

**PERBEDAAN PENGARUH
LATIHAN *ISOMETRIC* OTOT *QUADRICEPS* DAN
LATIHAN *CLOSED KINETIC CHAIN* TERHADAP
PENINGKATAN AKTIVITAS FUNGSIONAL PADA
PENDERITA *OSTEOARTHRITIS KNEE***

NASKAH PUBLIKASI



Disusun oleh:

Nama : Rosanti Novriyanti Sari Dewi

NIM : 201210301068



**PROGRAM STUDI FISIOTERAPI S1
FAKULTAS ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS 'AISYIYAH YOGYAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PERBEDAAN PENGARUH
LATIHAN *ISOMETRIC* OTOT *QUADRICEPS* DAN
LATIHAN *CLOSED KINETIC CHAIN* TERHADAP
PENINGKATAN AKTIVITAS FUNGSIONAL PADA
PENDERITA *OSTEOARTHRITIS KNEE***

NASKAH PUBLIKASI

Disusun Oleh:

Nama : Rosanti Novriyanti Sari Dewi
NIM : 201210301068

Telah Memenuhi Persyaratan dan Disetujui Untuk Mengikuti
Ujian Skripsi
Program Studi Fisioterapi S1
Fakultas Ilmu Kesehatan
di Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

Oleh :

Pembimbing : Andry Ariyanto, SSt. Ft., M. OR

Tanggal : 13 Agustus 2016

Tanda tangan :





PERBEDAAN PENGARUH LATIHAN *ISOMETRIC* OTOT *QUADRICEPS* DAN LATIHAN *CLOSED KINETIC CHAIN* TERHADAP PENINGKATAN AKTIVITAS FUNGSIONAL PADA PENDERITA *OSTEOARTHRITIS KNEE*¹

Rosanti Novriyanti Sari Dewi² , Andry Ariyanto³

Abstrak

Latar Belakang: Peningkatan usia harapan hidup terjadi karena peningkatan jumlah lansia, dimana pada lansia telah mengalami penurunan fungsi struktur tubuh. Sehingga lansia mengalami gangguan penyakit degeneratif banyak terjadi yaitu *osteoarthritis knee* menyebabkan lansia mengalami penurunan dalam aktivitas fungsionalnya sehingga menghambat dalam aktivitas lansia sehari-hari. **Tujuan:** untuk mengetahui pengaruh latihan *isometric* otot *quadriceps* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*, untuk mengetahui pengaruh latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*, untuk mengetahui perbedaan pengaruh latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee* . **Metode:** Penelitian ini merupakan *experimental* dengan *pre test and post test two group* design sebanyak 14 orang penderita *osteoarthritis knee*. Sampel dibagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok I mendapat perlakuan latihan *isometric* otot *quadriceps*, kelompok II mendapatkan perlakuan latihan *closed kinetic chain* , keduanya dilakukan 3 kali seminggu selama 4 minggu. Alat ukur dalam penelitian kemampuan fungsional *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC) . Uji normalitas data menggunakan uji *shapiro wilk-test* dan uji homogenitas data menggunakan *lavene's test*. Penggunaan *Paired samples t-test* untuk mengetahui peningkatan aktivitas fungsional penderita *osteoarthritis knee* pada kelompok I dan II serta menggunakan *Independent samples t-test* untuk komparabilitas hasil intervensi kelompok I dan II. **Hasil:** Hasil uji menggunakan *Paired samples t-test* pada kelompok I $p=0,000$ ($p<0,05$) dan pada kelompok II $p=0,001$ ($p<0,05$) menunjukkan bahwa kedua perlakuan berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. Sedangkan hasil komparabilitas menggunakan *Independent samples t-test* $p=0,046$ ($p<0,05$) menunjukkan bahwa kedua perlakuan memiliki perbedaan pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. **Kesimpulan:** Ada perbedaan pengaruh latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. **Saran:** Peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian lebih spesifik dan dapat mengontrol aktivitas kegiatan dilakukan sampel penelitian sesuai dengan keadaan dapat mempengaruhi *osteoarthritis knee*.

Kata Kunci: Latihan *Isometric* Otot *Quadriceps*, Latihan *Closed Kinetic Chain*, *Osteoarthritis Knee*, *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC)

Daftar Pustaka: 56 buah (2003-2015),

¹Judul Skripsi

²Mahasiswa Program Studi Fisioterapi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

³Dosen Program Studi Fisioterapi Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

THE DIFFERENT EFFECT BETWEEN QUADRICEPS MUSCLES ISOMETRIC EXERCISE AND CLOSED KINETIC CHAIN EXERCISE ON FUNCTIONAL ACTIVITY IMPROVEMENT ON PEOPLE WITH OSTEOARTHRITIS KNEE¹

Rosanti Novriyanti Sari Dewi² , Andry Ariyanto³

Abstract

Background: The increasing of life expectancy happens because of the increasing of elderly, whereas elderly have the reduction of body structure function. Many elderly have degenerative disease problem such as osteoarthritis knee. It limits the elderly in doing their functional activity and as a result, their daily activities are also limited. **Objective:** The purpose of the study was to investigate the difference between the effects of isometric exercise of quadriceps muscles and closed kinetic chain on functional activity improvement of people with osteoarthritis knee. **Method:** The study employed experimental method with pre and post control two groups design. The samples were 14 people with osteoarthritis knee. The samples were divided into two groups. Group 1 was treated using quadriceps muscles isometric exercise and Group II was treated using closed kinetic chain. The interventions were conducted three times per week within 4 weeks. This study used Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) as the measurement tool. The normality test used Shapiro Wilk test and data homogeneity test used Lavene's test. Paired samples t-test was used to investigate the improvement of neck functional ability of group I and group II. Mean while, independent samples t-test was used to compare the results of both interventions. **Result:** The result of paired sample t-test on group I obtained p value = 0.000 ($p < 0.05$) and on group II obtained p value = 0.001 ($p < 0.05$) meaning that both interventions have different effects on functional activity improvement on people with osteoarthritis knee. **Conclusion:** There is different effect of isometric exercise of quadriceps muscles and closed kinetic chain on functional activity improvement of people with osteoarthritis knee. **Suggestion:** The further research should control the samples' activities.

Keywords : Isometric Exercise Of Quadriceps Muscles, Closed Kinetic Chain Exercise, Osteoarthritis Knee, Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC).

Bibliography : 50 books (2003-2015)

¹Thesis title

²Student of Physiotherapy Program of Faculty of Health Sciences, 'Aisyiyah University of Yogyakarta

³Lecturer of Faculty of Health Sciences, 'Aisyiyah University of Yogyakarta

PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan dan kemajuan teknologi disegala bidang kehidupan terutama dibidang kesehatan menyebabkan perubahan dalam tingkah laku dan pola hidup masyarakat. Perubahan terjadi yaitu transisi demografi dan transisi epidemiologi. Transisi demografi merupakan perubahan pola / struktur penduduk ditandai dengan semakin banyaknya warga lanjut usia (lansia) karena meningkatnya Umur Harapan Hidup (UHH). Data badan pusat statistik menunjukkan bahwa penduduk lanjut usia di Indonesia pada tahun 2000 sebanyak 14.439.967 jiwa (7,18 %) menjadi 18,4 juta jiwa (8,4%) pada tahun 2005 selanjutnya pada tahun 2010 meningkat menjadi 23.992.553 jiwa (9,77%). Dan pada tahun 2020 diperkirakan jumlah lanjut usia mencapai 28.822.879 jiwa (11,34%) (kemenkes, 2013).

Pertambahan jumlah penduduk lansia juga terlihat di beberapa provinsi di Indonesia. Terutama jumlah lansia di Daerah Istimewa Yogyakarta, terdapat 456,964 jiwa lansia dari jumlah keseluruhan di kabupaten maupun kota (Dinkes, 2012). Sedangkan untuk Kabupaten Bantul memiliki jumlah lansia tertinggi sebesar 162,321 jiwa (Dinkes, 2013). Transisi epidemiologi terjadi karena pemerintah berhasil menekan angka penyakit infeksi, namun di sisi lain penyakit berkaitan dengan faktor penuaan juga meningkat, seiring dengan semakin banyaknya proporsi warga lansia di Indonesia (Maharani, 2007). Meningkatnya jumlah lansia terjadi peningkatan jumlah usia harapan hidup, namun dengan peningkatan jumlah lansia adanya masalah ataupun gangguan dialami oleh lansia dikarenakan pada lansia tidak mengalami masa produktif karena telah mengalami degeneratif atau penurunan fungsi struktur tubuh dan daya tahan tubuh (Kemenkes, 2013). Penyakit degeneratif banyak terjadi yaitu *osteoarthritis*, dimana data statistik menunjukkan bahwa di bawah usia 45 tahun hanya kurang dari 2% menderita *osteoarthritis*, angka ini meningkat menjadi 30% pada usia 45-64 tahun, dan pada usia diatas 65 tahun antara 63% sampai 83% akan menderita *osteoarthritis* (Irwanshari, 2008).

Berdasarkan data *Centre For Disease Control and Prevantion* (2011), secara keseluruhan angka kejadian *osteoarthritis* pada usia >25 tahun 13,9% dan 33,6% pada usia >65 tahun. Data tersebut menunjukkan bahwa risiko terjadinya *osteoarthritis* meningkat seiring dengan bertambahnya usia. Selain faktor usia, ternyata jenis kelamin juga merupakan salah satu faktor risiko, dimana wanita memiliki risiko lebih tinggi mengalami *osteoarthritis* dibandingkan pria, terutama setelah usia 50 tahun. Kondisi akibat adanya *osteoarthritis* pada sendi lutut mengakibatkan adanya gangguan gerak dan fungsi dengan tingkatan derajat gangguannya dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain: adanya nyeri (*pain*), kekakuan pada sendi lutut saat bangun tidur dipagi hari, adanya pembengkakan pada sendi lutut, dan adanya keterbatasan lingkup gerak sendi. Nyeri merupakan gejala klinik OA lutut. Akibat adanya keluhan nyeri pasien akan mengurangi aktifitasnya. Pembatasan aktifitas ini lama kelamaan akan menimbulkan problematik rehabilitasi seperti gangguan fleksibilitas dan stabilitas, pengurangan massa otot (*atrofi*), penurunan kekuatan otot *quadriceps* (Maharani, 2007).

Dampak *osteoarthritis* adalah disabilitas, *Arthritis Care Research* 1955 melaporkan 25% pasien tidak meninggalkan tempat tinggal kecuali dengan bantuan, 45% mengalami hambatan untuk beberapa aktifitas, 18% tidak mampu mengikuti aktifitas sosial, 51% dengan usia 65 tahun tidak mampu bekerja lagi, 76% tidak melaksanakan olahraga bahkan nonton televisi, 42% tidak dapat membelanjakan uang saku karena disabilitas. Adanya gangguan *osteoarthritis* tersebut

mempengaruhi aktifitas hidup sehari-hari seperti melaksanakan solat, aktifitas Buang Air Kecil (BAK) dan Buang Air Besar (BAB) atau aktivitas *toileting, dressing*, mengurus rumah tangga (*home management*) dan aktifitas kerja. Akibat adanya gangguan pada sendi lutut menyebabkan individu tidak dapat melaksanakan hobi seperti olah raga dengan tumpuan pada kaki, kegiatan rekreasi, bersenang-senang berdampak pada gangguan psikis individu dan dalam jangka panjang berpengaruh menurunkan kualitas hidup individu.

Keluhan *osteoarthritis* sendi lutut dapat dicegah dengan modalitas fisioterapi. Fisioterapi sebagai salah satu profesi kesehatan dituntut untuk melaksanakan tugas dan fungsinya secara profesional, efektif dan efisien. Hal ini berdasarkan dengan PERMENKES NO 80 tahun 2013 bahwa: Fisioterapi adalah bentuk pelayanan kesehatan ditujukan kepada individu dan kelompok untuk mengembangkan, memelihara dan memulihkan gerak dan fungsi tubuh sepanjang daur kehidupan dengan menggunakan penanganan secara manual, peningkatan gerak, peralatan (fisik, elektroterapeutik dan mekanis) pelatihan fungsi dan komunikasi. Hal ini sesuai dengan kebijakan WCPT pada *Declaration of Principle dan Position Statement : Description of Physical Therapy pada General Meeting*, Juni 2007 menyatakan bahwa fisioterapi memberikan pelayanan kepada individu dan masyarakat untuk meningkatkan, memelihara dan memperbaiki gerak dan kemampuan fungsional sepanjang daur kehidupannya. Dimana gerak fungsional merupakan inti dari arti sehat bagi individu.

Berikut ini Hadist Riwayat muslim mengatakan bahwa :

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Artinya : Setiap penyakit ada obatnya. Maka apabila obat itu mengenai penyakit akan sembuh dengan izin Allah Azza wa Jalla (HR. Muslim).

Osteoarthritis Research Society International (OARSI) merekomendasikan metode fisioterapi termasuk program pendidikan pada pasien pengurangan berat badan, dan program latihan untuk pengobatan lutut (Zhang *et al*, 2007). Berbagai macam latihan gerak aktif digunakan untuk mencegah atau mengurangi gejala dari *osteoarthritis knee*, menyebabkan keterbatasan dalam kemampuan fungsional diantaranya. Latihan pada umumnya diberikan pada pasien *Osteoarthritis knee* adalah jenis-jenis latihan ditujukan untuk meningkatkan fleksibilitas dan kekuatan otot-otot disekitar lutut seperti *static stretching* dan *strengthening*. Untuk latihan penguatan, baik menggunakan metode *weight-bearing* maupun *non-weight bearing* terbukti sama-sama efektif dalam memperbaiki kekuatan otot di sekitar lutut (Fransen & McConnell, 2008).

Berdasarkan penelitian Alghadir, 2014 bahwa latihan *isometric* otot *quadriceps* merupakan latihan mudah dilakukan oleh pasien serta mempunyai efek menguntungkan pada kekuatan otot *quadriceps*, nyeri, dan kemampuan fungsional. Latihan *isometric* otot *quadriceps* adalah suatu latihan otot diberikan pada *quadriceps femoris* dengan teknik latihan aktif dengan tipe kontraksi otot *isometric*. Sedangkan dari penelitian Verma, 2012 latihan *closed kinetic chain* bermanfaat untuk peningkatan kekuatan otot dan kemampuan fungsional. Latihan *closed kinetic chain* merupakan suatu metode penerapan *strengthening exercise* dimana dalam pemberian latihan, pasien berada pada posisi menumpu berat badan. latihan *closed kinetic chain* merupakan suatu latihan gerak aktif melibatkan beberapa kelompok otot sekaligus dan beberapa sendi (*multipel joint*). Sehingga dengan melakukan latihan ini dapat meningkatkan kekuatan otot *quadriceps femoris*.

Banyaknya kejadian lansia mengeluhkan nyeri lutut sehingga mengalami keterbatasan dalam aktivitas fungsional akibat dari *osteoarthritis knee*, serta dari sebagian besar penderita *osteoarthritis knee* kurang begitu paham tentang bagaimana mencegah gangguan dimunculkan dari *osteoarthritis knee* secara baik sehingga mengakibatkan lansia mengalami penurunan dalam aktivitas fungsionalnya. Maka dalam penelitian ini menggunakan latihan *isometric* otot *quadriceps* ataupun latihan *closed kinetic chain* berdasarkan sumber telah dicari efektif untuk mencegah gangguan dimunculkan dari *osteoarthritis knee*. Dengan melakukan latihan *isometric* otot *quadriceps* maka berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan otot, stabilitas serta memperbaiki sistem sirkulasi, sehingga berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. Sedangkan latihan *closed kinetic chain* berpengaruh juga terhadap peningkatan kekuatan otot serta stabilitas namun karena ada pergerakan lebih dari satu sendi maka berpengaruh terhadap peningkatan *proprioseptif* serta peningkatan LGS, sehingga berpengaruh terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. Untuk melakukan pemeriksaan aktivitas fungsional pada kondisi *osteoarthritis knee* menggunakan alat ukur index *osteoarthritis WOMAC* (*Western Ontario and McMaster Universitas Osteoarthritis Index*) yaitu kuisioner yang berisi 5 pertanyaan berhubungan dengan nyeri, 2 pertanyaan berhubungan dengan kekakuan sendi dan 17 pertanyaan berhubungan dengan aktivitas fisik (Ackerman, 2009).

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Perbedaan Pengaruh Latihan *Isometric* otot *Quadriceps* Dan Latihan *Closed Kinetic Chain* Terhadap Peningkatan Aktivitas Fungsional Pada Penderita *Osteoarthritis Knee*”.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian adalah *experimental* sedangkan desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *pretest-posttest two group design* dengan teknik *simple random sampling* secara acak dalam pengambilan sampel. Penelitian bertujuan untuk mengetahui perbedaan pengaruh *isometric quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional *osteoarthritis knee*. Pada penelitian ini digunakan dua kelompok perlakuan, yaitu : kelompok perlakuan pertama dengan latihan *isometric* otot *quadriceps* dan kelompok perlakuan kedua dengan latihan *closed kinetic chain*. Kedua kelompok sampel diukur kemampuan aktivitas fungsional dengan menggunakan alat ukur *Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)*.

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain*. Sedangkan variabel terikatnya adalah aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.

Operasional penelitian ini dimulai dengan pengukuran aktivitas fungsional *osteoarthritis knee* menggunakan *WOMAC Index* pada semua sampel penelitian. Pemeriksaan menggunakan kuisioner ini dilakukan sebelum dan sesudah dilakukan perlakuan (3 kali dalam seminggu selama 4 minggu) pada kedua kelompok. Kelompok I mendapatkan perlakuan latihan *isometric* otot *quadriceps*. Sedangkan pada kelompok II mendapatkan perlakuan latihan *closed kinetic chain*.

Latihan *isometric* otot *quadriceps* adalah suatu bentuk latihan kontraksi otot dinamik atau statik dengan menggunakan tahanan yang berasal dari *external force* menurunkan peradangan *intraartikular*, tekanan, dan kerusakan tulang (Anwer and Alghadir, 2014). Metode latihan *isometric* otot *quadriceps* ada tiga yaitu pertama

latihan *quadriceps setting* dilakukan 8-12 kali repetisi. Kontraksi ditahan 6 detik. Kemudian latihan *Straight Leg Rising (SLR)* dilakukan 10 hitungan kemudian diturunkan dengan dilakukan pengulangan 8-12 kali repetisi dan latihan hip *isometric adduksi* latihan dilakukan dengan kontraksi selama 5 detik dengan dilakukan pengulangan 8-12 kali repetisi.

Latihan *closed kinetic chain (CKC)* merupakan suatu gerakan menggunakan lebih dari satu sendi bergerak dengan bertumpu pada berat tubuh untuk memberikan pembebanan pada lebih dari satu kelompok otot bekerja dalam waktu sama baik agonis maupun antagonis dan meningkatkan akifasi dari *proprioepsi* anggota gerak bawah (Nobre, 2012). Metode latihan *CKC* yang diberikan ada dua yaitu pertama *squats* dan selanjutnya *standing wall slides*. Kedua latihan dilakukan dengan dosis dari durasi 30 detik disetiap gerakan, dengan frekuensi latihan 1 minggu 3 kali dimana satu sesi latihan dilakukan dengan 10 repetisi gerakan.

Sampel dalam penelitian ini adalah lansia di Balai Pelayanan Sosial Tresna Wredha Unit Budi Luhur Bantul yang menderita *osteoarthritis knee* sehingga mengalami keterbatasan aktivitas fungsional, dengan cara menetapkan kriteria inklusi dan eksklusi serta metode pengambilan sampel secara random sampling didapatkan sampel 14 orang kemudian dibagi menjadi 2 kelompok yaitu 7 orang kelompok I dan 7 orang kelompok II. Etika dalam penelitian memperhatikan persetujuan dari responden kerahasiaan responden, keamanan responden dan bertindak adil.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Balai Pelayanan Sosial Tresna Wredha Unit Budi Luhur Bantul dengan menggunakan rancangan penelitian *experimental* dengan *pre* dan *post test control group design*. Sampel dalam penelitian ini berjumlah 14 orang yang memenuhi kriteria *inklusi*. Sebelum diberikan perlakuan sampel terlebih dahulu dilakukan pengukuran kemampuan fungsional menggunakan *WOMAC Index*. Dari jumlah 14 orang sampel maka dibagi menjadi dua kelompok perlakuan, yaitu kelompok perlakuan I yang berjumlah 7 orang diberikan perlakuan latihan *isometric* otot *quadriceps* dan kelompok perlakuan II berjumlah 7 orang diberikan perlakuan latihan *closed kinetic chain*. Selanjutnya sampel diberikan program latihan sebanyak 3 kali dalam seminggu selama 4 minggu.

Karakteristik Sampel

Distribusi Sampel Berdasarkan usia

Tabel 1. Distribusi Sampel Berdasarkan Usia

Usia (Tahun)	Kelompok I		Kelompok II	
	Frekuensi	%	Frekuensi	%
45-50	0	0	0	0
51-60	0	0	1	14,3
61-70	7	100	6	85,7
Jumlah	7	100	7	100
Mean	66,71		63,43	
SD	2,870		4,541	

Keterangan :

Kelompok I = Latihan *Isometric* otot *Quadriceps*

Kelompok II = Latihan *Closed Kinetic Chain*

Usia responden dalam penelitian ini antara 45-70 tahun. Pada kelompok I usia responden semuanya antara 61-70 tahun ada 7 orang (100%) . Sedangkan untuk kelompok II usia responden terbanyak antara 61-70 tahun ada 6 orang (85,7%) dan usia antara 51-60 tahun ada 1 orang (14,3%).

Distribusi Sampel berdasarkan Jenis Kelamin

Pada kelompok I sebanyak 6 orang (85,7%) berjenis kelamin perempuan dan 1 orang (14,3%) berjenis kelamin laki-laki, sedangkan untuk kelompok II sebanyak 4 orang (57,1%) berjenis kelamin perempuan dan 3 orang (42,9%) berjenis kelamin laki-laki. Data diatas menunjukkan bahwa mayoritas sampel berjenis kelamin perempuan dengan jumlah sampel 14 orang untuk dua kelompok.

Distribusi Sampel Berdasarkan Index Massa Tubuh (IMT)

Pada penelitian ini berdasarkan hasil pengukuran terhadap responden didapatkan nilai IMT pada kelompok I dengan latihan *isometric* otot *quadriceps* yang memiliki kategori obesitas I ada 1 orang (14,3%), obesitas II ada 1 orang (14,3%) dan yang beresiko ada 2 orang (28,6%). Sedangkan pada kelompok II dengan latihan *closed kinetic chain* memiliki kategori beresiko obesitas ada 3 orang (42,9%) dan yang mengalami obesitas I ada 2 orang (28,6%).

Deskripsi Data Penelitian

Nilai *WOMAC Index* Kelompok I (Latihan *Isometric* Otot *Quadriceps*)

Tabel 3. Nilai *WOMAC Index* Sebelum dan Sesudah Perlakuan Kelompok I (Latihan *Isometric* Otot *Quadriceps*)

Responden/ Sample	Nilai <i>WOMAC</i> Sebelum Perlakuan I	Nilai <i>WOMAC</i> Sesudah Perlakuan I
1	41,66	35,41
2	59,37	57,29
3	63,54	55,21
4	45,83	41,66
5	55,20	48,98
6	50,00	46,87
7	38,54	34,37
Mean ± SD	50,59±9,25	45,68±9,01
Maximum	63,54	57,29
Minimum	38,54	34,37

Pada tabel 3 terlihat rerata *WOMAC Index* pada kelompok I sebelum perlakuan adalah 50,59 dan dengan nilai standar deviasi 9,25. Sedangkan rerata sesudah perlakuan kelompok I adalah 45,68 dan nilai standar deviasi 9,01.

Nilai *WOMAC Index* Kelompok II (Latihan *Closed Kinetic Chain*)

Tabel 4. Nilai *WOMAC Index* Sebelum dan Sesudah Perlakuan Kelompok II (Latihan *Closed Kinetic Chain*)

Responden/ Sample	Nilai <i>WOMAC</i> Sebelum Perlakuan II	Nilai <i>WOMAC</i> Sesudah Perlakuan II
1	57.29	41.66
2	29.16	11.45
3	48.95	34.37
4	39.58	27.08
5	43.75	30.20
6	51.04	29.16
7	64.58	53.12
Mean ± SD	47,76±11,65	32,43±12,91
Maximum	64,58	53,12
Minimum	29,16	11,45

Pada tabel 4 terlihat rerata *WOMAC Index* pada kelompok II sebelum perlakuan adalah 47,76 dan dengan nilai standar deviasi 11,65. Sedangkan setelah dilakukan perlakuan pada kelompok II adalah 32,43 dan nilai standar deviasi 12,91.

Hasil Uji Normalitas

Tabel 5. Hasil Uji Normalitas Data Nilai *WOMAC Index* Kelompok I dan II

Variabel	Nilai <i>p</i> (<i>Shapiro Wilk Test</i>)		Keterangan
	Sebelum Perlakuan	Sesudah Perlakuan	
Nilai <i>WOMAC</i> Kelompok I	0,857	0,568	Normal
Nilai <i>WOMAC</i> Kelompok II	0,999	0,875	Normal

Keterangan :

Nilai P = Nilai probabilitas

Kel I= Kelompok perlakuan Latihan *Isometric* otot *Quadriceps*

Kel II= Kelompok perlakuan Latihan *Closed Kinetic Chain*

Hasil uji normalitas terhadap kelompok I sebelum perlakuan diperoleh nilai $p=0,857$ dan setelah perlakuan memiliki nilai $p=0,568$. Sedangkan pada kelompok II sebelum perlakuan diperoleh nilai $p=0,999$ dan setelah perlakuan memiliki nilai $p=0,875$. Oleh karena itu nilai p sebelum dan sesudah pada kedua kelompok tersebut lebih dari 0,05 ($p > 0,05$) maka data tersebut berdistribusi normal sehingga termasuk dalam statistik parametrik dan uji statistik untuk hipotesis I dan II adalah *paired simple t-test*. Sedangkan untuk uji hipotesis III menggunakan *independent sample t test*.

Hasil Uji Homogenitas

Uji homogenitas dalam penelitian ini untuk melihat homogenitas data atau untuk memastikan varian populasi sama atau tidak. Uji homogenitas data sebelum dan sesudah perlakuan digunakan *Lavene's test* dan hasilnya seperti dalam tabel 6

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas Data *WOMAC Index* Kelompok I dan II

Variabel	<i>Lavene's Test</i>
	Nilai <i>p</i>
Nilai <i>WOMAC</i> sebelum perlakuan	0,683
Nilai <i>WOMAC</i> sesudah perlakuan	0,627

Keterangan :

p = nilai probabilitas

Hasil uji homogenitas data nilai *WOMAC Index* dengan *Lavene's test* sebelum perlakuan pada kedua kelompok adalah $p = 0,683$ dan sesudah perlakuan adalah $p = 0,627$. Dengan demikian data bersifat homogen, karena nilai *p* lebih dari 0,05 ($p > 0,05$). Hasil tersebut berarti bahwa pada awal penelitian tidak terdapat perbedaan signifikan pada tingkat aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.

Hasil Uji Hipotesis I

Uji Hipotesis I adalah untuk mengetahui pengaruh latihan *isometric* otot *quadriceps* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. Pengujian hipotesis H_a diterima apabila nilai $p < 0,05$, sedangkan H_0 ditolak apabila nilai $p > 0,05$. Untuk menguji hipotesis I menggunakan *paired sample t-test*.

Tabel 4.7 Hasil Uji Hipotesis I

Kelompok perlakuan	n	Mean \pm SD	<i>Paired sampel t-test</i>	
			t	<i>p</i>
Sebelum Kel I	7	50,59 \pm 9,25	6,067	0,001
Sesudah Kel I	7	45,68 \pm 9,01		

Keterangan :

n = jumlah sampel

t = nilai t hitung

p = probabilitas

SD = Standar deviasi

Kel I = Kelompok perlakuan latihan *isometric* otot *quadriceps*

Hasil perhitungan *paired sampel t-test* adalah $p = 0,001$ ($p < 0,05$), hal ini berarti bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa pada hipotesis I ada pengaruh latihan *isometric* otot *quadriceps* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.

Hasil Uji Hipotesis II

Uji Hipotesis II adalah untuk mengetahui pengaruh latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. Pengujian hipotesis H_a diterima apabila nilai $p < 0,05$, sedangkan H_0 ditolak apabila nilai $p > 0,05$.

Tabel 4.8 Hasil Uji Hipotesis II

Kelompok perlakuan	n	Mean \pm SD	<i>Paired sampel t-test</i>	
			t	<i>p</i>
Sebelum Kel II	7	47,76 \pm 11,65	11,443	0,000
Sesudah Kel II	7	32,43 \pm 12,91		

Keterangan :

n = jumlah sampel

t = nilai t hitung

p = probabilitas

SD = Standar deviasi

Kel II = Kelompok perlakuan latihan *closed kinetic chain*

Hasil perhitungan *paired sample t-test* adalah $p = 0,000$ ($p < 0,05$), hal ini berarti bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa pada hipotesis II ada pengaruh latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.

Hasil Uji Hipotesis III

Uji Hipotesis III adalah untuk mengetahui perbedaan pengaruh latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. Pengujian hipotesis H_a diterima apabila nilai $p < 0,05$, sedangkan H_0 ditolak apabila nilai $p > 0,05$. Prasyarat uji statistik hipotesis III yaitu melakukan uji homogenitas. Hasil analisis data pada uji homogenitas tersaji pada tabel 4.6 data adalah homogen, selanjutnya dilakukan uji normalitas data.

Tabel 4.9 Hasil Normalitas Data *Post-Post WOMAC Index* Kelompok I dan II

Variabel	Nilai p	
	Kelompok I	Kelompok II
Nilai <i>post-post WOMAC</i>	0,568	0,875

Berdasarkan hasil normalitas data sesudah kelompok I dan II didapatkan bahwa nilai $p > 0,05$, Oleh karena itu disimpulkan bahwa semua data *post-post* normal. Selanjutnya untuk melakukan hipotesis III komparatif dua sampel berpasangan pada penelitian ini menggunakan *independent sample t-test* disajikan pada tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4.10 Hasil Uji Beda Latihan *Isometric* otot *quadriceps* dan Latihan *Closed Kinetic Chain*

Sampel	n	Rerata \pm SD	<i>Independent samples t-test</i>	
			t	p
Kelompok I	7	45,68 \pm 9,01	2,225	0,046
Kelompok II	7	32,43 \pm 12,91		

Nilai probabilitas (nilai p) sebesar 0,046. Hal ini berarti nilai probabilitas lebih kecil dari 0,05 ($p < 0,05$), ini berarti bahwa H_a diterima dan H_0 ditolak. Dapat disimpulkan bahwa pada hipotesis III ada perbedaan pengaruh latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.

PEMBAHASAN PENELITIAN

Karakteristik Sampel Berdasarkan Usia

Pada penelitian ini berjumlah 14 orang yang memiliki rentang usia responden antara 45-70 tahun. Untuk kelompok I dan kelompok II memiliki rentang usia terbanyak antara 61-70 tahun. Hasil penelitian ini diperkuat oleh hasil penelitian dilakukan Muraki, *et al* (2011) yang menyatakan bahwa usia paling tinggi mengalami *osteoarthritis knee* adalah usia ≥ 50 tahun. Pada fase lanjut usia, terjadi degenerasi pada jaringan tubuh terutama pada sendi menerima beban berat badan. Hal ini menyebabkan kerusakan tulang rawan sendi secara perlahan, namun tidak diikuti oleh respon penyembuhan yang seimbang.

Menurut Rice, *et al* (2011) menunjukkan bahwa pada usia lebih dari 50 tahun mengalami kemunduran dalam fungsi otot *quadriceps* sebagai stabilisator sendi lutut, dikaitkan dengan meningkatkan keluhan *osteoarthritis*. Menurut penelitian Widayanto, *et al* (2014) bahwa proses penuaan dianggap sebagai penyebab peningkatan kelemahan disekitar sendi, penurunan kelenturan sendi, klasifikasi tulang rawan dan menurunnya fungsi kondrosit mendukung terjadinya *osteoarthritis knee*, kartilago pada pasien yang mengalami penuaan kurang sensitif terhadap adanya beban pada sendi.

Karakteristik Sampel Berdasarkan Jenis Kelamin

Dalam penelitian ini, jumlah sampel berjenis kelamin laki-laki berjumlah 4 orang (28,6%), sedangkan berjenis kelamin perempuan ada 10 orang (71,4%). Menurut penelitian widayanto, *et al* (2014) menunjukkan bahwa angka kejadian *osteoarthritis* lutut lebih tinggi pada perempuan (82,54%) dibandingkan pada laki-laki (18,59%). Pengaruh jenis kelamin terhadap *osteoarthritis* lutut diduga melalui mekanisme hormonal yaitu *estrogen*. *Estrogen* memiliki pengaruh terhadap rawan sendi dan timbulnya *osteoarthritis* lutut melalui efeknya pada tulang atau jaringan sendi (Zhang, 2010). Perubahan keseimbangan hormon progesteron dan estrogen pada usia menjelang *menopause* mempengaruhi sistem keseimbangan tulang diseluruh tubuh, termasuk tulang subkondral. Hal ini menyebabkan terjadinya *osteoarthritis* lutut lebih sering terjadi pada wanita. *Estrogen* menyebabkan meningkatnya aktifitas *osteoblast*. *Osteoblast* berperan untuk mensintesis komponen matriks tulang. Sesudah *menopause* hampir tidak ada estrogen yang disekresikan oleh ovarium, kekurangan ini menyebabkan berkurangnya *osteoblast* pada tulang, sehingga berkurangnya matrik tulang dan berkurangnya deposit kalsium dan fosfat tulang (Hunter, 2009).

Karakteristik Sampel Berdasarkan IMT

Berdasarkan indeks massa tubuh (IMT), terdapat sedikit perbedaan dimana pada kelompok I, jumlah sampel yang memiliki IMT normal sebanyak 3 orang (27,3%), sedangkan yang memiliki IMT lebih dari nilai normal sebanyak 4 orang (57,1%). Pada kelompok II subjek yang memiliki IMT normal sebanyak 2 orang (18,2%) dan IMT lebih dari normal sebanyak 5 orang (71,5%).

Hal ini menunjukkan bahwa angka kejadian *osteoarthritis knee* meningkat seiring dengan meningkatnya IMT. Penelitian oleh Vrezas, *et al* (2009) memperkuat pernyataan tersebut dengan menunjukkan bahwa kondisi lebih dari nilai normal meningkatkan resiko terjadinya *osteoarthritis knee* dibandingkan dengan IMT normal.

Berdasarkan Hasil Uji Penelitian

Hasil Uji Hipotesis I : Pada penelitian ini uji hipotesis I memiliki nilai probabilitas (nilai *p*) hitung adalah 0,001. Hal ini berarti nilai probabilitas kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Dari pernyataan tersebut berarti pada sampel kelompok perlakuan latihan *isometric* otot *quadriceps* dapat meningkatkan kemampuan fungsional pada kasus *osteoarthritis knee*. Hal ini sesuai dengan penelitian Amany, *et al* (2014) menunjukkan bahwa latihan *isometric* otot *quadriceps* lebih baik untuk meningkatkan aktivitas fungsional pada *osteoarthritis knee*. Latihan *isometric* otot *quadriceps* memberikan pengaruh besar terhadap peningkatan kekuatan group otot-

otot besar berfungsi sebagai *flexor* dan ekstensor lutut. Sehingga terjadi peningkatan kekuatan otot secara seimbang antara group otot-otot *extensor* lutut dan group otot-otot *flexor* lutut.

Menurut penelitian dilakukan oleh Shahnawaz dan Ahmad (2014) menyatakan bahwa latihan *isometric* otot *quadriceps* menunjukkan penurunan secara signifikan pada nyeri lutut dan meningkatkan fungsional dikarenakan adanya peningkatan kekuatan otot dan adanya peningkatan pada stabilitas sendi lutut.

Hasil Uji Hipotesis II : Pada penelitian ini uji hipotesis II memiliki nilai probabilitas (nilai p) hitung adalah 0,000. Hal ini berarti nilai probabilitas kurang dari 0,05 ($p < 0,05$). Dari pernyataan tersebut berarti pada sampel kelompok perlakuan latihan *closed kinetic chain* dapat meningkatkan kemampuan fungsional pada kasus *osteoarthritis knee*. Hal ini sesuai dengan penelitian dilakukan oleh Caleb, *et al* (2013) bahwa ada peningkatan signifikan antara sebelum dilakukan latihan *closed kinetic chain* dan sesudah dilakukan latihan *closed kinetic chain* menunjukkan adanya peningkatan pada aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.

Berdasarkan penelitian Susilawati, *et al* (2015) menunjukkan bahwa latihan *closed kinetic chain* sangat bermanfaat untuk melatih otot-otot tungkai bawah terutama meningkatkan kemampuan fungsional pada *osteoarthritis* lutut, karena pada prinsipnya adalah menguatkan otot agonis dan antagonis secara bersamaan dan merupakan latihan yang lebih fisiologis untuk anggota gerak bawah.

Hasil Uji Hipotesis III : Berdasarkan hasil uji *independent t-test* bertujuan untuk mengetahui perbandingan penurunan skor WOMAC pada kedua kelompok, diperoleh nilai selisih penurunan skor WOMAC pada kelompok I sebesar (5,35±2,28) dan kelompok II sebesar (15,62±3,34). Selain itu diperoleh nilai p adalah 0,046. Hal ini berarti nilai probabilitas kurang dari 0,05 ($p > 0,05$). Dari pernyataan tersebut berarti ada pengaruh perbedaan pemberian latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan kemampuan fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. Berdasarkan hasil penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa ke dua perlakuan terapi latihan ini memiliki efek berbeda dalam hal meningkatkan kemampuan fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*. Kedua teknik ini memiliki mekanisme dan target kerja berbeda, sehingga meningkatkan kemampuan fungsional dengan nilai berbeda pula, serta tidak ada efek samping yang dirasakan oleh subjek selama penelitian ini berlangsung. Dalam penelitian ini, didapatkan hasil berupa perbedaan pengaruh antara pemberian latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* dalam hal meningkatkan kemampuan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.

Hal tersebut terjadi karena Berdasarkan penelitian Nobre (2012) menyatakan bahwa latihan *closed kinetic chain* merupakan suatu gerakan yang menggunakan lebih dari satu sendi yang bergerak dengan bertumpu pada berat tubuh untuk memberikan pembebanan pada lebih dari satu kelompok otot bekerja dalam waktu bersamaan baik agonis maupun antagonis dan meningkatkan aktivasi dari *proprioseptif* anggota gerak bawah. Saat gerakan dengan rantai *kinetic CKC* maka meningkatkan stabilitas sendi *patellofemoral* dan meningkatkan aktivitas fungsional (Nobre, 2012). Dimana sendi *patella* ini ditunjukkan untuk mengatur gerak dari sendi lutut, yaitu untuk membantu gerak dari *fleksi* ke *ekstensi* dan sebagai lengan ayun yang menarik kinerja otot *quadriceps* pada posisi *fleksi* 20°-60° (Power, *et al* 2010).

Pada penelitian dilakukan oleh Bayracky, *et al* (2009) menunjukkan bahwa latihan *closed kinetic chain* memberikan efek untuk peningkatan kekuatan otot, *proprioseptif* dan kemampuan fungsional, karena pada prinsipnya latihan *closed kinetic chain* melatih otot pada kontrol *kosentrik* dan *eksentrik* yang dilakukan secara

sistematis memanfaatkan dari biomekanik dan fisiologi tidak tergantung terhadap gravitasi, ditambah dengan efek sistem tahanan pada *neuromuscular*, sistem untuk meningkatkan kondisi fisik aktif *neuromuscular* dan rehabilitasi dan hal inilah menyebabkan pengiriman sinyal ke otot menjadi semakin meningkat. Dengan fleksibilitas dan kekuatan otot yang baik maka mendukung kemampuan gerak dalam melakukan aktivitas sehari-hari. Sehingga akan menyebabkan terjadinya peningkatan aktivitas fungsional lansia, dengan meningkatnya kekuatan dan fleksibilitas otot menyebabkan terjadinya pencapaian nilai LGS dan kekuatan otot yang bertambah membantu dalam gerak fungsi tubuh beraktivitas (Bayracky, *et al* 2009).

Berdasarkan penelitian Lee, *et al* (2005) adanya ketidak stabilan pada sendi lutut dapat diperbaiki dengan latihan *isometric* otot *quadriceps* dimana efek dari latihan *isometric* otot *quadriceps* dapat memperbaiki kekuatan otot dan ketahanan statis dengan cara menyiapkan sendi untuk gerakan lebih dinamis menjadi program awal penguatan otot. Menurut Susilawati (2013) peningkatan kekuatan otot terjadi pada otot *quadriceps* berfungsi sebagai ekstensor sendi lutut, latihan *isometric* otot *quadriceps* memberikan pengaruh besar terhadap peningkatan kekuatan otot dan berpengaruh pada peningkatan aktivitas fungsional. Menurut penelitian Shreyasee Amin , *et al* (2009) dengan latihan *isometric* otot *quadriceps* maka akan meningkatkan kekuatan otot *quadriceps*, dimana jika terjadinya peningkatan kekuatan otot *quadriceps* maka mengalami nyeri lutut lebih sedikit dan fungsi fisik lebih baik dibandingkan dengan jika mengalami kelemahan otot. Penyebab utama terjadinya pengurangan rasa sakit dan keterbatasan karena meningkatnya kekuatan otot *quadriceps* dan meningkatnya stabilitas.

Menurut penelitian wahyuni dan warih (2013) latihan *closed kinetic chain* memberikan latihan dengan jangkauan lebih luas dalam lingkup gerak sendi, sedangkan latihan *isometric* otot *quadriceps* hanya menekankan pada kontraksi *static* tanpa adanya pembebanan yang nyata dalam gerak tubuh.

SIMPULAN PENELITIAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan bahwa :

1. Ada pengaruh pemberian latihan *isometric* otot *quadriceps* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.
2. Ada pengaruh pemberian latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*.
3. Ada perbedaan pengaruh pemberian latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*

SARAN PENELITIAN

Berdasarkan hasil kesimpulan dari penelitian pengaruh pemberian latihan *isometric* otot *quadriceps* dan latihan *closed kinetic chain* terhadap peningkatan aktivitas fungsional pada penderita *osteoarthritis knee*, terdapat saran yang disampaikan oleh peneliti untuk selanjutnya diharapkan lebih melakukan penelitian yang lebih spesifik dan diharapkan juga dapat mengontrol aktivitas kegiatan apa saja yang dilakukan sampel penelitian sesuai dengan keadaan yang dapat mempengaruhi *osteoarthritis knee*. Peneliti selanjutnya diharapkan dapat dilaksanakan dengan jumlah sampel yang lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Ackerman, I. (2009). Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), *The Australian Journal Of Physiotherapy*.
- Amany, S.S. Amany A.S. Eman, A.E.M. (2014). Effectiveness of acupressure versus isometric exercise on pain, stiffness, and physical function in knee osteoarthritis female patients, *Journal of Advanced Research*, 5, 193–200.
- Amin, S. Baker, K. Niu, J. (2009). Quadriceps strength and the risk of cartilage loss and symptom progression in knee osteoarthritis. *ArthritisRheum*,60: 189–198.
- Anwer, S. and Alghadir, A. (2014). Effect of Isometric Quadriceps Exercise on Muscle Strength, Pain, and Function in Patients with Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Study, *Journal Physiotherapy Science*. Vol. 26, No. 5.
- Bayrakci, V. (2009). The Effects Of Two Different Closed Kinetic Chain Exercise On Muscle Strength And Proprioception In Patients With Patellofemoral Pain Syndrome. *Acta Australian Physiotherapy Association orthop traumatol turc*;43(5):419-425.
- Dinas Kesehatan Bantul. (2013). Profil Kesehatan Kabupaten Bantul. Departemen Kesehatan Kabupaten Bantul
- Dinas Kesehatan DIY. (2012). *Profil Kesehatan Penduduk Indonesia*. Departemen Kesehatan Provinsi DIY
- Hunter, D.J. (2009). Focusing osteoarthritis management on modifiable risk factor and future therapeutic prospects. *Therapeutic Advances in Musculoskeletal Disease*.34-47
- Irwanashari. (2008). *Hand Book Of Pathophysiology*. Wolter Kluwer Health, Philadelphia.
- Kementerian kesehatan RI. (2013). Gambaran kesehatan lanjut usia di Indonesia. Pusat Data Dan Informasi Kementerian Kesehatan RI. Diakses tanggal 29 Desember 2015
- Lee, A. Wong, W. And Wong, S. (2005). Clinical Guildline for Managing Lower Limb Osteoarthritis in Hongkong Primary Care Setting. *Guidlines*:1-30
- Maharani, E. P. (2007). faktor-faktor risiko osteoarthritis lutut (Studi Kasus di Rumah Sakit Dokter Kariadi Semarang).[Tesis]. Semarang: Program Studi Magister Epidemiologi Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.

- Muraki, S. Oka H, Akune T, En-yo Y, Yoshida M, Nakamura K, .(2011). Association of occupational activity with joint space narrowing and osteophytosis in the medial compartment of the knee: the ROAD study (OAC5914R2). *Osteoarthritis Cartilage* 19(7):840–6.
- Nobre, T. L. (2012). Comparison of Exercise Open Kinetic Chain and Closed Kinetic Chain in The Rehabilitation of Patellofemoral Dysfunction: an Updated Revisio, *Clinical Medicine and Diagnostics*, 2(3): 7-11.
- Power, C. M. Chen, Y. J. Scher, I. S. Lee, T. Q. (2010). Multiplane loading of the extensor mechanism alters the patellar ligament force ratio. USA. *J Biomech*. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20370249>. Diakses pada tanggal 2 februari 2016
- Rice, D.A. McNair, P.J. Lewis, G.N. (2011) . Mechanisms of Quadriceps Muscle Weakness in Knee Joint Osteoarthritis: The Effects of Prolonged Vibration on Torque and Muscle Activation in Osteoarthritic and Healthy Control Subjects. *Arthritis Research & Therapy* 2011, 13:R151
- Susilawati, I. Tirtayasa, K. Lesmana, S.I. (2015). Latihan Closed Kinetic Chain Lebih Baik Daripada Open Kinetic Chain Untuk Meningkatkan Kemampuan Fungsional Pada Osteoarthritis Lutut Setelah Pemberian Micro Wave Diathermy (MWD) Dan Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS). *Sport and Fitness Journal Volume 3, No.1 : 26-34*.
- Verma, S. (2012). Comparing Open Kinetic Chain With Closed Kinetic Chain Exercise On Quadriceps Strength And Functional Status Of Women With Osteoarthritic Knees. *Medicina Sportiva* (2012), vol VIII, no 4, 1989-1996.
- Vrezas, I. Elsner, G. Bolm, A.U. Abolmaali, N. Seidler, A. (2009). Case–contro study of knee osteoarthritis and lifestyle factors considering their interaction with physical workload. *Int Arch Occup Environ Health*
- Wahyuni. Diah, W.A. (2013). Pengaruh Latihan Close Kinetic Chain Dengan Static Quadriceps Terhadap Peningkatan Kekuatan Otot Quadriceps Femoris Pada Penderita Osteoarthritis Lutut. *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Kesehatan , ISSN: 2338-2694*
- Widayanto. Rukanta, D. Sonjaya, R.M. (2014). Karakteristik Pasien Osteoarthritis Lutut Primer di Poliklinik Ortopedi Rumah Sakit Al-Islam Bandung tahun 2014. Artikel ilmiah hasil penelitian mahasiswa. Fakultas kedokteran Universitas Islam Bandung.
- Zhang, W. Moskowitz, R.W. and Nuki, G. (2007). OARSI Recommendations For The Management Of Hip And Knee OA,Part 1: Critical Appraisal Of Existing Treatment Guidelines And Systematic Review Of Current Research Evidence. *Osteoarthritis and Cartilage* .Vol. 15, No. 9.
- Zhang, Y. Joanne, M. Jordan, M.D. (2010). epidemiology of Osteoarthritis. *Clin Geriatr Med*;26(3):355-6