

**Hubungan Nilai Respon Imun (Rasio Neutrofil – Limfosit) Terhadap  
Penyembuhan Luka Pada Fraktur Terbuka Tibia Derajat IIIA di RS  
Wahidin Sudirohusodo Makassar Sulawesi Selatan Indonesia**

*Correlation between immune response value (Neutrophyl – Lymphocyte  
Ratio) at the Time of Arrival in Emergency Room and Wound  
healing of open fracture tibia grade IIIA in Wahidin Sudirohusodo  
Hospital Makassar – South Sulawesi - Indonesia*



**Oleh: Luky Tandio Putra**

**Pembimbing :**

**dr. Muh Phetrus Johan, M.Kes, Ph.D, Sp.OT (K)**

**dr. Henry Yurianto, M.Phil, Ph.D, Sp.OT (K)**

**PROGRAM PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp.1) PROGRAM  
STUDI ORTOPEDI DAN TRAUMATOLOGI UNIVERSITAS  
HASANUDDIN  
MAKASSAR 2022**

**Hubungan Nilai Respon Imun (Rasio Neutrofil – Limfosit)  
Terhadap Penyembuhan Luka Pada Fraktur Terbuka Tibia  
Derajat IIIA di RS Wahidin Sudirohusodo Makassar Sulawesi  
Selatan Indonesia**

Karya Akhir

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar Spesialis

Program Studi Spesialis-1

Pendidikan Dokter Spesialis Ortopedi dan Traumatologi

Disusun dan diajukan oleh

**LUKY TANDIO PUTRA**

kepada

**KONSENTRASI PENDIDIKAN DOKTER SPESIALIS-1 (Sp.1)  
PROGRAM STUDI ORTOPEDI DAN TRAUMATOLOGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2022**

**KARYA AKHIR**

**Hubungan Nilai Respon Imun (Rasio Neutrofil – Limfosit) Terhadap Penyembuhan Luka Pada Fraktur Terbuka Tibia Derajat IIIA di RS Wahidin Sudirohusodo Makassar Sulawesi Selatan Indonesia**

Disusun dan diajukan oleh


**Luky Tandio Putra**  
**Nomor Pokok : C 145 191 001**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Pendidikan Dokter Spesialis Program Studi Ortopedi dan Traumatologi Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin pada tanggal 16 Juni 2023 dan telah dinyatakan memenuhi syarat kelulusan

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**

**Pembimbing Pendamping**

  
**dr. Muh. Phetrus Johan, M. Kes, Ph.D, Sp.OT (K)**  
**NIP 198210282014041001**

  
**dr. Henry Yurianto, M. Phil, Ph.D, Sp.OT (K)**  
**NIP 195806241984031001**

**Ketua Program Studi**  
**Ortopedi dan Traumatologi**

**Dekan Fakultas Kedokteran**  
**Universitas Hasanuddin**

  
**dr. Muhammad Andry Usman, Ph.D, Sp.OT(K)**  
**NIP. 19750404 2008121000**

  
**Prof. Dr. dr. Habrani Rasyid, M.Kes, Sp.PD-KGH, Sp.GK(K)**  
**NIP. 19680530 199603 2 001**





Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Luky Tandio Putra

NIM : C 145 191 001

Program Studi : Ilmu Ortopedi dan Traumatologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa karya akhir yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan karya akhir ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2022

Yang menyatakan



Luky Tandio Putra

## **KATA PENGANTAR**

Syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas karunia, rahmat kesehatan, dan keselamatan kepada penulis sehingga mampu menyelesaikan penelitian ini tepat pada waktu. Penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada orangtua dan keluarga penulis, pembimbing, dan teman-teman yang telah mendukung dalam penulisan penelitian ini.

Penulisan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pencapaian pembelajaran dalam Program Pendidikan Spesialis 1 Bidang Ilmu Ortopedi dan Traumatologi serta memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan ini.

Penulis menyadari bahwa penyusunan penelitian ini masih memiliki kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu, penulis menerima kritik dan saran yang membangun guna menyempurnakan penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap agar penelitian ini memberi manfaat kepada semua orang.

Makassar, Juli 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>1</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>3</b>
<b>DAFTAR GAMBAR &amp; TABEL.....</b>	<b>4</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>5</b>
<b>BAB I.....</b>	<b>7</b>
<b>PENDAHULUAN .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 LATAR BELAKANG PENELITIAN.....</b>	<b>7</b>
<b>1.2 RUMUSAN MASALAH.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 TUJUAN PENELITIAN.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3 KEGUNAAN PENELITIAN.....</b>	<b>9</b>
<b>BAB II.....</b>	<b>10</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 KAJIAN PUSTAKA .....</b>	<b>10</b>
2.1.1 PENDAHULUAN .....	10
2.1.2 EPIDEMIOLOGI.....	10
2.1.3 KLASIFIKASI FRAKTUR.....	11
2.1.4 ETIOLOGI.....	15
2.1.5 TANDA DAN GEJALA .....	16
2.1.6 PATOFISIOLOGI FRAKTUR.....	16
2.1.7 MANIFESTASI KLINIS FRAKTUR.....	19
<b>2.1.8 TATALAKSANA FRAKTUR TERBUKA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2 KERANGKA PEMIKIRAN.....</b>	<b>23</b>
2.2.1 Kerangka Teori.....	23
<b>2.3 HIPOTESIS .....</b>	<b>23</b>
<b>2.4 TUJUAN STUDI .....</b>	<b>23</b>
<b>2.5 TEORI PEMETAAN .....</b>	<b>24</b>
<b>BAB III.....</b>	<b>25</b>
<b>METODE PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
<b>3.1 BAHAN / SUBYEK PENELITIAN.....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	25
3.1.2 Populasi .....	25

3.1.3 Sampel Penelitian dan Cara Pengambilan Sampel .....	25
3.1.4 Besaran Sampel .....	25
3.1.5 Kriteria Inklusi dan Kriteria Eklusi .....	27
3.1.6 Alat dan Bahan .....	27
<b>3.2 METODE PENELITIAN .....</b>	<b>27</b>
3.2.1 Desain Penelitian .....	28
3.2.2 Alokasi Subyek.....	28
3.2.3 Cara Kerja Penelitian.....	28
3.2.4 Alur Penelitian.....	29
3.2.5 Identifikasi Variabel .....	29
3.2.6 Klasifikasi Variabel .....	29
3.2.6 Definisi Operasional .....	30
3.2.8 Pengolahan dan Analisa Data .....	31
<b>BAB IV .....</b>	<b>32</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>32</b>
4.1 Karakteristik data .....	32
4.2 Hubungan antara NLR dan Status Kesembuhan Pasien per Minggu Observasi ..	33
4.3 Hubungan antara NLR dan Status Kesembuhan Pasien di Akhir Penelitian .....	33
<b>BAB V .....</b>	<b>36</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>36</b>
5.1 Kesimpulan .....	37
5.2 Saran.....	37
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>37</b>



## DAFTAR GAMBAR DAN TABEL

Table 1 Karakteristik data.....	33
Table 2 Korelasi antara Nilai NLR terhadap kesembuhan per minggu .....	33
Table 3 Hubungan antara NLR dan Status Luka per Minggu .....	33
Gambar 2. 1 Open Fracture Grade I (Aiyer, Taylor, 2015) .....	13
Gambar 2. 2 Open Fracture Grade II (Aiyer, Taylor, 2015).....	13
Gambar 2. 3 Open Fracture Grade III A (Aiyer, Taylor, 2015).....	14
Gambar 2. 4 Open Fracture Grade III B (Aiyer, Taylor, 2015).....	14
Gambar 2. 5 Open Fracture Grade III C (Aiyer, Taylor, 2015).....	15

## **ABSTRAK**

Patah tulang terbuka atau *open fracture* merupakan cedera yang menantang untuk diobati karena menyebabkan peningkatan kemungkinan infeksi yang berpotensi mengakibatkan amputasi atau bahkan kematian. Fraktur diklasifikasikan menurut Gustilo dan Anderson berdasarkan cedera jaringan lunak yang berkaitan dengan fraktur terbuka yang diantaranya fraktur tipe IIIa merupakan fraktur yang mengakibatkan kerusakan jaringan lunak yang luas dan cakupan tulang yang cukup parah. Proses penyembuhan dan penanganan fraktur tipe IIIa juga lebih rumit dibanding dengan fraktur tipe I dan II. Pada proses penyembuhan luka, terjadi fase inflamasi dimana dalam prosesnya neutrofil menjadi bagian penting respon imun bawaan. Neutrofil akan direkrut oleh tubuh ke situs luka dan bertahan melawan infeksi di area sekitar luka. Perhitungan Rasio neutrofil-limfosit (NLR) yang diperoleh pada saat pasien pertama kali datang ke Instalasi Gawat Darurat (IGD) dalam 10 menit dapat menjadi indikator respons inflamasi yang diduga berasosiasi terhadap proses penyembuhan luka fraktur. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk melihat hubungan antara NLR sebagai indikator respons inflamasi ini terhadap proses penyembuhan luka pada fraktur terbuka derajat IIIa, khususnya terhadap pasien di RS Wahidin Sudirohusodo Makassar.

**Kata Kunci : Fraktur terbuka, Fraktur derajat IIIa, Rasio Neutrofil-Limfosit (NLR), Penyembuhan luka**

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG PENELITIAN**

Patah tulang terbuka atau *open fracture* merupakan diskontinuitas pada tulang ditandai dengan luka yang menyebabkan kontak secara langsung antara tulang dengan dunia luar (*external environment*). Fraktur terbuka tibia merupakan cedera yang menantang untuk diobati. Hal ini menjadi ketakutan tersendiri terhadap kasus fraktur tibia terbuka karena meningkatnya kecenderungan infeksi yang berpotensi mengakibatkan amputasi atau bahkan kematian. Sebelum kemajuan pengobatan luka bedah standar dan antisepsis dan antibiotik, amputasi sering menjadi andalan dalam pencegahan sepsis yang berlebihan dan akhirnya kematian. Baru-baru ini upaya telah dilakukan untuk mengembangkan teknik baru dan untuk mempromosikan pedoman berbasis bukti untuk pengelolaan cedera ini.

Pada fase penyembuhan baik luka maupun pata tulang, diperlukan tahap awal yaitu fase inflamasi. Neutrofil adalah bagian penting dari respon imun bawaan pada kulit yang terluka. Neutrofil ini termasuk diantara sel-sel kekebalan sirkulasi pertama yang direkrut ke luka, di mana sel-sel ini bertahan melawan infeksi. Neutrofil menghasilkan sitokin, faktor pertumbuhan, dan mediator terlarut lainnya yang mengaktifkan sel inflamasi, keratinosit, sel endotel, fibroblas, dan sel lain yang ada di luka. Neutrofil juga menghasilkan spesies oksigen reaktif, peptida antimikroba, dan protease untuk membunuh dan mendegradasi patogen potensial.

Cedera dan penyembuhan cedera otot maupun luka sering disebabkan oleh trauma akut, dengan kecelakaan lalu lintas dan konflik bersenjata. Otot rangka mengandung kumpulan sel induk residen, yang dikenal sebagai sel satelit yang terletak di antara membran plasma miofiber dan lamina basal, yang terutama bertanggung jawab untuk regenerasi. Selain perluasan sel satelit, regenerasi otot yang tepat waktu dan sukses bergantung pada kaskade inflamasi yang diatur dengan baik. Interaksi kompleks antara jaringan otot dan sistem kekebalan secara langsung bertanggung jawab atas regenerasi yang tepat setelah trauma jaringan lunak. Populasi leukosit intramuskular merupakan komponen penting dari otot rangka yang sehat, dan populasi sel ini meningkat dan berubah secara drastis setelah cedera otot. Cedera tersebut berhubungan dengan

peradangan lokal dan biasanya sembuh dalam urutan kejadian berikut: fase inflamasi (0—7 hari pascacedera); fase regenerasi (4—14 hari pascacedera); dan fase remodeling dan perbaikan (14—28 hari pascacedera).

Rasio neutrofil-limfosit (NLR) dapat diperoleh pada saat pasien pertama kali datang ke Instalasi Gawat Darurat (IGD) dalam waktu 10 menit melalui pemeriksaan hitung darah lengkap yang rutin dilakukan pada semua pasien, dan hal ini dapat digunakan sebagai indikator respons inflamasi. Pada beberapa literatur, NLR telah digunakan sebagai prediktor prognosis buruk pada berbagai kondisi, seperti infeksi, infark, tumor, trauma.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

Berdasarkan uraian yang terdapat pada latar belakang di atas, maka penulis menganggap bahwa topik penelitian dan masalah pokok penelitian mengenai “Hubungan nilai rasio Neutrofil-Limfosit pada saat tiba di IGD terhadap penyembuhan luka pada fraktur terbuka tibia derajat IIIA di RS Wahidin Sudirohusodo Makassar” penting untuk diteliti.

## **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan umum dari penelitian ini adalah untuk membuktikan apakah NLR dapat diaplikasikan untuk memprediksi penyembuhan luka pada kasus fraktur terbuka tibia derajat 3A, adapun tujuan khusus penelitian ini yaitu:

1. Untuk mengevaluasi luka selama 6 minggu pascatrauma
2. Untuk menentukan apakah NLR dapat dipakai sebagai prediktor untuk proses penyembuhan luka
3. Untuk menentukan *cut off point* / nilai yang bermakna pada NLR sebagai prediktor proses penyembuhan luka

## **1.3 KEGUNAAN PENELITIAN**

### **1. Manfaat Teoritis**

Secara teoritis hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah dan memperluas wawasan keilmuan, khususnya Program Studi Ortopedi dan Traumatologi serta dapat menjadi kajian bagi peneliti selanjutnya terutama bagi yang meneliti pada hal yang sama dan sesuai dengan kebutuhan praktis maupun teoritis dalam hal pengembangan ilmu pengetahuan.

### **2. Manfaat Praktis**

Secara praktis hasil penelitian ini diharapkan memberikan dan meningkatkan ilmu pengetahuan serta kemampuan untuk mengedukasi dan *informed consent* pasien.

### **3. Manfaat Kebijakan**

Secara kebijakan hasil penelitian ini diharapkan menjadi bahan bagi seluruh profesional dalam mengambil kebijakan untuk menetapkan dan memilih NLR untuk dipakai dalam memprediksi prognostik penyembuhan luka.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 KAJIAN PUSTAKA**

##### **2.1.1 PENDAHULUAN**

Fraktur adalah patahan yang terjadi didalam kontinuitas struktural tulang. Hal ini mungkin tidak lebih dari sebuah retakan, suatu pengisutan, atau pecahnya korteks; lebih sering disebut sebagai patahan yang sempurna. Fragmen tulang yang dihasilkan mungkin akan berada di tempatnya atau keluar dari tempatnya. Jika kulit atasnya tetap utuh, maka disebut juga fraktur tertutup. Namun jika kulit atau salah satu dari rongga tubuh menerobos keluar atau tertembus, maka disebut juga fraktur terbuka (atau *compound*) yang dapat menyebabkan kontaminasi dan infeksi (Apley & Solomon,2018). Fraktur adalah rusaknya kontinuitas tulang yang disebabkan tekanan eksternal yang datang lebih besar dari yang dapat diserap oleh tulang (Linda Juall C, 2009). Fraktur adalah kerusakan sebagian atau menyeluruh pada kontinuitas dari struktur tulang dan dibagi menurut tipe dan luasnya (Brunner &Suddarth, 2010).

##### **2.1.2 EPIDEMIOLOGI**

Berdasarkan data dari *Departemen Kesehatan RI* (2013), didapatkan sekitar delapan juta orang mengalami kejadian fraktur dengan jenis fraktur yang berbeda dan penyebab yang berbeda. Dari hasil survei tim Depkes RI didapatkan 25% penderita fraktur yang mengalami kematian, 45% mengalami catat fisik, 15% mengalami stres psikologis seperti cemas atau bahkan depresi, dan 10% mengalami kesembuhan dengan baik (Depkes RI, 2013).Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) di Indonesia, didapati peningkatan prevalensi cedera dari tahun 2007-2013 sebesar 7,5% meningkat menjadi 8,2%. Kasus fraktur menempati posisi keempat pada proporsi jenis cedera yaitu sebesar 5,8% yang disebabkan karena jatuh, kecelakaan lalu lintas dan trauma benda tajam atau tumpul. Peristiwa jatuh yang mengalami fraktur sebanyak 40,9%, kecelakaan lalu lintas 47,7%, dan trauma benda tajam atau tumpul 7,3% (Badan Penelitian dan Pengembangan Kemenkes, 2013). *World Hearth Oraganization (WHO)*

tahun 2013 menyebutkan bahwa kecelakaan lalu lintas mencapai 120.2226 kali atau 72% dalam setahun (WHO,2013).

### **2.1.3 KLASIFIKASI FRAKTUR**

Klasifikasi fraktur dapat digolongkan sesuai jenis dan luka pada fraktur, yaitu terbagi menjadi 2, *closed fraktur* (simple fraktur) yang tidak menyebabkan robeknya kulit atau integritas kulit masih utuh dan *open fracture* (compound fraktur/komplikata/kompleks) yang menyebabkan luka pada kulit (integritas kulit rusak dan ujung tulang menonjol sampai menembus kulit) atau membran mukosa sampai kepatahan tulang. (Andra & Yessie, 2013).

#### **2.1.3.1 Fraktur Tertutup**

Menurut *Nursing Care Related to the Musculoskeletal system (2013)*, Dalam fraktur tertutup, atau sederhana, tidak ada retakan pada kulit yang berhubungan dengan patah tulang yang terjadi. Fraktur sederhana (sering disebut "tertutup") yaitu fraktur dengan keadaan kulit belum pecah dan tetap utuh (Andra & Yessie, 2013). Fraktur tertutup atau fraktur sederhana adalah patah tulang yang tidak menyebabkan robekan pada kulit (Brunner & Suddarth, 2013).

#### **2.1.3.2 Fraktur Terbuka**

Fraktur terbuka adalah subset fraktur yang unik karena paparan langsung tulang terhadap kontaminasi dari lingkungan dan gangguan integritas jaringan lunak, yang meningkatkan risiko infeksi, persatuan tertunda, nonunion, dan bahkan amputasi. (Orthopaedic Trauma Association, 2010). Fraktur terbuka atau fraktur campuran/kompleks yaitu patah dengan luka pada kulit atau membran mukosa meluas ke tulang yang mengalami fraktur (Brunner & Suddarth, 2013). Menurut Apley & Solomon (2018), patahan yang terjadi pada kontinuitas struktur tulang jika kulit atau salah satu dari rongga tubuh menerobos keluar atau tertembus disebut juga fraktur terbuka (atau *compound*) yang dapat menyebabkan kontaminasi dan infeksi.

Fraktur terbuka mengacu pada gangguan osseous di mana cedera di kulit dan jaringan lunak yang mendasari berhubungan langsung dengan fraktur dan hematoma. Cedera jaringan lunak pada fraktur terbuka mungkin memiliki tiga konsekuensi penting: 1) Kontaminasi luka dan fraktur dengan paparan lingkungan eksternal; 2) Penghancuran,

pengupasan, dan devaskularisasi yang menyebabkan kompromi jaringan lunak dan meningkatkan kerentanan terhadap infeksi; 3) Kehancuran atau kehilangan amplop jaringan lunak dapat mempengaruhi metode imobilisasi fraktur, membahayakan kontribusi jaringan lunak di atasnya untuk penyembuhan fraktur (misalnya, kontribusi sel osteoprogenitor), dan mengakibatkan hilangnya fungsi dari otot, tendon, saraf, vaskular, ligamen, atau kerusakan kulit. (Egol K., dkk, 2010).

Kontaminasi dan cedera pada sistem yg menutupi, *myofascial*, *neurologic*, *vascular*, dan / atau skeletal adalah faktor-faktor yang secara historis telah digunakan untuk mengidentifikasi pola fraktur terbuka dengan riwayat alamiah yang sama sebagai dasar dari strategi perawatan khusus cedera. Sistem klasifikasi ganda umumnya digunakan untuk fraktur terbuka dan yang paling banyak digunakan adalah sistem Gustilo dan Anderson. Sistem klasifikasi ini sederhana namun mampu menstratifikasi keparahan fraktur terbuka dalam urutan yang sesuai sehingga tetap digunakan (Orthopaedic Trauma Association, 2010).

Menurut Egol K. *et al* (2010), dalam bukunya —*Handbook of Fractures*”, klasifikasi fraktur menurut Gustilo dan Anderson pada awalnya dirancang untuk mengklasifikasikan cedera jaringan lunak yang terkait dengan fraktur tibialis terbuka dan kemudian diperluas ke semua fraktur terbuka. Klasifikasi pada fraktur terbuka dibagi menjadi beberapa tipe, yaitu : 1) Tipe I : Laserasi < 1 cm, biasanya dari dalam ke luar; kontusio otot minimal; fraktur oblik sederhana transversal atau pendek. 2) Tipe II: Laserasi > 1 cm, dengan kontusio otot di sekitarnya; tanpa kerusakan jaringan lunak yang luas; komponen penghancuran minimal sampai sedang; melintang sederhana atau fraktur oblik pendek dengan kominitas minimal. 3) Tipe III: Kerusakan jaringan lunak yang luas, termasuk otot, kulit, dan struktur neurovaskular; sering cedera energi tinggi dengan komponen penghancur yang parah. Tipe IIIA: Laserasi jaringan lunak yang luas, cakupan tulang yang memadai dan masih ditutupi jaringan lunak ; fraktur segmental, pengupasan periosteal minimal. Tipe IIIB: Cedera jaringan lunak yang luas dengan pengelupasan periosteal dan pemaparan tulang yang membutuhkan penutupan jaringan lunak; biasanya berhubungan dengan kontaminasi massif. Tipe IIIC: *Vascular injury* atau cedera arteri membutuhkan perbaikan.



*Tabel II.1 Klasifikasi Fraktur Terbuka menurut teori Gustilo dan Anderson.*

GUSTILO AND ANDERSON CLASSIFICATION					
	I	II	IIIA	IIIB	IIIC
ENERGY	Low	Moderate	High	High	High
WOUND SIZE	≤ 1 cm	1-10 cm	usually >10 cm	usually >10 cm	usually >10 cm
SOFT TISSUE DAMAGE	Minimal	Moderate	Extensive	Extensive	Extensive
CONTAMINATION	Clean	Moderate	Extensive	Extensive	Extensive
FRACTURE COMMINUTION	Minimal	Moderate	Severe	Severe	Severe
PERIOSTEAL STRIPPING	No	No	Yes	Yes	Yes
SKIN COVERAGE	Local coverage	Local coverage	Local coverage	Free tissue flap or rotational flap coverage	Typically requires flap coverage
NEUROVASCULAR INJURY	Normal	Normal	Normal	Normal	Exposed fracture with arterial damage that requires repair



*Gambar 2. 1 Open Fracture Grade I (Aiyer, Taylor, 2015)*

*Gambar 2. 2 Open Fracture Grade II (Aiyer, Taylor, 2015)*



*Gambar 2. 3 Open Fracture Grade III A (Aiyer, Taylor, 2015)*

*Gambar 2. 4 Open Fracture Grade III B (Aiyer, Taylor, 2015)*





*Gambar 2. 5 Open Fracture Grade III C (Aiyer, Taylor, 2015)*

#### **2.1.4 ETIOLOGI**

Menurut Apley & Solomon (2018), Fraktur disebabkan oleh 1) Cedera, yang terbagi atas : a) Cedera langsung, yaitu tulang patah pada titik benturan; jaringan lunak juga rusak. Pukulan langsung biasanya membagi tulang secara melintang atau membengkokkannya di atas titik tumpu sehingga menyebabkan patahan dengan fragmen berbentuk seperti kupu-kupu. Kerusakan pada kulit di atasnya umum terjadi; Jika tulang hancur akibat terjadi cedera akibat energi tinggi, pola fraktur akan diperhitungkan dengan kerusakan jaringan lunak yang luas. b) Cedera tidak langsung, yaitu tulang patah pada jarak dari tempat gaya diterapkan; kerusakan jaringan lunak di situs fraktur tidak bisa dihindari. 2) Stress berulang, atau fraktur kelelahan, fraktur ini terjadi pada tulang normal yang mengalami pemuatan berat berulang, biasanya pada atlet, penari atau personil militer yang memiliki program latihan yang melelahkan atau ketika intensitas latihan meningkat secara signifikan dari baseline. Pembebanan berat menciptakan deformasi menit yang memulai proses normal remodelling - kombinasi dari resorpsi tulang dan pembentukan tulang baru sesuai dengan hukum Wolff. Ketika paparan stres dan deformasi berulang dan berkepanjangan, resorpsi tulang terjadi lebih cepat daripada penggantian (pembentukan tulang baru) dan meninggalkan daerah yang bisa patah. Masalah serupa terjadi pada pasien dengan penyakit inflamasi kronis yang sedang dalam pengobatan dengan steroid atau methotrexate, yang mengubah keseimbangan normal dari resorpsi tulang dan penggantian. 3) Kelainan tulang yang abnormal (fraktur 'patologis'), yaitu fraktur yang dapat terjadi bahkan dengan tekanan normal jika tulang telah dilemahkan oleh perubahan dalam strukturnya atau karena proses penyakit (misalnya pada pasien dengan osteoporosis, osteogenesis imperfecta atau penyakit Paget, terapi bifosfonat) atau melalui lesi lisis (misalnya kista tulang atau metastasis).

Fraktur dapat disebabkan oleh pukulan langsung, gaya meremuk, gerakan punter mendadak, dan bahkan kontraksi otot ekstremitas, organ tubuh dapat mengalami cedera akibat gaya yang disebabkan oleh fraktur atau akibat fragmen tulang. (Brunner & Suddarth, 2010).

Menurut Andra & Yessie (2013), etiologi fraktur dibagi menjadi a) Kekerasan langsung, menyebabkan patah tulang pada titik terjadinya kekerasan. Fraktur demikian sering bersifat fraktur terbuka dengan garis patah melintang atau miring. b) Kekerasan tidak langsung, menyebabkan patah tulang ditempat yang jauh dari tempat terjadinya kekerasan. Bagian yang patah biasanya merupakan bagian paling lemah dalam jalur hantaran vektor kekerasan. c) Kekerasan akibat tarikan otot, hal ini sangat jarang terjadi. Kekuatan dapat berupa pemuntiran, penekukan dan penekanan, kombinasi dari ketiganya dan penarikan.

#### **2.1.5 TANDA DAN GEJALA**

Pada penderita yang mengalami fraktur intertrochanter akan timbul keluhan berupa nyeri pada daerah lipatan paha, pemendekan pada ekstremitas bawah, tidak dapat mengangkat tungkai, tampak adanya deformitas pada tungkai berupa eksternal rotasi, bengkak, dan adanya kimosis dan nyeri tekan di atas trochanter mayor.<sup>7</sup>

Pada usia tua dengan trauma energi rendah seringnya disertai dengan fraktur lain yang disebabkan oleh osteoporosis, seperti fraktur distal radius atau proximal humerus. Pada usia muda yang dikarenakan trauma energi tinggi disertai dengan cedera kepala, leher, dada dan abdomen.<sup>8</sup>

#### **2.1.6 PATOFISIOLOGI FRAKTUR**

Fraktur pada tulang biasanya disebabkan oleh trauma gangguan adanya gaya dalam tubuh, yaitu stress, gangguan fisik, gangguan metabolik patologik. Kemampuan otot mendukung tulang turun, baik yang terbuka ataupun tertutup. Kerusakan pembuluh darah akan mengakibatkan pendarahan, maka volume darah menurun. COP menurun maka terjadi perubahan perfusi jaringan. Hematoma akan mengeksudasi plasma dan proliferasi menjadi edem lokal maka penumpukan di dalam tubuh. Fraktur terbuka atau tertutup akan mengenai serabut saraf yang dapat menimbulkan gangguan rasa nyaman

nyeri. Selain itu, dapat mengenai tulang dan terjadi neurovascular neurovaskuler yang menimbulkan nyeri gerak sehingga mobilitas fisik terganggu. Disamping itu, fraktur terbuka dapat mengenai jaringan lunak yang kemungkinan dapat terjadi infeksi terkontaminasi dengan udara luar dan kerusakan jaringan lunak dapat mengakibatkan kerusakan integritas kulit (Andra & Yessie, 2013).

Sewaktu tulang patah, perdarahan biasanya terjadi di sekitar tempat patah dan kedalam jaringan lunak sekitar tulang tersebut. Jaringan lunak juga biasanya mengalami kerusakan. Reaksi peradangan biasanya timbul hebat setelah fraktur. Sel-sel darah putih dan sel mast berakumulasi sehingga menyebabkan peningkatan aliran darah ke tempat tersebut. Fagositosis dan pembersihan sisa-sisa sel mati dimulai. Di tempat patahan terbentuk fibrin (hematoma fraktur) yang berfungsi sebagai jala-jala untuk melakukan aktivitas osteoblast terangsang dan terbentuk tulang baru imatur yang disebut *callus*. Bekuan fibrin direabsorpsi dan sel-sel tulang baru mengalami remodeling untuk membentuk tulang sejati (Andra & Yessie, 2013).

Jejas yang ditimbulkan karena adanya fraktur menyebabkan rupturnya pembuluh darah sekitar, yang akan menyebabkan perdarahan. Respon dini terhadap kehilangan darah adalah kompensasi tubuh, sebagai contoh vasokonstriksi progresif dari kulit, otot dan sirkulasi viseral. Karena ada cedera, respon terhadap berkurangnya volume darah yang akut adalah peningkatan detak jantung, pelepasan katekolamin endogen, yang akan meningkatkan tahanan pembuluh perifer. Hal ini akan meningkatkan pembuluh darah diastolik dan mengurangi tekanan nadi (*pulse pressure*), tetapi hanya sedikit membantu peningkatan perfusi organ. Hormon lain yang bersifat vasoaktif juga dilepaskan ke dalam sirkulasi saat terjadi syok, yaitu histamine, bradikinin beta-endorphin, dan sejumlah besar prostanoide dan sitokin. Pada syok perdarahan yang masih dini, mekanisme kompensasi sedikit mengatur pengembalian darah (*venous return*) dengan cara kontraksi volume darah didalam system vena sistemik. Bila syoknya berkepanjangan dan penyampaian substrat untuk pembentukan ATP (adenosin triphospat) tidak memadai, maka terjadi pembengkakan retikulum endoplasma dan diikuti cedera mitokondrial, lisosom pecah dan melepas enzim yang mencernakan struktur intra-seluler. Bila proses ini berjalan terus, terjadilah pembengkakan sel dan terjadi penumpukan kalsium intra-seluler, hingga penambahan edema jaringan dan kematian sel (Andra & Yessie, 2013).

Ketika tulang rusak, periosteum dan pembuluh darah di korteks, sumsum, dan jaringan lunak sekitarnya terganggu. Pendarahan terjadi dari ujung tulang yang rusak dan dari jaringan lunak sekitarnya. Bekuan (hematoma) terbentuk di dalam saluran meduler,

di antara ujung tulang yang retak, dan di bawah periosteum. Tulang jaringan berbatasan langsung dengan patah tulang mati. Jaringan nekrotik ini bersama dengan puing-puing di daerah fraktur menstimulasi respon inflamasi intens yang ditandai oleh vasodilasi, eksudasi plasma dan leukosit, dan infiltrasi oleh leukosit inflamasi dan sel mast. Dalam 48 jam setelah cedera, jaringan vaskular menyerang daerah fraktur dari jaringan lunak di sekitarnya dan rongga sumsum, dan aliran darah ke seluruh tulang meningkat. Sel-sel pembentuk tulang di periosteum, endosteum, dan sumsum diaktifkan untuk menghasilkan prosallus subperiosteal di sepanjang permukaan luar batang dan di atas ujung tulang yang patah. Osteoblas dalam *procallus* mensintesis kolagen dan matriks, yang menjadi termineralisasi untuk membentuk kalus (Guyton & Hall, 2006).

Fraktur tulang dengan cara tertentu secara maksimal mengaktifkan semua osteoblas periosteal dan intraosseous yang terlibat dalam patahan dan juga sebagian besar osteoblas baru, terbentuk dari sel osteoprogenitor, yang merupakan sel-sel induk tulang di tulang jaringan lapisan permukaan, yang disebut "membran tulang." Oleh karena itu, dalam waktu singkat, tonjolan besar jaringan osteoblastik dan organik baru matriks tulang, diikuti segera oleh pengendapan garam kalsium, berkembang di antara dua ujung tulang yang patah. Ini disebut kalus / *callus*. Banyak ahli bedah tulang menggunakan fenomena tegangan tulang untuk mempercepat laju penyembuhan fraktur. Ini dilakukan dengan menggunakan alat fiksasi mekanik khusus untuk memegang ujung tulang yang patah bersama sehingga pasien dapat terus menggunakan tulang dengan segera. Hal ini menyebabkan stres pada ujung tulang yang patah, yang mempercepat aktivitas osteoblastik saat terjadi patahan dan sering mempersingkat masa pemulihan (Guyton & Hall, 2006).

Menurut *Rockwood and Green's Fractures in Adults* (2015), Cedera terbuka dapat merusak satu atau lebih kompartemen ekstremitas, tetapi pembengkakan parah dapat mengakibatkan sindrom kompartemen kompartemen utuh lainnya dari ekstremitas yang sama. Harus diingat bahwa kehadiran luka terbuka tidak menghalangi terjadinya sindrom kompartemen di ekstremitas yang terluka. Cedera terbuka bukan hanya kombinasi sederhana dari fraktur dan luka. Faktor tambahan seperti kontaminasi dengan kotoran dan puing-puing dan devitalisasi jaringan lunak meningkatkan risiko infeksi dan komplikasi lainnya.

Insufisiensi pembuluh darah atau penekanan serabut saraf yang berkaitan dengan pembengkakan yang tidak ditangani dapat menurunkan asupan darah ekstremitas dan mengakibatkan kerusakan saraf perifer. Bila tidak terkontrol, pembengkakan dapat mengakibatkan peningkatan tekanan jaringan, oklusi darah total dapat berakibat anoksia jaringan yang mengakibatkan rusaknya serabut saraf maupun jaringan otot. Komplikasi ini dinamakan sindrom kompartemen (Brunner & Suddarth, 2010).

### **2.1.7 MANIFESTASI KLINIS FRAKTUR**

Manifestasi klinis fraktur menurut Brunner & Suddarth (2013) adalah nyeri, hilangnya fungsi, deformitas, pemendekan ekstremitas, krepitus, edema lokal, serta perubahan warna. Namun, tidak semua gejala ini ada pada setiap fraktur dan kebanyakan justru tidak terdapat pada fraktur linear (fisur) atau fraktur impaksi (permukaan patahan saling terdesak satu sama lain). Berikut adalah gejala fraktur yaitu :

- a. Nyeri terus menerus dan bertambah berat sampai fragmen tulang dimobilisasi. Spasme otot yang menyertai fraktur merupakan bentuk bidai alamiah yang dirancang untuk meminimalkan gerakan antar fragmen tulang.
- b. Bagian-bagian tidak dapat digunakan dan cenderung bergerak secara alamiah (gerakan luar biasa) setelah terjadinya fraktur. Pergeseran fragmen pada fraktur lengan dan tungkai menyebabkan deformitas (terlihat maupun teraba) ekstremitas yang bisa diketahui dengan membandingkan dengan ekstremitas normal. Ekstremitas tidak dapat berfungsi dengan baik karena fungsi normal otot tergantung pada integritasnya tulang tempat melekatnya otot.
- c. Pada fraktur panjang, terjadi pemendekan tulang yang sebenarnya karena kontraksi otot yang melekat di atas dan bawah tempat fraktur. Fragmen sering saling melengkapi satu sama lainnya sampai 2,5 – 5cm (1—2 inci).
- d. Saat ekstremitas diperiksa dengan tangan, teraba adanya derik tulang yang dinamakan krepitus yang teraba karena adanya gesekan antar fragmen satu dengan yang lainnya. Uji krepitus dapat mengakibatkan kerusakan jaringan lunak yang lebih berat.
- e. Edema dan perubahan warna lokal pada kulit terjadi akibat trauma dan perdarahan yang menyertai fraktur. Edema dan perubahan warna biasanya terjadi setelah beberapa jam atau hari setelah cedera terjadi.

### 2.1.8 TATALAKSANA FRAKTUR TERBUKA

Semua fraktur terbuka, meskipun kelihatannya sepele, harus tetap diasumsikan telah terkontaminasi; penting untuk mencegah terjadinya infeksi. Keempat hal penting dalam penatalaksanaan pada *open fracture* adalah: 1) Pemberian antibiotik profilaksis, luka harus ditutup sampai pasien mencapai ruang operasi. Antibiotik profilaksis pada fraktur terbuka merupakan tambahan untuk debridemen luka yang teliti dan seharusnya tidak diharapkan untuk mengatasi kegagalan dalam teknik aseptik atau debridemen. Antibiotik profilaksis diberikan untuk pencegahan terhadap mayoritas bakteri Gram-positif dan Gram-negatif yang mungkin telah memasuki luka pada saat cedera. 2) Luka mendesak dan debridemen fraktur, operasi ini bertujuan untuk membersihkan luka dari bahan asing dan jaringan mati (misalnya, fragmen tulang avaskular), meninggalkan bidang bedah bersih dan jaringan dengan suplai darah yang baik. 3) Penutupan luka definitif awal, luka kecil yang tidak terkontaminasi pada fraktur tipe I atau II dapat dijahit (setelah debridemen) 4) Stabilisasi fraktur/ imobilisasi, menstabilkan fraktur penting dalam mengurangi kemungkinan infeksi dan membantu pemulihan jaringan lunak. Metode fiksasi yang dipilih tergantung pada tingkat kontaminasi, waktu dari cedera untuk operasi dan jumlah kerusakan jaringan lunak. Metode fiksasi eksterna meliputi pembalutan, gips, bidai, traksi kontin, pin, dan teknik gips sedangkan implant logam digunakan untuk fiksasi interna. Jika tidak ada kontaminasi atau diyakini tidak ada infeksi dan luka jaringan lunak telah membaik, serta penutup luka definitif dapat dicapai pada saat debridemen, dilakukan fiksasi internal. Namun, jika penutup luka tertunda, fiksasi eksternal dapat digunakan sebagai tindakan sementara; Namun, harus berhati-hati untuk memasukkan pin fiksator dari flaps yang diperlukan oleh ahli bedah plastik dan membiarkan kedua logam dan tulang terpapar sampai penutup definitif beberapa hari kemudian. Untuk itu, fiksasi eksternal dapat ditukar untuk fiksasi internal pada saat penutup luka definitif selama: (a) penundaan untuk menutup luka kurang dari 7 hari; (b) kontaminasi luka tidak terlihat; dan (c) fiksasi internal dapat mengontrol fraktur serta fiksator eksternal. Pendekatan ini kurang berisiko daripada memperkenalkan fiksasi internal pada saat operasi awal dan meninggalkan kedua logam dan tulang yang terkena sampai penutup definitif beberapa hari kemudian. Oleh sebab itu, disimpulkan bahwa



fiksasi dengan fiksator eksterna lebih baik daripada fiksasi interna. Selain itu, hal yang juga harus diperhatikan adalah dilakukan perawatan lebih lanjut dan rehabilitasi (Apley & Solomon, 2018).

Penatalaksanaan fraktur terbuka derajat III meliputi tindakan *life saving* dan *life limb* dengan resusitasi sesuai dengan indikasi, pembersihan luka dengan irigasi, eksisi jaringan mati dan debridemen, pemberian antibiotik (sebelum, selama, dan sesudah operasi), penutupan luka, stabilisasi fraktur dan fisioterapi.

Prinsip penanganan fraktur terbuka derajat III secara umum adalah :

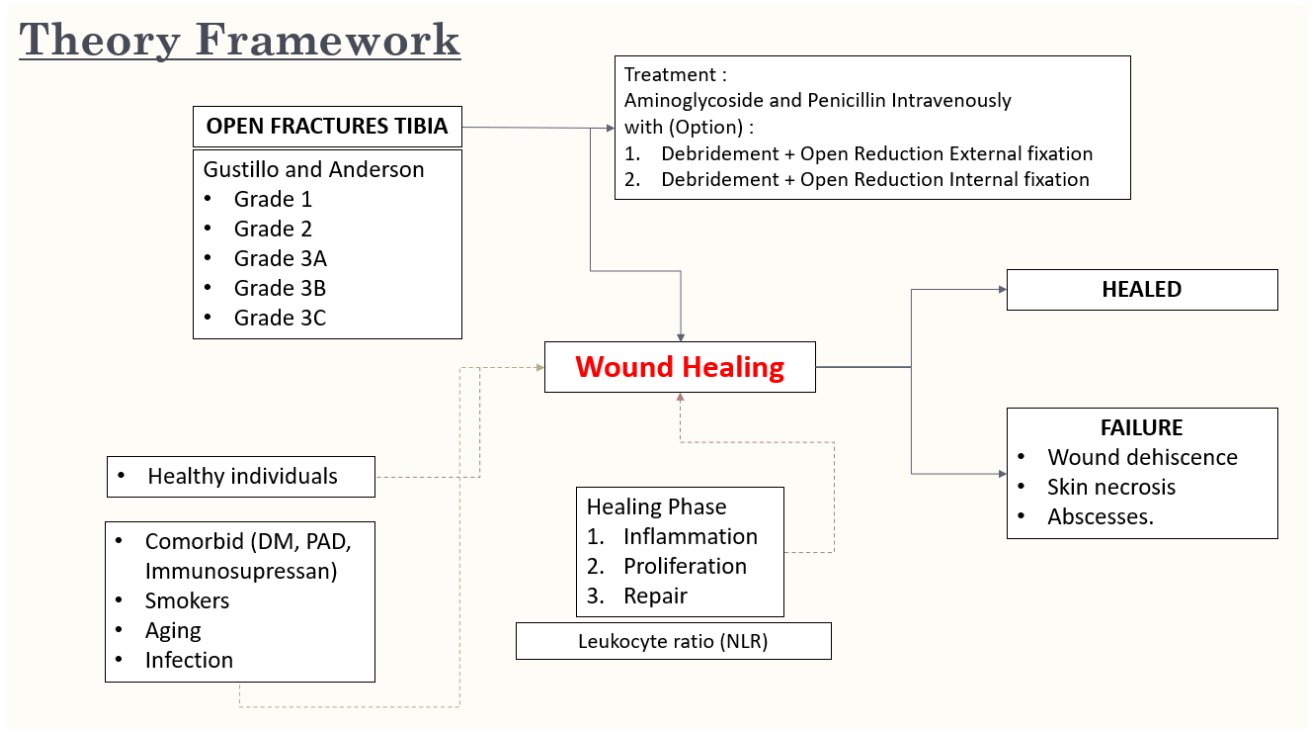
- 2.1.3.1.1 Pertolongan pertama, untuk mengurangi / menghilangkan nyeri dan mencegah gerakan fragmen yang dapat merusak jaringan sekitarnya. Stabilisasi fraktur bisa menggunakan splint atau bandage yang mudah dikerjakan dan efektif. Luka ditutup dengan material yang bersih dan steril.
- 2.1.3.1.2 Resusitasi, yaitu penatalaksanaan sesuai ATLS (*Advance Trauma Life Support*) dengan memberikan penanganan sesuai prioritas (resusitasi), bersamaan dengan dikerjakan penanganan fraktur terbuka agar terhindar dari komplikasi. Tindakan resusitasi dilakukan apabila ditemukan tanda syok hipovolemik (kehilangan banyak darah pada pasien fraktur terbuka grade III), gangguan nafas atau denyut jantung. Penderita diberikan resusitasi cairan Ringer Laktat atau transfuse darah dan pemberian analgetik selama tidak ada kontraindikasi.
- 2.1.3.1.3 Penilaian awal, merupakan dasar dalam observasi dan penanganan awal, termasuk memeriksa adanya trauma pada daerah atau organ lain dan komplikasi akibat fraktur itu sendiri.
- 2.1.3.1.4 Terapi antibiotik, pemberian antibiotik sebaiknya diberikan segera mungkin setelah terjadinya trauma. Antibiotik yang berspektrum luas, yaitu sefalosporin generasi 1 (cefazolin (1x1-2g)) dan dikombinasikan dengan aminoglikosid (gentamisin (3 x 1-2mg/kgBB)) selama 5 hari. Selanjutnya, perawatan luka dilakukan setiap hari dengan memperhatikan sterilitas.
- 2.1.3.1.5 Terapi anti tetanus serum (ATS), pemberian anti tetanus diindikasikan pada fraktur cruris atau humerus terbuka derajat III berhubungan dengan kondisi luka yang dalam, luka yang terkontaminasi, luka dengan kerusakan jaringan yang luas serta luka dengan kecurigaan sepsis.

- 2.1.3.1.6 Debridement, yaitu operasi yang bertujuan untuk membersihkan luka dari benda asing dan jaringan mati, memberikan persediaan darah yang baik diseluruh bagian itu.
- 2.1.3.1.7 Penanganan jaringan lunak, apabila terjadi kehilangan jaringan lunak yang luas maka dapat dilakukan *soft tissue transplantation* atau falap pada tindakan berikutnya, sedangkan tulang yang hilang dapat dilakukan *bone grafting* setelah pengobatan infeksi berhasil baik.
- 2.1.3.1.8 Penutupan luka, pada luka kecil dan tidak banyak kontaminasi setelah dilakukan debridement dan irigasi dapat langsung dilakukan penutupan secara primer tanpa tegangan. Sementara, pada luka yang luas dengan kontaminasi berat sebaiknya dirawat secara terbuka, luka dibalut kassa steril dan dilakukan evaluasi setiap hari.
- 2.1.3.1.9 Stabilitas fraktur, dalam melakukan stabilitas fraktur awal penggunaan gips dianjurkan sampai dicapai penanganan luka yang adekuat, baru bisa dilanjutkan dengan pemasangan gips sirkuler, atau diganti fiksasi internal dengan *plate and screw*, atau fiksasi eksternal sebagai terapi stabilisasi definitif. Pemasangan fiksasi internal dapat dipasang setelah luka jaringan lunak baik dan diyakini tidak ada infeksi lagi, sedangkan pemasangan fiksasi eksternal pada fraktur terbuka derajat III adalah salah satu pilihan untuk memfiksasi fragmen-fragmen fraktur tersebut guna mempermudah perawatan luka harian. (Nixson, 2018)

Saran : Maks 3000 kata sehingga sebaiknya yg dihighlight ditinjau lagi mana bagian yang perlu dimasukkan

## 2.2 KERANGKA PEMIKIRAN

### 2.2.1 Kerangka Teori



## 2.3 HIPOTESIS

**H<sub>1</sub> :**

NLR memiliki peran penting sebagai prediktor kesembuhan luka pada kasus patah tulang terbuka tibia derajat IIIA

**H<sub>0</sub> :**

NLR tidak dapat menjadi prediktor kesembuhan luka pada kasus patah tulang terbuka tibia derajat IIIA

## 2.4 TUJUAN STUDI

Untuk mengembangkan sistem penilaian sederhana yang memprediksi probabilitas proses penyembuhan luka dari pasien patah tulang terbuka tibia derajat IIIA. Serta untuk membuktikan bahwa sistem penilaian sederhana dapat diandalkan untuk diterapkan pada pasien RS Wahidin Sudirohusodo.

## 2.5 TEORI PEMETAAN

