

INTERVENSI ERGONOMI DALAM PEMBELAJARAN SAINS MENGURANGI KELUHAN MUSKULOSKELETAL SISWA SD 1 SANGSIT KECAMATAN SAWAN KABUPATEN BULELENG

Nyoman Wijana

*Staf Pengajar pada Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Pendidikan Ganesha
Singaraja*

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peranan intervensi ergonomi dalam pembelajaran sains untuk menurunkan keluhan muskuloskeletal siswa SD. Jenis penelitian ini termasuk jenis penelitian quasi eksperimental dengan rancangan *randomized pre-test and post-test control group design*. Pada kelompok kontrol pembelajarannya dengan cara konvensional (tanpa intervensi ergonomi) dan kelompok eksperimen dengan intervensi ergonomi. Intervensi ergonomi dalam pembelajaran sains mengacu pada pendekatan ergonomi (PE) yakni gabungan antara SHIP dan TTG. Implementasi dari hal ini adalah melakukan perbaikan dan atau penataan terhadap *instrumental input*, *environmental input* dan *porcess*, sedangkan untuk di kelompok kontrol tidak dilakukan intervensi ergonomi, di mana kondisi *instrumental input*, *environmental input* dan *process* berlangsung secara konvensional. Pengambilan sampel dilakukan secara random. Analisis data dilakukan dengan menggunakan uji *Mann-Whitney* dengan taraf signifikansi 5 %. Simpulan dari hasil penelitian ini adalah (1) intervensi ergonomi dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal siswa SD ($p < 0,05$); (2) Hasil pengukuran dengan *nordic body map* pada kelompok kontrol terjadi keluhan pada otot pinggang (86,1%), otot pantat (86,1%), otot punggung (84,8%), otot lengan atas kiri (78,8%), otot lengan atas kanan (67,9%), otot siku kanan (78,2%), otot siku kiri (74,6%), paha kanan (76,9%), paha kiri (75,7%), otot betis kanan (66,1%), otot betis kiri (64,2%), otot pergelangan kaki kanan (67,3%), dan otot pergelangan kaki kiri (65,5%). Dengan demikian dapat disarankan bahwa intervensi ergonomi dalam pembelajaran dengan menggunakan PE sebaiknya diterapkan dalam pembelajaran sains di SD karena telah terbukti dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal. [**MEDICINA 2009;40:11-20**].

Kata kunci: pendekatan ergonomi, keluhan muskuloskelet.

ERGONOMICS INTERVENTION IN SCIENCE TEACHING LEARNING REDUCES MUSCULOSKELETAL COMPLAINT AMONG ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS NO. 1 SANGSIT KECAMATAN SAWAN KABUPATEN BULELENG

ABSTRACT

The aimed of this research is to find out the role of ergonomic intervention in science teaching learning for reducing the students' musculoskeletal complaint. This research was categorized into quasi experimental. It was designed in *randomized pre-test and post-test control group design*. In control group the teaching learning process was done by conventional technique

(without ergonomics intervention) while the teaching learning process in experimental group was done by ergonomics intervention. Ergonomics intervention in science teaching learning referred to the ergonomics approach (PE) which is a combination between SHIP and TTG. The implementation of this intervention by applying the repairment or rearrangement of instrumental input, environmental input and process, while there was without ergonomics intervention applied in the control group where the condition of instrumental input, environmental input, and process done conventionally. The sample was taken randomly. The data were analyzed by implementing *Mann-Whitney* test with significance level up to 5%. The conclusions of this research are (1) The ergonomics intervention can reduce of the elementary students' musculoskeletal complaint ($p < 0,05$); (2) Nordic body map measurement result on the control group showed that there were complaints on waist muscle (86,1%), rear muscle (86,1%), back muscle (84,8%), left upper arm muscle (78,8%), right upper arm muscle (67,9%), right elbow muscle (78,2%), left elbow muscle (74,6%), right thigh (76,9%), left thigh (75,7%), right calf muscle (66,1%), left calf muscle (64,2%), right ankle muscle (67,3%) and left ankle muscle (65,5%). Therefore, it is suggested that ergonomics intervention should be implemented in science learning in elementary school because it has been proved that it can reduce the students' musculoskeletal complaint. [MEDICINA 2009;40:11-20].

Keywords: ergonomics intervention, ergonomics approach, musculoskeletal complaint.

PENDAHULUAN

Pendidikan sains sebagai bagian dari pendidikan umumnya, memiliki peran penting dalam peningkatan mutu pendidikan, khususnya di dalam menghasilkan peserta didik yang berkualitas, yaitu manusia yang mampu berpikir kritis, kreatif, logis dan berinisiatif dalam menanggapi isu di masyarakat yang diakibatkan oleh dampak perkembangan sains dan teknologi. Tujuan pembelajaran sains secara umum adalah agar siswa memahami konsep sains dan keterkaitannya dengan kehidupan sehari-hari, memiliki keterampilan tentang alam sekitar untuk mengembangkan pengetahuan tentang proses alam sekitar, mampu menerapkan berbagai konsep sains untuk menjelaskan gejala alam dan mampu menggunakan teknologi sederhana untuk memecahkan masalah yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari.¹⁻⁴

Dari uraian tersebut dapat dinyatakan bahwa dalam pembelajaran sains hendaknya siswa terlibat langsung, mendapatkan pengalaman langsung dan menemukan sendiri dari semua proses ilmiah yang dilakukannya. Pendapat ini juga sangat terkait dengan pembelajaran melalui pendekatan partisipatori yang memberikan peluang kepada siswa untuk menyampaikan pendapatnya, berkontribusi penuh dalam pembelajaran.

Pembelajaran yang bersifat dinamis akan terhindar dari keluhan muskuloskeletal akibat duduk yang terlalu lama, apalagi disertai dengan tidak ergonomisnya tempat duduk dan meja

belajar siswa. Kondisi seperti ini dapat mengurangi keluhan muskuloskeletal dan kebosanan siswa dalam mengikuti pelajaran.^{5,6}

Dalam studi pendahuluan di SD 1 Sangsit ditemukan, penempatan papan tulis yang tidak sesuai dengan tinggi mata siswa (persentil 5) pada posisi duduk, tinggi tempat duduk dan meja/bangku belajar yang tidak sesuai dengan antropometri siswa SD, dan tata cara penulisan di papan tulis yang tidak mengacu pada jarak baca. Kondisi yang demikian menimbulkan rasa nyeri pada otot-otot leher, pinggang, punggung dan juga otot alat gerak atas maupun alat gerak bawah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sukismanto (2004)⁷ dan Woro Riyadi (2003).⁷ Peneliti lain juga menyatakan penggunaan tempat duduk sebagai alas kerja yang tidak sesuai dengan ukuran tubuh pekerja dapat menimbulkan keluhan muskuloskeletal.⁸⁻¹⁰

Hasil penelitian di atas mencerminkan kondisi tempat duduk dan meja belajar siswa yang tidak sesuai dengan antropometri siswa dapat menimbulkan keluhan muskuloskeletal. Hal ini juga tercermin di SD 1 Sangsit khususnya dan sekolah dasar pada umumnya. Ini berarti pula bahwa sarana prasarana belajar hendaknya mempertimbangkan antropometri siswa atau ergonomi secara umum.

Saat ini, sarana dan prasarana sekolah sudah mulai diperhatikan oleh pemerintah, akan tetapi kaidah-kaidah ergonomi sering tidak dijadikan bahan pertimbangan baik ergonomi pada tingkat konsep (*Conceptual Ergonomics*) maupun pada tingkat perbaikan (*Correction Ergonomics*).¹¹⁻¹³

Pendekatan ergonomi (PE) dilakukan dengan menerapkan pendekatan ergonomi total (PET). Pendekatan ergonomi total adalah gabungan antara konsep teknologi tepat guna (TTG) (*Appropriate technology*) yang meliputi aspek teknis, ekonomis, ergonomis, sosial-kultural, hemat energi dan tidak merusak lingkungan dan pendekatan SHIP (Sistemik, Holistik, Interdisipliner, dan Partisipasi).^{14,15}

Dengan keunggulan dan kelebihan yang ada pada PE, perlu dilakukan penelitian dengan menerapkan PE (sebagai intervensi ergonomi dalam pembelajaran sains) sehingga akan diketahui pengaruhnya dalam pembelajaran sains di tingkat SD khususnya dalam mengurangi keluhan muskuloskeletal.

Dari latar belakang masalah tersebut maka masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah apakah intervensi ergonomi dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal siswa SD dalam pembelajaran sains?

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian quasi eksperimen, yaitu pengambilan sampel dari populasi yang ada diadakan secara random pada tingkat kelas dan bukan pada tingkat siswa secara individual. Rancangan penelitian ini menggunakan rancangan *randomized pre-test and post-test control group design*.¹⁶

Teknik pengambilan sampel dilakukan secara random sederhana yaitu dengan menggunakan undian.¹⁶ Dalam hal ini jenjang kelas yang dirandom adalah kelas III dan kelas IV. Dari hasil random, yang terpilih sebagai sampel adalah kelas IV. Selanjutnya ditentukan kelas untuk kelompok kontrol dan kelas untuk kelompok eksperimen dengan cara melakukan random alokasi. Hasil random alokasi, kelas IVa sebagai kelompok eksperimen dan kelas IVb sebagai kelompok kontrol.

Untuk memperjelas perbedaan perlakuan antara kelompok kontrol (tanpa intervensi ergonomi) dan kelompok eksperimen (dengan intervensi ergonomi) dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Dari **Tabel 1** tampak bahwa intervensi ergonomi dalam pembelajaran sains adalah penataan dan atau perbaikan terhadap *instrumental input*, *enviromental input* dan *process* sesuai dengan kaidah-kaidah ergonomi, sedangkan pada kelompok kontrol kondisinya seperti apa adanya saat itu, perlakuannya berlangsung secara konvensional.

Prosedur penelitian ini dibagi dalam dua tahap yakni tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Pada tahap persiapan dilakukan kegiatan (1) memberikan pengarahan kepada seluruh subjek penelitian mengenai prosedur dan langkah yang mereka persiapkan dan mereka lakukan selama proses penelitian dan pengambilan data berlangsung, (2) mempersiapkan semua kelengkapan yang diperlukan untuk menyusun bahan/buku ajar dan lembar kerja siswa (LKS) antara peneliti dan guru kelas, disertai dengan penyediaan kelengkapan penyusunan persiapan pembelajaran sesuai dengan tuntutan kurikulum, (3) menyiapkan formulir pengukuran antropometri, berat badan, lingkaran lengan atas, dan alat-alat belajar, (4) menyiapkan dan memberi latihan kepada petugas pengumpul data dari sekolah (guru dan pegawai) dan siswa tentang hal-hal yang berhubungan dengan PE, (5) melakukan pendataan terhadap kondisi subjek penelitian yaitu mengenai umur, tinggi badan, berat badan, lingkaran lengan atas, kesehatan, dan

antropometri siswa, dan (6) mengadakan penataan, pembuatan dan perbaikan-perbaikan sarana dan prasarana pembelajaran pada kelas yang ditentukan sebagai kelompok eksperimen.

Tahap pelaksanaannya dibagi atas tiga bagian yaitu sebelum pembelajaran dimulai, saat pembelajaran berlangsung, dan setelah pembelajaran berakhir. Sebelum pembelajaran, langkah-langkah yang ditempuh adalah (1) pengukuran terhadap kondisi lingkungan seperti kecepatan angin, suhu basah, suhu kering, intensitas cahaya, kelembaban relatif, dan tingkat kebisingan, (2) pendataan terhadap keluhan muskuloskeletal dengan menggunakan *nordic body map*, dan (3) pembentukan kelompok kecil dengan anggota 5-6 orang berdasarkan prestasi, jenis kelamin dan kedekatan jarak tempat tinggal siswa.¹⁷

Selanjutnya, pada saat pembelajaran berlangsung pada kelompok eksperimen digunakan PE dan pada kelompok kontrol digunakan pendekatan konvensional. Sintaks pembelajaran dengan PE adalah (1) guru melakukan apersepsi dan pembelajaran pembukaan, (2) guru melakukan kegiatan inti dalam bentuk melakukan eksperimen dengan menggunakan LKS, (3) setelah selesai melakukan eksperimen, siswa melakukan diskusi di antara kelompoknya dan membuat laporan, kemudian laporan tersebut dipajang di papan *display*, (4) masing-masing kelompok melihat secara bergiliran hasil karya teman kelompok lainnya sambil mencermati hasil yang mereka peroleh, (5) setelah mereka mencermati hasil pajangan tersebut diadakan diskusi antar kelompok dengan memberikan pendapat atau mengkritisi hasil laporan kelompok lainnya. Semuanya ini dibawah bimbingan guru, (6) apabila diskusi antar kelompok telah selesai, guru memberikan penekanan konsep-konsep yang benar sehingga penguasaan konsep oleh siswa menjadi lebih tuntas, dan (7) guru memberikan postes.

Selama proses belajar mengajar berlangsung, tim kerja peneliti melakukan kegiatan (a) pendataan tentang interaksi pembelajaran, (b) pengukuran kembali terhadap kondisi lingkungan. Dilakukan selingan kegiatan dengan peregangan tubuh dalam jangka waktu 5 menit. Setelah pembelajaran berakhir, kembali dilakukan pengukuran terhadap kondisi lingkungan dan keluhan muskuloskeletal.

Pendataan keluhan muskuloskeletal menggunakan kuesioner *Nordic Body Map*. Cara menjawab atau mengisi kuesioner ini adalah dengan memberi tanda silang (X) pada jawaban yang tersedia, sesuai dengan rasa sakit atau kaku yang mereka rasakan.

Data yang telah dikumpulkan dianalisis dengan uji *Mann Whitney* dengan menggunakan komputer program SPSS 10.¹⁸

TABEL 1. Kondisi ruang kelas antara sebelum dan sesudah intervensi ergonomi yang mendukung kualitas pembelajaran pada siswa SD 1 Sangsit Kecamatan Sawan Kabupaten Buleleng

No	Komponen yang diukur/dicermati	Ukuran / Kondisi Sebelum Intervensi		Setelah Intervensi
		Kelas IV A (Kelompok Eksperimen)	Kelas IV B (Kelompok Kontrol)	Kelas IV A (Kelompok Eksperimen)
1	Ukuran ruangan			
	a. Panjang (cm)	7,40 cm	7,75 cm	7,40 cm
	b. Lebar	7,10 cm	6,86 cm	7,10 cm
	c. Luas	52,54 cm	53,17 cm	52,54 cm
2.	Ukuran Papan Tulis			
	a. Panjang	2,40 cm	2,45 cm	2,40 cm
	b. Lebar	1,20 cm	1,20 cm	1,20 cm
	c. Luas	2,88 cm	2,94 cm	2,88 cm
	d. Tinggi Tepi Atas	192 cm	208 cm	150 cm
	e. Tinggi Tepi Bawah	78 cm	83,5 cm	30 cm
	f. Warna Papan Tulis	Hitam kabur	Hitam kabur	Hitam gelap
3	Jarak Antar meja Belajar	40 cm	40 cm	50 cm
4	Jarak Antar Tempat Duduk	50 cm	50 cm	60 cm
5	Lintasan Jarak untuk Ke depan / Ke belakang ruangan	40 cm	40 cm	60 cm
6	Ukuran meja belajar			
	a. Panjang	120 cm	120 cm	120 cm
	b. Lebar	46 cm	49 cm	46 cm
	c. Tinggi meja	70 cm	70 cm	60 cm
	d. Tinggi <i>foot rest</i>	14 cm	14 cm	10 cm
	e. Posisi <i>foot rest</i>	Tengah	Tengah	Depan
7	Ukuran tempat duduk			
	a. Tinggi	47-49 cm	46-49 cm	40 cm
	b. Lebar	20-24 cm	23-24 cm	20-24 cm
	c. <i>Foot rest</i>	10 cm	10	7 cm
	d. Posisi <i>foot rest</i>	Tengah	Tengah	Tengah
	e. Warna	Cokelat buram	Cokelat buram	Cokelat cerah
8	Jarak dari tempat duduk paling belakang dengan dinding belakang	50 cm	110 cm	30-60 cm
9	Jarak deretan tempat duduk paling depan dengan dinding ruang depan	270 cm	330 cm	200 cm
10	Kondisi jendela kaca	Jarang dibuka	Jarang dibuka	Selalu dibuka pada saat pembelajaran berlangsung
11	Lantai	Keramik	Keramik	Keramik dengan batas-batas posisi meja belajar dari bahan lak hitam.
12	Warna dinding kelas	Krem buram	Krem buram	Krem cerah
13	Hiasan dinding depan	Di atas papan tulis gambar Presiden dan Wakil Presiden serta Burung Garuda panca Sila	Gambar Presiden dan Wakil Presiden	Burung Garuda Panca Sila, Gambar Presiden dan Wakil Presiden sesuai dengan antropometri siswa dalam posisi

14	Dinding depan bagian barat papan tulis.	Papan statistik siswa sejajar dengan papan tulis.(192 cm)	Papan statistik siswa sejajar dengan papan tulis (208 cm)	Papan statistik siswa sejajar dengan papan tulis (150 cm).
15	Dinding depan bagian timur papan tulis.	Media jam kehadiran siswa, sejajar dengan tinggi papan tulis (192 cm).	Media jam kehadiran siswa, sejajar dengan papan tulis (208 cm).	Media jam kehadiran siswa sejajar dengan papan tulis (150 cm), dan intercom.
16	Dinding belakang bagian tengah.	-	-	Papan display untuk pemajangan hasil kerja siswa berupa laporan praktikum. Di bagian kiri dan kanan papan display tergantung model jam dinding dari fiberglass. Di bagian atas papan display juga dipasang jam dinding.
17.	Ruang depan bagian tengah.	Meja guru	Meja guru	-
18	Ruang depan barat.	Bendera Merah Putih.	Bendera Merah Putih.	Taman mini. Di sebelah timurnya ada bendera merah putih
19	Ruang depan bagian timur	-	-	Meja guru
20	Ruang belakang bagian timur	-	-	Almari buku / Loker
21.	Ruang langit-langit	-	-	2 buah lampu TL 20 watt dan dua buah kipas angin.
22	Dinding bagian barat dan timur.	-	-	Korden
23	Tinggi huruf di papan tulis	1-2 cm	1-2 cm	3 cm
24	Lebar huruf	1 cm	1 cm	1,5 cm
25	Warna tulisan	Kapur putih	Kapur putih	Kapur merah, biru, kuning, hijau, putih.
26	Jarak antar dua huruf	Tidak tentu	Tidak tentu	4 mm
26	Jarak antara dua kata	Tidak diperhatikan oleh guru	Tidak diperhatikan oleh guru	14 mm
27	Jarak antara dua baris kalimat	Tidak diperhatikan oleh guru	Tidak diperhatikan oleh guru	20 mm
28	Penyediaan buku ajar	-	-	Diberikan buku ajar
29	Penyediaan lembar kerja siswa	-	-	Diberikan lembar kerja siswa
30	Berat isi tas punggung	Lebih dari 10% berat badan siswa	Lebih dari 10% berat badan siswa	Tidak lebih dari 10% berat badan siswa
31	Pendekatan pembelajaran	Konvensional	Konvensional	STAD dan STM

HASIL

Hasil analisis deskriptif dan uji normalitas disajikan pada **Tabel 2**. Hasil uji beda disajikan pada **Tabel 3**.

Tabel 2. Hasil rerata, simpangan baku dan uji normalitas keluhan muskuloskeletal akibat intervensi ergonomi pada siswa SD 1 Sangsit Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng

Variabel	KK				KE			
	Skor Rerata	SB	P	Ket	Skor Rerata	SB	P	Ket
Keluhan muskuloskeletal sebelum proses pembelajaran	28,08	0,34	0,00	TN	28,03	0,16	0,00	TN
Keluhan muskuloskeletal setelah proses pembelajaran	70,68	12,33	0,94	N	28,05	0,17	0,00	TN
Selisih keluhan muskuloskeletal sesudah proses pembelajaran dengan sebelum proses pembelajaran	42,59	12,31	0,95	N	0,05	0,12	0,00	TN

Keterangan :

KK = Kelompok Kontrol KE = Kelompok Eksperimen TN= Data Berdistribusi Tidak Normal

SB = Simpangan Baku N = Data Berdistribusi Normal

Dari **Tabel 2** skor rerata sebelum pembelajaran pada kelompok kontrol adalah sebesar 28,08 dan kelompok eksperimen sebesar 28,03. Setelah pembelajaran, skor rerata untuk kelompok kontrol sebesar 70,68 dan kelompok eksperimen sebesar 28,05.

Total skor terendah dalam instrumen *nordic body map* adalah 28 dan tertinggi adalah 112. Berdasarkan rentangan skor yang terendah dan tertinggi ini, klasifikasi rentangan skor dapat dikelompokkan sebagai berikut: skor rerata 28-49 adalah tidak sakit, 50-71 (agak sakit), 72-93 (sakit), dan 94-115 (sakit sekali).¹⁹

Dengan demikian, keluhan muskuloskeletal kelompok kontrol dan kelompok eksperimen sebelum pembelajaran termasuk kategori tidak sakit, sedangkan setelah pembelajaran, keluhan muskuloskeletal pada kelompok kontrol menjadi kategori agak sakit dan kelompok eksperimen tetap termasuk kategori tidak sakit.

Dari **Tabel 2** tampak pula data keluhan muskuloskeletal pada kelompok eksperimen semuanya berdistribusi tidak normal sedangkan pada kelompok kontrol ada yang berdistribusi

normal dan ada yang berdistribusi tidak normal. Berdasarkan ketentuan yang ada, maka data dianalisis dengan uji beda *Mann Whitney*.¹⁶

Tabel 3. Hasil uji beda keluhan muskuloskeletal akibat intervensi ergonomi dalam proses pembelajaran pada siswa SD 1 Sangsit, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng

Variabel	KK (N = 33)		KE (N=34)		Beda Skor Rerata	Nilai Uji Beda		Ket
	Skor Rerata	SB	Skor Rerata	SB		Z	P	
Keluhan muskuloskeletal sebelum proses pembelajaran	28,08	0,34	28,03	0,16	0,05 (0,18%)	z = -1,11	P = 0,27	TB
Keluhan muskuloskeletal setelah proses pembelajaran	70,68	12,33	28,05	0,05	42,63 (60,31%)	Z = -7,37	P = 0,00	B
Selisih keluhan muskuloskeletal sesudah proses pembelajaran dengan sebelum proses pembelajaran	42,59	12,31	0,05	0,12	42,54 (99,88%)	Z = -7,34	P = 0,00	B

Keterangan : TB = Tidak bermakna B = Bermakna *) = Uji Beda Mann-Whitney (z)

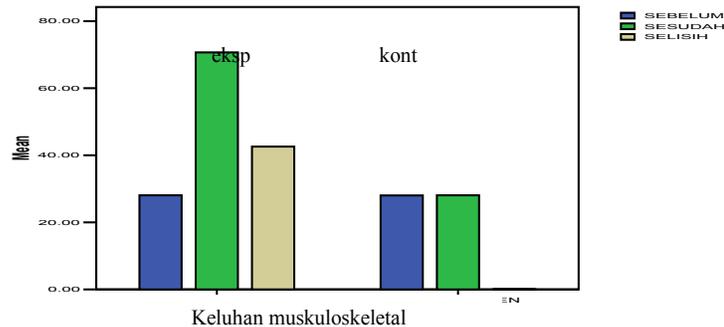
Data **Tabel 3**, beda rerata keluhan muskuloskeletal sebelum pembelajaran antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen sebesar 0,05 atau perbedaannya hanya mencapai 0,18%. Hasil uji beda menunjukkan perbedaan yang tidak bermakna ($p > 0,05$).

Beda rerata keluhan muskuloskeletal setelah pembelajaran antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen adalah 42,63 atau perbedaannya mencapai 60,31%. Hasil uji beda menunjukkan perbedaan yang bermakna ($p < 0,05$).

Uji beda dari selisih keluhan muskuloskeletal antara sesudah dengan sebelum pembelajaran menunjukkan nilai yang bermakna ($p < 0,05$). Perbedaan penurunan keluhan muskuloskeletal antara kelompok kontrol dan eksperimen mencapai 42,54 (99,98%), artinya ada perbedaan secara nyata penurunan keluhan muskuloskeletal sesudah dengan sebelum pembelajaran ($p < 0,05$).

Untuk memperjelas gambaran tentang keluhan muskuloskeletal akibat intervensi ergonomi dalam pembelajaran antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen disampaikan pada Gambar 1.

Dari grafik pada **Gambar 1** terlihat skor rerata keluhan muskuloskeletal kelompok kontrol, sebelum pembelajaran sebesar 28,08 sedangkan sesudah pembelajaran meningkat menjadi 70,68 dan selisihnya mencapai 42,59. Pada kelompok eksperimen, skor keluhan muskuloskeletal sebelum pembelajaran mencapai 28,03 sedangkan sesudah pembelajaran 20,05 dan selisihnya hanya mencapai 0,05 (gambar pada grafik tidak kelihatan karena terlalu kecil).



Gambar 1. Grafik tentang keluhan muskuloskeletal akibat intervensi ergonomi dalam pembelajaran pada siswa SD 1 Sangsit, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng

Persentase keluhan muskuloskeletal pada kelompok kontrol untuk masing-masing bagian otot disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Persentase keluhan muskuloskeletal pada kelompok kontrol siswa SD 1 Sangsit, Kecamatan Sawan, Kabupaten Buleleng

No	Lokasi bagian otot yang dikeluhkan	Jumlah siswa tidak sakit (%)	Jumlah siswa sakit (%)	No	Lokasi bagian otot yang dikeluhkan	Jumlah siswa tidak sakit (%)	Jumlah siswa sakit (%)
1	Leher bagian atas	72,1	27,9	15	Pergelangan tangan kiri	69,1	31,5
2	Leher bagian bawah	63,1	36,9	16	Pergelangan tangan kanan	78,8	21,2
3	Bahu kiri	66,7	33,3	17	Tangan kiri	62,4	36,3
4	Bahu kanan	66,1	33,9	18	Tangan kanan	64,8	35,1
5	Lengan atas kiri	21,2	78,8	19	Paha kiri	24,2	75,7
6	Punggung	15,2	84,8	20	Paha kanan	23,0	76,9
7	Lengan atas kanan	30,4	67,9	21	Lutu kiri	66,7	33,4
8	Pinggang	14,5	86,1	22	Lutut kanan	67,9	32,1
9	Bokong	70,9	29,1	23	Betis kiri	35,8	64,2
10	Pantat	15,2	86,1	24	Betis kanan	33,9	66,1
11	Siku kiri	24,8	74,6	25	Pergelangan kaki kiri	35,2	65,5
12	Siku kanan	23,0	78,2	26	Pergelangan kaki kanan	35,7	67,3
13	Lengan bawah kiri	76,4	24,2	27	Kaki kiri	69,1	31,0
14	Lengan bawah kanan	69,1	30,9	28	Kaki kanan	67,9	32,2

Dengan menggunakan kriteria lebih besar sama dengan 50% (kriteria ini hanya *judgement* peneliti, karena tidak ada referensi yang diacu) yang dinyatakan bermasalah, yaitu

rasa sakit pada otot tertentu, adalah otot pinggang (86,1%), otot pantat (86,1%), otot punggung (84,8%), otot lengan atas kiri (78,8%), otot lengan atas kanan (67,9%), otot siku kanan (78,2%), otot siku kiri (74,6%), paha kanan (76,9%), paha kiri (75,7%), otot betis kanan (66,1%), otot betis kiri (64,2%), otot pergelangan kaki kanan (67,3%), dan otot pergelangan kaki kiri (65,5%).

PEMBAHASAN

Penurunan keluhan muskuloskeletal antara kelompok kontrol dan kelompok eksperimen sebesar 42,54 (99,88%), dan sakitnya pada otot tertentu dapat dibahas dari dua sisi yakni adanya intervensi ergonomi terhadap (1) *instrumental input* dan (2) *enviromental input* dan *process*.

1. Intervensi ergonomi terhadap *instrumental input*

Sebagaimana sudah disampaikan pada **Tabel 4**, siswa pada kelompok kontrol mengalami keluhan muskuloskeletal terbanyak yaitu otot pinggang (86,1%) dan otot punggung 84,8%). Hal ini dapat dijelaskan bahwa ukuran meja belajar siswa lebih tinggi dari ukuran tinggi meja yang tidak sesuai dengan antropometri siswa sehingga menimbulkan rasa sakit^{19, 20}. (**Gambar 2** dan bandingkan dengan **Gambar 3**).



Gambar 2

Gambar 3

Gambar 2. Akibat tingginya meja belajar siswa maka tidak jarang siswa pada kelompok kontrol menulis dengan cara berdiri sambil membungkuk sehingga menimbulkan keluhan muskuloskeletal

Gambar 3. Siswa pada kelompok eksperimen menunjukkan sikap duduk yang sempurna karena kesesuaian tempat duduk dan meja belajar dengan antropometri siswa

Bagian muskuloskeletal lain yang dirasakan sakit oleh siswa adalah otot bagian lengan atas kiri (78,8%) dan otot lengan atas kanan (67,9%). Karena ukuran meja belajar siswa lebih tinggi dari antropometri siku pada posisi duduk, maka posisi lengan siswa agak terangkat sehingga menyebabkan otot-otot lengan berkontraksi secara statis dan dalam jangka waktu lama lengan menjadi sakit.

Di sisi lain rasa sakit yang dialami siswa adalah otot siku kanan (78,2%) dan otot siku kiri (74,6%). Sebagaimana sudah dijelaskan di atas, bahwa kebiasaan duduk anak pada saat

mengikuti pelajaran adalah meletakkan lengannya secara melipat di atas meja belajar dalam jangka panjang menimbulkan rasa sakit.²⁰⁻²²

Keluhan muskuloskeletal pada otot pantat sebesar 86,1%, paha kanan 76,9%, paha kiri 75,7%, otot betis kanan (66,1%), otot betis kiri (64,2%), otot pergelangan kaki kanan (67,3%), dan otot pergelangan kaki kiri (65,5%). Hal ini berkaitan dengan kondisi tempat duduk siswa lebih tinggi dibandingkan dengan antropometri siswa.^{21,22}

Dengan lebih tingginya kondisi tempat duduk siswa maka pada saat siswa duduk, posisi kaki mereka akan menggantung. Kondisi yang demikian menyebabkan terjadinya kontraksi pada otot paha secara statis. Di samping itu pula pembuluh darah di bagian paha mengalami tekanan yang lebih besar sehingga darah yang mengalir menuju ke otot paha akan berkurang, akibatnya suplai oksigen dan sumber energi akan berkurang.

Semua otot yang mengalami kontraksi statis dalam waktu lama akan mengalami kekurangan darah dan suplai oksigen yang menyebabkan berkurangnya energi yang dibutuhkan dan tertumpuknya sisa metabolisme pada otot tersebut sehingga dapat menimbulkan rasa lelah dan sakit.

Sikap duduk yang tidak fisiologis yaitu sikap duduk yang membungkuk, kaki menggantung dan ujung jari yang senantiasa menjinjit, menyebabkan bagian otot tadi bekerja statis sehingga beban tubuh tetap pada otot-otot tersebut, aliran darah yang menuju ke otot-otot tadi akan berkurang, dan akibatnya terakumulasinya asam laktat dan timbulnya rasa lelah lokal pada otot tersebut.²⁰

Hasil penelitian tentang hubungan ukuran meja dan kursi belajar siswa dengan keluhan subjektif muskuloskeletal anak kelas V dan VI sekolah dasar di Semarang disimpulkan bahwa ukuran meja kursi belajar yang tidak sesuai dengan ukuran tubuh siswa, dapat menimbulkan keluhan subjektif terutama pada leher (60,5%), tangan (44,2%), lengan dan kaki (41,9%).⁷ Peneliti lain juga menyatakan, pemakaian meja kursi yang tidak sesuai dengan antropometri dapat menurunkan derajat kesehatan anak akibat berbagai keluhan muskuloskeletal yang dirasakan. Kondisi alas kerja (meja-kursi) yang tidak ergonomis dapat menyebabkan berbagai ketidaknyamanan pada daerah leher dan kepala, demikian pula sikap duduk yang salah akan menyebabkan kenaikan tekanan pada daerah tulang belakang sehingga merasa sakit di pinggang.^{9,10}

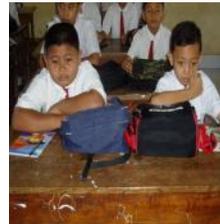
Besarnya keluhan muskuloskeletal pada kelompok kontrol juga tidak lepas dari sikap duduk dan aktivitas siswa. Pada kelompok kontrol sikap duduk siswa kebanyakan tidak alamiah dan gerak siswa sangat terbatas sehingga gerakannya tidak dinamis. Kondisi ini didukung oleh pendapat yang menyatakan bahwa sikap kerja yang tidak alamiah dan perancangan tempat duduk yang tidak sesuai dengan antropometri siswa menyebabkan gangguan muskuloskeletal.^{5,10,21}

2. Intervensi ergonomi terhadap *enviromental input* dan *process*

Menurunnya keluhan muskuloskeletal pada kelompok eksperimen tidak lepas pula dari intervensi ergonomi dalam pembelajaran yang menggunakan PE. Pembelajaran pada kelompok eksperimen, siswa belajar secara aktif dengan melakukan percobaan menggunakan LKS, bahan dan alat yang diperlukan diambil dari lingkungan sekolah atau rumah. Masalah yang dikaji berkaitan dengan isu-isu yang berkembang di masyarakat, dan pembelajaran bermakna lebih ditekankan.^{5,23} Sehabis melakukan percobaan, hasil pengamatannya dipajang di papan *display*, dan dilanjutkan dengan melakukan pengamatan secara bergantian di papan *display* dan dilanjutkan dengan diskusi antar kelompok.^{5,24} Dalam diskusi ini, setiap kelompok dituntut untuk berpikir kritis dan etis. Dengan demikian, pembelajaran dengan intervensi ergonomi memberi peluang kepada siswa untuk bergerak secara dinamis sehingga kontraksi otot yang statis berubah menjadi dinamis.⁵ Perhatikan **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4



Gambar 5

Gambar 4. Suasana belajar di kelompok eksperimen yang bersifat dinamis dan variatif serta partisipatif mengurangi keluhan muskuloskeletal

Gambar 5. Suasana belajar pada kelompok kontrol yang bersifat statis dan monoton menimbulkan keluhan muskuloskeletal

Suasana kelas sangat menunjang berlangsungnya proses belajar mengajar. Keindahan kelas yang tertata dengan baik, sarana kelas sesuai dengan antropometri siswa, dan suhu lingkungan dalam keadaan nyaman, serta diadakan peregangan otot setiap selesai satu jam pelajaran berlangsung. Situasi belajar yang membosankan dapat diubah menjadi situasi menyenangkan. Kondisi demikian juga bertindak sebagai faktor penyebab berkurangnya kelelahan pada kelompok eksperimen dan sekaligus pula menurunkan keluhan

muskuloskeletal.^{5,14,24} Hal ini senada dengan pendapat, bahwa keluhan muskuloskeletal dapat ditanggulangi dengan cara mengatur istirahat pendek atau istirahat aktif, mengubah kondisi kerja yang sifatnya statis menjadi dinamis dan memodifikasi kondisi lingkungan kerja.^{9,10,12}

Dalam pembelajaran dengan menggunakan pendekatan kooperatif STAD (*student team achievement division*) terjadi peningkatan kemampuan dalam melakukan analisis dan sintesis terhadap segala informasi sehingga penguasaan materi pelajaran menjadi lebih meningkat.¹⁷ Pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STM (sains, teknologi dan masyarakat) juga telah banyak dilakukan dalam dunia pendidikan dengan hasil yang memuaskan.^{3,23}

Dalam pembelajaran dengan intervensi ergonomi, pembelajarannya menjadi lebih variatif dan tidak bersifat monoton sehingga mengurangi rasa kebosanan, tidak bersifat statis, dan belajar menyenangkan. Hal ini sesuai dengan pendapat yang menyatakan bahwa dalam melaksanakan pembelajaran, bila guru kurang memiliki kreativitas dalam menganekaragamkan pelaksanaan pembelajaran dan hanya menggunakan metode yang monoton, menimbulkan rasa bosan dan cepat lelah pada siswa.²⁵

Intervensi ergonomi dalam pembelajaran, menjadikan suasana belajar yang efektif, nyaman, aman, sehat dan efisien sehingga keluhan muskuloskeletal dapat dikurangi dan semuanya ini bermuara pada peningkatan prestasi belajar siswa. Kondisi ini sejalan dengan konsep pembelajaran kuantum sebagai salah satu pembelajaran inovatif dalam dunia pendidikan.²⁶ Sedangkan pembelajaran dengan memperhatikan isu-isu teknologi, sebagai salah satu hal yang diperhatikan dalam TTG, telah banyak dikaji dalam dunia pendidikan dan sejalan dengan hasil penelitian ini.^{3,23}

SIMPULAN

Simpulan dari hasil penelitian ini adalah (1) intervensi ergonomi dengan menggunakan PE dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal siswa SD ($p < 0,05$) dan (2) Hasil pengukuran dengan *nordic body map* pada kelompok kontrol terjadi keluhan pada otot pinggang (86,1%), otot pantat (86,1%), otot punggung (84,8%), otot lengan atas kiri (78,8%), otot lengan atas kanan (67,9%), otot siku kanan (78,2%), otot siku kiri (74,6%), paha kanan (76,9%), paha kiri (75,7%), otot betis kanan (66,1%), otot betis kiri (64,2%), otot pergelangan kaki kanan (67,3%), dan otot pergelangan kaki kiri (65,5%). Dengan demikian dapat disarankan bahwa pembelajaran dengan intervensi ergonomi dapat diterapkan dalam pembelajaran sains di SD karena telah terbukti dapat menurunkan keluhan muskuloskeletal.

DAFTAR PUSTAKA

1. Depdikbud. Petunjuk Teknis Penilaian Bidang Studi IPA SLTP. Jakarta : Dirjen Dikdasmen; 1994.
2. Rideng IM. Persepsi Siswa SLTP Negeri Kelas III se Bali Terhadap Lingkungan Kelasnya dan Hubungannya dengan Hasil Belajarnya dalam Mata Pelajaran IPA. Laporan Hasil Penelitian. Tidak Diterbitkan; 1999.
3. Arnyana IBP. Penggunaan Pendekatan Sains-Teknologi-Masyarakat (STM) Dalam Pembelajaran Biologi. Laporan Hasil Penelitian. Tidak Diterbitkan; 2001.
4. Arnyana IBP. Pengaruh Penerapan Strategi Pembelajaran Inovatif pada Pelajaran Biologi terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa SMA. Jurnal Pendidikan dan Pengajaran IKIP Negeri Singaraja. 2006; 3 : 45-51.
5. Sutajaya IM. Pembelajaran Melalui Pendekatan Sistemik Holistik Interdisipliner dan Partisipatori (SHIP) Mengurangi Kelelahan, Keluhan Muskuloskeletal dan Kebosanan Serta Meningkatkan Luaran Proses Belajar Mahasiswa Biologi IKIP Singaraja. Disertasi. Tidak diterbitkan; 2006.
6. Sutajaya IM. Manfaat Praktis Ergonomi. Denpasar : Bagian Ilmu Faal Fakultas Kedokteran Unud; 2006.
7. Setyaningsih, Yuliani; Daru L; Sulis S. Hubungan Ukuran Meja Kursi Belajar pada Keluhan Subyektif Muskuloskeletal Anak Sekolah Kelas 5-6 SD di Semarang. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Ergonomi-K3 Kampus ITS Surabaya 29-30 Juli 2006.
8. Dyastra. Keluhan Subjektif Tukang Ukir Sanggah pada Perajin MLS di Desa Semana Kecamatan Abiansemal Kabupaten Badung, Bali. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Ergonomi 2000 di Surabaya; 2000.
9. Suma'mur PK. 1992. Pengaruh Asuransi Kesehatan terhadap Produktivitas. Disampaikan pada Seminar Produktivitas Tenaga Kerja, Jakarta, 30 Januari 1992, 2000.
10. Nurmianto E. Ergonomi Konsep Dasar dan Aplikasinya. Surabaya : PT. Guna Widya; 1996.
11. Manuaba A. Aspek Ergonomi Dalam Perencanaan Kompleks Olah Raga dan Rekreasi. Disampaikan pada Panel Diskusi Rencana Induk Gelora 21-9-1998.
12. Manuaba A. Pengaturan Suhu Tubuh dan "Water Intake (Bunga Rampai Volume II) Denpasar : Program Studi Ergonomi-Fisiologi Kerja Universitas Udayana:1998.
13. Adiputra N. Ergonomi Kuratif. Jurnal Ergonomi Indonesia (The Indonesian Journal of Ergonomics). 2000; 1: 1-6.
14. Manuaba A. Aplikasi Ergonomi dengan Pendekatan Holistik Perlu, Demi Hasil yang Lebih Lestari dan Mampu Bersaing. Disampaikan pada temu ilmiah dan musyawarah nasional keselamatan dan kesehatan kerja, ergonomi, Jakarta, 17-19 Juli, 2003.
15. Manuaba A. Kontribusi Ergonomi Dalam Pembangunan Dengan Acuan Khusus Bali. Disampaikan dalam National Seminar on Ergonomics, Yogyakarta, 9 Oktober, 2004.
16. Pocock SJ. Clinical Trials, A Practical Approach. New York : A Willey Medical Publication; 1986.
17. Slavin RE. Cooperative Learning. London : Allyn and Bacon; 1995.
18. Alhusin Shyari. Aplikasi Statistik Praktis dengan SPSS.10 for Windows. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2003.

19. Sujana. Statistik. Bandung : Tarsito; 1996.
20. Rodahl K. The Physiology of Work. London : Taylor & Francis Ltd;1989.
21. Kroemer K. Kroemer H.and Kroemer-Elbert K. Ergonomics, How To Design for Easy & Efficiency. New Jersey : Prentice Hall. Englewoods Clifts; 1994.
22. Grandjean E. Fitting the Task to the Man. London : Taylor & Farncis; 1988.
23. Suastra IW. Pembelajaran Sains di SD dengan Pendekatan STM. Jurnal Pendidikan dan Pengajaran IKIP Negeri Singaraja.1997; 1: 77-90.
24. Parthadjaya TR, Alit Putra DG. Ligthing System Improvement and Teaching Media of Mathematics Could Increase Working Intelegence, Constancy and Speed. Dalam Proceeding 8th South East Asia Ergonomic Society Conference 12th Indonesian Physiological Congress and 15th Scientific Seminar. 23-25 May 2005. The Inna Grand Bali Beach Sanur Bali; 2005.
25. Marjohan. Guru Perlu Kreatif untuk Meredakan Kebosanan (diakses 10 Februari 2008). Diunduh dari <http://enewsletterdisdik.wordpress.com/2007/10/2006/artikel-perlu-kreatif-untuk-meredakan-kebosanan>.
26. DePorter, Bobbi, Mike Hernacki. Quantum Learning : Membiasakan Belajar Nyaman dan Menyenangkan. Bandung : Penerbit KAIFA; 1999.