

SKRIPSI

DESEMBER 2022

**KARAKTERISTIK PASIEN DEWASA PENDERITA FRAKTUR
NONUNION PADA EKSTREMITAS SUPERIOR DAN INFERIOR DI
RUMAH SAKIT UMUM PUSAT (RSUP) DR. WAHIDIN
SUDIROHUSODO MAKASSAR TAHUN 2020 - 2021**



Oleh:

Bill Elbert Pinarto

C011191103

Pembimbing:

dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT (K)

**DISUSUN SEBAGAI SALAH SATU SYARAT UNTUK
MENYELESAIKAN STUDI PADA PROGRAM STUDI
PENDIDIKAN DOKTER FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN**

2022

**KARAKTERISTIK PASIEN DEWASA PENDERITA FRAKTUR NONUNION PADA
EKSTREMITAS SUPERIOR DAN INFERIOR DI RUMAH SAKIT UMUM PUSAT
(RSUP) DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO MAKASSAR TAHUN 2020-2021**

Diajukan Kepada Universitas Hasanuddin
Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Mencapai Gelar Sarjana Kedokteran

Bill Elbert Pinarto

C011191103

Dosen Pembimbing:

dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT (K)

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

HALAMAN PENGESAHAN

Telah disetujui untuk dibacakan pada seminar akhir di Departemen Orthopaedi dan Traumatologi
Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dengan Judul :

**“KARAKTERISTIK PASIEN DEWASA PENDERITA FRAKTUR NONUNION PADA
EKSTREMITAS SUPERIOR DAN INFERIOR DI RUMAH SAKIT UMUM PUSAT
(RSUP) DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO MAKASSAR TAHUN 2020-2021”**

Hari/Tanggal : Kamis, 29 Desember 2022

Waktu : 08.30 WITA

**Tempat : KSM Orthopaedi dan Traumatologi Lontara 2
RSUP. Dr. Wahidin Sudirohusodo, Makassar**

Makassar, 29 Desember 2022

Mengetahui,



dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT (K)

NIP. 196401414990101002

DEPARTEMEN ORTHOPAEDI DAN TRAUMATOLOGI
FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS HASANUDDIN

2022

TELAH DISETUJUI UNTUK DICETAK DAN DIPERBANYAK

Skripsi dengan Judul :
"KARAKTERISTIK PASIEN DEWASA PENDERITA FRAKTUR NONUNION PADA
EKSTREMITAS SUPERIOR DAN INFERIOR DI RUMAH SAKIT UMUM PUSAT
(RSUP) DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO MAKASSAR TAHUN 2020-2021"

Makassar, 29 Desember 2022

Pembimbing,



dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT (K)

NIP. 196401414990101002

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

"KARAKTERISTIK PASIEN DEWASA PENDERITA FRAKTUR NONUNION PADA EKSTREMITAS SUPERIOR DAN INFERIOR DI RUMAH SAKIT UMUM PUSAT (RSUP) DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO MAKASSAR TAHUN 2020-2021"

Disusun dan Diajukan Oleh :

Bill Elbert Pinarto

C011191103

Menyetujui

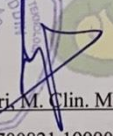
Panitia Penguji

No.	Nama Penguji	Jabatan	Tanda Tangan
1	dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT(K)	Pembimbing	
2	Dr. dr. Karya Triko Biakto, MARS, Sp.OT(K) Spine	Penguji 1	
3	dr. Muhammad Andry Usman, Ph.D, Sp.OT(K) Hip & Knee	Penguji 2	

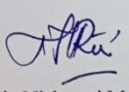
Mengetahui,

Wakil Dekan
Bidang Akademik & Kemahasiswaan
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin

Ketua Program Studi
Sarjana Kedokteran
Fakultas Kedokteran
Universitas Hasanuddin


dr. Agussalim Bukhari, M. Clin. Med., Ph.D. Sp.GK(K)

NIP. 19700821 199903 1 001


dr. Ririn Nislawati, M.Kes, Sp.M

NIP. 198101182009122003

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh

Nama : Bill Elbert Pinarto

NIM : C011191103


Fakultas/Program Studi : Kedokteran / Pendidikan Kedokteran

Judul Skripsi : KARAKTERISTIK PASIEN DEWASA PENDERITA FRAKTUR
NONUNION PADA EKSTREMITAS SUPERIOR DAN
INFERIOR DI RUMAH SAKIT UMUM PUSAT (RSUP) DR.
WAHIDIN SUDIROHUSODO MAKASSAR TAHUN 2020-2021

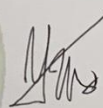
Telah berhasil dipertahankan dihadapan dewan penguji dan diterima sebagai bahan persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar sarjana kedokteran pada Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin

DEWAN PENGUJI

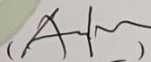
Pembimbing : dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT(K)

()

Penguji 1 : Dr. dr. Karya Triko Biakto, MARS, Sp.OT(K) Spine

()

Penguji 2 : dr. Muhammad Andry Usman, Ph.D, Sp.OT(K) Hip & Knee

()

Ditetapkan di : Makassar

Tanggal : 29 Desember 2022

HALAMAN PERNYATAAN ANTI PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Bill Elbert Pinarto
NIM : C011191103
Program Studi : Pendidikan Dokter Umum

Dengan ini menyatakan bahwa seluruh skripsi ini adalah hasil karya saya. Apabila ada kutipan atau pemakaian dari hasil karya orang lain berupa tulisan, data, gambar, atau ilustrasi baik yang telah dipublikasi atau belum dipublikasi, telah direferensi sesuai dengan ketentuan akademis.

Saya menyadari plagiarisme adalah kejahatan akademik, dan melakukannya akan menyebabkan sanksi yang berat berupa pembatalan skripsi dan sanksi akademik yang lain.

Makassar,

Yang menyatakan,



Bill Elbert Pinarto
NIM C011191103

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Karakteristik Pasien Dewasa Penderita Fraktur Nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020-2021” sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana. Skripsi ini juga diharapkan dapat memberi manfaat bagi pembaca dan peneliti lainnya untuk menambah wawasan juga pengetahuan terkait penyembuhan fraktur di bidang bedah ortopedi.

Proposal ini dapat diselesaikan dengan adanya dukungan dan bantuan yang begitu besar dari berbagai pihak. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya saya banyak mendapat bimbingan, bantuan, dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini saya ingin menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya, Nowel Fritz Pinarto dan Idam Iramawati Zega juga adik saya, Dean Warren Pinarto yang selalu memberikan dukungan dan bantuan baik moril maupun materil dalam penyusunan skripsi ini.
2. dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT(K) selaku dosen pembimbing serta penasehat akademik yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis mulai dari awal penyusunan skripsi hingga selesai.
3. Dr. dr. Karya Triko Biakto, MARS, Sp.OT(K) Spine dan dr. Muhammad Andry Usman, Ph.D, Sp.OT(K) Hip & Knee selaku penguji atas kesediaan waktu, saran, dan tenaga yang diberikan kepada penulis yang sangat membantu dalam penyusunan skripsi ini.

4. Direktur dan para staff bagian rekam medik RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo yang telah membantu dan memberikan izin terhadap pengambilan sampel rekam medik
5. Teman-teman DRIVER F1 FKUH : Karen, Janice, Rio, Kevin yang senantiasa membantu saya dalam mengerjakan skripsi ini, terima kasih banyak.
6. Teman-teman F1LA9GRIN yang tidak dapat saya sebutkan satu per satu, yang memberikan dukungan kepada saya baik dalam perkataan maupun perbuatan, terima kasih banyak teman-teman.

Penulis menyadari bahwa penulis masih jauh dari kata sempurna, sehingga itu penulisan skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran dan kritik konstruktif terhadap skripsi ini agar dapat memberikan manfaat dalam bidang pendidikan dan penelitian.

Makassar, 29 Desember 2022

Peneliti

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Tujuan Umum	4
1.3.2 Tujuan Khusus	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Fraktur	7
2.1.1 Definisi.....	7
2.1.2 Etiologi.....	7
2.1.3 Epidemiologi Fraktur	8
2.1.4 Klasifikasi Fraktur	9
2.1.5 Penatalaksanaan Fraktur	12
2.1.6 Penyembuhan Fraktur Secara Primer	16
2.1.7 Penyembuhan Fraktur Secara Sekunder	17
2.1.8 Faktor Yang Mempengaruhi Penyembuhan Fraktur	20
2.1.9 Komplikasi Lanjut Dari Fraktur	22
BAB 3 KERANGKA KONSEPTUAL PENELITIAN	25
3.1 Kerangka Teori.....	25
3.2 Kerangka Konsep	26
BAB 4 METODE PENELITIAN	27
4.1 Desain Penelitian.....	27
4.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	27
4.2.1 Lokasi Penelitian.....	27
4.2.2 Waktu Penelitian	27
4.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	27
4.3.1 Populasi Penelitian.....	27
4.3.2 Sampel Penelitian.....	28
4.4 Jenis Data dan Instrumen Penelitian.....	29
4.4.1 Jenis Data	29

4.4.2	Instrumen Penelitian.....	29
4.5	Variabel Penelitian	29
4.5.1	Variabel Dependen.....	29
4.5.2	Variabel Independen	29
4.6	Definisi Operasional.....	29
4.6.1	Fraktur <i>nonunion</i>	29
4.6.2	Usia	30
4.6.3	Jenis Kelamin	30
4.6.4	Jenis Fraktur	31
4.6.5	Lokasi Fraktur	31
4.6.6	Lama Fraktur	31
4.6.7	Hipertensi	32
4.6.8	Diabetes.....	32
4.6.9	Merokok	33
4.7	Manajemen dan Analisis Data.....	33
4.7.1	Pengumpulan Data	33
4.7.2	Pengolahan Data.....	33
4.7.3	Analisis Data	34
4.8	Etika Penelitian.....	34
4.9	Alur Penelitian.....	35
4.10	Jadwal Penelitian	36
4.11	Anggaran Penelitian	36
BAB 5	HASIL PENELITIAN	37
5.1	Hasil Peneltian.....	37
5.1.1	Usia	38
5.1.2	Jenis Kelamin.....	39
5.1.3	Jenis Fraktur.....	39
5.1.4	Lokasi Fraktur.....	40
5.1.5	Lama Fraktur.....	41
5.1.6	Riwayat Hipertensi	42
5.1.7	Riwayat Diabetes	42
5.1.8	Riwayat Merokok	43
BAB 6	PEMBAHASAN	45
6.1	Karakteristik Penderita Fraktur <i>Nonunion</i> Berdasarkan Usia	45

6.2 Karakteristik Penderita Fraktur <i>Nonunion</i> Berdasarkan Jenis Kelamin.....	47
6.3 Karakteristik Penderita Fraktur <i>Nonunion</i> Berdasarkan Jenis Fraktur.....	48
6.4 Karakteristik Penderita Fraktur <i>Nonunion</i> Berdasarkan Lokasi Fraktur.....	48
6.5 Karakteristik Penderita Fraktur <i>Nonunion</i> Berdasarkan Lama Fraktur.....	49
6.6 Karakteristik Penderita Fraktur <i>Nonunion</i> Berdasarkan Riwayat Hipertensi	50
6.7 Karakteristik Penderita Fraktur <i>Nonunion</i> Berdasarkan Riwayat Diabetes	51
6.8 Karakteristik Penderita Fraktur <i>Nonunion</i> Berdasarkan Riwayat Merokok	51
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	53
7.1 Kesimpulan.....	53
7.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

- Tabel 5.1 Distribusi Usia Pasien Dewasa Penderita Fraktur Nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021
- Tabel 5.2 Distribusi Jenis Kelamin Pasien Dewasa Penderita Fraktur Nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021
- Tabel 5.3 Distribusi Jenis Fraktur Pasien Dewasa Penderita Fraktur Nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021
- Tabel 5.4 Distribusi Lokasi Fraktur Pasien Dewasa Penderita Fraktur Nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021
- Tabel 5.5 Distribusi Lama Fraktur Pasien Dewasa Penderita Fraktur nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021
- Tabel 5.6 Distribusi Riwayat Hipertensi Pasien Dewasa Penderita Fraktur nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021
- Tabel 5.7 Distribusi Riwayat Diabetes Pasien Dewasa Penderita Fraktur nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021
- Tabel 5.8 Distribusi Riwayat Merokok Pasien Dewasa Penderita Fraktur nonunion Pada Ekstremitas Superior dan Inferior di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 Mekanisme Penyembuhan Fraktur Sekunder
- Gambar 6.1 Jumlah Fraktur Nonunion per 1.000 Fraktur

Bill Elbert Pinarto (C011191103)

dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT (K)

CHARACTERISTICS OF ADULT PATIENTS WITH NONUNION FRACTURE IN SUPERIOR AND INFERIOR EXTREMITIES AT DR. WAHIDIN SUDIROHUSODO MAKASSAR IN 2020-2021

ABSTRACT

Background: Fracture is a loss of continuity of the bone structure. Based on a study by The Global Burden of Disease, Injuries, and Risk Factors Study in 2019, there were a total of 455 million cases of fractures at all ages. There are several cases where the fracture does not heal completely (fracture nonunion), causing disruption in activities and health burden. There are several risk factors that affect fracture healing such as location, type of fracture, age, nutrition, drug consumption, and patient comorbidities. Referring to the high incidence of fractures and the many factors that influence fracture healing, the author conducted a study related to the characteristics of adult patients suffering from nonunion fractures of the upper and lower extremities at Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar 2020-2021.

Objective: To determine the characteristics of adult patients with nonunion fractures of the superior and inferior extremities at Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar 2020-2021.

Methods: This research is a descriptive research by total sampling technique and data collection was obtained from the patient's medical records. The research was conducted during September – December 2022.

Results: Of the 29 nonunion fracture patients, the most common age group was 36-45 years of age with 8 patients (27.6%), 20 patients with men (69%), the most common type of fracture was closed fracture with 19 patients (65, 5%), the location of the most fractures was the superior extremity region in 27 patients (93.1%), the duration of the fracture to the diagnosis of non-uninfected fractures was most often ≥ 9 months in 23 patients (79.3%), 7 patients (24.1%) had a history of hypertension, 2 patients (6.9%) had a history of diabetes, and 9 patients (31%) had a history of smoking.

Conclusion: Characteristics of adult patients with nonunion fractures of the superior and inferior extremities at Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar in 2020-2021 are mostly in the group of 36-45 years old, male, closed fracture, superior extremity region, fracture duration ≥ 9 months, no history of hypertension, no history of diabetes, and no history of smoking.

Keywords : Fracture Nonunion, Characteristics, Adult, Superior Extremity, Inferior Extremity

Bill Elbert Pinarto (C011191103)

dr. M. Ruksal Saleh, Ph.D, Sp.OT (K)

**KARAKTERISTIK PASIEN DEWASA PENDERITA FRAKTUR
NONUNION PADA EKSTREMITAS SUPERIOR DAN INFERIOR DI
RUMAH SAKIT UMUM PUSAT (RSUP) DR. WAHIDIN
SUDIROHUSODO MAKASSAR TAHUN 2020-2021**

ABSTRAK

Latar belakang: Fraktur adalah hilangnya kontinuitas dari struktur tulang. Berdasarkan studi oleh *The Global Burden of Disease, Injuries, and Risk Factors Study* tahun 2019, terdapat sebanyak 455 juta kasus total kasus fraktur pada segala usia. Terdapat beberapa kasus dimana fraktur tersebut tidak sembuh sempurna (fraktur *nonunion*) sehingga menyebabkan gangguan dalam beraktivitas dan beban kesehatan. Terdapat beberapa faktor risiko yang mempengaruhi penyembuhan fraktur seperti lokasi, jenis fraktur, usia, nutrisi, konsumsi obat-obatan, dan komorbid pasien. Mengacu pada tingginya angka kejadian fraktur serta banyaknya faktor yang mempengaruhi penyembuhan fraktur tersebut maka penulis melakukan penelitian terkait karakteristik pasien dewasa yang menderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020-2021.

Tujuan: Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020-2021.

Metode: Penelitian ini merupakan jenis penelitian deskriptif dengan teknik *total sampling* dan pengumpulan data diperoleh dari rekam medik pasien. Penelitian dilakukan selama bulan September – Desember 2022.

Hasil: Dari 29 pasien fraktur *nonunion*, kelompok usia yang paling banyak yaitu usia 36-45 tahun sebanyak 8 pasien (27.6%), laki-laki sebanyak 20 pasien (69%), jenis fraktur terbanyak adalah fraktur tertutup sebanyak 19 pasien (65,5%), lokasi fraktur terbanyak adalah regio ekstremitas superior sebanyak 27 pasien (93,1%), lama fraktur hingga didiagnosis fraktur *nonunion* paling sering ≥ 9 bulan sebanyak 23 pasien (79,3%), sebanyak 7 pasien (24,1%) memiliki riwayat hipertensi, sebanyak 2 pasien (6,9%) memiliki riwayat diabetes, dan sebanyak 9 pasien (31%) memiliki riwayat merokok.

Kesimpulan : Karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas superior dan inferior di RSUP Dr. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020-2021 paling banyak pada kelompok usia 36-45 tahun, laki-laki, fraktur tertutup, regio ekstremitas superior, lama fraktur ≥ 9 bulan, tidak memiliki riwayat hipertensi, tidak memiliki riwayat diabetes, dan tidak memiliki riwayat merokok.

Kata kunci : Fraktur *Nonunion*, Karakteristik, Dewasa, Ekstremitas *Superior*, Ekstremitas *Inferi*

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Penyakit muskuloskeletal merupakan salah satu penyebab tersering dari nyeri jangka panjang dan disabilitas fisik yang telah mempengaruhi jutaan orang di dunia dengan fraktur sebagai salah satu trauma utama penyebabnya. (Woolf, 2000). Fraktur adalah hilangnya kontinuitas dari struktur tulang yang dapat digambarkan sebagai tulang retak, tulang remuk atau pecah pada korteks, dan patahnya tulang secara komplet atau tidak komplet (Apley dkk, 2017). Terjadinya fraktur dapat disebabkan akibat berbagai hal seperti cedera atau trauma, stress yang berlebihan terhadap tulang, dan patologis berupa penyakit yang mempengaruhi struktur dari tulang tersebut (Apley and Solomon, 2017).

Menurut data dari *World Health Organization* setiap tahunnya di seluruh dunia terdapat 1,25 juta orang meninggal akibat dari kecelakaan lalu lintas dengan rentang usia terbanyak antara 15-29 tahun dan terdapat sekitar 50 juta orang mengalami cedera berat yang disebabkan oleh kecelakaan lalu lintas (WHO, 2017). Sementara jumlah kasus kecelakaan lalu lintas di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 116.411 kasus, korban meninggal mencapai 25.671 orang, korban luka berat mencapai 12.475 orang, dan korban luka ringan mencapai 137.342 orang. Kasus kecelakaan lalu lintas di Indonesia meningkat jika dibandingkan dengan tahun 2018 sebanyak 109.215 kasus. (Badan Pusat Statistik, 2019). Prevalensi nasional dari cedera akibat kecelakaan lalu lintas di Indonesia adalah 2,2% dengan insiden seluruh kasus cedera 1.017.289 korban. Sementara kasus cedera akibat kecelakaan di Provinsi Sulawesi Selatan memiliki prevalensi 3,3% yang merupakan peringkat kedua

tertinggi setelah Provinsi Sulawesi Utara (Kemenkes RI, 2018). Makassar sendiri masih menjadi kota di Provinsi Sulawesi Selatan dengan kasus cedera terbanyak sebanyak 8.611 kasus cedera (Risesdas Sulawesi Selatan, 2018).

Insiden cedera yang cukup tinggi akibat kecelakaan lalu lintas turut serta meningkatkan angka kejadian dari fraktur. Berdasarkan studi oleh the Global Burden of Disease, Injuries, and Risk Factors Study (GBD) tahun 2019 pada 204 negara di seluruh dunia, terdapat 178 juta kasus fraktur baru dengan total kasus fraktur pada segala usia pada tahun tersebut adalah 455 juta kasus (Wu et al., 2021). Sementara di Indonesia sendiri pada tahun 2018 didapatkan kasus fraktur memiliki prevalensi 5,5% dari seluruh total kasus cedera (Kemenkes RI, 2018). Sedangkan prevalensi kasus fraktur di Sulawesi Selatan adalah 4% dengan insiden kasus cedera sebanyak 3.659 korban (Kemenkes RI, 2018).

Pasien yang menderita fraktur ingin agar dapat sembuh sempurna tanpa terjadinya komplikasi, tetapi ada beberapa kasus dimana fraktur tersebut tidak sembuh secara sempurna sehingga menyebabkan gangguan dalam beraktivitas dan beban kesehatan terutama beban biaya kepada pasien (Ekegren et al., 2018). Pada salah satu studi di Amerika Serikat, kegagalan dari penyembuhan fraktur berupa fraktur non-union dapat terjadi sekitar 5-10 % dari seluruh pasien dan kasus tersebut akan meningkat pada pasien yang memiliki cedera yang lebih berat seperti fraktur terbuka dan fraktur dalam jumlah banyak, pasien dengan indeks massa tubuh yang tinggi, merokok, dan konsumsi alkohol. (Zura *et al.*, 2016b). Studi lain di Indonesia yaitu pada RSUD John Piet Wanane Kabupaten Sorong, Papua ditemukan prevalensi dari komplikasi fraktur ekstremitas bawah yaitu fraktur nonunion adalah 4,2% dari total kasus fraktur (Luhur and Dharmawan, 2021).

Penyembuhan fraktur dapat terjadi secara primer yaitu tanpa melalui pembentukan kalus dan sekunder yaitu dengan pembentukan kalus (Marsell and Einhorn, 2011). Proses penyembuhan tersebut bervariasi tergantung dari jenis tulang yang terkait dan jumlah pergerakan di tempat fraktur. Masalah yang terjadi saat masa penyembuhan fraktur dapat menyebabkan terjadi komplikasi seperti nonunion. Nonunion adalah kegagalan dari proses penyembuhan fraktur sehingga tulang tidak dapat tersambung, nonunion terjadi ketika fraktur tetap bertahan selama minimal 9 bulan atau tanpa tanda penyembuhan selama 3 bulan setelah pengamatan radiologi (Apley and Solomon, 2017).

Penyembuhan fraktur dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti lokasi fraktur, jenis fraktur, usia, nutrisi pasien, konsumsi obat-obatan, dan komorbid. Fraktur yang terjadi pada ekstremitas atas akan lebih cepat sembuh dibandingkan dengan fraktur pada ekstremitas bawah (Mirhadi, Ashwood and Karagkevrekis, 2013). Berdasarkan studi di Skotlandia ditemukan bahwa usia yang paling sering mengalami non-union adalah usia pada rentang 30-44 tahun (Mills, Aitken and Simpson, 2017). Komorbid seperti diabetes dan penggunaan obat-obatan seperti OAINS (Obat Anti Inflamasi Non-Steroid) dapat meningkatkan terjadinya komplikasi dari penyembuhan fraktur (Hernandez *et al.*, 2012). Merokok juga dapat mempengaruhi penyembuhan fraktur dan perokok aktif mempunyai risiko 2 kali lipat untuk mengalami *nonunion* setelah fraktur (Pearson *et al.*, 2016).

Mengacu pada tingginya angka kejadian fraktur di Indonesia dan Makassar serta banyaknya faktor yang mempengaruhi penyembuhan fraktur tersebut dan mempengaruhi terjadinya komplikasi seperti *nonunion* yang sangat membebani pasien. Maka hal ini melatar belakangi penulis untuk melakukan penelitian terkait

karakteristik pasien dewasa yang menderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar yang akan memberikan informasi penting bagi peneliti dan klinisi dalam rangka mencegah, mengedukasi pasien, dan menangani fraktur *nonunion* tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, permasalahan yang muncul dari penelitian ini adalah “Bagaimana karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 - 2021?”

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui informasi terkait karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* di Rumah Sakit Umum Pusat (RSUP) DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 - 2021.

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* berdasarkan usia di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 - 2021
2. Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* berdasarkan jenis kelamin di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 - 2021

3. Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* berdasarkan jenis fraktur di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 - 2021
4. Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* berdasarkan lokasi fraktur di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 - 2021
5. Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* berdasarkan lama fraktur di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 - 2021
6. Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* berdasarkan hipertensi di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 - 2021
7. Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* berdasarkan diabetes di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021
8. Untuk mengetahui karakteristik pasien dewasa penderita fraktur *nonunion* pada ekstremitas *superior* dan *inferior* berdasarkan lama riwayat merokok di RSUP DR. Wahidin Sudirohusodo Makassar Tahun 2020 – 2021

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk :

1.4.1 Bagi Peneliti

Penelitian ini dapat berguna untuk menambah wawasan dan pengalaman peneliti sendiri khususnya di bidang orthopedi juga penerapan ilmu

pengetahuan peneliti yang telah diperoleh sebelumnya terkait metodologi penelitian.

1.4.2 Bagi Tenaga Medis

Sebagai bahan informasi yang bermanfaat bagi tenaga medis dalam upaya penanganan pasien fraktur dan melakukan edukasi seputar penyembuhan fraktur.

1.4.3 Bagi Ilmu Pengetahuan

Hasil penelitian dapat digunakan sebagai acuan dan bahan masukan bagi para peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian khususnya terkait fraktur *nonunion*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Fraktur

2.1.1 Definisi

Beberapa pendapat ahli mengenai definisi fraktur :

- a. Fraktur adalah gangguan pada kontinuitas struktural korteks tulang, dengan tingkat cedera pada jaringan lunak di sekitarnya (Sheen and Garla, 2021).
- b. Fraktur adalah hilangnya kontinuitas dari struktur tulang yang dapat digambarkan sebagai tulang retak, tulang remuk atau pecah pada korteks, dan patahnya tulang secara komplet atau tidak komplet (Apley and Solomon, 2017).
- c. Fraktur adalah keadaan dimana hilangnya kontinuitas tulang, tulang rawan, baik yang bersifat total maupun sebagian disebabkan oleh trauma atau tenaga fisik (Noor, 2016).
- d. Fraktur adalah gangguan integritas struktural dan kontinuitas dari anatomi tulang, dapat bermanifestasi sebagai retakan kecil, remuk, splintering, atau gangguan total korteks (Marchiori, 2014).

Menurut pendapat para ahli disimpulkan bahwa fraktur adalah hilangnya kontinuitas dari struktur tulang yang dapat bersifat total atau sebagian.

2.1.2 Etiologi

Terjadinya fraktur dapat disebabkan karena beberapa hal seperti :

- 1) Trauma

Trauma yang mengenai tulang dapat terjadi secara langsung (*direct injury*) ataupun secara tidak langsung (*indirect injury*). Trauma langsung menyebabkan tulang patah pada tempat yang terkena langsung dampaknya, jaringan lunak di sekitarnya juga akan mengalami kerusakan. Sementara trauma tidak langsung menyebabkan tulang patah beberapa jarak dari tempat dimana energi diaplikasikan, kerusakan jaringan lunak tidak terjadi.

2) Stress Fraktur

Stress pada tulang merupakan keadaan dimana tulang menangani beban berat secara terus menerus. Beban yang berat ini dapat menyebabkan stress fraktur. Kejadian stress fraktur ini sering terjadi pada atlet, penari, atau personel militer yang memiliki latihan yang intensitasnya cukup berat.

3) Fraktur Patologis

Fraktur bukan hanya dapat disebabkan akibat trauma atau energi yang besar pada tulang. Beberapa penyakit juga dapat merubah struktur dari tulang dan juga mengurangi densitas tulang tersebut, sehingga tulang tampak rapuh walaupun hanya diberikan energi dalam jumlah yang sedikit. Penyakit yang menyebabkan hal tersebut seperti osteoporosis, osteogenesis imperfecta, paget disease, dan massa pada tulang (Apley and Solomon, 2017).

2.1.3 Epidemiologi Fraktur

Berdasarkan studi oleh the Global Burden of Disease, Injuries, and Risk Factors Study (GBD) tahun 2019 pada 204 negara di seluruh dunia, terdapat 178 juta kasus fraktur baru dengan total kasus fraktur pada segala usia pada tahun tersebut adalah 455 juta kasus (Wu *et al.*, 2021). Sementara di Indonesia sendiri pada tahun 2018 didapatkan kasus fraktur memiliki prevalensi 5,5%

dari seluruh total kasus cedera (Kemenkes RI, 2018). Sedangkan prevalensi kasus fraktur di Sulawesi Selatan adalah 4% dengan insiden kasus cedera sebanyak 3.659 korban (Kemenkes RI, 2018).

2.1.4 Klasifikasi Fraktur

2.1.4.1 Klasifikasi Klinis

Secara klinis fraktur yang didapatkan memberikan gambaran pada kelainan tulang, gambaran tersebut dapat berupa :

1) Fraktur tertutup (*closed fracture*)

Pada fraktur ini kulit tidak dapat ditembus oleh fragmen tulang, sehingga lokasi fraktur tidak tercemar oleh lingkungan atau tidak mempunyai hubungan dengan dunia luar.

Menurut Tscherne dan Oestern, klasifikasi fraktur tertutup terbagi ke dalam beberapa kelas :

a. Kelas 0

Pada tingkatan ini, fraktur disebabkan oleh benturan energi yang sedikit sehingga menyebabkan kerusakan jaringan lunak yang sedikit atau hampir tidak ada. Biasanya kelas ini disebabkan jenis fraktur spiral.

b. Kelas 1

Fraktur pada kelas ini disebabkan oleh benturan energi yang ringan hingga sedang. Pada kelas ini terdapat adanya abrasi *superficial* atau kontusio yang dapat disebabkan oleh fraktur rotational yang umumnya terjadi pada ankle dan dapat juga disebabkan akibat terjadinya dislokasi persendian.

c. Kelas 2

Kelas ini dapat disebabkan oleh benturan energi yang tinggi sehingga menyebabkan terjadinya abrasi dalam dan dapat merusak struktur di sekitarnya seperti pembuluh darah dan saraf sehingga menyebabkan sindrom kompartemen. Fraktur yang termasuk dalam kelas ini adalah fraktur transversal dan segemental.

d. Kelas 3

Pada kelas ini terjadi benturan energi yang tinggi sehingga menyebabkan terjadinya kontusio yang meluas pada kulit, nekrosis otot, *degloving*, trauma vaskuler, dan sindrom kompartemen. Fraktur yang terjadi pada kelas ini adalah fraktur kompleks (Ibrahim *et al.*, 2017).

2) Fraktur terbuka (*open fracture*)

Pada fraktur ini terjadi hubungan dengan dunia luar melalui luka pada kulit dan jaringan lunak, yang dapat berbentuk dari dalam atau dari luar.

Menurut Gustilo dan Anderson, klasifikasi fraktur terbuka dibagi ke dalam beberapa tipe :

a. Tipe I

Bukaan kulit kurang dari 1 cm, biasanya luka terjadi dari dalam ke luar. Pada tipe ini memar otot minimal dan umumnya fraktur transversal sederhana atau oblik yang pendek.

b. Tipe II

Terjadi laserasi lebih dari 1 cm, dengan adanya kerusakan jaringan lunak yang luas, komponen yang hancur minimal sampai sedang, fraktur yang terjadi umumnya fraktur transversal sederhana dan oblik pendek dengan kominusi yang sedikit.

c. Tipe III

Kerusakan yang besar pada jaringan lunak termasuk otot, kulit, dan struktur neovaskular sekitarnya. Umumnya tipe ini disebabkan karena energi tinggi yang merusak komponen secara berat.

Tipe III terbagi dalam beberapa pembagian :

- Tipe IIIA : ukuran luka lebih dari 10 cm dengan kerusakan jaringan lunak yang berat, biasanya fraktur kominutif dengan jaringan lunak yang masih dapat menutupi tulang.
- Tipe IIIB : ukuran luka lebih dari 10 cm dengan kerusakan jaringan lunak yang sangat besar, umumnya memerlukan bedah rekonstruksi untuk memperbaiki jaringan tersebut, biasanya bersamaan dengan kontaminasi yang hebat.
- Tipe IIIC : ukuran luka lebih dari 10 cm dengan kerusakan jaringan lunak yang sangat besar hingga memerlukan perawatan pada luka vaskuler (Kenneth A. Egol, Kenneth J. Koval and Joseph D. Zuckerman, 2010).

3) Fraktur dengan komplikasi (*complicated fracture*)

Fraktur dengan komplikasi seperti mal-union, delayed-union, non-union, serta infeksi tulang.

2.1.4.2 Klasifikasi Radiologis

Berdasarkan penilaian radiologis fraktur terbagi berdasarkan lokasi atau letak fraktur yang meliputi diafisial, metafisial, intraartikular, dan fraktur dengan dislokasi (Noor, 2016).

2.1.5 Penatalaksanaan Fraktur

Secara umum prinsip dari penatalaksanaan fraktur adalah tangani pasien secara menyeluruh, bukan hanya pada frakturnya saja. Penatalaksanaan fraktur terbagi dua, yaitu (Apley and Solomon, 2017) :

2.1.5.1 Penatalaksanaan Fraktur Tertutup

Penatalaksanaan pada fraktur tertutup terbagi ke dalam beberapa tahap :

1) Reduksi

Reduksi dapat dilakukan pada keadaan dimana terdapat sedikit atau tidak ada perpindahan posisi tulang, ketika terdapat adanya perpindahan posisi tetapi tidak bermakna seperti pada fraktur klavikula, dan ketika reduksi diperkirakan tidak akan sukses yaitu pada fraktur vertebra.

Reduksi bertujuan untuk menyelaraskan fragmen tulang. Reduksi terbagi ke dalam dua tipe, yaitu reduksi tertutup dan reduksi terbuka. Reduksi tertutup dapat dilakukan pada semua fraktur yang perpindahan tulangnya minimal. Reduksi tertutup dilakukan di bawah prosedur anestesia dan relaksasi otot. Reduksi ini dilakukan dengan cara penarikan dari bagian distal tulang, lalu ketika fragmen tulang telah berpisah, fragmen itu akan diatur sedemikian rupa sehingga sejajar. Sementara reduksi terbuka dilakukan ketika reduksi tertutup gagal dilakukan yang

dapat disebabkan adanya jaringan lunak yang terselip di antara fragmen. Reduksi terbuka dilakukan juga ketika terdapat fragmen persendian besar yang perlu posisi yang lebih akurat ataupun dilakukan untuk prosedur traksi dimana fragmen terpisah.

2) Imobilisasi / *Retaining (Holding)*

Imobilisasi pada tahap ini berarti restriksi pada beberapa pergerakan dan pada bagian yang tidak terkena tetap dapat bergerak bebas. Metode pada imobilisasi ini terbagi dalam beberapa tipe yaitu:

- Traksi berkelanjutan

Traksi diterapkan pada bagian distal ekstremitas yang fraktur untuk memberikan tarikan terus menerus sepanjang axis tulang. Traksi ini sangat berguna untuk fraktur yang porosnya spiral atau oblik dan mudah tergeser oleh kontraksi otot. Traksi ini juga dapat digunakan untuk fraktur *acetabulum* dengan subluksasi atau dislokasi *caput femoris*.

- Pemasangan bidai

Bidai yang sering digunakan hingga saat ini adalah gips, terutama untuk fraktur ekstremitas bagian distal dan mayoritas fraktur pada anak-anak. Pemasangan bidai ini mayoritas aman sejauh memperhatikan bahaya dari pemasangan yang terlalu ketat dan penekanan yang membuat luka.

- Penyangga fungsional

Penyangga fungsional dapat menggunakan plester atau bahan termoplastik yang ringan. Penyangga fungsional ini digunakan

untuk mencegah kekakuan sendi selama penahanan pergerakan fraktur dan pencegahan pembebanan. Penyangga fungsional ini umumnya digunakan untuk fraktur dislokasi.

- Fiksasi Internal

Pada fiksasi internal, tulang ditunjang dengan baut, plat metal yang ditunjang dengan baut, batang atau paku intramedullar yang panjang, dan pita melingkar atau kombinasi dari berbagai metode. Indikasi dari internal fiksasi adalah fraktur yang tidak dapat ditangani selain dengan fraktur yang tidak stabil dan dapat terlepas lagi setelah direduksi yang dapat disebabkan oleh kerja otot, fraktur patologis, fraktur multiple, fraktur pada pasien dengan keterbatasan (paraplegia, trauma multiple, dan pasien yang sangat lanjut usia). Komplikasi seperti infeksi, *non-union*, kegagalan implan, dan fraktur berulang, dapat terjadi jika teknik operasi, peralatan, dan kondisi operasi yang tidak baik.

- Fiksasi Eksternal

Fiksasi eksternal dilakukan dengan menghubungkan baut antara tulang yang posisinya berdekatan, seperti tulang yang berada di atas dan difiksasi ke tulang di bawahnya. Fiksasi eksternal umumnya digunakan pada tulang tibia dan pelvis, tetapi metode ini dapat digunakan juga fraktur femur, humerus, distal radius, dan tulang di bagian tangan. Indikasi dari fiksasi eksternal adalah fraktur yang berhubungan dengan kerusakan jaringan lunak yang besar atau fraktur terbuka, fraktur sekitar sendi yang berpotensi untuk fiksasi

internal tetapi jaringan lunak terlalu bengkak, pasien dengan trauma multiple, fraktur dengan infeksi.

3) Latihan / Rehabilitasi

Rehabilitasi ditunjukkan untuk mengembalikan fungsi dari tulang yang fraktur dan juga dapat mencegah terjadinya edema. Rehabilitasi tersebut dapat berupa elevasi, pergerakan aktif, pergerakan yang dibantu, dan latihan aktivitas fungsional.

2.1.5.2 Penatalaksanaan Fraktur Terbuka

Prinsip penting dari penatalaksanaan fraktur terbuka terbagi ke dalam 4 bagian :

1) Antibiotik Profilaksis

Menurut *British Orthopaedic Association* (BOA) dan *British Association of Plastic, Reconstructive, and Aesthetic Surgeons* (BAPRAS), *co-amoxiclav* atau *cefuroxime* (atau *clindamycin* jika terdapat alergi penisilin) harus diberikan secepat mungkin pada kasus fraktur terbuka.

2) Debridemen

Debridemen adalah prosedur operasi yang bertujuan untuk membebaskan luka dari benda asing dan jaringan yang mati, prosedur ini menghasilkan lapangan bedah dan jaringan yang bersih sehingga suplai darah ke daerah tersebut dapat lancar. Prosedur debridemen ini terbagi dalam beberapa tahap, yaitu eksisi dari luka, ekstensi dari luka, ekstraksi tulang yang fraktur, pembuangan jaringan yang rusak, pembersihan luka, dan pengamatan saraf atau tendon yang berada di sekitar luka.

3) Penutupan Luka

Fraktur terbuka tipe 1 dan 2 yang tidak terkontaminasi dapat langsung dijahit setelah dilakukan debridemen. Pada luka yang lebih berat, stabilisasi dari fraktur dan penutupan luka dengan menggunakan *skin graft* yang dilakukan oleh dokter ortopedi dan bedah kulit.

4) Stabilisasi Fraktur

Stabilisasi fraktur penting untuk mengurangi kejadian infeksi dan membantu pemulihan jaringan lunak. Metode dari stabilisasi fraktur ini tergantung dari derajat kontaminasi, waktu dari trauma ke operasi, dan jumlah jaringan lunak yang terdampak. Internal dan eksternal fiksasi dilakukan tergantung karakteristik dari fraktur dan luka. Jika penutupan luka tertunda dapat dilakukan fiksasi eksternal terlebih dahulu. Fiksasi internal dilakukan ketika penutupan luka kurang dari 7 hari, kontaminasi luka tidak terlihat, dan internal fiksator dapat mengontrol sebaik dengan eksternal fiksator.

5) Rehabilitasi

Pemantauan sirkulasi dan elevasi dari tungkai perlu dilakukan untuk mencegah terjadinya komplikasi. Komplikasi seperti osteomyelitis dapat terjadi yang diakibatkan infeksi dari rumah sakit.

2.1.6 Penyembuhan Fraktur Secara Primer

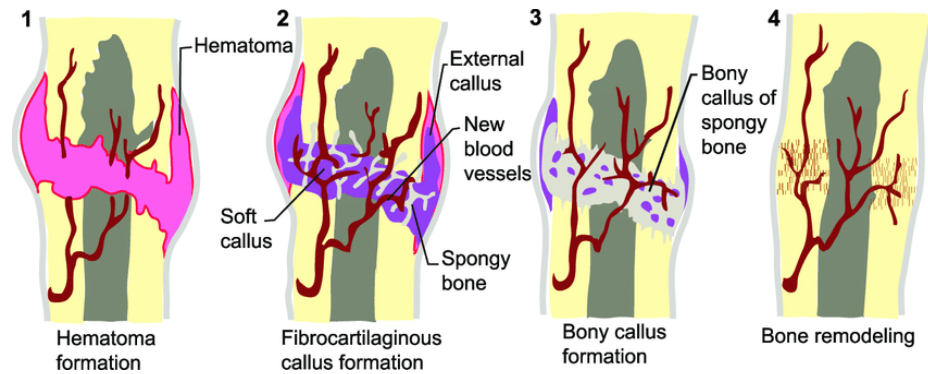
Mekanisme penyembuhan fraktur secara primer terjadi apabila lokasi fraktur benar benar stabil, misalnya pada fraktur impaksi pada tulang spongiosa atau fraktur yang dipegang oleh pelat metal dengan stabilitas yang mutlak sehingga tidak terdapat adanya rangsangan untuk terbentuk kalus.

Pada mekanisme penyembuhan fraktur ini tidak terbentuknya kalus dan hanya terbentuk tulang baru atau osteoblastik di antara fragmen fraktur. Permukaan fraktur yang terbuka berada sangat dekat dengan tulang lainnya sehingga terjadi stabilitas mutlak, celah antara permukaan fraktur tersebut akan ditempati oleh kapiler dan sel osteoprogenitor yang berkembang dari tepi tulang. Celah tersebut biasanya berukuran sangat sempit yaitu kurang dari 200 μm . Proses osteogenesis menghasilkan anyaman tulang terlebih dahulu yang kemudian akan diubah menjadi tulang pipih. Setelah 3-4 minggu tulang akan padat yang memungkinkan terjadinya penetrasi dan terbentuknya jembatan antara tulang.

Penggunaan fiksasi metal dengan tidak adanya kalus yang terbentuk, tulang selama periode penyembuhan bergantung sepenuhnya pada fiksasi metal, sehingga meningkatkan terjadinya kegagalan implan metal dalam mempertahankan integritas tulang. Fiksasi metal juga mengalihkan tekanan dari tulang yang memungkinkan terjadinya osteoporosis dan tulang tidak pulih sempurna hingga implan metal disingkirkan (Apley and Solomon, 2017).

2.1.7 Penyembuhan Fraktur Secara Sekunder

Mekanisme penyembuhan fraktur adalah proses yang rumit dan mengalir. Proses penyembuhan fraktur ini terdiri dari 4 langkah, yaitu :



Gambar 2.1 Mekanisme Penyembuhan Fraktur Sekunder ((Pardo-Pérez *et al.*, 2019)

1. Fase Pembentukan Hematoma / Inflamasi (Hari ke 1-5)

Tahap ini dimulai segera setelah terjadinya fraktur. Pembuluh darah yang menyuplai tulang dan periosteum pecah akibat fraktur sehingga menyebabkan terbentuknya hematoma di sekitar area fraktur. Hematoma ini terbentuk sementara untuk menyokong penyembuhan selanjutnya. Cedera pada tulang menghasilkan berbagai sitokin pro-inflamasi seperti *tumor necrosis factor-alpha* (TNF- α), protein morfogenetik tulang (BMP), dan interleukin (IL-1, IL-6, IL-11, dan IL-23). Berbagai sitokin ini penting untuk merangsang sel seluler biologi pada lokasi fraktur, seperti makrofag, monosit, dan limfosit. Semua sel ini bekerja bersama untuk membuang sisa kerusakan, jaringan nekrosis, dan menstimulasi sitokin lain seperti *vascular endothelial growth factor* (VEGF) untuk menstimulasi penyembuhan di lokasi.

2. Fase Pembentukan Kalus Fibrokartilago (Hari ke 5 – 11)

Pelepasan VEGF pada lokasi fraktur menyebabkan terjadinya angiogenesis dan di dalam hematoma akan mulai berkembangnya jaringan granulasi yang kaya akan sel fibrin. Sel punca mesenkim akan direkrut ke daerah tersebut dan

mulai berdiferensiasi akibat BMP menjadi fibroblas, kondroblas, dan osteoklas. Akibatnya kondrogensis mulai terjadi dan jaringan fibrokartilaginosa yang kaya kolagen akan mulai terbentuk di ujung fraktur dengan tulang rawan hialin di sekitarnya. Pada saat itu juga anyaman tulang akan diletakan oleh sel osteoprogenitor berdekatan dengan lapisan periosteal.

3. Fase Pembentukan Kalus Tulang (Hari ke 11 – 28)

Kalus kartilaginosa mulai mengalami osifikasi endokondral. RANK-L akan diekspresikan, merangsang diferensiasi lebih lanjut dari kondroblas, kondroklas, osteoblas, dan osteoklas. Kalus kartilaginosa akan diserap dan mulai mengapur. Anyaman tulang juga akan dibentuk dan pembuluh darah baru akan berproliferasi yang memungkinkan migrasi dari sel punca mesenkim. Pada akhir fase ini akan terbentuk kalus keras yang merupakan hasil kalsifikasi dari tulang immatur.

4. Fase Remodeling Tulang (Hari ke 18 dan seterusnya, dapat berlangsung berbulan-bulan hingga bertahun-tahun)

Fase ini dimulai setelah bermigrasinya osteoblas dan osteoklas sehingga kalus yang keras mengalami remodeling berulang disebut dengan remodeling berulang. Remodeling berulang ini adalah keseimbangan antara resorpsi tulang oleh osteoklas dan pembentukan tulang baru oleh osteoblas. Pusat dari kalus ini akan digantikan oleh tulang padat sedangkan tepinya akan digantikan oleh tulang lamellar. Terdapat juga perubahan vaskular yang mengikuti perubahan tulang tersebut. Proses remodeling ini akan berlangsung hingga beberapa bulan.

2.1.8 Faktor Yang Mempengaruhi Penyembuhan Fraktur

Banyak faktor yang mempengaruhi penyembuhan fraktur, secara umum faktor yang mempengaruhi penyembuhan fraktur terbagi dua, yaitu (Sheen and Garla, 2021), (Mirhadi, Ashwood and Karagkevrekis, 2013) :

1) Faktor Lokal

- Karakteristik fraktur

Karakteristik fraktur ini meliputi lokasi fraktur, jenis fraktur yang terjadi apakah fraktur terbuka atau tertutup, dan mobilitas pada lokasi fraktur. Berdasarkan *perkin's timetable*, lokasi fraktur turut mempengaruhi terjadinya kesembuhan fraktur, seperti pada fraktur spiral di ekstremitas atas memerlukan waktu 3 minggu untuk menyatu kembali hingga terbentuk *soft callus* dan memerlukan waktu 6 minggu hingga terbentuk *hard callus*, sementara fraktur spiral di ekstremitas bawah memerlukan waktu 6 minggu hingga terbentuk *soft callus* dan 12 minggu hingga terbentuk *hard callus*. Untuk fraktur transverse pada ekstremitas atas akan terbentuk *soft callus* setelah 6 minggu dan *hard callus* setelah 12 minggu, sedangkan pada ekstremitas bawahnya akan terbentuk *soft callus* setelah 12 minggu dan *hard callus* setelah 24 minggu.

- Suplai darah ke lokasi fraktur

Fraktur intrakapsular dari leher *os. femur* dan *os. scapoid* sangat rentan untuk terjadinya delayed union atau *nonunion* yang diakibatkan suplai darah ke daerah tersebut terhambat.

2) Faktor Sistemik

- Usia

Fraktur yang terjadi pada anak-anak umumnya akan lebih cepat sembuh dibanding dengan dewasa. Hal ini disebabkan karena tulang pada anak-anak lebih banyak mengandung kolagen dibandingkan dewasa.

- Nutrisi

Nutrisi yang buruk dan konsumsi vitamin juga mineral yang kurang akan dapat menurunkan kecepatan dari penyembuhan fraktur.

- Komorbiditas

Kondisi patologis seperti diabetes dan osteoporosis dapat mempengaruhi penyembuhan fraktur. Kualitas jaringan tulang yang buruk pada pasien osteoporosis juga meningkatkan terjadinya komplikasi fraktur. Diabetes tipe I dan II dapat meningkatkan pembentukan AGE, ROS, dan inflamasi. Keadaan ini mempengaruhi osteoblas dan osteoklas pada proses penyembuhan tulang (Jiao, E. Xiao and Graves, 2015).

- Obat – obatan

Obat-obatan yang dapat mempengaruhi kecepatan penyembuhan fraktur adalah kortikostreoid, obat kemoterapi, NSAID, antibiotik, dan obat yang mereduksi aktivitas osteoklas (Chiswick *et al.*, 2015).

- Merokok

Merokok dapat memberikan efek yang besar terhadap penyembuhan luka dan fraktur, merokok dapat menyebabkan terjadinya vasokonstriksi pembuluh darah, sehingga terjadinya hipoksia dan nutrisi tidak didarkan dengan baik ke daerah fraktur (Sloan *et al.*, 2010).

2.1.9 Komplikasi Lanjut Dari Fraktur

1) *Nonunion*

Nonunion adalah keadaan dimana fraktur gagal untuk sembuh dalam waktu yang telah ditentukan. Waktu penyembuhan fraktur bervariasi tergantung dari usia pasien, lokasi pasien, dan tidak ada patokan pasti waktu untuk fraktur *union*. Berdasarkan FDA, fraktur *nonunion* terjadi jika fraktur tidak kunjung sembuh setelah 9 bulan dengan pengamatan radiologi yang tidak menunjukkan kemajuan penyembuhan yang berarti 3 bulan sebelumnya.

Terjadinya *nonunion* dapat disebabkan karena beberapa penyebab seperti usia, rokok, penyakit sistemik seperti diabetes, malnutrisi kronik, anemia, dan hipotiroidism. Beberapa obat seperti NSAID, antibiotik, dan kortikosteroid dapat juga mempengaruhi waktu penyembuhan fraktur.

Tipe dari *nonunion* terbagi dua yaitu *hypertrophic nonunion* dan *atrophic nonunion*. *Hypertrophic nonunion* adalah tipe mekanik *nonunion* yang disebabkan karena stabilitas fraktur yang tidak adekuat. Ini merupakan tipe yang paling sering terjadi pada *nonunion*. *Atrophic nonunion* adalah tipe biologik *nonunion* dimana penyembuhan fraktur berkurang atau tidak terjadi sama sekali. Tipe ini disebabkan beberapa kondisi lokal dan sistemik dari pasien (White *et al.*, 2015).

2) *Delayed Union*

Delayed Union adalah keadaan dimana fraktur tidak sembuh selama 4 hingga 6 bulan ataupun waktu penyembuhan fraktur lebih panjang dibanding waktu yang diperkirakan (Volpin and Shtarker, 2014). Penyebab dari *delayed*

union ini adalah secara biologik dan biomekanik. Penyebab biologik dari *delayed union* adalah usia, merokok, komorbiditas, suplai darah yang tidak adekuat, kerusakan jaringan lunak yang berat, pengelupasan periosteum. Penyebab biomekanik adalah pembidaian yang tidak sempurna, fiksasi yang terlalu kuat, dan infeksi (Apley and Solomon, 2017).

3) *Malunion*

Malunion terjadi ketika fraktur sembuh tetapi tidak berada pada posisi anatomis. Keadaan ini bisa disebabkan karena reduksi awal yang tidak adekuat, reduksi yang semakin melemah, yang menyebabkan stabilisasi tulang yang terganggu. Deformitas tulang akibat *malunion* dapat menyebabkan terjadinya nyeri, hilangnya fungsi ataupun *Post Traumatic Osteoarthritis (PTOA)* (White *et al.*, 2015)).

4) Nekrosis Avaskuler

Beberapa regio dapat mengalami iskemik dan nekrosis tulang setelah trauma. Daerah yang biasa mengalami nekrosis avaskuler adalah *neck femur*, bagian proksimal dari *os. scaphoid*, *os. lunatum*, badan dari *os. talus*. Komplikasi ini terjadi awal saat fraktur tetapi efek klinis dan radiologis tidak dapat dilihat sampai beberapa minggu dan bulan kemudian (Apley and Solomon, 2017).

5) Gangguan Pertumbuhan

Pada anak-anak, gangguan pada fisik dapat menyebabkan terjadinya pertumbuhan yang abnormal atau terganggu. Gangguan pertumbuhan ini dapat terjadi jika fraktur membelah bagian epifisis dari tulang sehingga pertumbuhan

menjadi asimetrikal dan ujung tulang menjadi bersudut (Apley and Solomon, 2017).

6) *Bed Sores*

Bed Sores atau luka akibat tempat tidur terjadi pada pasien usia lanjut atau pasien yang paralisis. Kulit diatas sakrum dan tumit umumnya sangat rentan terjadi luka akibat penekanan. Perawatan yang cermat dan dini dapat mencegah terjadinya luka akibat tempat tidur (Apley and Solomon, 2017).

7) *Heterotopic Ossification*

Heterotopic ossification adalah pembentukan tulang di dalam jaringan yang biasanya bukan merupakan tempat pembentukan tulang, contohnya di otot. Keadaan ini sering disertai dengan penyembuhan yang cepat dari fraktur dengan pembentukan kalus yang banyak sekali (White *et al.*, 2015).

8) *Complex Regional Pain Syndrome*

Complex Regional Pain Syndrome (CRPS) adalah keadaan dimana terdapat nyeri sebagai respon dari jaringan lunak yang rusak. Kondisi nyeri kronis ini melibatkan hiperalgesia dan alodinia. CRPS terbagi menjadi dua yaitu CRPS I dan CRPS II. Tipe I terjadi ketika tidak ada cedera saraf yang dikonfirmasi. Tipe II adalah ketika diketahui ada cedera saraf terkait. Penyebab langsung dari CRPS bersifat multifaktorial.