangan kaki. Lutut normal yang diluruskan berada pada posisi  $0^{\circ}$ . Skor ROM positif untuk ekstensi digunakan untuk hiperekstensi. Skor ROM negatif untuk ekstensi berarti pasien tidak dapat mencapai posisi  $0^{\circ}$ . Pasien diminta untuk melakukan fleksi lutut secara aktif. Pada akhir fleksi lutut, pemeriksa menggunakan salah satu tangan untuk memegang lengan yang diam, sedangkan tangan yang lain digunakan untuk menyelaraskan lengan goniometer yang bergerak dengan garis tengah lateral tungkai. Pemeriksa berlutut atau duduk di bangku untuk melihat pengukuran goniometer setinggi mata. Derajat fleksi maksimum, ekstensi, hiperekstensi (jika ada) dicatat. Penjumlahan fleksi maksimum dan ekstensi maksimum (ekstensi + hiperekstensi) digambarkan sebagai rentang ekskursi total. Ini menyerupai ROM yang tersedia pada bidang sagital di lutut. Rotasi internal dan eksternal tibia diukur dalam posisi duduk, dengan pinggul dan lutut fleksi  $90^{\circ}$ . Sendi tibiofemoral dan pergelangan kaki disejajarkan pada garis yang sama, dan titik tumpu goniometer diposisikan tepat di atas sendi tibiofemoral. Lengan goniometer yang stasioner atau tetap ditempatkan di sepanjang sumbu panjang paha, dan lengan yang bergerak ditempatkan sejajar dengan sumbu panjang kaki, yang diputar ke dalam atau ke luar. Kaki tetap di lantai untuk membatasi eversi dan inversi selama rotasi. Pasien diminta untuk menggerakkan kaki secara aktif ke arah medial dan lateral untuk mengukur rotasi tibia internal dan eksternal.<sup>23</sup>



**Gambar 8.** Pengukuran ROM secara goniometri.<sup>24</sup>

Numeric Rating Scale (NRS) ini didasari pada skala angka 1-10 untuk menggambarkan kualitas nyeri yang dirasakan pasien. NRS diklaim lebih mudah dipahami, lebih sensitif terhadap jenis kelamin, etnis, hingga dosis. NRS juga lebih efektif untuk mendeteksi penyebab nyeri akut ketimbang Visual Analog Scale (VAS) dan Verbal Rating Scale (VRS). Namun, kekurangannya adalah keterbatasan pilihan kata untuk menggambarkan rasa nyeri, tidak memungkinkan untuk membedakan tingkat nyeri dengan lebih teliti dan dianggap terdapat jarak yang sama antar kata yang menggambarkan efek analgetik.

Skala numerik dari 0 hingga 10, di bawah, nol (0) merupakan keadaan tanpa atau bebas nyeri, sedangkan sepuluh (10) suatu nyeri yang sangat hebat.



Sumber : (Yudiyanta, Khoirunnisa, & Novitasari, 2015)

- Angka 0 tidak nyeri
- Angka 1-3 nyeri ringan
- Angka 4-6 nyeri sedang
- Angka 7-10 nyeri berat

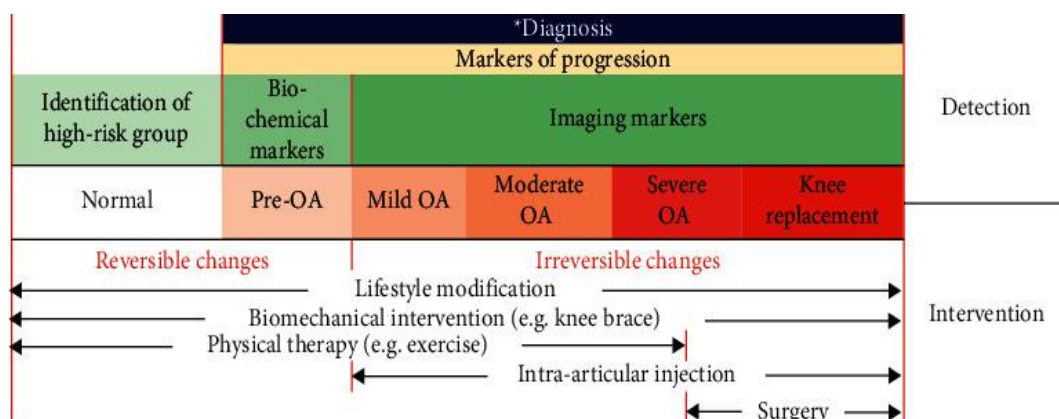
#### **2.2.9. Diagnosis pada osteoarthritis sendi lutut**

Osteoarthritis lutut adalah kelainan sendi yang ditandai dengan hilangnya kartilago yang dapat ditangkap oleh modalitas pencitraan dan diterjemahkan ke dalam fitur pencitraan. Diagnosis osteoarthritis lutut saat ini terutama didasarkan pada ukuran hasil yang dilaporkan pasien (PROM) dan pencitraan menggunakan sinar-X. Metode diagnostik osteoarthritis lutut alternatif meliputi penilaian fisik, penilaian arthroscopic, aspirasi sendi, dan sistem pencitraan tingkat lanjut. Diagnosis osteoarthritis lutut biasanya terjadi pada tahap penyakit sedang hingga akhir, pada titik di mana terlihat adanya kerusakan sendi yang tidak dapat diperbaiki. Perlu dicatat bahwa semua metode diagnostik yang tersedia saat ini memerlukan komitmen dari para ahli medis untuk interpretasi tingkat tinggi yang biasanya memakan waktu.<sup>25</sup>

Pasien osteoarthritis lutut memerlukan penatalaksanaan penyakit jangka panjang untuk mengendalikan gejala penyakit dan mencegah komplikasi penyakit. Pada sebagian besar skenario osteoarthritis lanjut, pasien harus menjalani artroplasti lutut, yang mana hal ini sangat tidak

diinginkan. Beberapa perawatan non-bedah direkomendasikan pada tahap osteoarthritis awal hingga sedang untuk menunda perkembangan penyakit. Sampai saat ini, belum ada pengobatan yang disetujui oleh badan pengawas untuk menyembuhkan penyakit osteoarthritis lutut. Obat-obatan yang tersedia saat ini terbatas pada meredakan gejala. Sebagian besar obat masih dalam tahap uji klinis dan kurangnya bukti pendukung untuk tersedia secara komersial. Di antara pengobatan osteoarthritis yang sedang berkembang, injeksi intra-artikular adalah yang paling menonjol karena efek pereda nyeri yang menjanjikan pada pasien osteoarthritis pertengahan hingga akhir.<sup>25</sup>

Para peneliti juga menyarankan bahwa deteksi dini osteoarthritis lutut bisa menjadi strategi yang efektif untuk pengelolaan penyakit osteoarthritis. Deteksi tanpa gejala memungkinkan penerapan intervensi tepat waktu, yang dapat mencegah kejadian penyakit lebih lanjut seperti degradasi kartilago dan kerusakan tulang. Selain itu, terdapat bukti yang melaporkan bahwa pra-osteoarthritis bisa menjadi proses yang dapat dibalik. Namun, pada osteoarthritis lutut tahap awal, pasien mungkin tidak menunjukkan gejala dan perubahan patologisnya sangat halus. Pakar medis mungkin salah mendiagnosis penyakit ini, sehingga menyebabkan pasien kehilangan waktu pengobatan terbaik dan kemudian mengalami disabilitas permanen. Untuk mengatasi masalah ini, sistem diagnostik canggih untuk deteksi dini sangat dibutuhkan.<sup>25</sup>

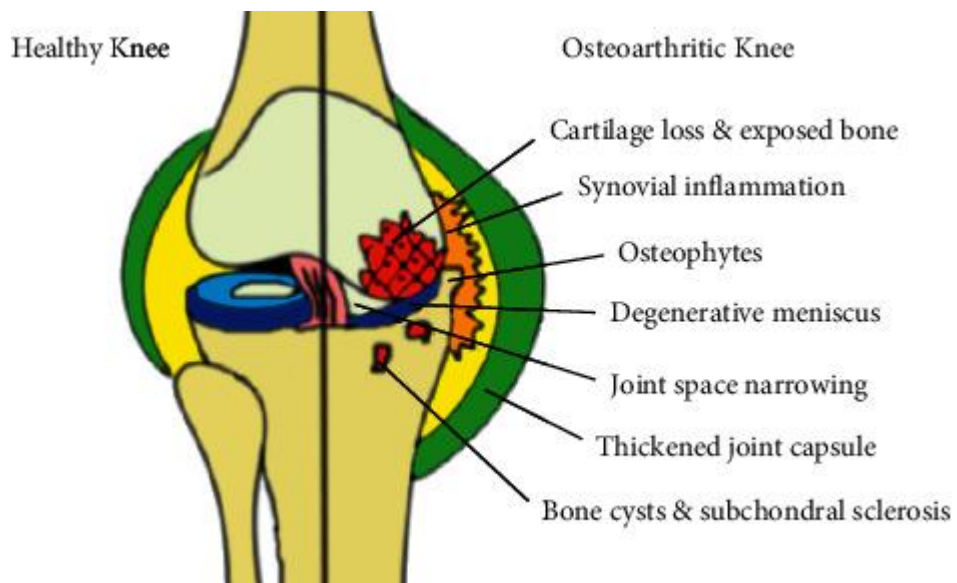


**Gambar 9.** Kontinum osteoarthritis lutut dalam hal deteksi dan intervensi.<sup>25</sup>

#### **2.2.10. Pencitraan pada osteoarthritis sendi lutut**

Modalitas pencitraan lutut yang ada meliputi radiografi konvensional, magnetic resonance imaging (MRI), computerized tomography (CT), pemindaian tulang kedokteran nuklir, ultrasonografi, dan optical coherence tomography (OCT). Di antara modalitas pencitraan, radiografi konvensional merupakan pendekatan diagnosis osteoarthritis yang paling dikenal dan selalu digunakan sebagai pendekatan diagnostik standar. MRI, CT, pemindaian tulang kedokteran nuklir, dan ultrasonografi dianggap sebagai teknik pencitraan tingkat lanjut, yang tidak secara rutin digunakan dalam praktik klinis. Pencitraan OCT masih dalam tahap pengembangan untuk diagnosis osteoarthritis. Perlu disebutkan bahwa OCT telah menunjukkan penilaian tulang rawan artikular yang unggul.<sup>25</sup>

Meskipun radiografi konvensional adalah modalitas pencitraan yang paling umum digunakan untuk pemeriksaan pasien yang diduga osteoarthritis, radiografi konvensional memiliki kelemahan besar termasuk sensitivitas yang rendah dan korelasi klinis yang buruk. Modalitas yang lebih baru seperti MRI dan USG dapat mengatasi keterbatasan ini, menawarkan pencitraan patologi tulang dan jaringan lunak yang lebih akurat yang telah terbukti memberikan nilai yang cukup besar dalam penelitian osteoarthritis. Namun demikian, peran pencitraan dalam praktik klinis dan penelitian mengenai osteoarthritis lutut belum didefinisikan dengan jelas, dan meningkatnya ketersediaan modalitas pencitraan telah menyebabkan potensi penggunaan yang berlebihan, sehingga menimbulkan beban dan biaya perawatan kesehatan yang berlebihan.<sup>26</sup>



**Gambar 10.** Ilustrasi fitur dan patologi osteoarthritis lutut sehubungan dengan lutut yang sehat.<sup>25</sup>

**Tabel 4.** Gambaran osteoarthritis Radiologi.<sup>25</sup>

| Gambaran osteoarthritis         | Deskripsi                                                                                                  |
|---------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Penyempitan ruang sendi         | Biasanya asimetris, umumnya terjadi pada kompartemen medial tibiofemoral dan patellofemoral                |
| Formasi osteofit                | Pembentukan <i>bone spur</i>                                                                               |
| Formasi kista/geode             | Pembentukan rongga berisi cairan ketika cairan sinovial dipaksa masuk ke tulang subkondral                 |
| Sklerosis subkondral            | Peningkatan kepadatan tulang atau penebalan tulang ketika tulang tumbuh di area kartilago                  |
| Subluksasi tibiofemoral koroner | Permukaan sendi tidak sejajar, menyebabkan perubahan bentuk kondilus femoralis dan dataran tinggi tibialis |

Pemeriksaan radiografi, yang juga dikenal sebagai sinar-X atau roentgenografi merupakan standar emas untuk mendiagnosis osteoarthritis. Selama pencitraan sinar-X, radiasi dilewatkan ke seluruh tubuh. Kalsium dalam tulang akan menyerap radiasi sehingga menyebabkan struktur tulang