

PROTOTYPE BANGKU ERGONOMIS UNTUK MEMPERBAIKI POSISI DUDUK SISWA SMAN DI KABUPATEN GRESIK

*(An Ergonomic Desk and Chair Prototype to Improve Seating Position on
Senior High School Students at Kabupaten Gresik)*

Neffrety Nilamsari*, Soebijanto**, Lientje S.M**, Setokoesoemo.B.R**

*Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Airlangga

Jl. Mulyorejo (Kampus C UNAIR) Surabaya

**Program Doktor, Fakultas Kedokteran, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

Email: neffirty.nilamsari@gmail.com

ABSTRAK

Pendahuluan: Kebutuhan akan meja dan kursi belajar di sekolah yang sesuai dengan antropometri siswa perlu perhatian. Meja dan kursi belajar yang tidak sesuai dengan antropometri dapat menimbulkan keluhan dan kelelahan pada siswa. Di Kabupaten Gresik, penyediaan meja dan kursi belajar yang sesuai dengan antropometri siswa SMA masih minim. Penelitian ini bertujuan untuk membuat *prototype* meja dan kursi belajar di sekolah berdasarkan antropometri untuk memperbaiki posisi duduk siswa SMAN di Kabupaten Gresik. **Metode:** Jenis penelitian adalah pra eksperimen dengan *one group pre post test design*. Subjek penelitian adalah siswa SMAN 1 Menganti dan SMAN 1 Cerme, Kabupaten Gresik sejumlah 139 orang. **Hasil:** Rekomendasi ukuran meja dan kursi ergonomis berdasarkan antropometri siswa yaitu: 1) Kursi *prototype N* dengan panjang = 48 cm, lebar = 43 cm, tinggi alas duduk dari permukaan lantai = 47 cm, tinggi papan tempat tas dari permukaan lantai = 3 cm, lebar tempat tas = 43 cm, panjang tempat tas = 47 cm, lebar alas duduk/busa = 41 cm, panjang alas duduk = 46 cm, tinggi *handrest* = 22 cm, panjang *handrest* = 30 cm, tinggi sandaran punggung = 38 cm, lebar sandaran punggung = 43 cm, ketebalan busa alas duduk = 4 cm, ketebalan busa sandaran punggung = 4 cm; 2) Ukuran meja *prototype N* dengan panjang = 50 cm, lebar = 66 cm, tinggi bagian belakang = 85 cm, tinggi bagian depan = 75 cm, jarak *footrest* dari lantai = 10 cm, tinggi lorong buku = 10 cm, tinggi *bamper* depan = 40 cm, dan kemiringan meja = 10°. **Diskusi:** Kesesuaian antropometri siswa dengan meja dan kursi belajar di sekolah perlu diperhatikan oleh agar kegiatan belajar-mengajar di sekolah dapat berjalan dengan aman dan nyaman. Berdasarkan perkembangan antropometri siswa, maka perlu dilakukan peninjauan kembali ukuran meja dan kursi belajar setiap lima tahun sekali agar anak didik dapat terhindar dari keluhan dan kelelahan.

Kata kunci: ergonomi, posisi duduk siswa SMAN

ABSTRACT

Introduction: The need of desks and chairs at school which appropriate with student's anthropometry are very important. Desks and chairs which not suit with student's anthropometry will lead to fatigue. At Kabupaten Gresik, the provision of desks and chairs which suit with student's anthropometry still less in number. This study was aimed to provide recommendation for an ergonomic desk and chair prototype to improve seating position on senior high school students at Kabupaten Gresik. **Method:** This was preexperiment research with one group pre post test design. Research subjects were students at SMAN 1 Menganti and SMAN 1 Cerme, Kabupaten Gresik, 139 students were involved. **Result:** The recommendation of ergonomic desks and chairs specification according to student's anthropometry were: 1) Prototype chair N, length = 48 cm, wide = 43 cm, cushion base's height from floor surfaces = 47 cm, bag keeper's height from floor surfaces = 3cm, bag keeper's wide = 43 cm, bag keeper's length = 47 cm, cushion's wide = 41 cm, cushion's length = 46cm, handrest's height = 22 cm, handrest's length = 30 cm, backrest's height = 38 cm, backrest's wide = 43 cm, cushion's foam thickness = 4 cm, backrest's foam thickness = 4 cm; 2) Prototype desk N, length = 50 cm, wide = 66 cm, back section's height = 85 cm, front section's height = 75 cm, footrest from floor surfaces = 10 cm, drawer's height = 10cm, front bamper's height = 40 cm, and table's angle = 10°. **Discussion:** An ergonomic desks and chairs are very important for students at school, it will help teaching learning process run well and comfortable. The measurement of desk and chair must be reviewed after five years, because of student's anthropometric development. So then students will feel no fatigue.

Keywords: ergonomi, senior high school student's seating position

PENDAHULUAN

Dalam era globalisasi saat ini banyak sekolah menawarkan cara belajar terpadu, *full day school*, *boarding school*, dan sebagainya.

Banyaknya jam belajar yang ditawarkan sedikit banyak berpengaruh terhadap jumlah waktu rata-rata siswa melakukan aktivitas belajar di kelas dalam keadaan duduk. Di

sekolah, anak-anak menghabiskan sebagian besar waktu berada di kelas. Anak usia sekolah menghabiskan 30 persen waktunya selama di sekolah di dalam kelas dengan posisi duduk (Syazwan, *et al.*, 2009). Menurut Grandjean dalam Mulyono (2010), masalah utama yang ditemukan pada aktivitas kerja dalam posisi duduk adalah kelelahan otot dan tulang bagian belakang yang disebabkan posisi duduk yang salah dalam jangka waktu lama.

Kegiatan belajar mengajar bagi siswa yang duduk di kelas membutuhkan waktu lama antara 4-7 jam sehari. Posisi duduk yang statis untuk waktu yang lama akan menimbulkan rasa nyeri karena ketegangan pada punggung bagian belakang. Keluhan nyeri tersebut akan meningkat bila tinggi kursi terlalu pendek, duduk akan membungkuk karena lutut akan lebih tinggi dibanding posisi pantat (Santoso, 2012).

Di Indonesia, pada penelitian yang dilakukan oleh Rahyussalim (2009) ditemukan adanya kecenderungan munculnya *musculoskeletal disorder* pada anak usia sekolah dikarenakan pertumbuhan tulang yang belum matang, sehingga kebiasaan-kebiasaan yang tidak baik akan mempengaruhi pertumbuhan tubuh, misalnya posisi membaca, menulis, dan duduk. Sikap tubuh yang salah ketika duduk, berdiri, tidur, atau ketika membawa beban yang terlalu berat dapat menyebabkan gangguan pada tulang belakang dan persendian, sehingga dapat menimbulkan rasa pegal pada beberapa bagian tubuh.

Salah satu lingkungan fisik yang harus diperhatikan adalah penggunaan sarana belajar di sekolah, meliputi meja dan kursi yang digunakan. Meja dan kursi yang digunakan harus disesuaikan dengan ukuran antropometri siswa dan sesuai dengan prinsip perancangan yang ergonomis (Santoso, 2012). Kaidah Ergonomi dalam mendesain tempat duduk sangat penting diperhatikan dalam proses pembelajaran. Agar tempat duduk nyaman dipakai pada waktu belajar, maka ukuran-ukurannya harus disesuaikan dengan antropometri orang yang akan memakainya.

Pada proses pembelajaran yang melibatkan aktivitas membaca dan menulis, secara terpadu dapat menimbulkan keluhan

otot, kelelahan, dan kebosanan. Hal ini tentunya akan berpengaruh terhadap kualitas proses pembelajaran dan hasil belajar. Mengingat siswa SMA adalah calon-calon tenaga kerja potensial di masa mendatang dan oleh karena itu sangatlah penting melakukan upaya preventif bagi kesehatan para calon tenaga kerja tersebut sejak dini, agar kelak diperoleh tenaga kerja-tenaga kerja yang memiliki status kesehatan yang unggul. Untuk upaya perbaikan kesehatan siswa tersebut salah satunya dapat dilakukan dengan pendekatan ergonomi.

Ergonomi menjadi pilar kesehatan dan menjadi salah satu indikator kesejahteraan. Menurut Meily (2013), perbaikan ergonomi perlu dilakukan sebagai salah satu upaya pencegahan terhadap penyakit CTDs (*Cumulative Trauma Disorders*) akibat faktor risiko kerja postur janggal, beban, frekuensi dan durasi yang bersumber dari pekerjaan, seperti nyeri tengkuk, nyeri pinggang bawah atau *low back pain*, rasa baal pada jari telunjuk, jari tengah dan jari manis yang disertai nyeri terbakar pada malam hari, kekakuan, lemah dan nyeri saat tangan digunakan dan dikenal dengan nama *Carpal Tunnel Syndrome*.

Dalam ergonomi, postur tubuh adalah faktor yang sangat penting, salah satunya postur duduk yang setiap orang lakukan setiap hari dalam durasi berjam-jam. Tujuan utama membuat desain ergonomi untuk kursi atau tempat duduk dan meja adalah menciptakan sedemikian rupa bentuk kursi dan meja belajar, sehingga dapat mempertahankan postur tulang punggung yang fisiologis, dengan demikian diharapkan kerja otot tidak perlu berkontraksi secara berlebihan (Meily, 2013).

Masalah ketidaksesuaian aspek ergonomi antara sarana kerja dan manusia serta pengaruhnya terhadap kesehatan belum mendapatkan perhatian yang serius di Indonesia. Hal ini terbukti dengan masih banyaknya tempat-tempat kerja yang belum berpedoman dengan kaidah ergonomi dalam hal penyediaan peralatan kerja bagi tenaga kerja (Turmuzi, 2013).

Perancangan kursi dan meja yang ergonomi hendaknya disesuaikan dengan ukuran tubuh tenaga kerja (antropometri).

Duduk memerlukan lebih sedikit energi dari pada berdiri karena hal ini dapat mengurangi banyaknya beban otot statis pada kaki. Namun, sikap duduk yang keliru akan menyebabkan adanya masalah-masalah punggung. Tekanan pada bagian tulang belakang akan meningkat pada saat duduk dibandingkan dengan saat berdiri ataupun berbaring (Santoso, 2012; Turmuzi, 2013).

Ketepatan dimensi merupakan salah satu faktor penentu kenyamanan yang menunjang aspek fungsional dari suatu rancangan. Untuk menghasilkan suatu desain yang tepat dimensi perlu pertimbangan yang matang dan observasi yang cermat terkait dengan faktor manusia sebagai pengguna produk. Berhubungan dengan hal tersebut meja dan kursi belajar harus sesuai dengan antropometri siswa sekolah menengah atas (Priyono, 2010; Tunay & Melemez, 2008).

Penerapan meja dan kursi yang ergonomis dapat mencegah lebih dini berbagai gangguan kesehatan siswa di masa dewasanya nanti dan membentuk sikap tubuh yang benar, mengurangi kelelahan, lebih berkonsentrasi dan akhirnya secara keseluruhan akan dapat meningkatkan sumber daya manusia untuk lebih berkualitas baik dari segi derajat kesehatannya maupun pada peningkatan kemampuan/konsentrasi dalam belajar (Lin, *et al.*, 2014; Santoso, 2012; Sutajaya, 2007). Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat *prototype* meja dan kursi belajar di sekolah berdasarkan antropometri untuk memperbaiki posisi duduk siswa SMAN di Kabupaten Gresik.

BAHAN DAN METODE

Jenis penelitian adalah pra eksperimen dengan *one group pre post test design*. Tahap pertama, dilakukan pengamatan sikap atau posisi duduk dengan *software OWAS* dan dilakukan pengukuran kelelahan kerja dengan *reaction timer*. Kemudian responden diminta mengisi kuesioner *pre test Nordic Body Map* tentang keluhan kelelahan yang dirasakan pada anggota tubuh. Tahap kedua, responden diminta duduk di kursi *prototype* rancangan peneliti selama 3 minggu untuk

masing-masing deret bangku (total waktu yang dibutuhkan untuk tahap ini adalah 48 minggu). Langkah selanjutnya adalah memberi *posttest* kepada masing-masing responden dengan kuesioner *Nordic Body Map* dan kemudian dilakukan pengukuran kelelahan dengan *reaction timer*. Langkah selanjutnya adalah melakukan pengamatan posisi duduk dengan *software OWAS* setelah responden 3 minggu menggunakan meja dan kursi *prototype N*. Hasil *posttest* tersebut digunakan untuk mengetahui keadaan akhir dari masing-masing responden setelah diberikan perlakuan.

Subjek penelitian adalah siswa SMAN 1 Menganti dan SMAN 1 Cerme, Kabupaten Gresik. Sampel diambil dari populasi sebanyak 139 siswa kelas 2 (dua) SMAN di Kabupaten Gresik dengan jumlah masing-masing sebanyak 74 siswa (\pm dua kelas) yang ada di SMAN 1 Menganti dan sebanyak 65 siswa (\pm dua kelas) yang ada di SMAN 1 Cerme. Sampel diambil dengan teknik *purposive sampling*, di mana sekolah yang diteliti ditentukan melalui pertimbangan tertentu yaitu berdasarkan pertimbangan Kepala Dinas Pendidikan Kabupaten Gresik. SMAN 1 Menganti dan SMAN 1 Cerme dipilih karena lebih kondusif dan memiliki karakteristik sekolah yang hampir sama (sudah berstandar nasional dan dengan lokasi di lingkungan perumahan bukan di dekat jalan raya yang padat lalu lintas), serta kemampuan siswa (dalam hal akademik dan prestasi) yang hampir sama.

Data yang terkumpul dianalisis dengan Uji-T. Sebelum dilakukan analisis Uji-T, maka terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat analisis.

HASIL

Perancangan desain *prototype* meja dan kursi N merupakan pengembangan dari desain meja dan kursi SNI yang sudah ada dan dipergunakan secara umum di sekolah menengah atas di seluruh Indonesia, tak terkecuali di Kabupaten Gresik, Jawa Timur yang menjadi lokasi penelitian. Meja dan kursi yang hasil penelitian ini adalah yang bersifat *single capacity* dengan tujuan memberikan keleluasaan ruang gerak bagi

siswa selama melakukan aktivitas belajar di sekolah. Penggunaan meja dan kursi *single capacity* dapat memberikan kenyamanan siswa dalam menyelesaikan tugas-tugasnya selama beraktivitas di atas meja, sehingga diharapkan prestasi belajar siswa di sekolah dapat meningkat.

Standar yang berhubungan dengan penggunaan meja dan kursi belajar di sekolah untuk pelajar di tingkat sekolah menengah atas sebenarnya sudah distandarkan dengan aturan SNI No. 12-1528-1989 untuk ukuran meja dan SNI No. 12-1526-1989 untuk ukuran kursi. Namun, kenyataan di lapangan ukuran meja dan kursi yang digunakan oleh sekolah tidak sesuai dengan ukuran meja dan kursi dari Badan Standarisasi Nasional.

Kondisi seperti di atas dapat terjadi disebabkan terbatasnya anggaran pendidikan yang ada di masing-masing Dinas Pendidikan Nasional Kabupaten. Biaya pengadaan satu set meja dan kursi rata-rata berkisar \pm Rp 450.000,- sehingga pihak sekolah melakukan pengadaan meja dan kursi belajar tidak sesuai dengan kriteria bahan dan ukuran yang distandarkan oleh SNI. Pada akhirnya, siswa akan dirugikan karena menggunakan meja dan kursi yang tidak sesuai dengan antropometrinya.

Ukuran yang telah di standarkan oleh SNI adalah sebagai berikut:

- 1) Dimensi ukuran meja SNI No.12-1528-1989

Tinggi meja = 82 cm, lebar = 55 cm, panjang meja untuk *single capacity* = 60 cm, tinggi pijakan *footrest* dari lantai = 9 cm, lebar

rangka kayu = 5 cm dan tebal = 3 cm, tinggi ambang depan/kayu penghalang = 40 cm.

- 2) Dimensi ukuran kursi menurut SNI No. 12-1526-1989

Tinggi kursi dari permukaan lantai sampai sandaran punggung = 80 cm, tinggi alas duduk = 44 cm, lebar alas kursi = 40 cm, panjang alas duduk = 45 cm, tinggi sandaran punggung = 15 cm, dan panjang sandaran punggung = 40 cm.

Berdasarkan pengukuran antropometri yang telah peneliti lakukan pada 139 orang responden diperoleh hasil desain meja dan kursi sebagai berikut:

Dimensi ukuran meja *prototype N* dengan panjang = 50 cm, lebar = 66 cm, tinggi bagian belakang = 85 cm, tinggi bagian depan = 75 cm, jarak *footrest* dari lantai = 10cm, tinggi lorong buku = 10 cm, tinggi *bamper* depan = 40 cm, dan kemiringan meja = 10° .

Dimensi ukuran kursi *prototype N* dengan panjang = 48 cm, lebar = 43 cm, tinggi alas duduk dari permukaan lantai = 47 cm, tinggi papan tempat tas dari permukaan lantai = 3 cm, lebar tempat tas = 43 cm, panjang tempat tas = 47 cm, lebar alas duduk/ busa = 41 cm, panjang alas duduk = 46 cm, tinggi *handrest* = 22 cm, panjang *handrest* = 30 cm, tinggi sandaran punggung = 38 cm, lebar sandaran punggung = 43 cm, ketebalan busa alas duduk = 4 cm, dan ketebalan busa sandaran punggung = 4 cm.

Pengamatan terhadap posisi duduk siswa dengan software OWAS dilakukan dua tahap yaitu sebelum dan sesudah menggunakan meja dan kursi *prototype N*. Hasil pengamatan posisi



Gambar 1. Meja *Prototype N*



Gambar 2. Kursi *prototype N*



Gambar 3. Posisi duduk sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*

duduk responden sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N* menggunakan *software OWAS* diperoleh hasil sebagai berikut:

Pada gambar 3, pengamatan posisi duduk yang diadopsi oleh siswa diberi kode 4111 yaitu posisi punggung membungkuk dan memuntir (4), pada posisi duduk (1) dengan posisi kedua lengan di bawah garis bahu (1) dengan beban kerja < 10 kg. Hasil analisis OWAS menunjukkan bahwa posisi duduk seperti di atas termasuk dalam kategori 2.

Pada gambar 4 pengamatan di atas posisi yang diadopsi oleh siswa diberi kode 3111 yaitu posisi punggung memuntir (3), pada posisi duduk (1) dengan posisi kedua lengan di bawah garis bahu (1) dengan beban kerja < 10 kg. Hasil analisis OWAS menunjukkan bahwa posisi duduk seperti di atas termasuk dalam kategori 2. Artinya, posisi yang berpotensi menyebabkan kerusakan pada sistem muskuloskeletal (risiko sedang), sehingga tindakan perbaikan mungkin diperlukan. Jika posisi seperti tersebut di atas diadopsi selama tiga tahun terus-menerus, maka dapat menjadi masalah yang serius bagi kesehatan siswa.

Posisi duduk siswa pada gambar 5 saat menulis dan membaca menggunakan meja dan kursi *prototype N* adalah 2111 yaitu posisi sedikit membungkuk. Namun, punggung tidak melengkung hanya menekuk kepala ke arah depan tubuh (2), kedua kaki dalam posisi duduk (1), kedua lengan posisi di bawah garis bahu (1) dengan beban kerja < 10 kg



Gambar 5. Posisi duduk saat menggunakan meja dan kursi *Prototype N*



Gambar 4. Posisi duduk sebelum menggunakan meja dan kursi *Prototype N*

(1). Posisi tersebut masuk ke dalam kategori 1. Artinya, posisi normal tanpa efek yang dapat mengganggu sistem muskuloskeletal (risiko rendah), sehingga tidak diperlukan perbaikan.

Tahap pengamatan posisi duduk selanjutnya adalah membandingkan perubahan posisi anggota tubuh saat duduk sebelum dan saat menggunakan meja dan kursi *prorotype N*.

Posisi kepala sebelum dan saat menggunakan meja dan kursi *prorotype N* adalah sebagai berikut: Kondisi pekerja di Indonesia khususnya siswa SMA, kondisinya akan lebih parah karena tidak ada penanganan khusus yang menangani kasus *Repetitive Strain Injury* (RSI). Kondisi siswa SMA mulai kelas satu sampai kelas tiga, pekerjaannya adalah duduk sangat lama. Pada saat duduk dengan



Gambar 6. Posisi kepala sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*

kecenderungan posisi siswa adalah, jaringan otot leher, leher dipaksakan menegakkan tulang lehernya, dengan menahan berat kepala yang ditekuk mendekati sudut 30° , untuk proses menulis dan membaca, sehingga sistem jaringan otot leher mengalami ketegangan, karena harus menahan berat kepala.

Posisi kepala yang baik pada saat melakukan aktivitas menulis dan membaca dengan duduk adalah tidak melakukan gerakan fleksi yang melebihi 30° . Jika posisi kepala terlalu membungkuk akan dapat menyebabkan keluhan kelelahan pada bagian leher dan bahu (Nurmianto, 2009).

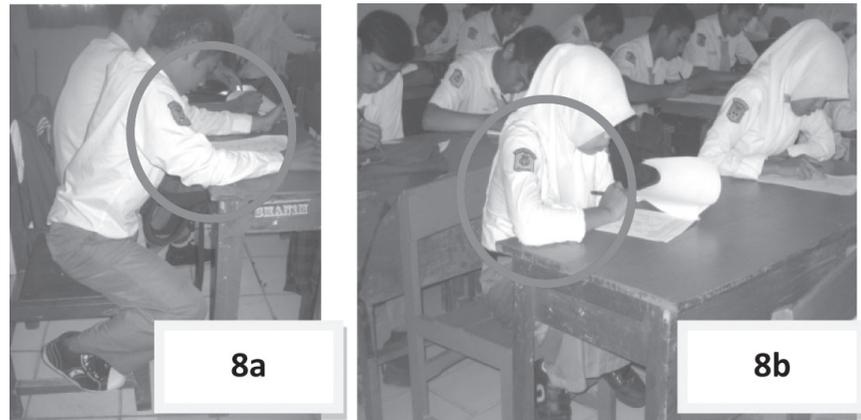
Saat menggunakan meja dan kursi *prorotype N* terjadi perubahan posisi kepala baik saat menulis maupun membaca yaitu tidak terdapat lagi gerakan menunduk ke depan $> 30^\circ$. Keluhan kelelahan pada leher dan kepala menjadi berkurang.

Posisi bahu sebelum dan saat menggunakan meja dan kursi *prorotype N* adalah sebagai berikut (Gambar 8).

Posisi duduk yang tidak alamiah menyebabkan sistem jaringan otot bahu, lengan, dan jari tangan yang dipaksa untuk melakukan kegiatan menulis dan membaca di mana jarak antara kursi dengan meja bisa terlalu tinggi (murid terpaksa menaikkan lengannya untuk kegiatan ini, lihat gambar 8a dan 8b, sehingga terjadi peregangan otot di sekitar bahu, lengan dan jari tangan).



Gambar 7. Posisi kepala saat menggunakan meja dan kursi *prototype N*



Gambar 8. Posisi bahu sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*

Jika diperhatikan pada gambar 8 posisi bahu kanan siswa lebih sering terangkat saat aktivitas menulis. Posisi bahu seperti ini sering peneliti jumpai dikarenakan ketidaksesuaian antara antropometri siswa dengan ukuran meja atau kursi yang siswa gunakan. Pada gambar 8a ukuran kursi terlalu pendek sehingga pada saat menulis siswa harus melakukan penyesuaian posisi duduk dengan cara memajukan tubuh mendekati meja dan siku menekan di atas permukaan meja

sehingga posisi bahu menjadi terangkat di salah satu sisi.

Pada gambar 8b posisi bahu siswa terangkat disebabkan ukuran kursi yang ketinggian, sehingga pada saat menulis siku menekan di atas permukaan meja sebagai upaya penyesuaian posisi duduk. Posisi bahu yang tidak alamiah menyebabkan rasa nyeri dan lelah pada bagian siku, bahu dan leher.

Gambar 8a dan 8b menunjukkan penggunaan meja lama dapat menyebabkan



Gambar 9. Perubahan posisi bahu saat menggunakan meja dan kursi *prototype N*



Gambar 10a, 10b, dan 10c. Posisi siku siswa sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*

posisi bahu sedikit terangkat saat menulis, sedangkan penggunaan meja *prototype N* pada gambar 9a, b, c dan d menjadikan posisi bahu datar dan seimbang/sejajar. Perubahan tersebut dapat mengurangi rasa nyeri pada bagian pergelangan tangan, bahu, dan siku akibat aktivitas menulis yang tidak alamiah.

Posisi siku sebelum dan saat menggunakan meja dan kursi *prototype N* adalah sebagai berikut (Gambar 10a, b, c).

Gambar 10a, b, dan c menunjukkan posisi siku menjadi tidak nyaman pada saat aktivitas mendengarkan penjelasan guru atau membaca, bahkan menulis. Kondisi ini disebabkan tidak adanya *handrest* pada kursi, sehingga terjadi penekanan yang berlebihan pada bagian siku sebagai akibat meja terlalu tinggi atau terlalu rendah.

Pada gambar 11d, e, dan f adanya *handrest* menjadikan siswa lebih santai saat membaca, menulis, dan mendengarkan penjelasan dari guru. Posisi siku dan lengan dapat ditopang dengan baik karena adanya

handrest, sehingga rasa nyeri pada lengan dan siku dapat dikurangi.

Gambar 12b dan 12c tampak perubahan posisi lengan bawah dan siku pada saat sebelum dan sesudah menggunakan meja *prototype N* ketika siswa bekerja menggunakan laptop. Pada meja lama posisi siku dan lengan mengambang, sedangkan pada meja *prototype N* posisi lengan dan siku menjadi lebih nyaman karena ditopang oleh permukaan meja yang miring. Kondisi seperti ini dapat mengurangi rasa nyeri pada lengan bawah dan siku.

Posisi punggung sebelum dan sesudah menggunakan meja dan kursi *prototype N* adalah sebagai berikut (Gambar 12a).

Posisi duduk berikutnya jaringan otot punggung (jaringan otot tulang belakang dipaksakan duduk tanpa disanggah bantal punggung (*back supporting chair*), sehingga sistem jaringan otot tulang belakang mengalami peregangan berlebihan untuk menahan beban berat tubuh bagian atas menyebabkan punggung melengkung. Kondisi



Gambar 11a, b, dan c. Posisi siku siswa saat menggunakan meja dan kursi *prototype N*



Gambar 11 d, e, dan f. Posisi siku siswa saat menggunakan meja dan kursi *prototype N*



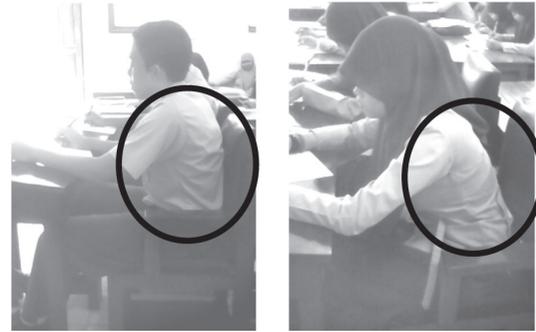
Gambar 12a. Posisi siku saat bekerja dengan laptop sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*



Gambar 12b dan 12c. Posisi siku saat bekerja dengan laptop menggunakan meja dan kursi *prototype N*



Gambar 13. Posisi punggung sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*



Gambar 14a dan 14b. Posisi punggung sesudah menggunakan meja dan kursi *prototype N*

ini semakin diperparah dengan ukuran meja dan kursi yang terlalu rendah.

Gambar 14 menunjukkan permukaan meja yang miring membuat posisi punggung rata tidak membentuk kurva/melengkung, sehingga kedua bahu berada pada posisi simetris (beban terdistribusi secara merata pada ke dua bahu). Gambar 14a dan 14b menunjukkan perubahan posisi punggung pada aktivitas membaca. Penggunaan kursi dengan sandaran punggung membuat siswa lebih nyaman saat melakukan aktivitas membaca buku atau saat mendengarkan penjelasan guru. Siswa dapat bersandar pada kursi untuk menghilangkan rasa penat pada daerah punggung setelah aktivitas menulis.

Kursi dengan sandaran punggung yang berlapis bahan lunak (busa) dapat mengurangi rasa nyeri pada bagian punggung setelah duduk



Gambar 15a dan 15b. Kaki dan tungkai pada saat sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*

lama (> 2 jam). Hasil penelitian Sumekar (2008) menyatakan terdapat hubungan tentang lama duduk terhadap keluhan nyeri punggung akibat kerja dengan posisi duduk > 4 jam. Hasibuan (2011), menganjurkan untuk menghindari posisi duduk yang sama lebih dari 20-30 menit jika kursi tidak dilengkapi dengan sandaran punggung yang nyaman.

Posisi kaki dan tungkai sebelum dan sesudah menggunakan meja dan kursi *prototype N* adalah sebagai berikut (Gambar 15a, b).

Posisi duduk yang tidak alamiah karena ketidaksesuaian antara antropometri siswa dengan meja dan kursi menyebabkan sistem jaringan otot kaki, di mana kondisi kaki murid bisa menggantung karena kursi terlalu tinggi, sehingga sistem jaringan otot kaki mengalami ketegangan akibat membawa beban kaki. Jika kursi terlalu rendah menyebabkan siswa yang bertubuh tinggi sering mengadopsi posisi kaki

disilangkan di atas paha kaki yang lain. Lihat gambar 15a.

Pada saat menulis dan membaca dengan menggunakan meja dan kursi yang lama posisi kaki dan tungkai siswa tidak alamiah. Untuk membuat posisi duduk menjadi stabil atau nyaman mereka cenderung melakukan posisi duduk yang tidak alamiah dengan cara menyandarkan pergelangan kedua kakinya di atas alas duduk teman di depannya (gambar 15b). Posisi duduk seperti ini dapat terjadi sebagai akibat adanya ketidaksesuaian antropometri siswa dengan ukuran kursi yang digunakan. Akibat posisi duduk yang tidak alamiah tersebut siswa merasa nyeri dan lelah pada bagian tungkai kaki, pergelangan kaki, paha, dan betisnya.

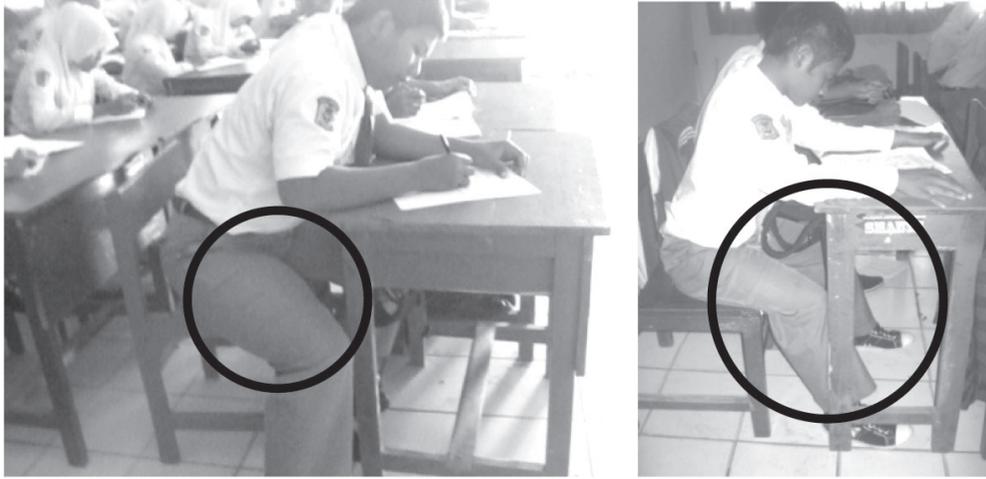
Setelah menggunakan meja dan kursi *prototype N*, maka posisi kaki siswa menjadi lebih santai karena dibantu keberadaan *footrest* seperti yang nampak pada gambar 16a. Ukuran ketinggian meja dan kursi yang sesuai dengan antropometri siswa membuat posisi duduk mereka menjadi lebih nyaman saat beraktivitas menulis, membaca, dan mendengarkan penjelasan materi dari guru.

Posisi paha sebelum dan sesudah menggunakan meja dan kursi *prototype N* adalah sebagai berikut (Gambar 17a, b).

Pada gambar 17a posisi paha siswa tidak membentuk sudut siku-siku (turun) > 90° sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*. Posisi ini terjadi karena ukuran alas kursi yang kurang lebar dan pendek, sehingga menjadi tidak nyaman



Gambar 16a dan 16b. Kaki dan tungkai pada saat sesudah menggunakan meja dan kursi *prototype N*



Gambar 17a dan 17b. Posisi paha sebelum menggunakan meja dan kursi *prototype N*

saat diduduki siswa dengan tinggi 176 cm dan berat badan 83 Kg. Untuk menstabilkan posisi duduknya saat menulis, maka siswa tersebut harus mengeluarkan energi berlebihan dan terjadi penekanan yang berlebihan pula pada bagian kaki, bahu, dan punggung. Pada gambar 17b posisi paha siswa menjadi turun dan tidak membentuk sudut siku-siku karena pada meja tidak adanya *footrest*, sehingga terjadi penekanan yang berlebihan dalam

jangka waktu lama (> 4 jam sehari) yang menyebabkan keluhan kelelahan pada tungkai kaki dan paha.

Pada gambar 18a dan 18b tampak perubahan posisi paha saat siswa melakukan aktivitas menulis maupun membaca dengan posisi paha membentuk sudut siku-siku atau 90°. Posisi seperti ini terjadi karena ukuran meja dan kursi *prototype N* sesuai dengan antropometri siswa dan pada bagian meja dilengkapi *footrest* yang dapat membantu siswa bebas menggerakkan atau merubah posisi kaki yang berpengaruh pada posisi paha siswa.



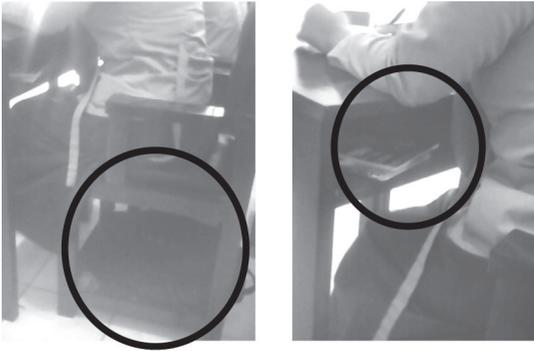
Gambar 18a dan 18b. Posisi paha sesudah menggunakan meja dan kursi *prototype N*

Posisi ruang gerak sebelum dan sesudah menggunakan meja dan kursi *prototype N* adalah sebagai berikut:

Ruang gerak menjadi terbatas karena tidak ada ruang/tempat menyimpan tas/alat tulis, menyebabkan posisi duduk pada saat



Gambar 19a, b, dan c. Ruang gerak terbatas karena keberadaan alat tulis/tas yang tidak pada tempatnya



Gambar 20a dan 20b. Ruang gerak lebih leluasa karena keberadaan alat tulis/tas sesuai pada tempatnya

menulis menjadi tidak nyaman. Tidak adanya tempat untuk menyimpan atau meletakkan tas membuat ruang gerak siswa jadi terbatas akibat peletakan tas yang kurang tepat. Kondisi ini dapat mengganggu konsentrasi siswa dalam menyelesaikan tugas-tugas di sekolah selama jam belajar di dalam kelas.

Gambar 20a dan 20b tas dan alat tulis/buku tidak lagi terletak berserakan dan mengganggu ruang gerak atau ruang kerja siswa dalam proses belajar di ruang kelas. Tas sudah terletak di tempat yang seharusnya yaitu di bawah alas kursi dan alat tulis/buku terletak rapi di lorong meja.

PEMBAHASAN

Meja dan kursi yang dirancang ergonomis untuk siswa sekolah menengah atas di Gresik akan memberikan efek kondisi belajar dalam posisi duduk dengan kondisi jaringan otot (bahu, tulang belakang leher, lengan dan kaki) pada posisi yang nyaman (Tarwaka, 2010). Dimensi meja dan kursi belajar yang sesuai dengan dimensi tulang akan membuat jaringan otot bekerja dengan beban yang ringan. Jika meja dan kursi yang dirancang tidak ergonomis artinya jaringan otot di sekitarnya dipaksakan bekerja melebihi batas regangnya (untuk kegiatan menulis dan membaca). Kegiatan ini dilakukan secara berulang-ulang (*repetitive*), sehingga jaringan otot akan mengalami cedera (*injury*). Jika cedera ini dibiarkan terus-menerus akan gejala kelumpuhan jaringan otot, dan kondisi ini sungguh sangat tidak

menguntungkan bagi perkembangan prestasi belajar siswa (Santoso, 2012).

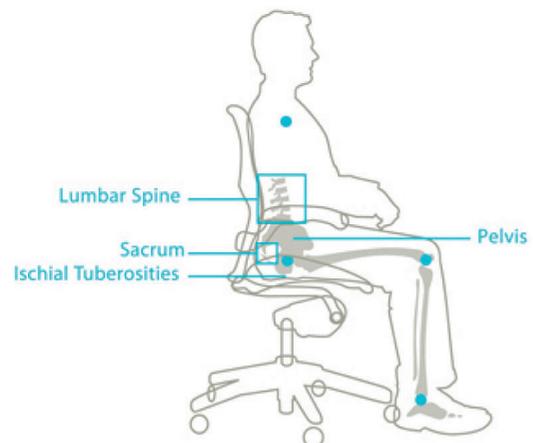
Kursi untuk kerja dengan posisi duduk dirancang dengan metode *floor-up*, yaitu dengan berawal pada permukaan lantai, untuk menghindari adanya tekanan di bawah paha. Setelah ketinggian kursi didapat kemudian barulah menentukan ketinggian meja kerja yang sesuai dan konsisten dengan ruang yang diperlukan untuk paha dan lutut. Menurut Meily (2013), posisi duduk yang ergonomis di mana seseorang mempertahankan postur badan yang stabil dan memenuhi hal-hal sebagai berikut:

1. Menyenangkan dalam jangka waktu tertentu,
2. Memuaskan secara fisiologi, dengan duduk kita jadi lebih nyaman,
3. Sesuai/serasi/cocok dengan pekerjaan yang dilakukan

Lebih lanjut Meily (2013), mengemukakan prinsip duduk normal/santai adalah sebagai berikut:

1. Lutut fleksi 90 derajat.
2. Tubuh fleksi di atas pada 90 derajat.
3. Pelvis rotasi ke belakang 30 derajat atau lebih.
4. Berat badan bertumpu pada ischial tuberositas
5. Bagian atas tulang sacrum agak horizontal

Untuk mengurangi tekanan yang berlebihan pada tulang belakang dibutuhkan bantalan atau sandaran pada saat duduk. Desain sandaran duduk yang direkomendasikan adalah yang diberi lapisan busa untuk tujuan



Gambar 21. *Seating anatomy* (Miller, 2014)

memberikan kenyamanan pada siswa saat melakukan aktivitas sambil duduk untuk jangka waktu relative lama (selama kurang lebih 4 jam sebelum istirahat jam pertama).

Floyd & Wards (1969) mempelajari posisi tubuh yang paling sering dilakukan dalam kelas. Ditemukan tiga jenis perilaku yang paling sering, yaitu: 1) duduk tanpa pendukung dari sandaran bangku (sandaran kursi adalah paling sering digunakan ketika hanya satu lengan tangan yang sedang beristirahat di atas meja tulis atau ketika lengan tidak sedang berada di atas meja tulis); 2) posisi badan cenderung menunduk ke depan; 3) kecenderungan/kemiringan pada kedua lengan untuk menumpang di atas meja tulis itu. Posisi tubuh seperti ini tidak hanya terjadi saat sedang menulis, tetapi selama melakukan aktivitas lain (seperti pada saat mendengarkan penjelasan guru di depan kelas), sehingga beberapa murid tanpa disadari telah menghabiskan lebih kurang sampai 80 persen waktunya pada posisi ini.

Pada penelitian ini kursi *prototype N* mempunyai desain *handrest* yang sesuai dengan yang dianjurkan oleh *The Ergonomic Seating Guide Handbook* (2007) di mana syarat *handrest* yang baik dan ergonomis adalah yang



Gambar 22. Desain *handrest* yang ergonomis (The Ergonomic Seating Guide Handbook, 2007)

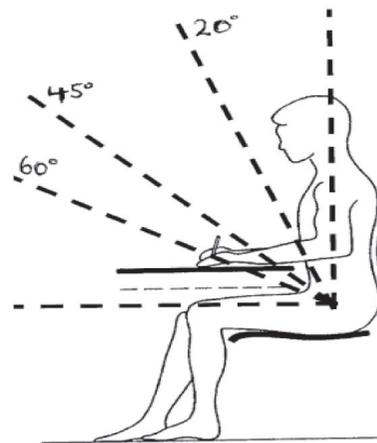
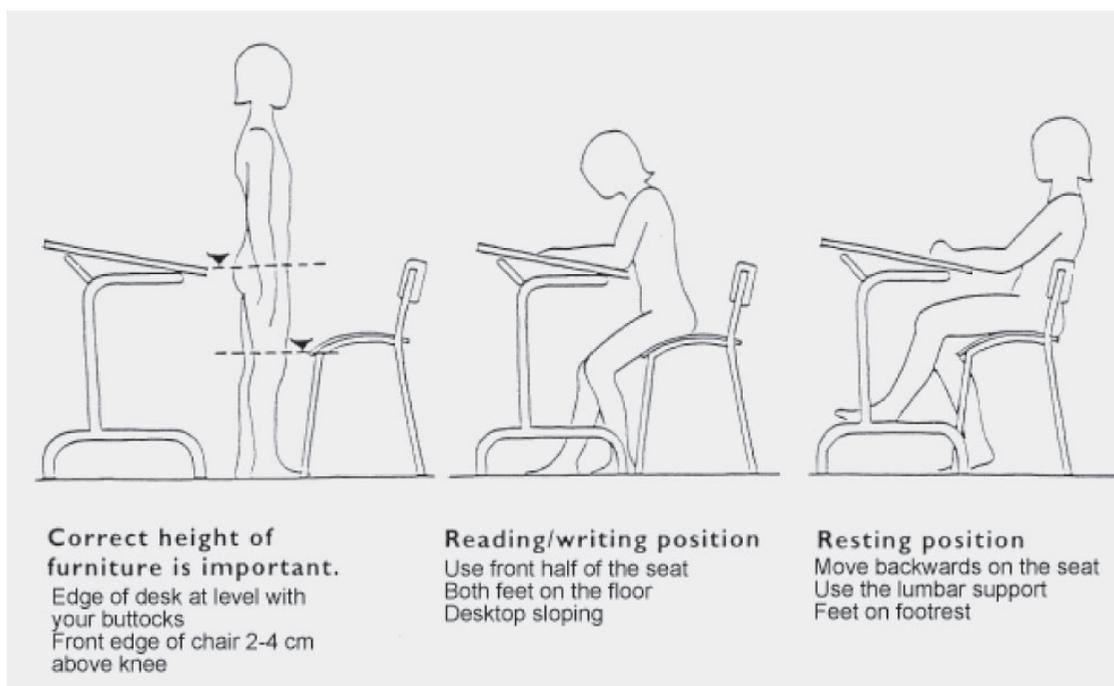


Fig. 1. Lines used to identify sitting posture.

Gambar 23. Sudut posisi duduk yang ergonomis saat menulis (Murphy, et al., 2003)



Gambar 24. Contoh posisi duduk yang benar menggunakan meja dan kursi ergonomis rancangan Mandal (Mandal, 2009)

dapat menopang $\frac{3}{4}$ bagian dari lengan bawah tangan sampai siku seperti yang nampak pada gambar 22. Desain kursi dengan *handrest* yang demikian akan membuat sipengguna kursi menjadi lebih nyaman dan mudah melakukan perubahan posisi duduk untuk menghindari gerakan yang monoton. Jika tidak sedang melakukan aktivitas menulis siswa dapat meletakkan kedua tangan di atas meja atau di atas *handrest* agar posisi duduk siswa tidak monoton, sehingga keluhan kelelahan pada tangan, siku dan bahu dapat diminimalisir.

Cara yang sama dilakukan pada penelitian Mandal (2009) dengan memilih suatu desain alternatif pengusulan kursi dengan kemiringan bantalan tempat duduk dikombinasikan dengan mengangkat dan memiringkan meja tulis dengan kemiringan 0–20°. Desain kursi seperti ini membuat paha terangkat dan kemungkinan mengurangi beban pada tulang belakang. Mandal juga merekomendasikan tinggi kursi berukuran sepertiga tinggi tubuh orang yang menggunakan, dan meja tulis tingginya satu setengah tinggi kursi. Kebanyakan orang dengan keluhan sakit punggung dapat menjadikan cara ini sebagai alternatif mengurangi keluhan sakit punggungnya dan menimbulkan rasa nyaman. Untuk minggu pertama mereka hanya akan bisa duduk pada posisi ini dengan desain kursi dan meja tersebut selama 5–10 menit, sebab otot punggung memerlukan adaptasi (Jung Hwa, 2005).

Kondisi tersebut sesuai dengan hasil penelitian Mandal (2009) tentang posisi duduk yang ergonomis saat membaca dan menulis.

Sementara rancangan meja kerja secara umum, adalah sebagai berikut:

1. Permukaan meja

Agar pekerja dapat bekerja secara optimal dan nyaman, maka permukaan meja sebaiknya terbuat dari bahan yang kuat dan halus (Hanninen, 2003).

2. Kemiringan permukaan meja

Permukaan meja sebaiknya dibuat agak miring agar beban pada pundak dan siku juga lengan atas dapat terdistribusi secara seimbang. Kemiringan yang ideal untuk permukaan meja antara 5–10°. Pada penelitian ini ukuran kemiringan permukaan meja sebesar 10°.



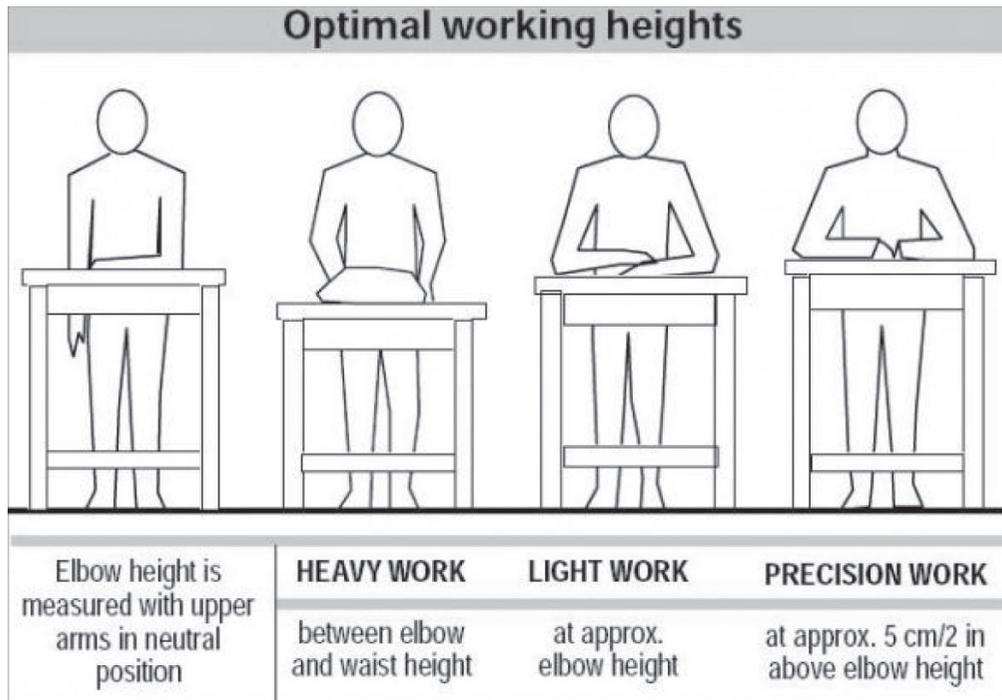
Gambar 25. Meja *prototype N* dengan kemiringan permukaan 10°

3. Tinggi meja

Dalam perancangan meja kerja tinggi meja kerja harus disesuaikan dengan posisi kerja yang dilakukan oleh pengguna meja. Untuk mendesain ketinggian landasan kerja untuk posisi duduk secara prinsip hampir sama dengan desain ketinggian landasan kerja pada posisi berdiri (Tarwaka, 2010). Untuk mendesain landasan kerja berupa meja dengan posisi kerja duduk perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Untuk pekerjaan yang memerlukan ketelitian (menulis, membaca, mengetik dan merakit) dengan maksud untuk mengurangi pembebanan statis pada otot bagian belakang, maka tinggi landasan kerja adalah 5–10 cm di atas tinggi siku duduk.
- 2) Untuk pekerjaan yang memerlukan penekanan dengan kuat, maka tinggi landasan kerja adalah 10–15 cm di bawah tinggi siku duduk.
- 3) Panjang meja
Ukuran panjang meja berpedoman pada panjang jangkauan tangan 5 per centil ukuran terbesar dari sampel (Al-Saleh, *et al.*, 2013).
- 4) Lebar meja
Ukuran lebar meja minimum berpedoman pada jangkauan tangan 95 per centil ukuran terkecil dari sampel (Al-Saleh, *et al.*, 2013).

Penilaian tentang kenyamanan dan kekuatan meja hasil rancangan peneliti sebanyak 139 orang responden menyatakan



Gambar 26. Standar tinggi permukaan meja kerja (Workplace Health, Safety, and Compensation Commission of New Brunswick, 2008)

tinggi meja sudah sesuai dengan antropometri siswa, lebar meja dinyatakan sesuai dengan antropometri oleh 136 responden sedangkan 3 responden menyatakan ukuran lebar meja terlalu sempit. Responden yang menyatakan lebar meja terlalu sempit karena alasan terbiasa menggunakan meja dengan kapasitas dua orang pada saat duduk di kelas satu SMA. Untuk desain meja sebanyak 131 responden menyatakan jika desain rancangan peneliti menarik dan 8 orang menyatakan cukup menarik. Sebanyak 139 responden menyatakan permukaan meja halus. Sebanyak 121 responden menyatakan meja sangat nyaman sedangkan 18 orang menyatakan agak nyaman. Untuk kekuatan bahan meja sebanyak 128 responden menyatakan sangat kuat dan 11 responden menyatakan kuat. Penggunaan *footrest* sangat diperlukan untuk menghindari kelelahan pada kaki dan sebanyak 139 responden menyatakan ukurannya sesuai dengan antropometri. Pentingnya keberadaan kotak alat tulis di meja juga dinyatakan oleh 136 orang responden, sedangkan 3 orang menyatakan tidak perlu dengan alasan mereka terbiasa menyimpan alat tulis dan buku di dalam tas.

Untuk ukuran kursi sebanyak 134 responden menyatakan sudah sesuai dengan antropometri, dan 5 responden menyatakan kursi terlalu tinggi. Hal ini dapat dimaklumi karena selama hampir dua tahun belajar di kelas sudah terbiasa dengan ukuran kursi yang pendek (tidak sesuai dengan antropometri). Sebanyak 136 responden menyatakan lebar kursi sesuai dengan antropometri sedangkan 3 orang menyatakan terlalu sempit dengan alasan sejak duduk di kelas satu terbiasa duduk di kursi untuk dua kapasitas siswa, sehingga pada saat dikondisikan duduk pada kursi dengan satu kapasitas siswa dengan pembatas *handrest* (selama 3 minggu) siswa belum terbiasa. Desain kursi menurut 17 responden dianggap menarik dan 122 responden menganggap cukup menarik. Alas kursi dan sandaran punggung menurut 139 responden dinyatakan empuk dan ketinggian busa dinyatakan sesuai. Sejumlah 134 responden menyatakan nyaman duduk di kursi rancangan peneliti dan 5 responden menyatakan agak nyaman. Untuk kekuatan bahan sebanyak 126 menyatakan sangat kuat dan 13 orang menyatakan kuat. Untuk *handrest* 136 responden menyatakan ukurannya sudah sesuai dengan antropometri mereka, sedangkan

3 orang merasa terlalu tinggi dengan alasan belum terbiasa menggunakan kursi sekolah yang ada *handrest*nya. Pentingnya tempat tas pada bagian bawah kursi dinyatakan perlu oleh 137 responden sedangkan 2 orang menyatakan tidak perlu dengan alasan lebih enak tas diletakkan di samping kursi.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Kesesuaian antropometri siswa dengan meja dan kursi belajar di sekolah perlu diperhatikan oleh agar kegiatan belajar-mengajar di sekolah dapat berjalan dengan aman dan nyaman.

Saran

Berdasarkan perkembangan antropometri siswa, maka perlu dilakukan peninjauan kembali ukuran meja dan kursi belajar setiap lima tahun sekali agar anak didik dapat terhindar dari keluhan dan kelelahan.

KEPUSTAKAAN

- Al-Saleh, K.S, Muhamed Z. Ramadan dan Riyad A.Al-Ashaikh. 2013. Ergonomically adjustable school furniture for male students. *Academic Journals*. Vol. 8 (13): 943–955. 10 July. Industrial Engineering Department. College of Engineering. King Saud University. Saudi Arabia.
- Badan Standarisasi Nasional, 1989 a. SNI untuk meja belajar di SMA. SNI no. 12-1528-1989. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 1989 b. SNI untuk kursi belajar di SMA. SNI no. 12-1526-1989. Jakarta.
- Floyd, W.F., and Wards, J.S. 1969. *Anthropometric and physiological consideration in school, office and factory seating*. *Ergonomics*. 12. 132–139.
- Hasibuan, Nova Dwi Putri., 2011. *Gambaran keluhan muskuloskeletal pada pegawai yang menggunakan personal computer di PT PLN (Persero) wilayah Sumatra Selatan Tahun 2011*. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/26764>. Diakses tanggal 1 Mei 2012.
- Hanninen O., & Reijo K. 2003. *Adjustable table and chairs correct posture and lower muscle tension and pain in high school student*. Departement of Physiology, University of Kuopio Finland.
- Jung Hwa S., 2005. A Prototype of an Adjustable and an Adjustable Chair for schools. *International Journal of Industrial Ergonomic*. Vol 35, No. 10: 955-969. Elsevier, Amsterdam.
- Miller. 2014. Seating Anatomi. Dapat diakses on line di <http://www.hermanmiller.com/research/solution-essays/the-kinematics-of-seating.html> [5]. Diakses 12 April 2014.
- Mandal, T. 2009. *Improved workfurniture reduces back pain*. In:Veronika Kotradyová (Ed.) *Interirér 2009. Zborník príspevkov z prvého ročníkamedzinárodnej konferencie*. 24-25 Septembra 2009. Faculty architektúry. Slovenska Technicka Univerzita V Bratislave, jian Ergonomis 7176.
- Meily K., 2014. Ergonomi Tempat Duduk (*SEATING*), tersedia on line di <http://eprints.upnjatim.ac.id/id/eprint/4201>, diakses pada 24 April 2014.
- Mulyono, G., 2010. *Kajian ergonomi pada fasilitas duduk Universitas Kristen Petra Surabaya*, Dimensi Interior. Vol.8,No1, Juni ahl: 44-51)
- Murphy S.D, Peter B., & David S., 2003. Classroom Posture and Self - Reported Back and Neck Pain in School children. *Journal Applied Ergonomics*. Vol 01/001. University of Surrey, Guildford, UK.
- Nurmianto, E., 2009. *Ergonomi, Konsep Dasar dan Aplikasinya..* PT. Gunawidya. Surabaya.
- Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Republik Indonesia No. 24 Tahun 2007 tentang *Standar Sarana dan Prasarana untuk Sekolah Dasar/Madrasah Ibtidaiyah (SD/MI), Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah (SMP/MTs), dan Sekolah Menengah Atas/Madrasah Aliyah (SMA/MA)*.
- Priyono, A. 2010. Perancangan Ulang Meja dan Kursi Belajar ditinjau dari Aspek Ergonomi (Studi Kasus di SMAN 1 Gemolong). Tersedia di: <http://digilib.uns.ac.id> [8 Maret 2010].

- Rungtai Lin and Yen-Yu Kang, *Ergonomic Design of Desk and Chair for Primary School Students in Taiwan*. Department of Industrial Design, Mingchi Institute of Technology, Taishan, Taipei Hsien Taiwan, 243 HTUrtlin@mail.mit.edu. twUTHyen@ccsun.mit.edu.tw. Diakses 2 Pebruari 2014.
- Santoso.G. dan Yoso Wiyarno 2012. *Model bangku kelas terhadap respons keluhan pada siswa*. Universitas PGRI ADIBUANA, Surabaya.
- Sumekar, D.W., Deny Natalia, 2008. *Nyeri Punggung pada Operator Komputer Akibat Posisi dan Lama Duduk*. <http://www.mkb-online.org/web/index.php/MKB/article/view/41/29>. Diakses tanggal 19 Mei 2012.
- Syazwan Aaizat, I., T. Shamsul Bahri and H. Zailina, 2009, *The Association between Ergonomic Risk Factor, RULA Score and Musculoskeletal Pain among School Children: a Preliminary Result Global J. Health Sci, 1 (2): 73–84*, <http://ccse-net.org/journal/index.pph/gjhs/article/viewFile/3301/3476>.
- Sutajaya, 2007. Penerapan ergonomis Partisipatore pada Proses Pembelajaran Mengurangi gangguan Muskuloskeletal dan Kelelahan Pebelajar di Jurusan Pendidikan Biologi IKIP Negeri Singaraja. *Jurnal Pendidikan dan Pengajaran UNDIKSHA, No. 3 TH. XXXX Juli*. Jurusan Pendidikan Biologi Fakultas MIPA Universitas Pendidikan Ganesha.
- Tarwaka, 2010. *Ergonomi Industri*. Harapan Press, Solo.
- The Ergonomic Seating Guide Handbook, 2007. Haworth. Canada.
- Turmuzi, M. 2013 *Tinjauan Desain ergonomi pada kursi bundar dan panjang di pos pemberian bumbu bagian produksi perusahaan mie instan Kota Semarang*, Jurnal Kesehatan Masyarakat Vol. 2, No. 1, tahun 2013. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, Semarang.
- Tunay M. & Kenan Melemez. 2008. An Analysis of Biomechanical and Anthropometric Parameters on Classroom Furniture Design. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 7 (8): 1081–1086, 17 April.
- Work-Related Musculoskeletal Disorder Injuries in Minnesota a Presentation to The Ergonomics Task Force*, Minnestosa Departement of Labor and Industry June. 2002.