

PERBEDAAN RANGE OF MOTION ARTICULATIO HUMERI DAN CUBITI ANTARA LANSIA YANG BERENANG DAN YANG TIDAK BERENANG

Zahira Rikiandraswida¹, Erie B.P.S. Andar²

¹ Mahasiswa Program S-1 Ilmu Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro

² Staf Pengajar Ilmu Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. 02476928010

ABSTRAK

Latar belakang : Tingginya usia harapan hidup menyebabkan tingginya jumlah lansia dan masalah kesehatan yang ada pada lansia. Pada lansia terjadi perubahan-perubahan struktur dan fungsi pada sendi sehingga menyebabkan berkurangnya fleksibilitas sendi pada lansia yang diukur dalam bentuk ROM, sedangkan berenang adalah olahraga yang mampu mempertahankan ROM pada lansia.

Tujuan : Membuktikan perbedaan ROM *articulatio humeri dan cubiti* antara lansia yang berenang dan yang tidak berenang.

Metode : Bentuk Penelitian ini adalah *quasy-experimental* dengan desain *post test only control group design*. Sampel penelitian 16 lansia renang (R) dan 16 lansia tidak renang (TR) . Lansia diukur ROM sendi ekstremitas atasnya. Normalitas distribusi data dianalisis dengan uji Saphiro-Wilk. *Range of motion* dianalisis menggunakan uji t tidak berpasangan jika distribusi normal atau uji Mann-whitney jika distribusi tidak normal.

Hasil : Didapatkan ROM pada *articulatio humeri* kanan saat fleksi (R=171,31±5,930; TR=162,37±7,949°) dengan p=0,001, ekstensi (R= 60,88 ± 8,808°; TR=43,06±9,349°) dengan p=0,000 , Adduksi(R=44,38±17,94°; R=31,06±13,30°) dengan p=0,024 , Abduksi (R=174,06±9,22°; TR= 165,19±9,90 °) dengan p=0,014 , rotasi lateral(R=89,5(64-98)°; TR=80(49-86)°) dengan p=0,034 , rotasi medial (R=74,31±13,68°;TR=64,0±12,36)° dengan p=0,033. Pada *articulatio humeri* kiri saat fleksi (R=168,94±6,86°; TR=154,12±11,55°) dengan p=0,000, ekstensi (R=55,31±12,48°;TR=41,06±10,14°) dengan p= 0,001 , Adduksi(R= 38,63 ± 17,65°; TR= 24,44 ± 11,99°) dengan p=0,012, Abduksi(R= 169,13 ± 7,69°;TR = 158,69 ± 8,53°) dengan p=0,001, rotasi lateral (R= 82,81± 6,12° ;TR =75,94 ±9,96°) dengan p= 0,027, rotasi medial (R= 69,81±10,14°;TR=60,31±12,37°) dengan p=0,024. Pada *articulatio cubiti* kanan saat fleksi (R=144,94±5,17°;TR=135,81±7,85°) dengan p=0,001 , ekstensi (R=2,5(1-8)°;TR=1(0-4)°) dengan p=0,015 . Pada *articulatio cubiti* kiri saat fleksi (R=139,56±5,50°;TR=131,63±11,97°) dengan p= 0,022, ekstensi (R=2(1-5 °);TR=1(0-4)°) dengan p= 0,041.

Kesimpulan : Terdapat perbedaan ROM *articulatio humeri dan cubiti* antara lansia yang berenang dan yang tidak berenang.

Kata kunci : Lansia, Berenang, *range of motion (ROM)*, *articulatio humeri*, *articulation cubiti*

ABSTRACT

DIFFERENCE IN THE RANGE OF MOTION OF HUMERI AND CUBITI ARTICULATIONS BETWEEN ELDERLY WHO SWAM AND DID NOT SWIM

Background : The increase in average life expectancy has lead to a high population of elderly people and a focus on health problems they are facing. On elderly people, joints

structures and functions undergo alteration causing flexibility decrement which is measured by ROM, and swimming is an exercise activity which maintains the ROM on elderly people.

Method : This form of research was quasi-experimental with posttest design only control group design. The study sample was 16 elderly who swim(S) and 16 elderly who do not swim(NS). In the elderly performed measurement of ROM on articulation humeri and cubiti. Normality of data distribution was analyzed by Saphiro-Wilk test. The range of motion of each group was analyzed using an independent t test if the data distribution was normal or Mann-Whitney test if not normal.

Purpose : To prove the difference in the range of motion of humeri and cubiti articulations between elderly who swim & do not swim.

Result : Obtained mean of ROM at right shoulder joint at flexion (S=171,31 ± 5,930°; NS = 162,37 ± 7,949°) with p=0,001, extension (S =60,88 ± 8,808°;NS = 43 , 06± 9,349°) with p = 0,000 ,Adduction (S=44,38 ± 17,94° ;NS=31,06±13,30°) with p=0,024 , Abduction (S=174,06±9,22°;NS=165,19±9,90 °) with p=0,014, lateral rotation (S=89,5(64-98)°wns=80(49-86)°) with p=0,034, medial rotation (S=74,31±13,68°; NS=64,0±12,36°) with p=0,033. In left shoulder joint at flexion (S=168,94±6,86°; NS=154,12±11,55°) with p=0,000, extension (S= 55,31 ± 12,48° ; NS = 41,06 ± 10,14°) with p= 0,001, Adduction (S= 38,63 ± 17,65° ;NS = 24,44 ± 11,99°) with p=0,012,Abduction(S= 169,13 ± 7,69°;NS =158,69±8,53°) with p=0,001, lateral rotation (S=82,81±6,12°;NS=75,94±9,96°) with p=0,027, medial rotation (S=69,81±10,14°; NS=60,31±12,37°) with p=0,024. In right elbow joint at flexion (S=144,94±5,17°; NS=135,81±7,85°) with p=0,001 , extension (R=2,5(1-8)°;TR=1(0-4)°) with p=0,015. In left elbow joint at flexion (S=139,56±5,50°;NS=131,63±11,97°) with p= 0,022, extension (S=2(1-5 °);NS=1(0-4)°) with p= 0,041.

Conclusion : There are articulation humeri and cubiti ROM differences between elderly who swim and do not swim.

Keywords : elderly, swimming, range of motion (ROM), articulation humeri, articulation cubiti

PENDAHULUAN

Salah satu tolak ukur kemajuan suatu bangsa adalah dilihat dari harapan hidup penduduknya. Demikian juga Indonesia sebagai suatu negara berkembang, dengan perkembangannya yang cukup baik, makin tinggi harapan hidupnya. Usia harapan hidup di Indonesia diproyeksikan dapat mencapai lebih dari 70 tahun pada beberapa tahun yang akan datang.¹ Dari data *USA-Bureau of the census*, Indonesia akan mengalami

pertambahan warga lansia terbesar seluruh dunia, antara tahun 1990-2025, yaitu sebanyak 414%.^{1,2} Pada lanjut usia, fungsi primer muskuloskeletal mengalami penurunan, fungsi primer tersebut adalah untuk memungkinkan pergerakan tubuh secara efisien, sebagai kerangka tubuh, menyediakan seluruh fungsi mekanik dan untuk memberi perlindungan terhadap organ dalam.³ Salah satu penyebab menurunnya fungsi pergerakan tubuh pada lansia adalah perubahan-perubahan

struktur dan fungsi pada sendi sehingga menyebabkan berkurangnya fleksibilitas sendi pada lansia.⁴ Penelitian mengenai tingkat kemandirian lansia dalam *activities daily living* di salah satu panti wredha di Indonesia menunjukkan sebagian besar lansia, yaitu sebanyak 72% termasuk dalam ketergantungan.⁵ Komponen dari *activities daily living* (ADL) adalah makan, berpakaian, bergerak/ambulasi, beralih tempat/transfer, buang air kecil, berdandan.¹ Kesulitan dalam ADL menunjukkan adanya gangguan pada aspek dari fungsi fisik pada lansia. Salah satu fungsi fisik pada lansia dipengaruhi oleh ROM/ ruang lingkup gerak sendi yang berkurang karena proses menua.⁶ Prevalensi gangguan pada sendi bahu di dalam komunitas lansia adalah sebesar 21%. Padahal, sendi-sendi pada ekstremitas atas ini memiliki peranan yang penting dalam ADL dan aktivitas-aktivitas yang dilakukan pada lansia.⁷ Oleh karena itu, upaya pemeliharaan kesehatan perlu ditujukan bagi lansia agar mereka dapat tetap hidup sehat dan produktif.

Fleksibilitas adalah *range of motion* yang terdapat pada sendi atau sekelompok sendi.⁸ ROM yang penuh terjadi apabila seseorang memiliki fleksibilitas sendi yang baik. Penurunan pada ROM akan

mengganggu aktivitas kehidupan sehari-hari pada lanjut usia.⁷ Untuk itu, dibutuhkan suatu latihan yang mampu mempertahankan ROM yang sesuai untuk lanjut usia.⁹ Berenang adalah latihan yang ideal untuk lanjut usia, terutama karena memiliki sedikit risiko cedera. Berenang dapat meningkatkan kekuatan tubuh tanpa ada tekanan pada sendi sehingga aman untuk lansia.¹⁰ Berenang melibatkan beberapa sendi tubuh dalam pergerakannya. Sehingga, diharapkan berenang dapat meningkatkan ROM.^{8,11}

Oleh karena hal tersebut, agar lebih mengetahui manfaat berenang untuk sistem muskuloskeletal pada lansia, diperlukan penelitian mengenai perbedaan ROM *articulatio humeri* dan *cubiti* pada lansia yang berenang dan yang tidak berenang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Kolam renang wilayah Semarang dan Panti Jompo di wilayah Kota Semarang. Penelitian ini dilakukan pada April 2017- Juli 2017. Bentuk Penelitian ini adalah *quasy-experimental* dengan desain *post test only control group design*. Lansia di tempat berenang wilayah Kota Semarang sebagai populasi yang berenang dan lansia di Panti

Jompo wilayah Kota Semarang sebagai populasi kontrol.

Lansia sebagai sampel yang memenuhi kriteria inklusi berusia 60 – 74 tahun, untuk sampel yang berenang, telah mengikuti olahraga berenang lebih dari 5 bulan terakhir, berenang rutin 2-3 kali seminggu, *Body Mass Index* normal ($18,5 \text{ kg/m}^2$ - $24,9 \text{ kg/m}^2$), dan kriteria eksklusi adanya keluhan nyeri atau kaku pada persendian dalam seminggu terakhir, sedang mengalami immobilitas yang lama, mengalami trauma, penyakit sendi, sistemik yang mempengaruhi sendi, neurologis, dan subyek menolak mengikuti penelitian

Pengambilan subyek penelitian dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Subyek memenuhi kriteria inklusi dan eksklusi sampai jumlah sampel terpenuhi. Dalam penelitian ini, terdapat 2 kelompok yaitu kelompok kontrol dan perlakuan sehingga nilai n pada masing-masing kelompok adalah 16 orang. Variabel bebas pada penelitian ini adalah Lansia yang berenang dan tidak berenang. Variabel terikat pada penelitian ini adalah *Range of Motion* ekstremitas superior pada lansia. Variabel Perancu adalah jenis kelamin, Aktivitas fisik selain berenang.

Cara kerja pada penelitian ini adalah,

- 1) Probandus yang akan diukur berada dalam posisi anatomis, yaitu tubuh tegak, lengan lurus disamping tubuh, lengan bawah dan tangan menghadap ke depan.
- 2) Beri penjelasan dan contoh gerakan yang akan dilakukan.
- 3) Pengukuran dilakukan dengan menggerakkan sendi secara maksimal tanpa dibantu oleh peneliti.
- 4) Berikan stabilisasi pada segmen bagian proksimal.
- 5) Tentukan axis gerak dengan cara melakukan palpasi pada bagian tulang sebelah lateral sendi. Letakkan tangkai goniometer yang statis paralel dengan aksis longitudinal segmen tubuh yang bergerak. Pastikan axis goniometer tepat pada axis gerakan sendi.
- 6) Baca dan catat hasil pemeriksaan ROM.

Data yang berskala nominal seperti jenis kelamin dan olahraga berenang dinyatakan sebagai distribusi frekuensi dan persentase. Data yang berskala numerik seperti *range of motion*, umur, tinggi badan, dan berat badan dinyatakan sebagai rerata dan simpangan baku apabila berdistribusi normal atau median dan rentang apabila berdistribusi tidak normal.

Normalitas distribusi data dianalisis dengan uji Saphiro-Wilk. Uji ini dipilih karena besar sampel dalam penelitian ini termasuk sampel kecil yang kurang dari 50. *Range of motion* dari setiap kelompok dianalisis menggunakan uji t tidak berpasangan jika distribusi data normal atau uji Mann-whitney jika distribusi data tidak normal. Perbedaan dianggap bermakna apabila nilai $p < 0,05$. Analisis data dilakukan dengan program komputer.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini telah dilakukan pada 16 kelompok lansia yang mengikuti kegiatan berenang di kolam renang wilayah kota Semarang dan 16 lansia yang tidak mengikuti berenang di panti jompo Wening Werdayo. Cara pemilihan sampel adalah *purposive random sampling*. Sampel dipilih berdasarkan kriteria yang telah ditentukan oleh peneliti. Seluruh sampel selanjutnya mengisi *informed consent* dan diukur ROM sendi ekstremitas atasnya.

Tabel 1. Karakteristik subjek penelitian

Karakteristik		N = 32
Jenis Kelamin	Pria	22
	Wanita	10
Usia	Rata-rata	64,25
	Maksimum	71
	Minimal	60
	SD	2,817
BMI	Rata-rata	21,93
	Maksimum	24,90
	Minimal	18,83
	SD	1,725

Keterangan : SD = standart deviasi;

BMI = *Body mass index*

Subjek penelitian terdiri dari 22 lansia pria dan 10 lansia wanita . Rerata umur subjek penelitian adalah $64,25 \pm 2,817$. Umur tertua adalah 71 tahun dan umur termuda 60 tahun. Rerata BMI subjek penelitian adalah $21,93 \pm 1,725$. BMI yang paling rendah sebesar $18,83 \text{ kg/m}^2$ dan yang paling tinggi adalah $24,90 \text{ kg/m}^2$

Dilakukan uji beda dengan menggunakan teknik uji t tidak berpasangan untuk sebaran data normal, dan uji *Mann-whitney* untuk sebaran data tidak normal.

Tabel 2. ROM *articulatio humeri* dan *cubiti* lansia yang berenang dan kontrol

Variabel	Berenang		P
	Ya(Mean±SD)	Tidak(Mean±SD)	
KANAN			
- Fleksi artikulasio humeri	171,31±5,93	162,37±7,95	0,001 ^{§*}
- Ekstensi artikulasio humeri	60,88±8,81	43,06±9,35	0,000 ^{§*}
- Adduksi artikulasio humeri	44,38±17,94	31,06±13,30	0,024 ^{§*}
- Abduksi artikulasio humeri	174,06±9,22	165,19±9,90	0,014 ^{§*}
- Rotasi lateral artikulasio humeri	89,5(64-98)	80 (49-86)	0,034 ^{‡*}
- Rotasi medial artikulasio humeri	74,31±13,68	64,0±12,36	0,033 ^{§*}
- Fleksi artikulasio cubiti	144,94±5,17	135,81±7,85	0,001 ^{§*}
- Ekstensi artikulasio cubiti	2,5(1-8)	1(0-4)	0,015 ^{‡*}
KIRI			
- Fleksi artikulasio humeri	168,94±6,86	154,12±11,55	0,000 ^{§*}
- Ekstensi artikulasio humeri	55,31±12,48	41,06±10,14	0,001 ^{§*}
- Adduksi artikulasio humeri	38,63±17,65	24,44±11,99	0,012 ^{§*}
- Abduksi artikulasio humeri	169,13±7,69	158,69±8,53	0,001 ^{§*}
- Rotasi lateral artikulasio humeri	82,81±6,12	75,94 ±9,96	0,027 ^{‡*}
- Rotasi medial artikulasio humeri	69,81±10,14	60,31±12,37	0,024 ^{§*}
- Fleksi artikulasio cubiti	139,56±5,50	131,63±11,97	0,022 ^{§*}
- Ekstensi artikulasio cubiti	2(1-5)	1(0-4)	0,041 ^{‡*}

Keterangan : * Signifikan; [§] Independent t; [‡] Mann Whitney

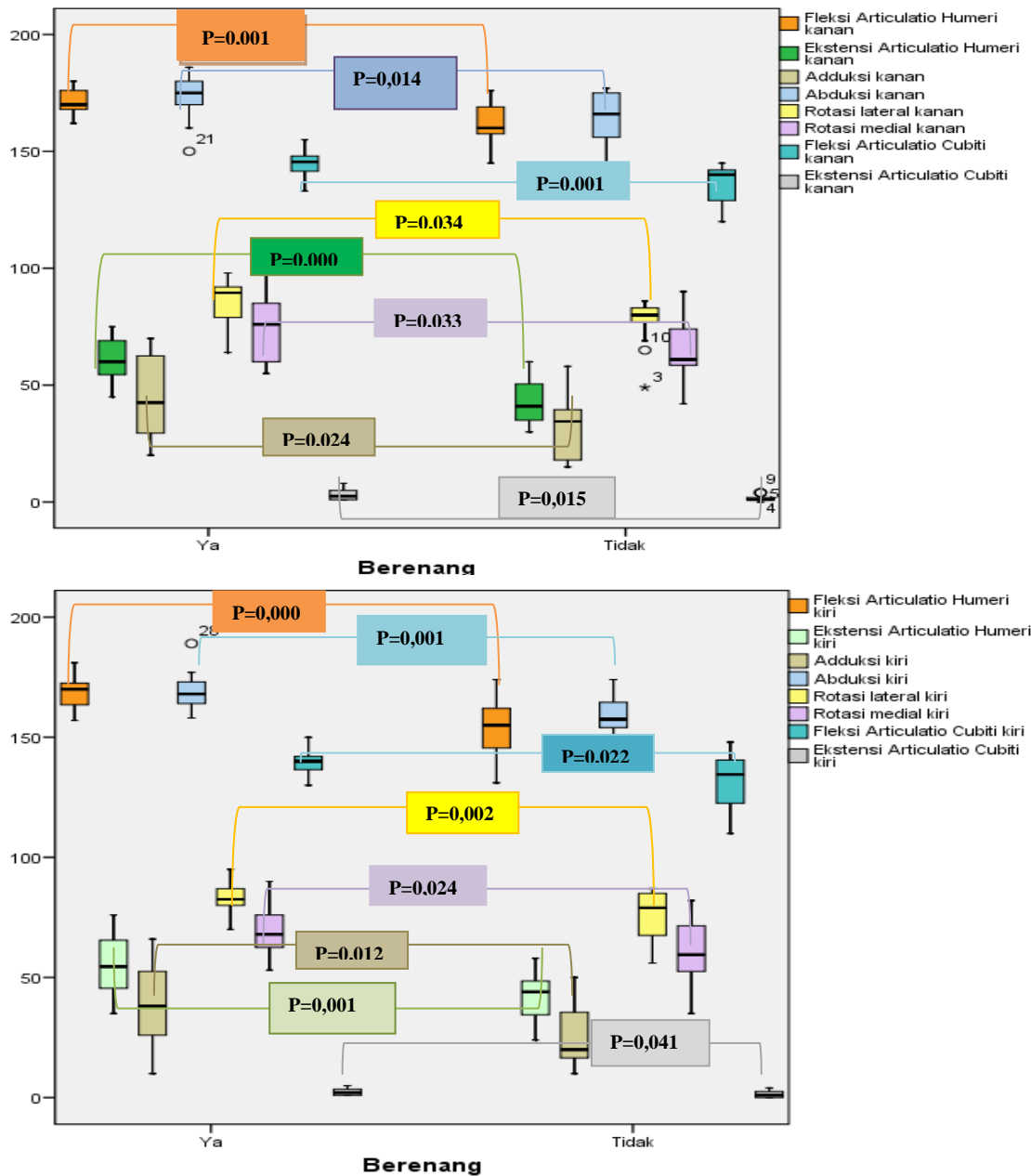
Uji hipotesis dinyatakan bermakna apabila nilai $p < 0.05$. Pada tangan kanan didapatkan perbedaan bermakna pada gerakan fleksi *articulatio humeri* (0,001) , ekstensi *articulatio humeri* (0,000), Adduksi *articulatio humeri* (0,024) ,

Abduksi *articulatio humeri* (0,014) , Rotasi lateral *articulatio humeri* (0,034), Rotasi medial *articulatio humeri* (0,033), Fleksi *articulatio cubiti* (0,001) dan ekstensi *articulatio cubiti* (0,015) .

Pada tangan kiri didapatkan perbedaan bermakna pada gerakan *articulatio humeri* (0,000) , ekstensi *articulatio humeri* (0,001), Adduksi *articulatio humeri* (0,012) , abduksi

articulatio humeri (0,001) , rotasi lateral *articulatio humeri* (0,027), rotasi medial *articulatio humeri* (0,024), fleksi *articulatio cubiti* (0,022) dan ekstensi *articulatio cubiti* (0,041) .

Gambar 1. ROM *articulatio humeri* dan *cubiti* yang berenang dan kontrol



Tabel 3. Pengaruh usia dan jenis kelamin terhadap ROM pada kelompok lansia berenang dan tidak berenang

Variabel	Berenang		P
	Ya	Tidak	
Usia	64,25 ± 2,86	64,25 ± 2,86	1,000 [§]
Jenis kelamin			
Laki-laki	11 (68,8)	11 (68,8)	1,000 [¥]
Perempuan	5 (31,3)	5 (31,3)	

Keterangan : * Signifikan; [§] Independent t; [¥] χ^2

Penelitian ini dikhawatirkan akan memiliki variabel perancu berupa usia dan jenis kelamin dari lansia. Berdasarkan tabel tersebut, jenis kelamin dan usia antara kelompok berenang dan tidak berenang tidak memiliki perbedaan yaitu $p > 0.05$ sehingga jenis kelamin dan usia tidak menjadi variabel perancu dalam penelitian ini.

PEMBAHASAN

Proses penuaan menyebabkan berkurangnya ROM sendi pada lansia.⁶ Selain proses penuaan, banyak faktor yang mempengaruhi ROM pada sendi salah satunya adalah aktivitas fisik.⁹ Salah satu aktivitas fisik yang dapat mempertahankan range of motion agar tetap baik adalah olahraga berenang.¹¹ Sebelumnya, terdapat penelitian mengenai Perenang lansia wanita, anggota *All-American Tim*

Master Swim diperiksa untuk kekuatan otot dan fleksibilitas. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan berenang mampu meningkatkan *range of motion* pada lansia.¹²

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan nilai range of motion *articulatio humeri* dan *cubiti* pada lansia yang berenang dan yang tidak berenang. Penelitian ini dapat mendukung penelitian Gail M Dummer, Paul vaccaro, dan David H. CLARKE dengan subjek anggota *All-American Tim Master Swim* diperiksa untuk kekuatan otot dan fleksibilitas bahwa berenang dapat meningkatkan *range of motion* pada lansia. Sampel yang digunakan pada penelitian ini lebih banyak yaitu 16 orang lansia yang berenang dan 16 orang lansia yang tidak berenang. Dari hasil pengukuran yang telah didapatkan terdapat perbedaan nilai ROM sendi ekstremitas atas pada kanan dan kiri. Hal ini dikarenakan faktor intrinsik dari ROM, yaitu sisi dominan pada tubuh memiliki ROM yang lebih besar karena adanya proses adaptasi dari jaringan dan perbedaan frekuensi penggunaan sendi.¹³

Pada penelitian ini didapatkan juga nilai *range of motion* diatas normal. Hal ini dapat ditunjukan pada hasil pengukuran ROM pada abduksi *articulatio humeri*

kanan didapatkan nilai maksimum sebesar 186° dan pada abduksi *articulatio humeri* kiri didapatkan nilai maksimum sebesar 189°. Sedangkan pada fleksi *articulatio humeri* juga didapatkan nilai diatas normal yaitu sebesar 181°. Peningkatan fleksibilitas pada sendi dapat terjadi karena *Hiperlaxity* kongenital tanpa terdapat kelainan pada jaringan ikat namun peningkatan fleksibilitas juga dapat menunjukkan adanya *hyperlaxity* yang dapat menunjukkan adanya masalah pada sendi seperti adanya abnormalitas pada kolagen seperti *Ehlers-Danlos syndrome*, *Marfan syndrome*, *Osteogenesis imperfecta*, dan *benign joint hypermobility syndrome*.^{14,15} Pada *acquired hiperlaxity* dapat disebabkan karena trauma minor yang berulang atau pengulangan saat latihan dan kompetisi sehingga terjadi regangan pada *capsuloligamentous*.^{16,17,18}

Olahraga berenang menggunakan keseluruhan otot dalam pergerakannya. Berenang dapat meningkatkan kekuatan tubuh tanpa ada tekanan pada sendi. Program berenang dapat membantu dalam penurunan berat badan, pengembangan otot, dan menjaga kebugaran. Tubuh manusia memiliki beberapa aspek alami yang membuatnya efisien bergerak di dalam air. Hanya butuh usaha sedikit untuk

bergerak di dalam air dari pada di udara.¹⁹ Berenang menggunakan beberapa sendi untuk pergerakannya, sehingga dapat mempertahankan fleksibilitas sendi pada lansia.¹¹

Semakin banyak aktivitas, maka akan semakin baik ROM pada sendi. Ini karena individu yang aktif akan meningkatkan *compliance* jaringan ikat dan meningkatkan jumlah sarkomer.²⁰ Pergerakan pada sendi juga dapat merangsang pembentukan dari *glycosaminoglycan hyaluronan* oleh sel-sel synovial tipe B. *Hyaluronan* adalah senyawa yang bersifat mekanosensitif, dimana sekresinya dipengaruhi oleh faktor mekanik. *Hyaluronan* berfungsi sebagai pelumasan pada synovial dan efektif untuk pergerakan permukaan dari kartilago, serta mempengaruhi permeabilitas dari membran synovial. Sehingga, adanya *hyaluronan* yang bersifat pelumasan akan mudah mempermudah pergerakan sendi sehingga *range of motion* juga semakin meningkat.^{21,22}

Eksklusi sampel penelitian ini hanya berdasarkan hasil wawancara dengan responden tanpa melakukan pemeriksaan penunjang seperti pemeriksaan laboratorium dan pemeriksaan radiologi untuk menghindari

sampel yang menderita penyakit yang dapat mempengaruhi fleksibilitas pada sendi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Terdapat perbedaan ROM *articulatio humeri* dan *cubiti* antara lansia yang berenang dan yang tidak berenang.

Saran

Perlu ada penelitian lebih lanjut dengan menggunakan pemeriksaan penunjang seperti pemeriksaan lab maupun pemeriksaan radiologi untuk menghindari sampel yang menderita penyakit yang dapat mempengaruhi fleksibilitas pada sendi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Darmojo B. Buku Ajar Boedhi-Darmojo Geriatri (Ilmu Kesehatan Usia Lanjut). In: Martono H, Pranarka K, eds. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia; 2013:7-131.
2. Kinsella K, Taeuber. *An Aging World II, International Population Report, P 95/92, US*. Washington DC; 1993.
3. Fillit, Howard M Rokcwood, Kenneth Woodhouse K. *Brocklehurst's Textbook of Geriatric Medicine and Gerontology*. Saunders Elsevier; 2009:350-500.
4. Tortora GJ, Derrickson B. *Principles of Anatomy & Physiology 14th Edition.*; 2014:1237.
5. Rohaedi S, Putri ST, Karimah AD. Tingkat Kemandirian Lansia dalam Activities Daily Living di Panti Sosial Wredha Senja Rawi. *J Pendidik Keperawatan Indones Univ Pendidik Indones*. 2016;2(1).
6. Fonda S, Herzog A regula. Documentation of Physical Functioning Measured in the Health and Retirement Study and the Asset and Health Dynamics among the Oldest Old Study. *Surv Res Center University Michigan, Ann Arbor.*, 2004:5.
7. Namdari S, Yagnik G, Ebaugh DD, et al. Defining functional shoulder range of motion for activities of daily living. *J Shoulder Elb Surg*. 2012;21(9):1177-1183.
8. Alter MJ. *Science of Flexibility*. Human kinetics; 2004:264-270.
9. Williams HG, McClenaghan BA, Dickerson J. Spectral characteristics of postural control in elderly individuals. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997;78(7):737-744.
10. Kim I-S, Chung S-H, Park Y-J, Kang

- H-Y. The effectiveness of an aquarobic exercise program for patients with osteoarthritis. *Appl Nurs Res.* 2012;25(3):181-189.
11. Colman V, Persyn U, Delecluse C. Some Effects of Swimming Sessions on Under-Active Elderly Men. 2003;265-270.
12. Dummer GM, Vaccaro P, Clarke DH. Muscular strength and flexibility of two female masters swimmers in the eighth decade of life*. *J Orthop Sport Phys Ther.* 1985;6(4):235-237.
13. Brown JC. Intrinsic and extrinsic factors associated with range of motion (ROM) with an emphasis on a novel genetic factor. *South Africa Univ Cape T.* 2010:38-45.
14. Smith LB, Hadoke PWF, Dyer E, et al. Haploinsufficiency of the murine Col3a1 locus causes aortic dissection: A novel model of the vascular type of EhlersDanlos syndrome. *Cardiovasc Res.* 2011;90(1):182-190.
15. Zweers MC, Hakim AJ, Grahame R, Schalkwijk J. Joint hypermobility syndromes: The pathophysiologic role of tenascin-X gene defects. *Arthritis Rheum.* 2004;50(9):2742-2749.
16. Johnson SM, Robinson CM. Shoulder Instability in Patients with Joint Hyperlaxity. *J Bone Jt Surg.* 2010;92(6):1545-1557.
17. Jansson A, Saartok T, Werner S, Renström P. Evaluation of general joint laxity, shoulder laxity and mobility in competitive swimmers during growth and in normal controls. *Scand J Med Sci Sport.* 2005;15(3):169-176.
18. Zemek MJ, Magee DJ. Comparison of glenohumeral joint laxity in elite and recreational swimmers. *Clin J Sport Med.* 1996;6(1):40-47.
19. Grootenhuis D. *Swimming for Fitness: A Guide to Developing a Self-Directed Swimming Program.* iUniverse; 2002.
20. Signorile JF. *Bending The Aging Curve.* Human kinetics; 2011:65.
21. Wann a KT, Ingram KR, Coleman PJ, McHale N, Levick JR. Mechanosensitive hyaluronan secretion: stimulus-response curves and role of transcription-translation-translocation in rabbit joints. *Exp Physiol.* 2009;94(3):350-361.
22. Lindqvist U, Engstrom-Laurent A, Laurent U, et al. The diurnal variation of serum hyaluronan in health and disease. *Scand J Clin Lab Invest.* 1988;48(8):765-770.