

# LIMB LENGTHENING: METODE ILIZAROV DAN WAGNER

Safrizal Rahman

**Abstrak.** *Limb lengthening* adalah teknik pemanjangan tulang melalui metode pembedahan khusus yang memiliki prinsip bahwa tulang dan jaringan lunak dapat melakukan regenerasi jika diberikan tekanan (tarikan) secara simultan. *Law of tension stress* merupakan dasar dari proses limb lengthening, yang mana jika jaringan tubuh yang berfungsi normal dan mempunyai sistem perdarahan yang baik, apabila diberikan tarikan (tegangan) maka jaringan tersebut akan mengalami proses neohistogenesis, yang mana pada tulang yang diberi distraksi disebut osteogenesis. Terdapat beberapa penyebab terjadinya pemendekan ekstremitas yaitu berupa kelainan kongenital, trauma, infeksi, kelainan neurologis dan iatrogenik. Prosedur limb lengthening terbagi kedalam 3 fase utama yaitu fase laten, fase distraksi, dan fase konsolidasi. Metode *Ilizarov* dan *Wagner* merupakan metode limb lengthening yang menggunakan eksternal fiksasi. Perbedaan kedua jenis metode tersebut adalah dari jenis aparatur yang digunakan untuk melakukan distraksi, yang mana pada metode *Ilizarov* menggunakan cincin sirkular yang mengelilingi anggota gerak (multiaksial) sedangkan metode *Wagner* menggunakan distraksi pada satu sisi ekstremitas (uniaksial). Penambahan panjang perhari metode *Ilizarov* adalah 1 mm dan metode *Wagner* 1,5 mm. Dalam penerapannya, metode *Ilizarov* lebih sulit dipasang namun memiliki insidensi komplikasi mayor yang lebih rendah dibandingkan metode *Wagner*.  
(JKS 2016; 1: 26-33)

**Kata Kunci:** *Limb lengthening, ilizarov, wagner*

**Abstract.** *Limb lengthening is a technique of lengthening the bone through a special surgical method which has a principle that bone and soft tissue can regenerate if given the pressure (tension) simultaneously. Law of tension stress is the basis of the process of limb lengthening, which if tissues have normal function and good vascularisation given the distraction, the tissue will undergo a neohistogenesis process, in which the bone by distraction called osteogenesis. There are several causes of shortening of extremity in the form of congenital abnormalities, trauma, infection, neurological disorders and iatrogenic. Limb lengthening procedures are divided into three main phases, namely the latent phase, distraction phase, and consolidation phase. Wagner and Ilizarov method is a method of limb lengthening which use external fixation. Differences in the two types of methods are of the type of apparatus used to perform distraction, which the Ilizarov method using a circular ring surrounding a limb (multi-axial) while Wagner method using distraction on one side of the limb (uni-axial). The elongated of Ilizarov method is 1 mm per day and 1.5 mm per day for Wagner method. In applicability, Ilizarov method is more difficult to perform but by use this method, the incidence of major complications is lower than Wagner method.*  
(JKS 2016; 1: 26-33)

**Key words:** *Limb lengthening, ilizarov, wagner*

## Pendahuluan

Anggota gerak bawah yang tidak rata atau tidak sama panjang dapat disebabkan oleh banyak hal, seperti kelainan bawaan (kongenital), malunion fraktur, cedera epifisis dan fisis, infeksi dan paralisis. Keadaan tersebut akan menyebabkan

proses berjalan menjadi efisien yang pada akhirnya akan meningkatkan penggunaan energi saat berjalan. Anggota gerak yang tidak sama panjang akan menyebabkan nyeri pinggang dan pada sendi panggul anggota gerak bawah yang lebih panjang akan cenderung mengalami osteoarthritis.<sup>(1)</sup>

Ketidaksamaan panjang anggota gerak bawah lebih dari 2,5 cm perlu di tatalaksana operatif pada salah satu kaki

---

Safrizal Rahman adalah Dosen Bagian Ilmu Bedah Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala/RSUD dr. Zainoel Abidin Banda Aceh

yang lebih pendek atau yang lebih panjang. Terdapat empat cara untuk melakukan koreksi pada anggota gerak bawah yang tidak sama panjang berupa pemendekkan kaki yang panjang, memperlambat pertumbuhan kaki yang panjang, memperpanjang kaki yang pendek dan mempercepat pertumbuhan kaki yang pendek.<sup>(1)</sup>

Pemanjangan ekstremitas (*limb lengthening*) pada ekstremitas yang pendek sudah lama menjadi perhatian besar ahli bedah ortopedi sejak abad ke 19. Pembedahan pemanjangan tulang pertama sekali ditemukan oleh Codvilia pada tahun 1905. Selanjutnya teknik pemanjangan ekstremitas yang dikemukakan oleh Anderson dan Wagner banyak digunakan sejak tahun 1940 hingga 1960. Pada tahun 1970, Gavriil Ilizarov menyempurnakan teknik yang dikemukakan sebelumnya dengan menggunakan eksternal fiksasi sederhana yang dimodifikasi menggunakan *wire* dan *bracket*. Prinsip utama teknik Ilizarov adalah berupa tindakan re-fracture pada tulang yang mana akan memberikan jarak pada kedua ujung tulang, ruang jarak antar kedua tulang tersebut nantinya akan ditumbuhi oleh jaringan tulang yang baru.<sup>(2)</sup>

### Definisi

*Limb lengthening* adalah teknik pemanjangan tulang melalui metode pembedahan khusus yang memiliki prinsip bahwa tulang dan jaringan lunak dapat melakukan regenerasi jika diberikan tekanan (tarikan) secara simultan.<sup>(3)</sup>

### Distraksi Osteogenesis dan Histogenesis

*Law of tension stress* merupakan hukum yang dikemukakan oleh Ilizarov yang mana merupakan pengembangan hukum biologis pada jaringan tubuh. Bunyi hukum tersebut adalah jika jaringan tubuh yang berfungsi normal dan mempunyai sistem perdarahan yang baik, apabila diberikan tarikan (tegangan) maka jaringan tersebut akan mengalami proses neohistogenesis,

yang mana pada tulang yang diberi distraksi disebut osteogenesis.<sup>(3)</sup>

Proses osteogenesis dimulai dari fase inflamasi sebagai akibat dilakukannya osteotomi pada metafisis tulang. Pada fase ini, akan terjadi migrasi leukosit, makrofag, sel *mast*, dan fibroblas pada daerah osteotomi, migrasi ini merupakan proses awal terbentuknya trabekula pada tepi tulang yang dipisahkan tersebut. Pada lokasi *interzone* tersebut, akan terbentuk kolagen dan deposit mineral yang nantinya akan berdiferensiasi menjadi osteoblas yang pada akhirnya akan terbentuk osteoid yang baru. Proses terbentuknya trabekula akan terbentuk terus secara simultan hingga distraksi pada *interzone* tersebut dihentikan.<sup>(3,4)</sup>

Selain terjadinya osteogenesis, keadaan distraksi juga akan menyebabkan perubahan pada jaringan lunak yang disebut histogenesis. Histogenesis ini meliputi perubahan pada otot, pembuluh darah, dan persarafan. Otot yang diberikan distraksi akan mengalami reorganisasi kalagen yang akan menimbulkan terbentuknya fibroblas pada otot tersebut.<sup>(3,5)</sup>

### Etiologi Pemendekan Ekstremitas (*Limb Shortening*)

Perkiraan insidensi pemendekan ekstremitas terjadi pada 10% dari seluruh populasi manusia yang mana panjang kedua ekstremitas berbeda sekitar 1 cm atau 0,5 inci. Kelainan kongenital seperti *Radial Hemimelia*, *Ulnar Hemimelia*, *Congenital Short Femur (Proximal Focal Femoral Deficiency)*, *Fibular Hemimelia*, *Tibial Hemimelia* merupakan penyebab tersering pemendekan ekstremitas. Kelainan kongenital tersebut dapat menyebabkan pemendekan ekstremitas 15 hingga 20 cm.<sup>(6)</sup>

*Malunion fracture* pada kecelakaan lalu lintas dan trauma lainnya juga merupakan penyebab terjadinya pemendekan

ekstremitas. Pemendekan ringan biasanya terjadi pada kasus *Tibial malunion fracture* yang ditatalaksana dengan *plaster casting* dan *functional cast bracing*. Keadaan infeksi akan memperberat pemendekan tulang pasca fraktur. Osteomyelitis yang sering terjadi pada daerah metafisis tulang panjang akan menginvasi fisis dan lempeng pertumbuhan (*growth plate*) sehingga akan menyebabkan pemendekan 20 hingga 25 cm serta menyebabkan rotasi dan angulasi 90° hingga 180°.<sup>(6)</sup>

Kelainan neurologi seperti cerebral palsy juga dapat menyebabkan pemendekan ekstremitas 3 hingga 4 cm. Selain itu, eksisi tumor pada tulang dapat menimbulkan celah antara kedua tulang yang akan menyebabkan pemendekan ekstremitas 3 hingga 10 cm.<sup>(6)</sup>

### **Fase Limb Lengthening**

Proses *limb lengthening* terbagi menjadi tiga fase, diantaranya:<sup>(3, 5)</sup>

#### **1. Fase laten**

Fase ini berlangsung selama lima hingga sepuluh hari pasca dilakukan osteotomi, lamanya fase ini tergantung pada jenis osteotomi yang dilakukan. Fase laten merupakan fase awal tulang untuk mengalami penyembuhan fraktur.

#### **2. Fase Distraksi**

Fase ini merupakan fase inti *limb lengthening* karena pada fase inilah pemanjangan tulang terjadi. Pada fase ini, pemanjangan anggota gerak akan bervariasi tergantung pada jenis metode limb lengthening yang digunakan. Dengan menggunakan metode *Ilizarov*, anggota gerak akan bertambah panjang 1 mm per hari sedangkan jika menggunakan metode *Wagner* akan bertambah panjang 1,5 mm per hari.

#### **3. Fase Konsolidasi**

Fase ini merupakan fase pengerasan tulang yang baru terbentuk serta merupakan saat dimana alat limb lengthening dilepas.

Penilaian fase konsolidasi dapat dinilai dengan pemeriksaan *X-Ray* yang mana akan menunjukkan gambaran radioopak pada daerah osteotomi.

### **Metode Ilizarov**

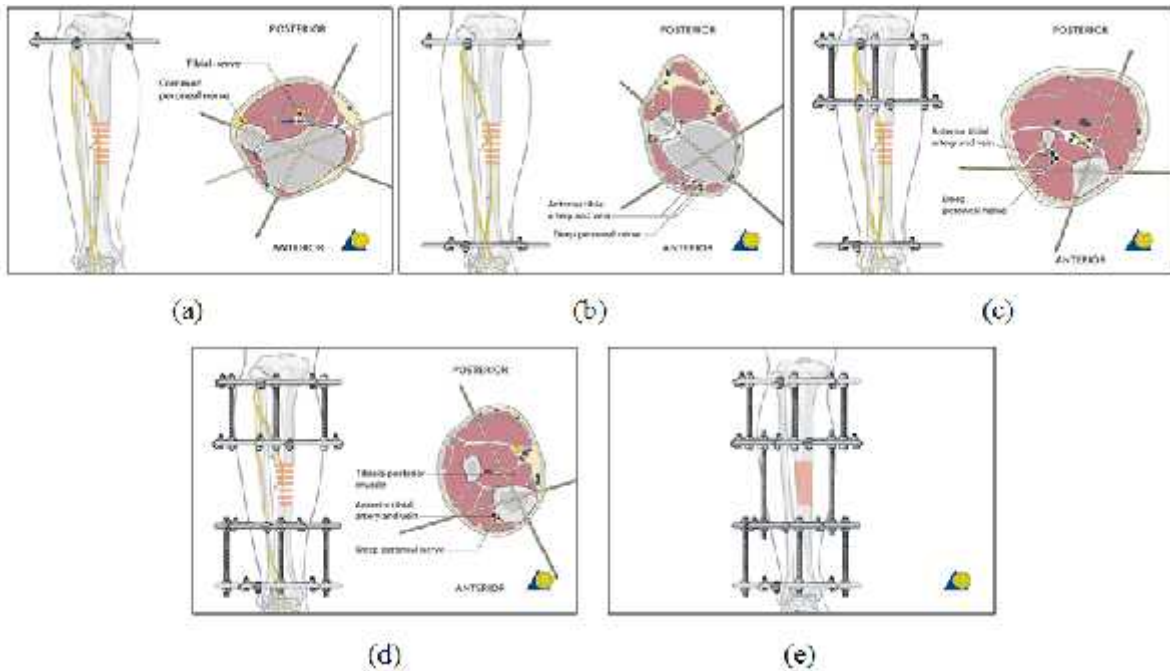
Metode *Ilizarov* merupakan metode *limb lengthening* menggunakan eksternal fiksasi aparatur *Ilizarov* yang diletakkan pada tulang dan jaringan lunak sekitarnya setelah dilakukan pemisahan tulang. Aparatur *Ilizarov* adalah satu set eksternal fiksator yang terdiri dari cincin (*rings*), batang (*rods*), dan *kirschner wire* yang semuanya terbuat dari bahan *stainless steel*. Bentuk seperti lingkaran dan penggunaan *wire* akan mempercepat proses penumpuan berat badan dibandingkan dengan menggunakan eksternal fiksasi monolateral. Cincin atas eksternal fiksasi *Ilizarov* memungkinkan perpindahan kekuatan dari tulang yang sehat ke tulang yang sehat melewati bagian fraktur.<sup>(5)</sup>

Penggunaan aparatur *Ilizarov* bertujuan untuk merangsang pertumbuhan tulang dengan prinsip distraksi osteogenesis yang mana dengan menarik tulang secara terpisah akan merangsang pertumbuhan tulang yang baru. Prinsip distraksi osteogenesis merupakan suatu metode untuk regenerasi defisiensi tulang pada berbagai kondisi seperti untuk koreksi panjang, lebar, atau kesejajaran ekstremitas. Selain itu juga dapat digunakan pada tatalaksana non-union dan meregenerasi kehilangan tulang akibat infeksi.<sup>(5)</sup>

Tahapan awal *limb lengthening* menggunakan metode *Ilizarov* adalah melakukan pemisahan tulang, kemudian dilakukan tarikan (distraksi) secara bertahap yang akan merangsang pertumbuhan tulang baru. Proses distraksi pada awalnya akan meningkatkan vaskularisasi baru yang memiliki peranan penting untuk merangsang pembentukan tulang baru yang mana bersamaan dengan hal tersebut akan terjadi proses histogenesis pada otot,

saraf, dan kulit. Peningkatan aliran darah secara lokal pada proses *limb lengthening*

tidak berbeda jauh dengan proses penyembuhan fraktur secara normal.<sup>(5)</sup>

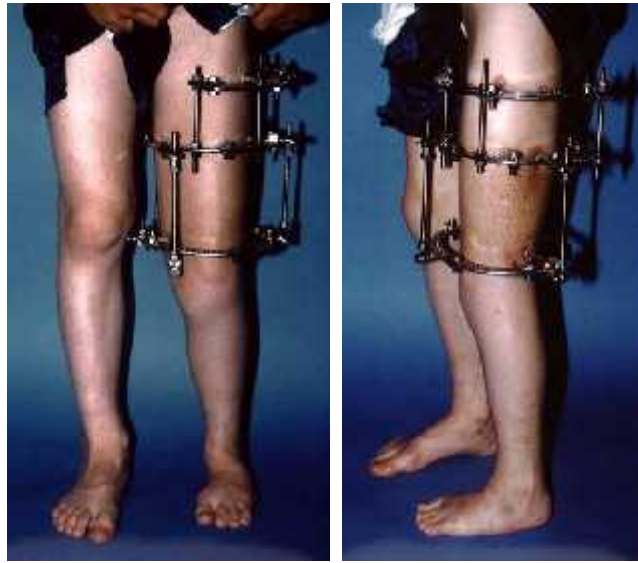


Gambar 1. Pemasangan aparatur *Ilizarov* pada tulang tibia (a) pemasangan *proximal ring* (b) pemasangan *distal ring* (c) pemasangan *intermediate ring* pertama (d) pemasangan *intermediate ring* kedua (e) menghubungkan kedua *intermediate ring*<sup>(7)</sup>

Pemasangan eksternal fiksasi *Ilizarov* dilakukan secara operatif. *Wire* dipasang secara perkutan hingga ke tulang menggunakan bor. Ujung *wire* yang menonjol akan dilekatkan pada cincin logam yang mengelilingi ekstremitas dan dikencangkan untuk meningkatkan stabilitas.<sup>(4)</sup>

terjadi proses pengerasan pada tulang baru (fase konsolidasi). Fase konsolidasi biasanya berlangsung hingga 1 bulan per 1 cm tulang yang baru terbentuk. Setelah fase tersebut, eksternal fiksasi dapat dilepas dengan anestesi umum.<sup>(4)</sup>

Pemisahan tulang pada metode *Ilizarov* menggunakan prosedur *corticotomy*. *Corticotomy* merupakan prosedur pemotongan korteks tulang yang meninggalkan bagian periosteum dan endosteum yang mana dengan melakukan prosedur ini, suplai darah pada daerah tersebut akan tetap terjaga. Prosedur ini merupakan komponen penting untuk proses osteogenesis. Setelah 5 hingga 10 hari, distraksi dapat dimulai dengan cara memutar baut pada batang eksternal fiksasi 0,25 mm, sebanyak 4 kali dalam sehari dengan total 1 mm per hari. Osteogenesis akan berlangsung selama distraksi tetap dilanjutkan. Saat distraksi dihentikan, akan



Gambar 2. *Limb lengthening* metode *Ilizarov*<sup>(8)</sup>

### **Metode Wagner**

Metode *Diaphyseal Lengthening Osteotomy With Continuous Distraction* atau yang lebih dikenal dengan metode *Wagner* merupakan salah satu metode *limb lengthening* uniaksial yang sering digunakan selain metode *Ilizarov*. Prinsip metode ini adalah dengan melakukan *osteotomy* secara transversal pada tengah (diaphisis) tulang panjang yang diikuti oleh distraksi berkelanjutan secara perlahan dengan aparatur *Wagner* yaitu dengan menggunakan *schanz screw* pada metafisis proksimal dan distal. Jenis distraksi dan fiksasi yang digunakan pada metode ini cukup stabil sehingga tidak memerlukan eksternal fiksasi tambahan. Proses pemanjangan anggota gerak pada metode *Wagner* dapat dilakukan oleh pasien sendiri dengan cara memutar sekrup gerigi yang terhubung ke roda gigi pada bar persegi aparatur, sehingga meningkatkan jarak yang stabil antara kedua fragmen tulang. Sekrup diputar 1,5 mm per hari atau 1 cm per minggu.<sup>(8)</sup>

Tahapan awal dalam melakukan *limb lengthening* pada tulang femur

menggunakan metode *Wagner* adalah menempatkan pasien dalam posisi pronasi. Selanjutnya dimasukkan *schanz screw* sejajar dengan sendi lutut secara perkutaneus, satu pasang pada bagian distal dan satu pasang lagi pada bagian proximal metafisis. Kemudian melalui pendekatan secara postero-lateral terhadap diafisis femur, dilakukan insisi pada daerah lateral lebih kurang 5 hingga 7 cm dari garis tengah paha. Setelah dilakukan insisi, dilakukan diseksi secara tumpul untuk memisahkan antara *musculus vastus lateralis* dan *musculus biceps femoris*. Setelah bagian periosteum tulang femur terlihat, dilakukan *osteotomy* secara transversal pada titik tengah kedua pasang *schanz screw* yang telah dipasang sebelumnya pada bagian distal dan proksimal.<sup>(8)</sup>

Tahap selanjutnya setelah luka bekas *osteotomy* ditutup dengan kasa steril adalah menghubungkan aparatur *Wagner* pada *schanz screw* yang diberi jarak 5 hingga 6 mm untuk menghindari nyeri akibat gesekan fragmen tulang. Proses pemanjangan pos operatif akan diatur sendiri oleh pasien. Setelah panjang yang diinginkan

tercapai, dilakukan *X-Ray* untuk menilai pembentukan kalus pada tempat pemanjangan tulang. Selanjutnya jika kalus sudah terbentuk dengan baik, dilakukan

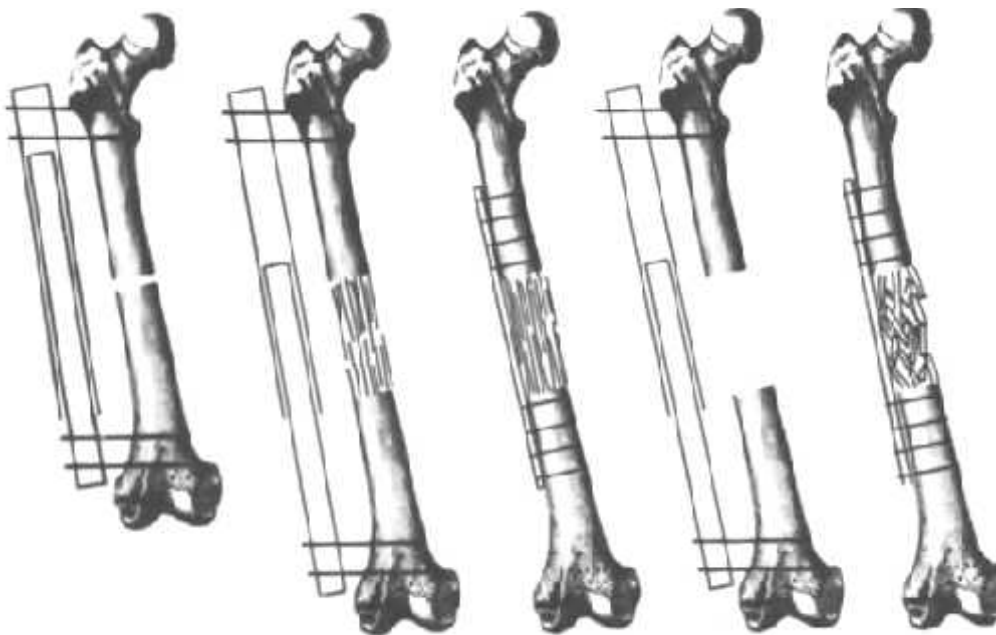
pemasangan internal fiksasi melalui luka operasi sebelumnya.



Gambar 3. *Limb lengthening* metode Wagner<sup>(8)</sup>

Jika kalus pada tempat pemanjangan tidak terbentuk dengan baik, sebelum dilakukan internal fiksasi perlu dilakukan *bone graft* tulang kanselus yang diperoleh dari krista

iliaka posterior dan diletakkan pada tempat yang pertumbuhan kalusnya tidak cukup. Pelepasan aparatur Wagner dan *schanz screw* dilakukan setelah luka ditutup.<sup>(8)</sup>



Gambar 4. *Femoral limb lengthening* metode Wagner (a) Dilakukan osteotomi dan distraksi dengan aparatur wagner (b) Distraksi dilakukan hingga panjang yang diinginkan

tercapai (c) penghentian distraksi dan pelepasan aparatur saat kalus sudah terbentuk dengan baik serta memasang internal fiksasi (d) Kalus tidak terbentuk dengan baik (e) Dilakukan *autologous bone graft* untuk mengisi kekurangan kalus, aparatur dilepas serta dipasang internal fiksasi.<sup>(8)</sup>

### Perbandingan Metode *Ilizarov* dan *Wagner*

Kedua metode *limb lengthening* yaitu metode *Ilizarov* (Multiaksial) dan metode *Wagner* (Uniaksial) sejak lama telah terbukti dapat digunakan untuk koreksi anggota gerak yang tidak sama panjang. Dengan menggunakan metode *Ilizarov*, proses pemanjangan per hari adalah 1 mm yang mana dapat mencapai 7 mm per minggu, sedangkan proses pemanjangan dengan metode *Wagner* adalah 1,5 mm yang mana dalam 1 minggu dapat mencapai 10 mm atau 1 cm. Berdasarkan nilai tersebut, metode *Wagner* lebih unggul jika dibandingkan dengan *Ilizarov*.<sup>(4, 8, 9)</sup>

Prosedur *limb lengthening* sering kali menimbulkan berbagai macam komplikasi yang mana terbagi dalam komplikasi minor dan mayor. Dalam penelitian yang dilaporkan tahun 1996, angka terjadinya komplikasi minor lebih banyak pada metode *Ilizarov* dibandingkan dengan *Wagner*. Namun, kejadian komplikasi

mayor prosedur *limb lengthening* lebih banyak terjadi pada metode *Wagner* dibandingkan metode *Ilizarov*.<sup>(9)</sup>

Selain komplikasi dan perbedaan capaian panjang ekstremitas, terdapat faktor lain yang menjadi keuntungan dan kekurangan dari kedua metode tersebut. Ditinjau dari sisi stres psikologi, penggunaan metode *Ilizarov* memiliki keuntungan yang lebih besar dibandingkan metode *Wagner*, dikarenakan metode *Ilizarov* tidak memerlukan prosedur kedua setelah pemasangan aparatur dan tidak memerlukan bone graft seperti pada metode *Wagner*. Namun, jika ditinjau dari sisi kemudahan pemasangan aparatur distraksi, aparatur *Wagner* lebih mudah dipasang dibandingkan dengan aparatur *Ilizarov*. Walaupun demikian, kedua metode ini dapat digunakan secara bersamaan pada satu ekstremitas yang bertujuan untuk mempermudah pergerakan sendi lutut.<sup>(9)</sup>

Tabel 1. Komplikasi *limb lengthening*<sup>(9)</sup>

Komplikasi Minor	Komplikasi Mayor
- <i>Pin-track infection</i>	- <i>Delayed fracture</i>
- <i>Transient nerve palsy</i>	- <i>Angulation</i>
- <i>Problems with alignment of extremity in fixator</i>	- <i>Extended nerve palsy</i>
- <i>Soft-tissue contractures</i>	- <i>Permanent nerve palsy</i>
- <i>Early consolidation</i>	- <i>Fracture through pin site</i>
	- <i>Subluxation of hip</i>
	- <i>Osteomyelittis</i>
	- <i>Shortening</i>
	- <i>Delayed union</i>
	- <i>Skin slough of digit</i>
	- <i>Non-union</i>
	- <i>Wound dehiscence</i>
	- <i>Deep infection</i>

### Daftar Pustaka

1. Nayagam S, Warwick D. Orthopaedic Operations. In: Solomon L, Warwick D, Nayagam S, editors. *Apley's System of Orthopaedics and Fracture 9th Ed*: CRC Press; 2010. p. 321-3.
2. Ilizarov S. The Ilizarov Method: History and Scope. In: Rozbruch SR, Ilizarov S, editors. *Limb Lengthening and Reconstruction Surgery*. New York: Informa Healthcare; 2007. p. 1-18.
3. Yulianto F. Bone Lengthening. *CDK*. 2013;40(1):62-7.
4. Fragomen AT, Blyakher A, Ilizarov S. Mechanical Principles of the Ilizarov Method. In: Rozbruch SR, Ilizarov S, editors. *Limb Lengthening and Reconstruction Surgery*. New York: Informa healthcare; 2007. p. 43-52.
5. Aronson J. Basic Science and Biological Principles of Distraction Osteogenesis. In: Rozbruch SR, Ilizarov S, editors. *Limb Lengthening and Reconstruction Surgery*. New York: Informa healthcare; 2007. p. 19-42.
6. Limb Lengthening [Internet]. 2010 [cited 04 Januari 2016]. Available from: <http://www.ilizarov.org/ll.pdf>.
7. CREF - Ring fixator (Ilizarov) [Internet]. AO Foundation. 2012 [cited 04 Januari 2015]. Available from: <https://www.aofoundation.org>.
8. Wagner H. Surgical Lengthening or Shortening of Femur and Tibia. Technique and Indications. In: Interlaken WB, Wiesbaden JE, Basel GF, Erlangen PH, Jackson EH, Erlangen DH, et al., editors. *Progress in Orthopaedic Surgery*. Berlin: Springer-Verlag; 1977. p. 81-93.
9. Aaron AD, Eilert RE. Results of the Wagner and Ilizarov Methods of Limb-Lengthening. *The Journal of Bone and Joint Surgery*. 1996;78-A(1):20-9.