

**REDESAIN PEGANGAN TABUNG SINAR-X YANG ERGONOMIS DI
RADIOLOGI RSUP SANGLAH MENURUNKAN KELUHAN
MUSKULOSKELETAL, MENGURANGI KELELAHAN UMUM DAN
MENINGKATKAN KECEPATAN PEMERIKSAAN**

¹Susanta, I Putu Adi, ²Purnawati, Susy. ³Adiatmika, I Putu Gede

Mahasiswa Program Pascasarjana Ergonomi Fisiologi Kerja Universitas Udayana
Dosen Program Pascasarjana Ergonomi Fisiologi Kerja Universitas Udayana
Guru Besar Program Pascasarjana Ergonomi Fisiologi Kerja Universitas Udayana

Abstrak

Instalasi radiologi adalah unit pelayanan penunjang medis dalam suatu fasilitas kesehatan yang memiliki fungsi sebagai sarana penegakan diagnosa pasien. Di RSUP Sanglah terdapat 5 unit sub bagian radiologi antara lain Radiologi Central, IRD, Wing Amerta, Ruang Bedah Central dan Ruang Cath Lab yang seluruhnya memiliki tujuan memberikan nilai diagnostik yang bermutu kepada pasien dan masyarakat. Masalah yang terjadi dalam unit radiologi adalah timbulnya keluhan muskuloskeletal yang berhubungan dengan pekerjaan, peningkatan kelelahan umum pada pekerja, serta turunnya kecepatan pemeriksaan oleh radiografer dalam pelayanan. Hal ini dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian antara alat kerja dengan penggunaannya.

Telah dilakukan penelitian dengan intervensi redesign pegangan tabung sinar-X melalui pertimbangan antropometri pengguna bertujuan mengetahui seberapa besar pengaruh perbaikan desain pegangan tabung sinar-X terhadap keluhan muskuloskeletal, kelelahan umum dan peningkatan kecepatan pemeriksaan oleh radiografer. Data antropometri subjek digunakan sebagai dasar untuk meredesain pegangan tabung sinar-X.

Rancangan penelitian menggunakan *Treatment By Subject Designs* dengan besar sampel 12 orang yang menjadi kelompok kontrol sekaligus menjadi kelompok intervensi. Subjek diberi perlakuan berupa redesign pegangan tabung sinar-X atau pegangan yang telah diperbaiki bentuk dan desainnya lebih ergonomis disesuaikan dengan antropometri tubuh subjek. Keluhan muskuloskeletal dinilai dengan kuesioner *Nordic Body Map* dari NIOSH Japan, gangguan kelelahan umum dengan 30 item kelelahan umum, dan kecepatan pemeriksaan oleh radiografer diperoleh dengan cara mengukur waktu pemeriksaan pada saat melakukan pelayanan radiologi terhadap jumlah pemeriksaan yang dilakukan. Dilakukan uji Shapiro - Wilk untuk mengetahui normalitas data pada tingkat kemaknaan ($\alpha = 0,05$). Uji komparasi beda efek antara sebelum perbaikan dan sesudah perbaikan desain terhadap keluhan muskuloskeletal, kelelahan umum dan kecepatan pemeriksaan menggunakan *paired t-test* pada tingkat kemaknaan $\alpha = 0,05$

Diperoleh hasil bahwa pada kelompok intervensi penggunaan pegangan tabung sinar-X yang telah diredesain dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal secara bermakna ($p < 0,05$) sebesar 10,42%, mengurangi kelelahan umum secara bermakna sebesar 22,38 % ($p < 0,05$) dan meningkatkan kecepatan pemeriksaan sebesar 12.50% ($p < 0,05$). Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perbaikan desain pegangan tabung sinar-X dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal, mengurangi kelelahan umum dan meningkatkan kecepatan pemeriksaan oleh radiografer di RSUP Sanglah Denpasar.

Kata Kunci : *Desain, Pegangan, Tabung Sinar-X, Keluhan Muskuloskeletal, Kelelahan Kerja, Kecepatan Pemeriksaan Radiologi.*

**REDESIGNED ERGONOMIC X-RAY TUBE HANDLE AT RADIOLOGY
DEPARTEMENT OF SANGLAH HOSPITAL REDUCES MUSCULOSKELETAL
DISCOMFORT, GENERAL FATIGUE AND INCREASES EXAMINATION
SPEED**

Abstract

Radiology Installation is a unit of medical support services in a health facility that has a function as a means of patient diagnosis. In RSUP Sanglah there are 5 units of radiology sub-section such as Central Radiology, IRD, Wing Amerta, Central Surgery Room and Cath Lab Room which all have a goal of providing quality diagnostic value to patients and society. Problems occurring within the radiology unit are the incidence of work-related musculoskeletal complaints, increased general fatigue in workers, as well as decreased speed of examination by radiographers in service. This can be caused by a mismatch between the work tool and its users.

Research has been conducted with intervention of redesign of X-ray tube handling through user anthropometry aims to know how big the effect of X-ray tube grip design improvement to musculoskeletal complaints, general fatigue and increased examination speed by radiographer. The subject anthropometry data is used as the basis for redesigning the X-ray tube handle.

The design of the study using Treatment By Subject Designs with a large sample of 12 people who became the control group as well as the intervention group. Subjects were subjected to redesigned X-ray tube handles or grips that have been improved in shape and design more ergonomically adapted to the anthropometry of the subject body. Musculoskeletal complaints were assessed with Nordic Body Map questionnaires from NIOSH Japan, generalized fatigue disorder with 30 general fatigue items, and the examination speed by radiographers was obtained by measuring the time of the radiologic treatment on the number of checks performed. Shapiro - Wilk test was performed to determine the normality of data at significance level ($\alpha = 0,05$). Differential comparative test between pre-repair and post-design improvement of musculoskeletal complaints, general fatigue and speed of examination using paired t-test at significance level $\alpha = 0.05$

It was found that in the intervention group the use of redesigned X-ray tubes could significantly decrease musculoskeletal complaints ($p < 0.05$) by 10.42%, significantly reducing general fatigue by 22.38% ($p < 0.05$) and increased the examination rate by 12.50% ($p < 0.05$). Thus it can be concluded that the improved X-ray tube handle design can decrease musculoskeletal complaints, reduce general fatigue and increase the speed of inspection by radiographers at Sanglah Hospital Denpasar.

Keywords: *Design, Handrail, X-ray Tubes, Musculoskeletal Complaints, Work Fatigue, Examination Time Speed,*

1. Pendahuluan

Peran sinar-X tidak terlepas dari peran radiografer yaitu tenaga medis yang bertugas mengoperasikan alat radiologi. Interaksi radiografer dengan alat menentukan keberhasilan peran sinar-X dalam bidang kesehatan, oleh karena itu kondisi radiografer hendaklah selalu optimal. Dalam survey *Society of Radiographers* (SOR) tahun 2000 terungkap bahwa 70% dari seluruh radiografer melaporkan gejala sakit dan keluhan otot dan skeletal yang dipercaya berhubungan dengan pekerjaan (Arrowsmith 2000). Jika dibandingkan dengan kemungkinan pada seorang pekerja, kejadian sakit pada leher dan lengan pada populasi umum sebesar 70 % dan batas kemungkinan 13% dan 22,5% (Feather 2001). Jika musculoskeletal disorders (MSD) tidak dapat dikenali atau diobati secepatnya atau penyebabnya tidak dapat ditemukan, hal ini dapat menimbulkan penghentian kerja karena sakit, kehilangan pekerja yang terlatih dan berpengalaman serta pengeluaran tambahan untuk pencarian dan pengangkatan pekerja baru (Russo, et al. 2002).

Instalasi radiologi adalah unit pelayanan penunjang medis dalam suatu fasilitas kesehatan yang memiliki fungsi sebagai sarana penegakan diagnosa pasien. Di RSUP Sanglah terdapat 5 unit sub bagian radiologi antara lain Radiologi Central, IRD, Wing Amerta, Ruang Bedah Central dan Ruang Cath Lab yang seluruhnya memiliki tujuan memberikan nilai diagnostik yang bermutu kepada pasien dan masyarakat. Masalah yang terjadi dalam unit radiologi adalah timbulnya keluhan muskuloskeletal yang

berhubungan dengan pekerjaan, peningkatan kelelahan umum pada pekerja, serta turunnya kecepatan pemeriksaan oleh radiografer dalam pelayanan. Hal ini dapat disebabkan oleh ketidaksesuaian antara alat kerja dengan penggunaannya. Keluhan yang muncul pada radiografer adalah akibat gerakan tubuh yang tidak fisiologis seperti mengangkat beban, memuntir tubuh, menjinjit, menarik, dan mendorong ketika bekerja memberikan pelayanan radiologi kepada pasien. Gerakan tubuh tersebut terjadi ketika menggerakkan tabung sinar-X kearah objek atau pasien, juga terjadi ketika meletakkan alat bantu pemeriksaan di bawah dan sekitar objek foto berupa mengangkat tubuh pasien, memposisikan alat atau organ yang akan di foto. Gerakan yang tidak fisiologi tersebut jika dilakukan secara berulang – ulang, dalam tempo singkat akan memberikan dampak bagi kondisi tubuh pekerja, dapat berupa keluhan MSD atau bahkan timbul kelainan menetap. Kondisi ini dijumpai juga di RSUP Sanglah.

Kondisi yang belum ergonomis di radiologi RSUP Sanglah antara lain terdapat sikap kerja yang tidak alamiah seperti membungkuk, menjinjit, mengangkat, mendorong, dan memuntir tubuh. Radiografer melakukan sikap kerja membungkuk dalam memposisikan pasien untuk dilakukan pemeriksaan radiologi, mengangkat pasien dan memasukan kaset atau film radiologi, menjinjit dalam meraih tabung sinar-X lalu didorong atau ditarik untuk diletakan pada objek yang akan disinari. Bekerja dengan sikap kerja tidak alamiah akan menimbulkan cedera dan gangguan muskuloskeletal jika dilakukan terus menerus, berulang – ulang, dalam jangka waktu lama. Akibat yang timbul

dari kondisi alat kerja, sikap, waktu dan volume kerja seperti diatas adalah muncul keluhan-keluhan pada radiografer yang dapat menimbulkan penyakit muskuloskeletal dan menurunnya kecepatan radiografer dalam melakukan pemeriksaan radiologi. Apabila hal ini menjadi kebiasaan yang berlanjut menjadi budaya kerja yang tidak aman dan tidak sehat maka dikawatirkan akan membawa pengaruh yang kurang baik terhadap lingkungan kerja. Tuntutan tugas, kondisi lingkungan dan organisasi kerja yang kurang proposional dapat menimbulkan gangguan kesehatan, kelelahan, penurunan kewaspadaan, peningkatan angka kecelakaan kerja dan pada akhirnya menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi dan kecepatan pemeriksaan kerja.

Untuk itu dilakukan penelitian dengan intervensi redesign pegangan tabung sinar-X melalui pertimbangan antropometri pengguna bertujuan mengetahui seberapa besar pengaruh perbaikan desain pegangan tabung sinar-X terhadap keluhan muskuloskeletal, kelelahan umum dan peningkatan kecepatan pemeriksaan oleh radiografer. Data antropometri subjek digunakan sebagai dasar untuk meredesain pegangan tabung sinar-X.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *eksperimental*, menggunakan rancangan sama subjek (*treatment by subject design*) Penelitian di lakukan instalasi radiologi RSUP Sanglah Denpasar di jalan Diponegoro Denpasar, selama 4 minggu pada bulan Juli – Agustus 2017. Populasi sebanyak 52 radiografer dengan sampel penelitian sebanyak 12 radiografer instalasi radiologi RSUP Sanglah Denpasar dibuktikan dengan kepemilikan

kartu identitas karyawan sebagai kelompok kontrol sekaligus menjadi kelompok intervensi. Subjek diberi perlakuan berupa redesign pegangan tabung sinar-X atau pegangan yang telah diperbaiki bentuk dan desainnya lebih ergonomis disesuaikan dengan antropometri tubuh subjek. Alat yang digunakan antara lain kuesioner *Nordic Body Map* dengan 4 skala likert digunakan untuk menginterpretasikan keluhan otot skeletal. Kuesioner 30 daftar pertanyaan dengan 4 skala likert digunakan untuk identifikasi kelelahan umum. *Stopwatch* untuk mengukur kecepatan pemeriksaan dan kamera Digital resolusi *5 megapixel* untuk dokumentasi yang *terinstall* pada tablet *phone Samsung Note 8* buatan Korea, *Antropometer* merek Super buatan Jepang, untuk mengukur data antropometri dengan ketelitian 0,1 mm, meteran kecil dengan kemampuan ukur 5 meter memiliki ketelitian 0,1 cm digunakan untuk mengukur alat kerja. *Sling Termometer*, dengan ketelitian 0,5° digunakan untuk mengukur kondisi mikroklimat yang meliputi suhu basah, suhu kering dan ISBB. *Luxmeter* dengan ketelitian 0,1 lux untuk mengukur intensitas penerangan. Alat tulis menulis untuk mencatat hasil penelitian.

Data dianalisis menggunakan program SPSS (*Statistical Package for The Social Science*) 16 for windows. Analisis data menggunakan statistik inferensial (Nasir, 1988). Analisis deskriptif sehingga diperoleh rerata simpang baku dan rentangan dari data variabel penelitian. Sebagai prasyarat uji statistik parametrik dilakukan uji Shapiro - Wilk untuk menguji normalitas data pada tingkat kemaknaan ($\alpha=0,05$). Uji Komparasi data keluhan muskuloskeletal, kelelahan umum

dan produksi antara sebelum perlakuan dan sesudah perlakuan terhadap variabel subjektif dan kecepatan pemeriksaan kerja menggunakan paired-t test pada tingkat kemaknaan $\alpha=0,05$.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis terhadap 12 radiografer RSUP Sanglah Denpasar, menunjukkan bahwa rerata umur adalah $30,56 \pm 4,21$ tahun dengan rentangan umur subjek yang telah ditetapkan, yaitu antara 19 sampai 45 tahun. Berkaitan dengan umur, Manuaba (1990) menyatakan bahwa kapasitas fisik

sesorang berbanding langsung sampai batas tertentu dengan umur, dan mencapai puncaknya pada umur 25 tahun. Menurut Nala (1994), pengaruh kemampuan fisiologis otot berada pada rentangan 20-30 tahun. Disimpulkan semua subjek penelitian sedang dalam kapasitas kemampuan fisik optimal. Tingkat keluhan muskuloskeletal, kelelahan umum, yang dialami subjek pada penelitian ini serta kecepatan pemeriksaan memang berasal dari kondisi kerja subjek. Seluruh hasil disajikan pada tabel 3.1.

Tabel.3.1 Data hasil penelitian

Variable	Sebelum perbaikan		Sesudah perbaikan		Nilai t	Nilai P
	Rerata	SB	Rerata	SB		
Suhu basah (°C)	20,72	0,66	20,47	0,51	0,802	0,443
Suhu kering (°C)	24,89	0,52	25,17	0,56	1,000	0,343
Kelembaban rel. (%)	70,47	2,79	69,56	2,90	0,361	0,726
Int. Kebisingan (dBA)	69,39	0,99	69,47	0,81	-17,05	0,122
Int. Penerangan (lux)	59,64	1,15	59,58	0,87	19,20	0,087
Keluhan Mus. Sblm	36,93	3,64	36,50	3,65	-20,22	0,221
Keluhan Mus. Ssdh	43,56	3,86	38,56	3,5	-12,13	0,001
Selisih Kel. Mus.	6,63	0,22	2,06	0,15	8,09	0,000
Kelelahan Sebelum	34,58	3,27	33,88	3,65	-18,91	0,632
Kelelahan Sesudah	59,29	2,74	45,32	3,5	-11,34	0,001
Selisih kelelahan	24,71	0,22	11,44	0,15	7,57	0,000
Kecepatan priksa (det)	248,18	8,84	217,23	6,52	37,79	0,001

Tinggi dan berat badan memiliki pengaruh terhadap kelincahan serta penampilan seseorang selama melakukan pekerjaan (Pheasant, 1986). Menurut Aryatmo (1981) berat badan yang melebihi perbandingan tinggi badan dengan berat badan ideal akan melebihi kemampuan daya penopang

tubuh sehingga bisa menimbulkan nyeri pada lutut dan pergelangan kaki. Beban berlebihan yang berlangsung lama merapatkan jarak ruas tulang punggung, memperbesar tekanan pada jaringan sehingga menimbulkan rasa sakit dan sering terjadi pada kelompok umur 20-30 tahun (Sastrowinoto, 1985). Rerata tinggi badan subjek dalam penelitian ini adalah

170,81±6,66cm. Sedangkan berat badan subjek pada penelitian ini dengan rerata adalah 64,51±10,95 kg. Manuaba (1998) berat badan normal adalah tinggi badan dikurangi 100, dan berat badan ideal adalah berat badan normal $\pm 10\%$. Berdasarkan rumusan tersebut dapat dinyatakan bahwa berat badan subjek masih termasuk dalam berat badan yang ideal.

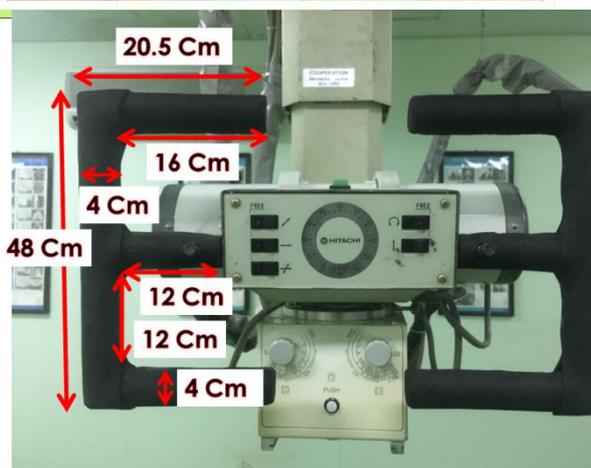
Data antropometri subjek digunakan sebagai dasar untuk mendesain alat/pegangan tabung sinar-X. Dari analisis data antropometri tangan subjek didapatkan persentil 5 panjang tangan 18 cm, yang dimaksud adalah untuk mendesain pegangan tabung sinar-X. Diameter genggam tangan tabung sinar-X di Instalasi Radiologi RSUP Sanglah Denpasar adalah 4 cm. Ukuran gagang pegangan tabung sinar-X sebelum perbaikan tebalnya 1 cm dengan panjang ± 10 cm. Penggunaan alat tersebut mengakibatkan sikap kerja tidak alamiah pada tangan, sehingga menimbulkan rasa sakit pada telapak tangan dan jari-jari. Keluhan paling besar pada saat mengoperasikan tabung sebelum perbaikan terjadi pada telapak dan pergelangan tangan yang disebabkan oleh bentuk pegangan yang kecil.

Ukuran pegangan tabung setelah perbaikan diameternya 4 cm dengan perbaikan desain. Ukuran gagang alat tersebut sesuai dengan diameter genggam tangan radiografer. Dengan adanya perbaikan pegangan disertai perbaikan desain yang sesuai dengan antropometri tangan radiografer, terjadi penurunan keluhan muskuloskeletal dan kelelahan umum terhadap radiografer yang melakukan pelayanan radiologi kepada

pasien sehingga radiografer merasa lebih nyaman pada saat melakukan pemeriksaan radiologi. Berdasarkan wawancara dengan 12 radiografer RSUP Sanglah yang menjadi subjek penelitian, mereka menyatakan bahwa dengan perbaikan desain pegangan tabung sinar-X dirasakan lebih nyaman pada saat digunakan. Dalam penelitian Radiawan (2008) tentang alat penyisitan pandan pada perajin tikar pandan di Desa Tumbu Karangasem, dari analisis antropometri tangan subjek didapatkan persentil 5 panjang tangan 15 cm dan diperoleh diameter gagang alat *penyisitan* adalah 30mm. Pheasant (1991) menganjurkan ukuran pegangan 35mm dan Nala (1992) menyarankan diameter pegangan 25mm-35mm seperti alat genggam yang lebih besar, seperti pisau, sabit, palu dan sebagainya mempunyai diameter yang ideal adalah seluas lingkaran yang dibentuk oleh jari tangan dengan telapak tangan dan ibu jari, dimana ujung jari tengah menyentuh pangkal sampai ruas pertama ibu jari. Besarnya diameter genggam ini adalah berkisar 2,5-3,5 cm, sedangkan panjang pegangan ditentukan dengan perhitungan 95 persentil 90 mm, maka panjang dari pegangan ± 120 mm. Alat-alat yang lebih besar lagi seperti cangkul, palu, penumbuk, kapak dan lainnya, besar diameternya maksimal ujung jari tengah bertemu dengan ujung ibu jari. Ukuran Maksimumnya adalah dengan garis tengah lingkaran 7,5 cm. Sutajaya (2006), data antropometri tangan dimanfaatkan untuk mendesain pegangan, alat-alat tangan untuk mencapai kenyamanan.

Lingkungan kerja yang meliputi kebisingan, intensitas penerangan dan iklim mikro yang terdiri dari suhu basah, suhu kering dan kelembaban udara relatif

yang diukur pada saat sebelum mulai aktivitas jaga, pertengahan waktu jaga dan setelah waktu jaga malam berakhir yaitu mulai pukul 20.00, berakhir pukul 08.00 Wita. Manuaba (1998) menyatakan bahwa nilai ambang batas dari suhu udara untuk pekerja adalah 33°C dan kelembaban relatif pekerja orang Indonesia yang masih tergolong nyaman adalah 70% - 80%. Sedangkan intensitas penerangan tergantung dari jenis pekerjaan, pekerja yang presisi memerlukan intensitas yang lebih tinggi dari pada pekerja yang tidak memerlukan ketelitian dengan penerangan dari 300-700 lux. Dari analisis pengukuran mikroklimat di tempat penelitian pada ruang radiologi IRD RSUP Sanglah dapat dijelaskan sebagai berikut. Gambar redesain pegangan tabung sinar-X yang ergonomis tersaji dalam gambar 3.1



Gambar 3.1 Redesain pegangan tabung sinar-X dari awal hingga menjadi lebih ergonomis

Hasil pengukuran suhu udara selama penelitian berlangsung didapatkan rentang suhu basah sebelum perbaikan adalah 20-22°C dengan rerata 20.72±0.66°C, suhu basah setelah perbaikan adalah 22-21°C dengan rerata 20.47±0.51°C, dan kelembaban relatif adalah 70,47%. Suhu kering sebelum perbaikan dengan rentangan 24-26°C, dengan rerata 24,89±0,52°C, dan suhu kering sesudah perbaikan dengan rentangan 24-26°C dengan rerata 25.17±0,56°C kelembaban relatif adalah 69,56%. Sukaya (2003) pekerja dapat beradaptasi pada 30,84±0,69°C dan Radiawan (2008) pekerja dapat beradaptasi pada 31,33±0,57°C sedangkan Padmanaba (2005) mengatakan bahwa pekerja dapat beradaptasi pada kondisi 27,16±1,07°C. Suhu udara yang berada diluar atau ruang terbuka adalah daerah nyaman yaitu 22-26°C untuk orang Indonesia (Manuaba,1998). Secara umum suhu udara di ruang radiologi IRD RSUP Sanglah Denpasar sebagai tempat penelitian masih dalam batas yang dapat diadaptasi oleh radiografer.

Pengukuran ditempat penelitian didapatkan rentang kelembaban relatif 68-75% dengan rerata sebelum perbaikan 70,47±2,79% dan sesudah perbaikan 69,56±2,90%. Menurut Soerjani (1987) daerah nyaman untuk orang Indonesia, suhu kering berkisar 22-28°C dengan kelembaban 70-80%. Padmanaba (2005) dalam penelitian mendapatkan kelembaban relatif 70-78% dengan rerata 72±0,69%, sedangkan Radiawan (2008) mendapatkan rerata kelembaban relatif 76±5,77% . Oetjo (1980) menyatakan bahwa

indikator suhu yang diperkenankan pada suatu lingkungan kerja adalah antara 21-30°C dengan kelembaban udara 65-95%. Kelembaban udara di tempat penelitian sangat penting untuk dipantau untuk dapat menggambarkan tingkat kejenuhan uap air pada tempat tersebut yang dapat berpengaruh terhadap penguapan keringat dimana semakin lembab keadaan udara maka semakin sulit penguapan keringat. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa kelembaban udara secara fisiologi tidak menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan, karena kelembaban pada tempat penelitian masih tergolong normal

Pengukuran kebisingan didapatkan rerata $69,39 \pm 0,99$ dB yang sebagian besar berasal dari bunyi mesin dan percakapan instruksi antar subjek penelitian dengan pasien. Kondisi ini masih termasuk dibawah batas kebisingan yaitu 80 dBA (Mangunwijaya, 2000) sehingga tidak sampai mengganggu aktivitas pelayanan radiologi di ruang pemeriksaan radiologi IRD RSUP Sanglah. Disebutkan pula bahwa tidak semua bunyi yang keras atau gaduh dirasakan sebagai gangguan, tergantung dari perasaan dan kebiasaan masing-masing. Dari hasil pemantauan dan pengukuran selama penelitian berlangsung rerata penerangan sebelum perbaikan diperoleh adalah $59,64 \pm 1,15$ lux dan setelah perbaikan diperoleh rerata $59,58 \pm 0,87$ lux. Penerangan tersebut dianalisis dengan uji *t-paired* ternyata tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$). Sesuai dengan rekomendasi intensitas penerangan untuk membaca dan menulis adalah 350-700 lux (Manuaba 1998b). Hal ini menunjukkan bahwa intensitas penerangan kondisinya nyaman untuk melakukan pemeriksaan radiologi dan pelayanan terhadap pasien.

Sikap kerja radiografer adalah sikap kerja berdiri bervariasi dengan pembobotan dalam waktu tak tentu sesuai dengan pemeriksaan yang dilakukan dan jumlah pasien yang dikerjakan, jika jumlah pasien banyak dengan berbagai pemeriksaan hal ini sering menimbulkan keluhan-keluhan pada beberapa organ tubuh radiografer. Adanya keluhan yang dirasakan oleh radiografer dikarenakan adanya sikap kerja paksa dan kerja dengan postur tubuh yang tidak alamiah. Hal ini juga dibuktikan dalam penelitian Radiawan (2008) yang melaporkan bahwa keluhan muskuloskeletal timbul pada pekerja wanita akibat dari sikap kerja yang kurang baik dan waktu kerja yang cukup lama. Dengan demikian perbaikan sikap kerja yang dilakukan dari posisi berdiri menjadi posisi duduk-berdiri ternyata mampu menurunkan keluhan muskuloskeletal.

Keluhan muskuloskeletal subjek dihitung berdasarkan selisih skor dari hasil pengisian kuesioner *Nordic Body Map* skala *Likert* pada kontrol dan intervensi berdasarkan empat skala. Semakin tinggi angka skor total keluhan muskuloskeletal maka makin tinggi tingkat keluhan muskuloskeletal pada subjek penelitian. Pada sebelum perbaikan sebelum mulai pemeriksaan menunjukkan rerata $36,93 \pm 3,64$, sesudah adalah $43,86 \pm 3,86$. Pada sesudah perbaikan sebelum mulai melakukan pemeriksaan radiologi adalah $36,50 \pm 3,65$ dan sesudah $38,56 \pm 3,65$. Hasil uji perbedaan efek beda skor sebelum perbaikan dengan sesudah perbaikan dengan uji *t-paired*, menunjukkan ($p < 0,05$) artinya ada perbedaan secara signifikan. Artinya ada penurunan tingkat keluhan muskuloskeletal sesudah perbaikan yang mencapai 4,57 skor atau 10.42%.

Dalam konsep ergonomi prioritas utama adalah menyesuaikan desain dan sistem kerja mesin dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasan manusia (*fitting the job to the man*) (Grandjean, et al, 2000). Oleh karena itu setiap interaksi manusia dengan mesin harus dirancang sedemikian rupa sehingga terjadi keharmonisan antara daya kerja mesin dengan kemampuan, kebolehan dan keterbatasan pekerja. Radiawan (2008) mengatakan bahwa dengan memperbaiki sikap kerja dan memperbaiki gagang alat penyisitan dapat mengurangi keluhan perajin tikar pandan sebesar 14,51%. Sukaya (2003) menyatakan bahwa perbaikan stasiun kerja dapat mengurangi muskuloskeletal sebesar 13,07% pada pekerja bagian *packing* di perusahaan *furniture*. Dari uraian diatas dapat disampaikan bahwa dengan memperbaiki sikap kerja dan memperbaiki alat yang mengacu kepada antropometri pekerja dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal radiografer RSUP Sanglah yang pada akhirnya diharapkan dapat meningkatkan kecepatan pemeriksaan kerja radiografer saat melakukan pemeriksaan radiologi di RSUP Sanglah.

Kelelahan merupakan suatu keadaan sementara yang ditimbulkan oleh aktivitas yang berlebihan atau berkepanjangan yang dimanifestasikan sebagai penurunan fungsi aktivitas, fungsi kapasitas organ, baik pada organ itu sendiri atau seluruh tubuh dan dirasakan secara spesifik sebagai kelelahan umum. Kelelahan adalah salah satu cara dari tubuh mengingatkan bahwa ada persoalan dalam tubuh kita yaitu ketika badan terasa lelah barulah disadari bahwa ada penyebab yang harus dihilangkan.

Kelelahan harus ditangani dengan baik, karena kelelahan yang berkepanjangan akan dapat menurunkan produktivitas pekerja. Kelelahan pada radiografer ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti (1) task yaitu penggunaan alat radiologi yang memiliki bobot berat; (2) organisasi kerja, yaitu waktu kerja dalam sehari, rotasi antar pekerja dan waktu kerja dalam sebulan; (3) lingkungan kerja yang sarat dengan medan radiasi pengion, lingkungan biologis dan kimia dalam rumah sakit; (4) faktor ergonomi dan sikap kerja; (5) faktor sosial budaya subjek sendiri. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa rerata kelelahan umum setelah bekerja sebelum perbaikan adalah $59,29 \pm 2,74$ dan setelah perbaikan adalah $45,32 \pm 3,50$. Analisis kemaknaan dengan uji *t-paired* menunjukkan bahwa kedua kelompok sesudah bekerja melakukan pemeriksaan radiologi, rerata kelelahannya berbeda secara bermakna ($p < 0,05$) dengan penurunan keluhan umum sebesar 13.27 atau 22.38%.

Terjadinya peningkatan kelelahan selama bekerja disebabkan karena beberapa faktor yaitu keluarnya energi selama bekerja dan juga adanya pengaruh lingkungan seperti medan radiasi pengion, temperatur, kelembaban relatif, dan gerakan udara. Seseorang memerlukan energi tertentu untuk menjaga fungsi tubuh dan ketika bekerja fisik kebutuhan energi meningkat. Sedangkan penurunan skor kelelahan disebabkan oleh implementasi ergonomi yang diterapkan setelah perbaikan redesain. Implementasi tersebut yaitu redesain pegangan tabung sinar-X yang telah disesuaikan dengan antropometri radiografer. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Santosa (2013) terhadap pemakaian alat pengaduk dodol yang

ergonomis pada perajin dodol wanita di desa Penglatan Buleleng bahwa terjadi penurunan tingkat kelelahan sebesar 22,09%. Penelitian ini didukung juga oleh temuan Adiatmika (2007) yang mengatakan bahwa kondisi kerja dengan pendekatan ergonomi total dapat menurunkan kelelahan 6,79%. Penelitian hampir sama juga dilakukan oleh Sundari (2008) mengatakan bahwa intervensi ergonomi pada proses pengolahan tanah bahan keramik dapat mengurangi kelelahan sebesar 60,98%. Berdasarkan hasil penelitian, hasil analisis menunjukkan setelah meredesain alat kerja terjadi penurunan kelelahan umum sebesar 25,91%, dan perbedaannya bermakna ($p < 0,05$). Hal ini disebabkan karena pegangan tabung sinar-X dengan desain yang baru ini dapat memberikan kenyamanan dalam bekerja sehingga tidak ada sikap paksa atau tidak fisiologis disaat bekerja yang dapat mengurangi energi yang keluar. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa aplikasi ergonomi pada redesain pegangan tabung sinar-X yang mengacu pada aspek antropometri dengan penyesuaian ukuran genggamannya terbukti mengurangi kelelahan umum.

Dari hasil analisis data diperoleh rerata kecepatan pemeriksaan sebelum perbaikan diperoleh rerata waktu pemeriksaan adalah $248 \pm 8,84$ detik per pemeriksaan dan sesudah perbaikan $217 \pm 6,52$ detik per pemeriksaan berbeda bermakna ($p < 0,05$) terjadi peningkatan kecepatan pemeriksaan berupa penyingkatan waktu pemeriksaan sebesar 31 detik kerja. Dengan perbaikan desain pegangan tabung sinar-X yang ergonomis pada alat radiologi di RSUP Sanglah Denpasar dapat meningkatkan kecepatan pemeriksaan kerja sebesar 12,50% ($p < 0,05$). Didukung oleh

penelitian Radiawan (2008) melaporkan modifikasi alat *penyisitan* pandan yang disesuaikan dengan antropometri tangan perajin dapat meningkatkan produktivitas sebesar 15,90% ($p < 0,05$). Begitu pula dalam penelitian Murniasih (2004) tentang modifikasi gagang pisau yang disesuaikan dengan antropometri tangan tukang *tues* dapat meningkatkan produktivitas sebesar 11,21% ($p < 0,05$). Putra (2004) menyatakan bahwa dengan memperbaiki sikap kerja dan penambahan spon pada gagang gergaji kayu mengalami peningkatan produktivitas sebesar 48,72%. Dengan demikian perbaikan alat kerja dan sikap kerja dapat meningkatkan kecepatan pemeriksaan radiografer dan produktivitas pekerja.

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

Dari hasil dan pembahasan penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut Redesain pegangan tabung sinar-X yang ergonomis dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal 10,42% ($p < 0,05$), mengurangi keluhan umum sebesar 22,38%, meningkatkan kecepatan pemeriksaan sebesar 12,50% ($p < 0,05$) pada radiografer di Instalasi Radiologi RSUP Sanglah Denpasar.

4.2 Saran

Berdasarkan simpulan hasil penelitian maka disarankan sikap kerja paksa pada pemeriksaan radiologi akan mengakibatkan rasa sakit dan tidak nyaman setelah bekerja, maka diperlukan konsultasi dengan ergonomi agar keluhan tersebut tidak menimbulkan sakit akibat kerja berlanjut. Bagi Rumah Sakit atau penanggung jawab instalasi dalam usaha meningkatkan kesehatan dan kesejahteraan

pekerja secara umum, maka untuk aktivitas pelayanan radiologi disarankan supaya dilengkapi dengan fasilitas atau peralatan yang ergonomis agar radiografer dapat memberikan pelayanan dan pemeriksaan radiologi dengan lebih nyaman dan sehat. Produsen alat-alat radiologi seperti pesawat sinar-X dan alat-alat bantu pemeriksaan radiologi agar mempertimbangkan aspek ergonomis sebagai salah satu unsur produksi, sehingga membantu sosialisasi bekerja aman dan nyaman serta hidup sehat. Bagi peneliti lain disarankan untuk meneliti lebih jauh masalah bau kimia obat-obatan dan cairan pencucian film yang dihadapi radiografer pada saat melakukan pelayanan dan pemeriksaan radiologi.

5. Daftar Pustaka

- Arrowsmith. "The Prevalence of Work-Related Upper Limb Disorders Amongst Radiographers." Synergy (Synergy), September 2000.
- Feather, C. "WRMSD: An occupational hazard for sonographers." Synergy, 2001
- Grandjean, E. 2000, *Fitting the Task To the Man*, A Textbook of occupational Ergonomic Edition London, Taylor & Fancis.
- Mangunwijaya, Y.B. 2000. *Pengantar Fisika Bangunan*: Jakarta, Djembatan.
- Manuaba, Ida Bagus Adnyana. "Ergonomi, Kesehatan dan Keselamatan Kerja. Dalam: Wignyosoebroto, S.& Wiratno, S.E.,Eds." Proceeding Seminar Nasional Ergonomi. Surabaya: PT Guna Widya, 2000.
- Murniasih, N. 2004 Modifikasi Pisau Metetuesan dan Perbaikan Sikap Kerja Dapat Menurunkan Keluhan Subyektif serta Peningkatkan Produktivitas Kerja Tukang Tues. (*Tesis*) Denpasar. Program Magister Ergonomi-
- Fisiologi Kerja, Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Nala, I.G.N. 1994. *Perbedaan Kekuatan Otot Tangan Absolut dan Relatif antara Siswa-siswi SMP dengan Siswa-siswi SMA di Denpasar*. Disajikan dlama Kongres VI dan Seminar Nasional VII IAIFI. Surabaya: 18-20 November
- Nasir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia
New York; McGraw-Hill Book Company.
- Oetojo, 1980. *Pedoman Penggunaan Alat-alat Deteksi Pengawasan Kesehatan Kerja*. Jakarta; dirjen Pembinaan Hubungan Perburuhan dan Perlindungan Tenaga Kerja, adepnakera& Transmigrasi RI.
- Oetojo, 1980. *Pedoman Penggunaan Alat-alat Deteksi Pengawasan Kesehatan Kerja*. Jakarta; dirjen Pembinaan Hubungan Perburuhan dan Perlindungan Tenaga Kerja, adepnakera& Transmigrasi RI.
- Padmanaba, C.G.R. 2005. *Penambahan Penerangan Lokal pada Meja Gambar Mengurangi Keluhan Subjektif dan Meningkatkan Produktivitas Kerja Mahasiswa Desain Interior (Tesis)*, Denpasar: Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Radiawan, 2008. *Perbaikan Alat Kerja dan Cara Kerja Penyisitan Pandan Menurunlan Keluhan Muskuloskeletal dan Kelelahan Serta Meningkatkan Produktivitas Perajin Tikar Pandan Di Desa Tumbu Karangasem (Tesis)* Denpasar: Program Magister Ergonomi-Fisiologi Kerja, Program Pascasarjana Universitas Udayana.
- Russo, A, C Murphys, V Lessoway, and J Berkowitz. "The prevalence of

musculoskeletal symptoms among British Columbia Sonographers. *Applied Ergonomics* 2002; 33:385-93." British Columbia Sonographers. *Applied Ergonomics* 2002; 33, 2002: 385-93.

Sastrowinoto, S. 1985. Meningkatkan Produktivitas dengan Ergonomi. Jakarta: PT.

Sukaya, 2003. Perbaikan Stasiun Kerja Mengurangi Beban Kerja dan Keluhan Muskuloskeletal serta Meningkatkan Produktivitas Kerja Pekerja Packing pada Perusahaan Furniture Sidakarya Denpasar. (*Tesis*) Denpasar: Program Magister Ergonomi-Fisiologi Kerja, Program Pascasarjana Universitas Udayana.

Sutajaya, M. 2006. *Manfaat Praktis Ergonomi*. Kerjasama Bagian Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana Dengan Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas Pendidikan MIPA Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja Bali. Denpasar: Bagian Faal Fakultas Kedokteran Universitas Udayana.