LAPORAN PENELITIAN
PENGEMBANGAN PROGRAM STUDI
DANA PNBP TAHUN ANGGARAN 2014

JUDUL PENELITIAN:

PENGARUH MODEL POSISI KERJA TERHADAP KONSENTRASI ASAM LAKTAT PADA OPERATOR KOMPUTER
(SUATU PENELITIAN DI SKPD PROVINSI GORONTALO)

Dr. ASEP SURYANA ABDURRAHMAT, S.Pd., M.Kes

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO
SEPTEMBER , 2014

I. Identitas Penelitian

1. Judul Usulan : Pengaruh Model Posisi Kerja Terhadap Konsentrasi Asam Laktat Pada Operator Komputer (suatu penelitian di SKPD Provinsi Gorontalo)

2. Ketua Peneliti
   a) Nama lengkap : Dr. Asep Suryana Abdurrahmat, S.Pd., M.Kes
   b) Bidang keahlian : Fisiologi Manusia
   c) Jabatan Struktural : Ketua Laboratorium Biokimia dan Faal
   d) Jabatan Fungsional : Dosen
   e) Unit kerja : F.MIPA UNG
   f) Alamat surat : Kompleks Perumahan Kaputih Indah, Kota Selatan Kota Gorontalo
   g) Telpon/Faks : 081340193872
   h) E-mail :

3. Anggota peneliti).

Tim Peneliti:

No.	Nama dan Gelar Akademik	Bidang Keahlian	Instansi	Alokasi Waktu (jam/minggu)
1.				

4. Subjek penelitian

Peningkatan kadar asam laktat pada operator komputer ditinjau dari sisi fisiologi dan antropometri

5. Masa pelaksanaan penelitian:
   • Mulai :
   • Berakhir :

6. Anggaran yang diusulkan : Rp. 25.000.000
7. Lokasi penelitian : SKPD Provinsi Gorontalo
8. Hasil yang ditargetkan : Hubungan berbagai faktor penyebab keluhan fisik terhadap peningkatan kadar asam laktat
9. Keterangan lain yang dianggap perlu

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN PENELITIAN DANA PNBP MIPA

Judul Kegiatan	: PENGARUH MODEL POSISI KERJA TERHADAP KONSENTRASI ASAM LAKTAT PADA OPERATOR KOMPUTER (SUATU PENELITIAN DI SKPD PROVINSI GORONTALO)
KETUA PENELITI	
A. Nama Lengkap	: Asep S. Abdurrahmat, S.Pd, M.Kes
B. NIDN	: 0023046905
C. Jabatan Fungsional	: Lektor Kepala
D. Program Studi	: Pendidikan Biologi
E. Nomor HP	: 081356363677
F. Email	:
Lama Penelitian Keseluruhan	: 5 bulan
Penelitian Tahun Ke	: 1
Biaya Penelitian Keseluruhan	: Rp 25.000.000,-
Biaya Tahun Berjalan	: - Diusulkan Ke Lembaga : Rp 25.000.000,-
	- Dana Internal PT : -
	- Dana Institusi Lain : -

Mengetahui
Ketua Jurusan Biologi

(Dr. Lilan Dama, S.Pd, M.Pd)
NIP/NIK. 197701112002122001

Gorontalo, 29 September 2014
Ketua Peneliti,

(Asep S. Abdurrahmat, S.Pd, M.Kes)
NIP/NIK. 196904231994031003

Menyetujui,
Dekan Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

(Prof. Dr. Evie P. Hulukati, M.Pd)
NIP/NIK. 196005301986032001

ABSTRAK

Seringkali operator komputer mengalami keluhan fisik akibat gangguan otot dan sendi di berbagai wilayah tubuhnya setelah melaksanakan pekerjaannya. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti karakteristik umum operator, keseimbangan antropometri operator dengan ukuran stasion kerjanya, dan organisasi kerja. Namun demikian, belum ada penelitian yang secara komprehensif melihat hubungan berbagai faktor penyebab terhadap keluhan fisik akibat gangguan otot dan sendi yang ditandai dengan peningkatan asam laktat.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan melihat hubungan faktor penyebab keluhan fisik pada beberapa model posisi kerja terhadap gangguan otot dan sendi yang ditandai dengan peningkatan kadar asam laktat. Penelitian akan dilakukan dengan metode cross sectional dilakukan terhadap 60 orang operator dengan jenis kelamin pria, berusia antara 25-40 tahun, sehat, dan tidak berkacamata.

Pengumpulan data diawali dengan menyusun instrumen ASATMAW yang valid dan reliabel. Selanjutnya instrumen tersebut digunakan untuk mengumpulkan data variabel karakteristik umum operator komputer dan indeks posisi kerja. Pengukuran keluhan fisik secara objektif digunakan alat ukur *lactate analyzer*.

Kata Kunci : Posisi kerja, asam laktat

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Operator komputer dalam melaksanakan pekerjaannya sering tidak memperhatikan berbagai faktor yang bisa mengganggu kenyamanan maupun keamanan tubuh mereka. Selain itu para operator tersebut sering bekerja untuk jangka waktu yang panjang demi menyelesaikan sejumlah pekerjaan yang dibebankan kepada mereka. Hal tersebut sering menimbulkan berbagai masalah bagi kesehatan dan keselamatan tubuh.

Hasil penelitian Sumekar (2006) menyatakan bahwa sebanyak 65 dari 77 responden (84,4%) bekerja dengan posisi duduk yang baik saat bekerja dengan komputer sedangkan 12 responden (15,6%) duduk dengan posisi yang tidak baik. Selanjutnya diperoleh data bahwa responden yang menyatakan adanya keluhan nyeri punggung terjadi sebanyak 41,5% pada responden yang bekerja dengan posisi duduk baik dan 91,7% pada responden yang bekerja dengan posisi duduk tidak baik.

Namun demikian, faktor yang menyebabkan ragam keluhan fisik terutama yang diakibatkan oleh gangguan otot dan sendi belum terungkap secara jelas dan menyeluruh. Hal tersebut disebabkan adanya variasi faktor penyebab maupun variasi keluhan fisik di antara para operator komputer yang satu dengan lainnya.

Salah satu faktor yang diduga menjadi faktor penyebab munculnya berbagai keluhan yang diakibatkan gangguan otot dan sendi adalah adanya *design error* dalam penataan stasion kerja. Model kursi, meja serta fasilitas kerja lainnya belum sesuai dengan ukuran antropometri serta aktifitas utama dalam melakukan pekerjaan atau tidak ergonomis.

Rancangan meja serta kursi maupun stasion kerja lainnya harus memperhatikan ukuran tubuh atau antropometri pemakai. Menurut Rosewood (2003), antropometri adalah pengukuran dimensi tubuh atau karakteristik fisik tubuh lainnya yang relevan dengan desain tentang sesuatu yang dipakai orang. Faktor kenyamanan duduk serta upaya untuk menghindari ketegangan otot termasuk hal yang harus diperhatikan dalam mendesain suatu stasion kerja. Selain itu perlu diperhatikan juga aspek kemudahan bergerak dan adanya sandaran punggung pada kursi.

Namun demikian, seringkali operator bekerja dengan posisi duduk yang tidak benar walaupun sudah menggunakan berbagai kelengkapan stasion kerja yang ergonomis serta sesuai dengan ukuran antropometri tubuhnya. Hal tersebut disebabkan kebiasaan dan perasaan nyaman operator walau cara duduk mereka keliru, Baumgartner (2003) menyebutnya sebagai kebiasaan buruk atau *bad habit* seseorang saat beraktifitas.

Posisi duduk yang tidak tepat akan memicu munculnya berbagai gangguan fisiologi dari operator. Mulai dari gangguan ringan seperti rasa nyeri di otot atau sendi sampai dengan yang akan berakibat fatal seperti perubahan struktur tubuh seperti adanya pembengkokan struktur tulang belakang. Di lain pihak, dalam melaksanakan pekerjaan, operator komputer dibebani oleh sejumlah tugas yang harus mereka selesaikan sebab setiap pekerjaan merupakan beban bagi pelakunya. Beban yang dimaksud mungkin fisik, mental atau sosial.

Hawlett Packard Develompent Company (2007) manyatakan bahwa 69,1 % para operator bekerja melewati beban dan durasi kerja dari yang sudah ditetapkan. Hal ini menyebabkan timbulnya berbagai permasalahan terhadap operator baik dari segi penurunan kesehatan tubuhnya maupun penurunan produktifitas kerjanya. Semua itu ditimbulkan akibat adanya kelelahan pada operator.

Salah satu bentuk kelelahan yang banyak dijumpai pada operator komputer adalah kelelahan fisik. Kelelahan fisik merupakan suatu ukuran objektif dari batas kemampuan seseorang untuk melakukan pekerjaan. Secara objektif kelelahan fisik dapat ditunjukan dengan adanya rasa nyeri di beberapa bagian tubuh tertentu terutama di ujung otot atau pada bagian sendi yang aktif bekerja. Mc Ardle (2002) menyatakan bahwa rasa nyeri yang timbul disebabkan adanya akumulasi asam laktat pada bagian tubuh yang aktif tersebut.

Berdasarkan pemaparan tersebut maka perlu dilakukan suatu penelitian yang komprehensif untuk melihat keterkaitan antara sejumlah faktor penyebab baik karakteristik umum operator maupun indeks posisi kerja pada berbagai model posisi kerja terhadap peningkatan kadar asam laktat

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah hubungan antara beberapa faktor penyebab keluhan pada berbagai model posisi kerja terhadap peningkatan asam laktat ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui hubungan antara beberapa faktor penyebab keluhan pada berbagai model posisi kerja terhadap peningkatan asam laktat

1.4 Manfaat Penelitian

Dengan mengetahui hubungan berbagai model posisi kerja serta faktor penyebab keluhan terhadap konsentrasi asam laktat pada operator komputer maka dapat dilakukan langkah antisipasi untuk memperkecil kemungkinan timbulnya keluhan tersebut.

Selain itu, para pimpinan instansi akan memperoleh informasi yang komprehensif tentang hubungan antara faktor penyebab keluhan pada beberapa model posisi kerja terhadap peningkatan konsentrasi asam laktat. Sehingga bisa dilakukan penataan ulang stasion dan organisasi kerja yang lebih sesuai untuk tugas mereka.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

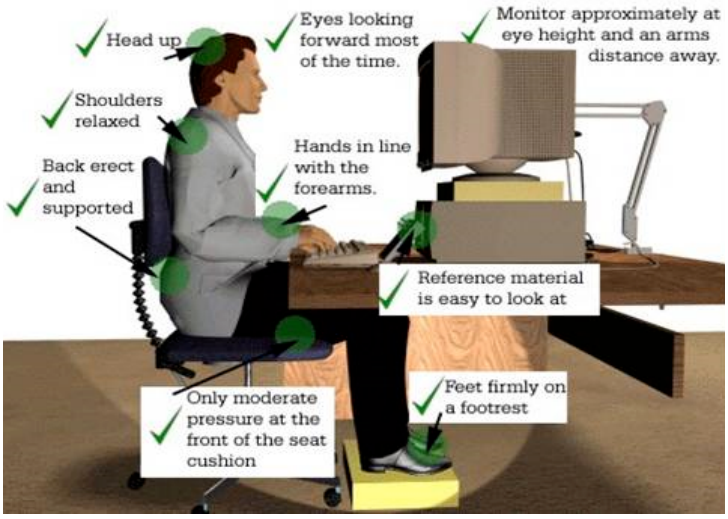
2.1 Tinjauan Tentang Operator Komputer

Komputer merupakan salah satu dari perkembangan teknologi. Penggunaan komputer di seluruh dunia mengalami peningkatan dari waktu ke waktu. Hampir seluruh kegiatan manusia tidak bisa lepas dari komputer. Demikian juga dengan kegiatan perkantoran yang tidak terlepas dari penggunaan komputer.

Biasanya setiap kantor memiliki sejumlah staf yang ditugaskan untuk mengoperasionalkan sejumlah komputer yang mereka miliki. Para operator komputer ini memiliki beban kerja yang cukup berat terkait seluruh penyelesaian kegiatan administrasi kantor tempat mereka bekerja.

Berdasarkan suatu survei di Amerika Serikat, rata-rata waktu kerja yang digunakan untuk bekerja dengan komputer adalah 5,8 jam atau 69% dari total 8 jam kerja, terlebih lagi bagi mereka yang bertugas sebagai operator komputer. Seringkali para operator tersebut menghabiskan waktu kerjanya di depan komputer lebih dari 8 jam kerja (*Hawlett Packard Develompent Company*, 2007).

Seringkali dalam melaksanakan tugasnya para operator komputer berada pada suatu posisi duduk statis untuk jangka waktu yang lama. Fox (2004) menjelaskan bahwa duduk dengan posisi tertentu dalam jangka waktu yang lama akan menimbulkan penyempitan pembuluh darah yang berakibat munculnya berbagai keluhan fisik pada orang tersebut. Mereka sering didera oleh keluhan nyeri punggung yang diakibatkan terhambatnya aliran darah dan iskemia di jaringan otot terkait.



Gambar 2.1
Aktifitas Operator Komputer
(Sumber : Rosewood, 2003)

Posisi duduk operator komputer yang ideal dapat dilihat pada gambar 2.1. Pada gambar tersebut ditunjukan beberapa hal yang perlu diperhatikan oleh seorang operator komputer saat duduk melaksanakan pekerjaannya terutama tentang berbagai sudut yang dibentuk tubuh saat duduk, adanya penyangga pada bagian tubuh tertentu serta jarak yang ideal dari monitor komputer dari mata.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan terkait dengan risiko munculnya gangguan otot dan sendi pada operator komputer menurut Reese (2004) ialah:

1. Desain dari stasion kerja
2. Jenis pekerjaan dan beban kerja
3. Pengulangan pekerjaan yang sama
4. Derajat postur atau antropometri tubuh
5. Jadwal kerja dan istirahat
6. Sifat dan kebiasaan yang dimiliki oleh pekerja

Upaya untuk mereduksi kemungkinan munculnya keluhan akibat gangguan otot dan sendi pada operator dapat dilakukan dengan melakukan penataan stasion kerja

yang baik dan disesuaikan dengan postur tubuh operator, pengaturan jenis kerja, beban kerja, waktu kerja dan istirahat yang cukup di antara waktu kerja.

National Institute for Occupational Safety and Health atau *NIOSH for VDT Studies and Information* menyarankan agar lamanya penggunaan komputer tidak lebih dari 4 jam sehari serta beristirahat selama 15 menit setiap penggunaan komputer selama 2 jam. Sebenarnya, frekuensi istirahat yang teratur berguna untuk memotong rantai kelelahan sehingga akan menambah kenyamanan bagi pengguna komputer (Mc Ardle, 2006).

Selain itu, Grandjean (1988) menjelaskan bahwa adanya waktu istirahat pada jenis aktifitas statik seperti operator komputer akan memberikan kesempatan kepada darah mengalir lebih cepat sehingga kebutuhan oksigen untuk aktifitas statis tersebut akan terpenuhi sebab pada jenis aktifitas statik terdapat kesenjangan antara kebutuhan aliran darah yang tinggi dengan kecepatan aliran darah yang sangat lambat akibat kontraksi otot yang dilakukan secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama.

2.2 Antropometri dan Ergonomi Stasion Kerja

Setiap pekerja memiliki sejumlah ukuran yang diambil dari berbagai titik di sejumlah bagian tubuh yang bisa dijadikan sebagai suatu acuan dalam menentukan kesesuaian postur tubuh mereka dengan stasion kerja tempat mereka bertugas. Ukuran tersebut dikenal dengan ukuran antropometri.

Beberapa ukuran antropometri yang biasa digunakan dalam menentukan keseuaian dengan stasion kerja menurut Suma'mur (1988) ialah sebagai berikut :

1. Tinggi berdiri, yaitu jarak dari atas kepala sampai telapak kaki yang diukur saat posisi berdiri dengan bagian belakang tubuh melekat lurus pada bidang vertikal

2. Tinggi bahu, yaitu jarak dari bagian tertinggi bahu sampai telapak kaki seperti pada posisi pengukuran berdiri
3. Tinggi siku, yaitu jarak dari siku saat lengan dalam posisi horizontal ke telapak kaki seperti pada posisi pengukuran berdiri
4. Tinggi bokong, yaitu jarak dari titik tertinggi bokong ke telapak kaki seperti pada posisi pengukuran berdiri
5. Lebar bahu, yaitu jarak antara bagian terluar lengan atas sebelah kiri dengan kanan
6. Lebar bokong, yaitu jarak antara bagian terluar sebelah kiri dan kanan bokong seperti pada posisi pengukuran berdiri
7. Panjang lengan dan tangan yaitu jarak yang diukur axilla ke bagian jari tengah tangan
8. Panjang lengan atas yaitu jarak yang diukur axilla ke siku
9. Panjang lengan bawah dan tangan yaitu jarak dari siku ke jari tengah tangan
10. Jangkauan atas yaitu jarak teratas yang dapat digenggam tangan ke telapak kaki pada posisi berdiri
11. Rentang tangan yaitu jarak dari jari tengah tangan sebelah kiri ke jari tengah sebelah kanan pada posisi horizontal
12. Tinggi duduk, yaitu jarak dari bagian atas kepala ke tempat duduk atau kursi pada posisi duduk
13. Tinggi siku duduk ialah jarak dari siku ke tempat duduk atau kursi saat posisi duduk
14. Tinggi bokong duduk yaitu jarak dari titik tertinggi bokong ke tempat duduk atau kursi pada posisi duduk
15. Tinggi lutut duduk yaitu jarak dari lutut ke telapak kaki pada saat posisi duduk

16. Panjang bagian atas kaki duduk yaitu jarak antara lutut ke bagian belakang tubuh sepanjang garis vertikal pada saat posisi duduk.
17. Panjang bagian bawah kaki duduk yaitu jarak dari permukaan melekatnya bokong ke tempat duduk sampai telapak kaki pada saat posisi duduk.

Selain metode pengukuran yang dilakukan Suma'mur dapat juga menggunakan metode pengukuran "tukang jahit" untuk setiap kategori yang diukur. Hasil keduanya jika dianalisis secara statistika menunjukan perbedaan hasil yang tidak signifikan kecuali untuk kategori lebar bokong.

Berdasarkan berbagai ukuran antropometri tersebut maka perlu dilakukan beberapa penyesuaian terhadap stasion kerja yang akan digunakan sehingga akan memberikan rasa kenyamanan yang lebih baik bagi para pekerja ketika kelak mereka menggunakannya atau disebut ergonomis. Salah satu alat yang termasuk dalam stasion kerja para operator komputer ialah meja dan kursi yang digunakan.

Beberapa ukuran yang harus diperhatikan dalam memilih meja maupun kursi yang ergonomis bagi para operator komputer menurut Suma'mur (1988) antara lain :

1. Tinggi kursi yang diukur dari lantai ke bagian horizontal kursi. Harus sedikit lebih rendah dari jarak lutut bagian belakang ke telapak kaki. Standarnya bervariasi dari 40-48 cm
2. Panjang kursi harus lebih pendek dari jarak belakang lutut ke garis tegak lurus bagian belakang, standar yang direkomendasikan ialah 40 cm
3. Lebar kursi harus lebih besar dari ukuran tubuh bagian belakang. Standar bervariasi antara 40-44 cm
4. Sandaran kursi jangan melebihi bagian terendah sacrum dan lebih rendah dari bagian atas tulang gluteus

5. Sandaran tangan, jarak kedua sandaran harus lebih lebar dari bahu dan posisinya tepat di posisi siku dengan panjang tepat sepanjang lengan bagian bawah. Lebar atau jarak antara keduanya yang direkomendasikan antara 42-46 cm, tingginya 20 cm di atas bagian horizontal kursi dengan panjang 21 cm.
6. Sudut kursi harus memperlancar performa kerja dan menyesuaikan pergerakan serta posisi kerja. Umumnya kursi kerja horizontal tetapi tidak perlu ada pleksi di bagian depan. Sudut yang direkomendasikan ialah 3 - 5 derajat.
7. Kursi yang dapat disetel sangat direkomendasikan untuk digunakan

Suma'mur (1988) juga merekomendasikan untuk memilih meja kerja yang digunakan memenuhi kriteria berikut :

1. Tinggi meja kerja seharusnya setinggi siku dan disesuaikan dengan postur kerja. Untuk postur kerja berdiri, tinggi meja yang direkomendasikan ialah ;
   a. Pekerjaan dengan akurasi tinggi tinggi meja harus 10 - 20 cm lebih tinggi dari tinggi siku
   b. Pekerjaan dengan tingkat akurasi rendah tinggi meja harus lebih rendah 10 - 20 cm dari tinggi siku. Untuk beberapa pekerjaan tinggi meja berkisar antara 68-74 cm yang diukur dari lantai ke permukaan meja
2. Ketebalan meja harus memungkinkan kaki bisa bergerak bebas
3. Permukaan meja harus halus dan bebas menimbulkan gesekan
4. Lebar meja yang direkomendasikan adalah 80 cm namun sebenarnya harus diukur dari jarak jangkauan tangan pekerja dengan batas meja

Selain beberapa rekomendasi yang telah disebutkan sebelumnya, Rosewood (1993) menyarankan bahwa besarnya sudut pandangan mata dan sudut pandangan kepala operator terhadap layar monitor komputer adalah sebesar 10^{o} dengan standar deviasi sebesar 2,14, sedangkan jarak antara mata dengan operator dengan layar

monitor komputer adalah sebesar 60 cm dengan standar deviasi sebesar 5,5. Untuk besar sudut yang disarankan saat duduk di antaranya ialah sudut bokong yang dibentuk oleh tulang vertebrae secara vertikal dengan bidang horizontal paha sebesar 90 ^{o} dengan toleransi sebesar 8,1^{o} dan sudut lutut yang dibentuk oleh bidang horizontal tungkai bagian atas dengan bidangvertikal tungkai bagian bawah sebesar 90 ^{o} – 100 ^{o} dengan toleransi sebesar 11^{o} serta sudut siku yang dibentuk oleh bidang vertikal lengan atas dengan bidang horizontal lengan bawah sebesar 90 ^{o} – 100 ^{o} dengan toleransi sebesar 11^{o}.

2.3 Kelelahan Otot

Mc Ardle (2002) mendefinisikan kelelahan otot sebagai berikut, "*.... fatique as the decline in muscle tension capacity with repeated stimulation.....*". Kelelahan otot merupakan kondisi yang disebabkan oleh berbagai faktor dimana faktor satu dengan lainnya berhubungan secara spesifik terutama dalam kontraksi maupun eksitasi atau perangsangan otot. Lebih lanjut kelelahan juga dapat dibedakan sebagai berikut :

1. Kelelahan fisik

   Kelelahan fisik diakibatkan oleh kerja yang berlebihan tetapi masih dapat dikompensasi dan diperbaiki penampilannya seperti semula. Kalau tidak terlalu berat kelelahan ini bisa hilang setelah istirahat dan tidur yang cukup.

2. Kelelahan patologis

   Kelelahan patologis seringkali tergabung dengan penyakit yang diderita, biasanya muncul tiba-tiba dan memiliki gejala yang cukup beragam dengan intensitas yang berat.

3. Kelelahan psikologis atau *emotional fatique*

Kelelahan psikologis atau *emotional fatique* adalah suatu bentuk yang umum, kemungkinan merupakan sejenis "mekanisme melarikan diri dari kenyataan" pada penderita psikosomatik. Semangat yang baik dan motivasi kerja akan mengurangi angka kejadiannya kelelahan psikologis di tempat kerja.

Operator komputer adalah pekerja yang cenderung akan mengalami kelelahan baik otot maupun kelelahan psikologis yang diakibatkan oleh operator tersebut berada dalam posisi statis dan hanya melakukan gerakan tubuh tertentu yang berulang dalam jangka waktu yang lama.

Kelelahan fisik merupakan suatu ukuran objektif dari batas kemampuan seseorang untuk melakukan pekerjaan. Secara objektif kelelahan fisik dapat ditunjukan dengan adanya rasa nyeri di beberapa bagian tubuh tertentu terutama di ujung otot atau pada bagian sendi yang aktif bekerja. Mc Ardle (2002) menyatakan bahwa rasa nyeri yang timbul disebabkan adanya akumulasi asam laktat pada bagian tubuh yang aktif tersebut.

Murray (2005) menjelaskan bahwa asam laktat merupakan hasil samping dari metabolisme glukosa secara anaerob. Pada saat otot melakukan kontraksi secara terus menerus, maka suplai oksigen ke sel otot akan berkurang. Hal tersebut mengakibatkan terjadinya pergeseran sumber energi aktifitas otot yang semula ketika suplai oksigen mencukupi berasal dari asam lemak kemudian beralih pada sumber energi lain yang proses perombakan atau katabolismenya tidak memerlukan oksigen.

Matthew (2003) menjelaskan bahwa terdapat beberapa sumber energi bagi otot untuk tetap bisa beraktifitas saat suplai oksigen berkurang, di antaranya yaitu adenosin triphosfat atau ATP dan kreatin phosfat atau CP. Kedua senyawa tersebut tersedia di sel otot dalam jumlah yang sangat terbatas. Oleh karena itu biasanya kedua senyawa tersebut hanya mampu mencukupi energi untuk aktifitas otot yang sifatnya

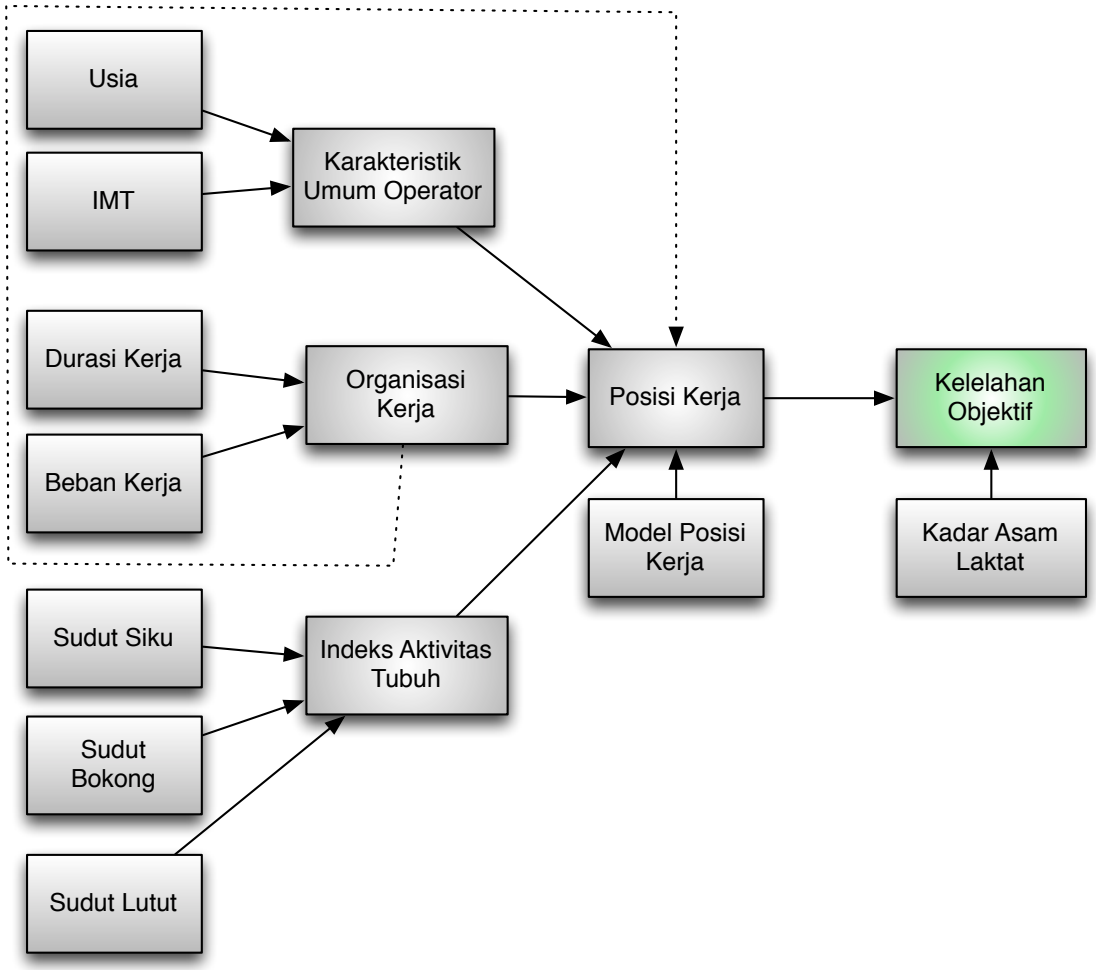
sesaat dan tiba-tiba yang membutuhkan daya ledak otot tinggi. Untuk aktifitas otot yang kontinyu tetapi tidak terdapat ketersediaan oksigen yang cukup maka dapat digunakan sumber energi lain berupa karbohidrat yaitu glukosa.

Akumulasi laktat di bagian tendon-tendon otot sering mengakibatkan pegal atau nyeri setelah bekerja atau olah raga berat. Selanjutnya laktat akan menunggu keadaan menjadi aerobik untuk diubah menjadi piruvat kembali oleh sel di jaringan otot atau di limpa dan hati.

Mc Ardle (2002) menyatakan bahwa ambang batas konsentrasi asam laktat darah sebesar 4 mg/ml darah telah menunjukan bahwa aktifitas otot sudah menjadi anaerob atau tanpa suplai oksigen, sedangkan ambang batas yang menunjukan bahwa seseorang sudah mulai mengalami kelelahan secara fisik ialah bila konsentrasi asam laktat darahnya telah mencapai 8 mg/ml darah atau lebih.

2.6 Kerangka Konseptual dan Hipotesis

2.6.1 Kerangka Konseptual Penelitian



Gambar 2.6
Kerangka Konseptual Penelitian

2.6.2 Hipotesis

Tedapat hubungan berbagai faktor penyebab keluhan pada beberapa model posisi kerja terhadap peningkatan konsentrasi asam laktat operator komputer.

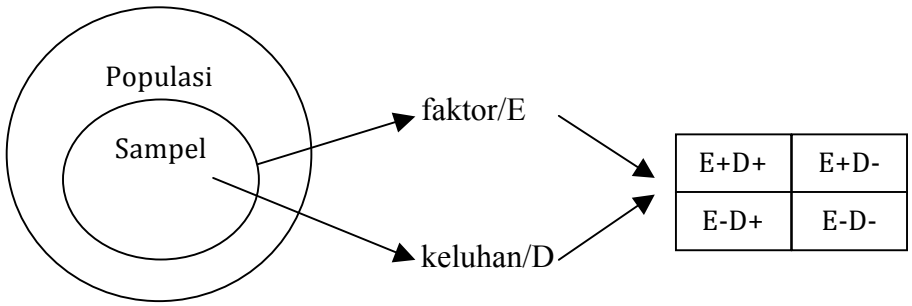
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional yang berdasarkan teknik pengambilan data merupakan jenis penelitian *cross-sectional* sebab data tentang faktor penyebab dengan data keluhan diambil pada saat yang bersamaan. Data yang dikumpulkan berupa sejumlah hasil pengukuran maupun wawancara yang selanjutnya diberi skor sehingga penelitian ini juga termasuk ke dalam jenis penelitian kuantitatif.

Adapun rancangan dalam penelitian ini termasuk rancangan eksplanatori yang dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1
Desain Penelitian

3.2 Populasi, Sampel, Penentuan Besar Sampel dan Teknik Penarikan Sampel

3.2.1 Populasi Penelitian

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini ialah operator komputer yang bertugas di seluruh satuan kerja pemerintah daerah atau SKPD propinsi Gorontalo. Jumlah total populasi adalah sebanyak 320 orang.

3.2.2 Sampel

Jumlah sampel pada penelitian ini adalah 60 orang dan harus memenuhi kriteria inklusi sebagai berikut :

1. Pegawai, baik yang berstatus pegawai negeri sipil atau PNS maupun tenaga honorer
2. Berjenis kelamin laki-laki, operator dengan jenis kelamin wanita tidak dimasukan sebagai sampel dalam penelitian ini untuk menghindari adanya operator yang sedang mengalami menstruasi sehingga keseimbangan emosi dan hormonalnya berbeda dengan sampel lain yang tidak sedang mengalami menstruasi
3. Tidak memiliki riwayat penyakit khusus seperti kelainan jantung, ginjal, diabetes mellitus, yang dibuktikan dengan hasil rekam medis dari dokter keluarga atau instansi
4. Telah menjadi operator komputer di bagian pekerjaan akunting atau yang berhubungan dengan numerik minimal 1 tahun
5. Usia antara 25 – 40 tahun
6. Tidak menggunakan alat bantu penglihatan
7. Menggunakan komputer dekstop dengan resolusi monitor 1280 x 800 pixels
8. Jenis huruf yang digunakan dalam bekerja ialah arial dengan besar huruf 11

3.3 Jenis dan Sumber Data

3.3.1 Jenis Data

Semua data dalam penelitian ini dalam bentuk kuantitatif.

3.3.2 Sumber Data

Berdasarkan sumbernya maka data yang akan dikumpulkan terbagi menjadi dua, yaitu :

1. Data primer (*primary data*) dalam penelitian ini ialah ukuran antropometri, indeks massa tubuh serta berbagai keluhan akibat gangguan otot dan sendi yang dialami oleh para operator komputer.

2. Data sekunder (*secondary data*) dalam penelitian ini ialah informasi tentang data organisasi kerja

3.4 Klasifikasi Variabel

a) Variabel eksogen pertama yang merupakan variabel penyebab (variabel X_1) dalam penelitian ini yaitu karakteristik umum operator
b) Variabel eksogen kedua yang merupakan variabel penyebab (variabel X_2) dalam penelitian ini yaitu organisasi kerja
c) Variabel eksogen ketiga yang merupakan variabel penyebab (variabel X_3) dalam penelitian ini yaitu indeks aktivitas antropometri operator komputer
d) Variabel eksogen keempat yang merupakan variabel penyebab (variabel X_4) dalam penelitian ini yaitu model posisi kerja
e) Variabel endogen pertama yang merupakan variabel akibat (variabel Y) dengan indikator yaitu peningkatan kadar asam laktat darah

3.5 Definisi Operasional Variabel

Definisi operasional dari seluruh variabel yang terlibat dalam penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Sudut yang akan mewakili ukuran antropometri operator yang dinyatakan sebagai indeks posisi kerja terdiri dari:
    1) Sudut bokong yaitu sudut yang dibentuk oleh posisi vertikal bagian badan atau tulang belakang dengan posisi horizontal paha atau femur dibagian tulang ekor saat operator dalam posisi duduk. Besar sudut yang direkomendasikan atau ideal adalah $90{,}0^{o}$ – $91{,}9\ ^{o}$. Berdasarkan hal tersebut maka selanjutnya besar sudut bokong hasil pengukuran akan

dikonversi menjadi angka dengan skala ordinal dengan besar rentang setiap kelas sesuai besar rentang sudut yang direkomendasikan. Adapun nilai konversi besarnya sudut bokong pada beberapa model posisi kerja dapat dilihat pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 Angka Konversi Besarnya Sudut Bokong pada Posisi Duduk

Sudut Bokong (^{o})	Indikator	Angka Konversi
90,0 – 91,9	Normal	1
91,8 – 83,7	hampir normal	2
83,6 – 75,6	kurang normal	3
75,5 – 67,4	tidak normal	4
67,5 – 59,4	sangat tidak normal	5

Tabel 3.2 Angka Konversi Besarnya Sudut Bokong Pada Posisi Berdiri

Sudut Bokong (^{o})	Indikator	Angka Konversi
180 – 162	Normal	1
161 – 144	hampir normal	2
143 – 126	kurang normal	3
125 – 108	tidak normal	4
107 – 90	sangat tidak normal	5

2) Sudut siku yaitu sudut yang dibentuk oleh bagian lengan atas dengan lengan bawah dibagian siku saat operator dalam posisi duduk. Besar sudut yang direkomendasikan atau ideal adalah 90^o - 100^o. Berdasarkan hal tersebut maka selanjutnya besar sudut siku hasil pengukuran akan dikonversi menjadi angka dengan skala ordinal dengan besar rentang setiap kelas sesuai besar rentang sudut yang direkomendasikan. Adapun nilai konversi besarnya sudut siku dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3 Angka Konversi Besarnya Sudut Siku Pada Posisi Duduk

Sudut Siku (^{o})	Indikator	Angka Konversi
90 – 100	Normal	1
101 – 112	hampir normal	2
113 - 124	kurang normal	3
125 – 136	tidak normal	4
137 – 148	sangat tidak normal	5

3) Sudut lutut yaitu sudut yang dibentuk oleh posisi horizontal bagian paha atau femur dengan posisi vertikal betis dibagian lutut saat operator dalam posisi duduk. Besar sudut yang direkomendasikan atau ideal adalah 90^o - 100^o. Berdasarkan hal tersebut maka selanjutnya besar sudut lutut hasil pengukuran akan dikonversi menjadi angka dengan skala ordinal dengan besar rentang setiap kelas sesuai besar rentang sudut yang direkomendasikan. Adapun nilai konversi besarnya sudut lutut dapat dilihat pada tabel 3.5.

Tabel 3.4 Angka Konversi Besarnya Sudut Lutut Pada Posisi Duduk

Sudut Lutut (^{o})	Indikator	Angka Konversi
90 – 100	Normal	1
101 – 112	hampir normal	2
113 - 124	kurang normal	3
125 – 136	tidak normal	4
137 – 148	sangat tidak normal	5

Data konversi sudut bokong, siku dan lutut selanjutnya dirata-ratakan untuk memperoleh nilai indeks aktivitas kerja. Adapun untuk posisi aerobik indeks aktivitas kerja didefinisikan berdasarkan intensitas aktivitas kerja yang dikonversi ke dalam skala ordinal dengan kriteria sebagai berikut

2. Usia adalah umur operator komputer saat dilaksanakan penelitian, dihitung dalam satuan tahun.

3. Indeks massa tubuh atau IMT ialah satuan antropometri operator komputer yang diperoleh dari hasil pengukuran berat badan, dalam kg, dan selanjutnya dibagi kuadrat dari oleh hasil pengukuran tinggi badan, dalam meter.
4. Durasi kerja per hari adalah lamanya operator tersebut bekerja dalam setiap hari yang dinyatakan dalam satuan menit serta sudah berapa lama mendapat tugas sebagai operator komputer yang dinyatakan dalam tahun. Selanjutnya data hasil wawancara dikonversi menjadi 5 kelompok berdasarkan lamanya kerja operator per hari. Kriteria konversi durasi kerja dapat dilihat dalam tabel 3.7.

   Tabel 3.5. Angka Konversi Untuk Durasi Kerja Operator Komputer

Kategori Durasi Kerja	Keterangan	Rentang Skor
sebentar	< 2 tahun dan < 300 menit	0,00 – 1,00
cukup lama	2 – 3 tahun dan 3.00 – 3.59 menit	1,01 – 2,00
lama	4 – 5 tahun dan 3.60 – 4.19 menit	2,01 – 3,00
sangat lama	6 – 7 tahun dan 420 – 480 menit	3,01 – 4,00
paling lama	8 tahun ke atas dan > 480 menit	4,01 – 5,00

5. Kelelahan objektif ialah tingkat kelelahan fisiologis operator komputer secara objektif yang diukur melalui adanya peningkatan asam laktat darah dengan satuan mg/ml darah

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Penyusunan Instrumen Penelitian

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah menyusun seperangkat instrumen kuasioner yang yang komprehensif. Instrumen ini terdiri dari 2 bagian yaitu bagian pertama berisi sejumlah pertanyaan untuk memperoleh data tentang antropometri baik operator maupun stasion kerja yang digunakan. Bagian kedua dari instrumen ini bersisi sejumlah pertanyaan untuk memperoleh informasi tentang karakteristik umum operator, organisasi kerja serta berbagai keluhan yang diderita para operator akibat gangguan otot dan sendi.

Setelah disusun intrumen ini mengalami uji coba sebanyak 2 tahap, uji coba pertama dilakukan untuk memperoleh konstruk atau bentuk pertanyaan dalam instrumen yang cukup komunikatif dan mudah difahami oleh setiap subjek. Setelah mengalami beberapa kali revisi terutama dalam penyusunan kalimat dan penambahan gambar maka instrumen ini kembali diuji coba terhadap 10 orang subjek untuk melihat keabsahan atau validitas dan kehandalan atau reliabilitas intrumen tersebut.

Uji keabsahan atau validitas dan kehandalan atau reliabilitas instrumen dilakukan dengan menggunakan uji korelasi *Cronbach alpha*. Hal ini dilakukan karena data yang terkumpul memiliki skala ordinal.

Data dalam penelitian ini akan dikumpulkan dengan menggunakan:

1. Lembar observasi dan wawancara dengan menggunakan instrumen ASATMAW yang telah disusun.
2. Alat ukur kadar asam laktat darah (*lactat analyzer*) merk Accutrend 4 in 1.
3. Beberapa alat untuk mengukur iklim kerja di ruangan tempat operator komputer bekerja, seperti :
    a. *Thermometer* lingkungan, untuk mengukur suhu kering ruangan
    b. *Sling Psychometer*, untuk mengukur kelembaban ruangan
    c. *Luxmeter*, untuk mengukur intensitas cahaya dalam ruangan
    d. *Sound level meter* untuk mengukur intensitas bunyi dalam ruangan

3.6.2 Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan setelah selesai mendapatkan izin dari Kesbanglinmas dan Sekretaris Daerah Propinsi Gorontalo. Pelaksanaan pengumpulan data di setiap instansi harus mendapatkan izin dari kepala dinas di setiap instansi yang dituju. Selanjutnya berturut-turut dilakukan :

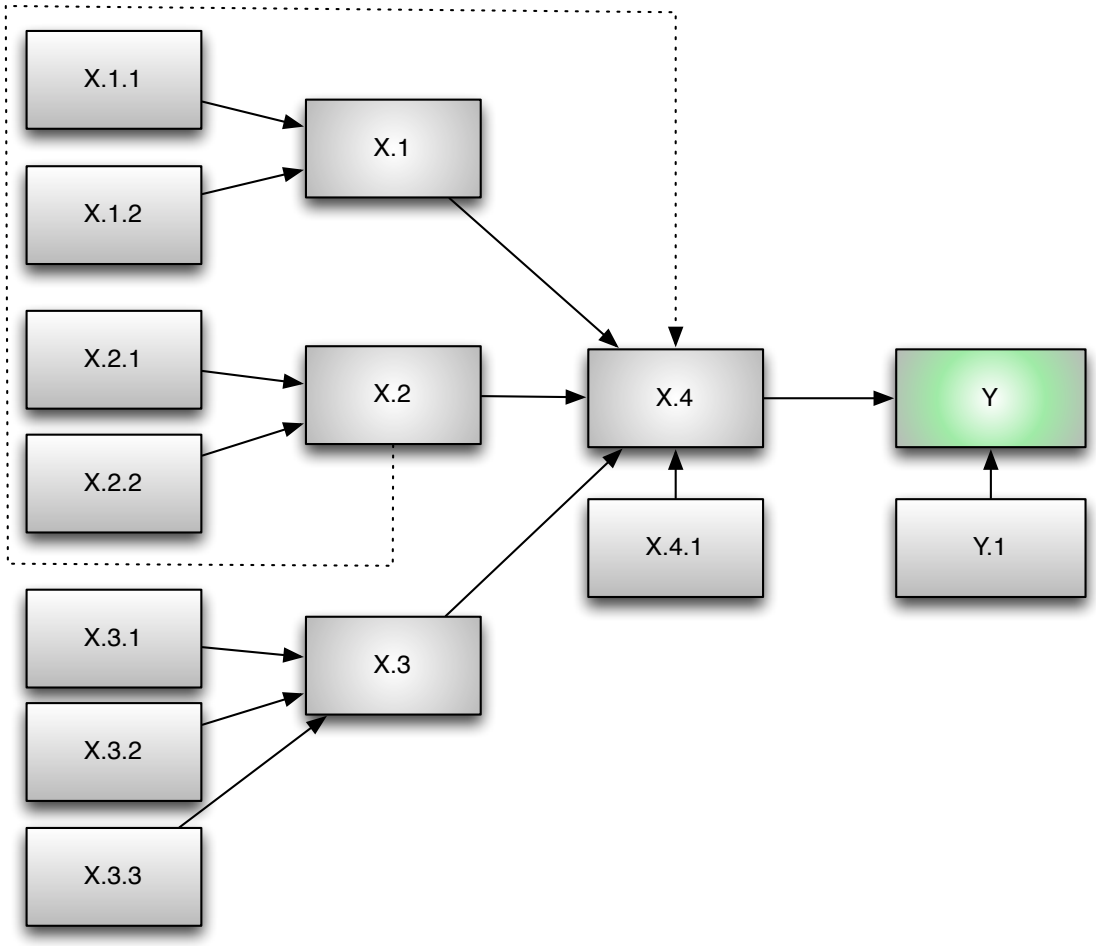
1. Menghadap kepala dinas untuk setiap instansi untuk observasi dan wawancara mengenai stasion kerja, beban kerja, durasi kerja dan pelaksanaan aktifitas operator komputer di satuan kerja instansi tersebut.
2. Melakukan pengamatan terhadap stasion dan proses kerja operator komputer di instansi tersebut. Selama pengamatan terhadap stasion kerja, peneliti secara langsung melakukan pengukuran meja dan kursi yang digunakan oleh para operator komputer dalam pelaksanaan kerja sehari-hari serta pengukuran terhadap ukuran antropometri operator. Hasil pengukuran akan dicantumkan dalam bagian pertama dari kuesioner yang digunakan.
3. Melakukan wawancara terhadap operator komputer untuk memperoleh informasi tentang berbagai keluhan yang dialaminya, jawaban hasil wanwancara akan dicantumkan dalam bagian kedua dari kuesioner yang digunakan
4. Melakukan pengukuran klimatik dalam ruangan yang digunakan oleh operator komputer
5. Melakukan pengukuran kadar asam laktat darah. Proses pengambilan darah dan pengukuran asam laktat akan dilakukan sendiri oleh peneliti.
6. Peneliti akan melakukan fokus diskusi dengan kepala dinas dan pejabat lain yang bertanggung jawab dalam pengelolaan stasion kerja di instansi tersebut
7. Mengidentifikasi informasi yang diperoleh sekaligus melakukan kuantifikasi terhadap data yang akan dianalisis statistika

3.7 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini akan dilaksanakan di satuan kerja pemerintah daerah (SKPD) Propinsi Gorontalo selama *4 bulan yakni mulai bulan Oktober 2014 sampai dengan Januari 2015.*

3.8 Teknik Analisis

Teknik analisis data dilakukan dengan menggunakan *Path Analysis* untuk melihat hubungan berbagai variabel laten yang dilakukan secara simultan melalui model analisis *structural equation modeling* (SEM) dengan menggunakan program komputer. Semua pengujian hipotesis dilakukan pada p < 0,05. Adapun model diagram analisis data dengan menggunakan SEM adalah seperti dibawah ini



Gambar 4.2
Model Diagram Analisis Data Dengan SEM

Keterangan :
X1 = Karakteristik Umum Operator (*variabel laten eksogen pertama*)
X1.1 = Usia (*variabel manifes*)
X1.2 = Indeks Massa Tubuh(*variabel manifes*)

X2 = Organisasi Kerja (*variabel laten eksogen kedua*)
X2.1 = Durasi Kerja (*variabel manifes*)
X2.2 = Beban Kerja(*variabel manifes*)

X3 = Indeks Aktivitas Tubuh (*variabel laten eksogen ketiga*)
X3.1 = Sudut Siku (*variabel manifes*)
X3.2 = Sudut Bokong (*variabel manifes*)
X3.3 = Sudut Lutut *variabel manifes)*

X4 = Posisi Kerja *(variabel laten eksogen keempat)*
X.4.1 = Model Posisi Kerja (*variabel manifes*)

Y = Kelelahan Objektif (*variabel laten endogen pertama*)
Y1 = Kadar Asam Laktat Plasma Darah (*variabel manifes*)

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di seluruh satuan kerja pemerintah daerah (SKPD) propinsi Gorontalo yang dalam kegiatan sehari-hari bertugas dalam membantu pelaksanaan kerja gubernur. Adapun jumlah SKPD yang menjadi tempat pengambilan data ialah sebanyak 34 instansi.

Hampir keseluruhan instansi tersebut berada di kota Gorontalo sebagai ibukota propinsi Gorontalo namun ada beberapa instansi yang berada di luar wilayah kota Gorontalo. Untuk keperluan penelitian ini diambil sebanyak 60 orang operator yang menjadi subjek penelitian.

4.2 Deskripsi Hasil Penelitian

4.2.1 Karakteristik Umum Operator Komputer

Seluruh operator komputer yang menjadi subjek penelitian adalah pria yang telah dibatasi oleh berbagai kriteria inklusi yang telah ditetapkan sebelumnya. Indikator yang termasuk ke dalam karakteristik umum operator komputer adalah usia dan indeks massa tubuh.

4.2.2.1 Usia

Usia dipandang sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi munculnya kelelahan baik objektif maupun subjektif. Subjek yang dilibatkan dalam penelitian ini memiliki rentang usia antara 25 – 40 tahun. Untuk distribusi usia dari subjek yang terlibat dalam penelitian dapat dilihat dalam tabel 4.1.

Tabel 4.1 Distribusi Usia Operator Komputer di SKPD Propinsi Gorontalo Pada Tahun 2014

Rentang Usia	Frekwensi	Persentase
25 – 29 tahun	17	28,00
30 – 34 tahun	28	47,00
35 – 40 tahun	15	25,00
Total	60	100,00

4.2.2.2 Indeks Massa Tubuh

Indeks massa tubuh adalah angka yang menunjukkan perbandingan antara berat dan tinggi badan yang dapat mengambarkan komposisi tubuh seseorang. Hasil pengukuran menunjukan rata-rata operator komputer yang bekerja di SKPD propinsi Gorontalo memiliki nilai indeks massa tubuh yang bervariasi seperti terlihat dalam tabel 4.2.

Tabel 4.2 Distribusi Indeks Massa Tubuh Operator Komputer di SKPD Propinsi Gorontalo Pada Tahun 2014

Kriteria IMT	Frekwensi	Persentase
Kurang	0	0,00
Normal	22	37,00
Overweight	30	50,00
Obesitas	8	13,00
Total	60	100,00

Keterangan:
Kurang = nilai IMT di bawah 17,00
Normal = nilai IMT 17,00 – 24,99
Overweight = nilai IMT 25,00 – 29,99
Obesitas = nilai IMT di atas 30,00

4.2.2 Organisasi Kerja

Organisasi kerja adalah tata laksana pembagian tugas yang harus dikerjakan oleh seorang operator dalam melaksanakan tugas sehari-hari. Adapun parameter yang digunakan dalam melihat organisasi kerja adalah durasi kerja dan beban kerja.

4.2.2.1 Durasi Kerja

Hal yang tercakup dalam durasi kerja meliputi lamanya seorang pekerja mendapat tugas sebagai operator komputer dan lamanya operator tersebut

melaksanakan tugas setiap hari. Hasil wawancara menunjukan data seperti dalam tabel 4.3.

Tabel 4.3 Distribusi Durasi Kerja Operator Komputer di SKPD Propinsi Gorontalo Pada Tahun 2014

Kategori Durasi	Rentang Skor	Frekwensi	Persentase
Sebentar	0,00 – 1,00	0	0,00
cukup lama	1,01 – 2,00	4	6.67
lama	2,01 – 3,00	11	18,33
sangat lama	3,01 – 4,00	30	50.00
paling lama	4,01 – 5,00	15	25.00
Total		60	100,00

Frekwensi tertinggi yaitu mencapai 30 orang atau sebesar 50% berada pada rentang skor antara 3,01 – 4,00 yang berarti bahwa kebanyakan operator melaksanakan tugas setiap hari rata-rata 420 – 480 menit.

4.2.2.1 Beban Kerja

Beberapa hal yang diamati pada parameter beban kerja meliputi seringnya operator dihadapkan dengan pekerjaan yang mendesak atau dibatasi tenggat waktu tertentu serta adanya penambahan waktu kerja yang dialami oleh operator serta besarnya tanggung jawab pekerjaan yang harus dipikul setiap hari. Berdasarkan hasil pengamatan maka diperoleh data seperti tertuang dalam tabel berikut:

Tabel 4.4 Distribusi Beban Kerja Operator Komputer di SKPD Propinsi Gorontalo Pada Tahun 2014

Kategori Beban Kerja	Rentang Skor	Frekwensi	Persentase
sangat ringan	0,00 – 1,00	0	0,00
ringan	1,01 – 2,00	0	0,00
cukup berat	2,01 – 3,00	13	21,67
berat	3,01 – 4,00	16	26,67
sangat berat	4,01 – 5,00	31	51,67
Total		60	100,00

Data pada tabel 4.4 menunjukan bahwa frekwensi tertinggi terdapat pada rentang skor 4,01 – 5,00 yaitu sebanyak 31 orang atau sebesar 51,67%. Hal tersebut

berarti pada kelompok itu para operator hampir setiap hari mendapat pekerjaan dengan tengat waktu yang sempit, sering mendapatkan penambahan waktu kerja dan beban kerja yang harus diselesaikan dirasakan sangat berat.

4.2.3 Indeks Antropometri Operator Komputer

Operator komputer memiliki ukuran tubuh yang berbeda satu dengan lainnya. Oleh karena itu setiap operator memerlukan seperangkat alat bantu kerja yang sesuai dengan postur tubuhnya masing-masing. Beberapa ukuran antropometri yang dimiliki oleh para operator komputer yang bekerja di SKPD propinsi Gorontalo dapat dilihat dalam tabel 4.5 berikut :

Tabel 4.5 Ukuran Antropometri Operator Komputer di SKPD Propinsi Gorontalo Pada Tahun 2014

No	Ukuran Antropometri	Rata-rata	SD	Min	Maks
	Berdiri				
1	Tinggi badan	164,21	2,13	154,00	173,00
2	Tinggi bahu	132,23	2,16	112,00	145,00
3	Tinggi siku	101,43	2,52	92,00	110,00
4	Tinggi bokong	88,70	1,98	70,00	101,00
5	Lebar bahu	44,25	2,11	40,00	47,00
6	Lebar bokong	42,00	2,12	40,00	44,00
7	Panjang lengan dan tangan	72,80	1,91	61,00	78,00
8	Panjang lengan atas	53,10	2,14	43,00	57,00
9	Panjang lengan bawah dan jari	43,15	2,11	40,00	45,00
10	Panjang jangkauan tangan	64,35	2,21	58,00	72,,00
11	Lebar jangkauan tangan	169,43	1,94	154,00	179,00
12	Berat badan	71,55	1,92	58,50	92,50
	Duduk				
1	Tinggi badan	76,83	2,12	67,00	83,00
2	Tinggi bahu	60,46	2,11	53,00	66,00
3	Tinggi bokong	44,94	1,87	40,00	48,00
4	Tinggi lutut	46,95	2,23	41,00	49,00
5	Panjang kaki bagian atas	45,13	2,15	42,00	48,00
6	Panjang kaki bagian bawah	44,65	2,17	40,00	46,00

Tidak semua data akan dianalisis secara statistika. Hanya 3 data utama mengenai sudut yang terbentuk saat operator bekerja. Hal ini dilakukan mengingat

sudut yang terbentuk terjadi berdasarkan perbandingan ukuran antropometri operator dengan ukuran meja dan kursi. Apabila terdapat keseimbangan antropometri keduanya seharusnya sudut yang terbentuk sesuai dengan yang direkomendasikan. Namun demikian pada beberapa operator tidak demikian. Seringkali walaupun perbandingan ukuran ukuran antropometri operator dan ukuran meja-kursi sudah seimbang tetapi cara operator tersebut duduk tidak benar sehingga membentuk sudut yang tidak sesuai rekomendasi.

Oleh karena untuk data antropometri operator diambil berdasarkan besarnya sudut bokong yang dibentuk dari perbandingan antropometri tinggi badan berdiri dengan tinggi badan duduk yang terbentuk berdasarkan tinggi alas duduk serta sudut sandaran kursi yang digunakan. Ukuran lainnya adalah sudut lutut yang terbentuk dari rasio panjang kaki bagian atas dan bawah dengan tinggi alas duduk kursi yang digunakan. Ukuran terakhir yang digunakan adalah sudut siku yang terbentuk dari rasio panjang lengan atas dan bawah operator dengan tinggi sandaran tangan dari kursi yang digunakan.

Selanjutnya sudut tersebut dikonversi menjadi suatu angka dengan skala ordinal berdasarkan standar deviasi lebar sudut dari yang direkomendasikan. Hasil konversi yang digunakan untuk analisis selanjutnya dapat dilihat dalam tabel 4.6.

Skoring terhadap data antropometri operator dilakukan dengan melihat sudut yang direkomendasikan ditambah dengan nilai standar deviasi untuk setiap ukuran antropometri yang disarankan.

Menurut Rosewood (1993), besarnya sudut yang disarankan untuk bokong ialah 90^{o} dengan toleransi sebesar $8{,}1\ ^{o}$, maka untuk menentukan grade di bawah normal sampai dengan sangat tidak normal adalah menambahkan atau mengurangi sudut sebesar $8{,}1\ ^{o}$ yang dimulai dari normal dan seterusnya. Besarnya sudut lutut yang

direkomendasikan adalah juga 90 - 100 ^{o}, dengan demikian tolerasi setiap grade adalah 11 derajat. Sedangkan untuk besarnya sudut siku adalah 90 - 100 ^{o} dengan demikian seperti halnya pada sudut lutut, maka toleransi untuk setiap grade pada sudut siku sebesar 11 ^{o}.

Tabel 4.6 Angka Konversi dan Distribusi Ukuran Antropometri Operator Komputer di SKPD Propinsi Gorontalo Pada Tahun 2014

No	Ukuran Antropometri	Indikator	Nilai Konversi	Persentase
1	Sudut bokong (^{o})			
	90,0 – 91,9	Normal	1	18,33
	91,8 – 83,7	hampir normal	2	20,00
	83,6 – 75,6	kurang normal	3	46,67
	75,5 – 67,4	tidak normal	4	15,00
	67,5 – 59,4	sangat tidak normal	5	0,00
Total				100,00
2	Sudut lutut (^{o})			
	90 – 100	Normal	1	11,67
	101 – 112	hampir normal	2	41,67
	113 - 124	kurang normal	3	38,33
	125 – 136	tidak normal	4	8,33
	137 – 148	sangat tidak normal	5	0,00
Total				100,00
3	Sudut siku (^{o})			
	90 – 100	Normal	1	0,00
	101 – 112	hampir normal	2	0,00
	113 - 124	kurang normal	3	20,00
	125 – 136	tidak normal	4	78,33
	137 – 148	sangat tidak normal	5	1,67
Total				100,00

4.2.4 Posisi Kerja

Posisi kerja yang diamati pada penelitian ini dibagi kedalam 3 kategori yaitu : posisi duduk, posisi berdiri dan pada keadaan aktif aerobik. Lebih lanjut, setiap kategori masing-masing berjumlah 20 orang, sehingga total seluruh sampel yang dianalisis pada penelitian ini berjumlah 60 orang..

4.2.5 Data Pengujian Kelelahan Objektif

Pengujian kelelahan obyektif dapat di lihat dari adanya kenaikan konsentrasi asam laktat dalam darah para operator. Dari hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata operator mengalami kenaikan konsentrasi asam laktat sebesar 5,3 mg/ml darah dengan nilai standar deviasi 2,24. Kenaikan konsentrasi asam laktat darah paling kecil adalah sebesar 2,1 mg/ml darah, sedangkan kenaikan yang tertinggi adalah sebesar 8,8, mg/ml darah.

4.3 Analisis Data Hasil Penelitian

Analisis terhadap data untuk uji validitas dan reliabilitas instrumen penelitian dilakukan melalui 2 tahap, yaitu tahap pertama melakukan analisis konfirmatori terhadap berbagai variabel laten yang diteliti berdasarkan variabel manifestnya. Apabila semua hasil analisis telah memenuhi kriteria valid maka dilanjutkan dengan tahap kedua yaitu melihat kuatnya hubungan antar variabel laten yang diteliti. Kedua analisis tersebut dilakukan dengan menggunakan suatu metode yang simultan yaitu dengan menggunakan *structural equation modeling* (SEM).

4.3.1 Kuat Hubungan antara Variabel Manifes Terhadap Variabel Laten

Langkah awal analisis terhadap data hasil penelitian yang terkumpul adalah dengan melakukan analisis kekuatan hubungan antara setiap variabel manifes dalam penelitian ini terhadap variabel latennya. Hal ini penting untuk menentukan apakah variabel manifes memiliki kekuatan hubungan yang signifikan dengan variabel latennya sehingga apabila hubungan tersebut tidak signifikan maka variabel manifes tersebut harus dikeluarkan atau dibuang karena tidak memiliki pengaruh yang berarti terhadap variabel laten yang dikonfirmasinya. Hasil analisis konfirmatori terhadap setiap variabel tertuang dalam tabel 4.7

Tabel 4.7 Hasil Analisis Konfirmatori Variabel Manifes Terhadap Variabel Laten

Variabel Manifest		Variabel Laten	Est.	P
Usia	⟶	Karakteristik umum	1,02	< 0,05
Indeks Massa Tubuh	⟶	Karakteristik umum	0,61	< 0,05
Durasi Kerja	⟶	Organisasi Kerja	1,00	< 0,05
Beban Kerja	⟶	Organisasi Kerja	3.85	< 0,05
Sudut Siku	⟶	Indeks Antropometri Operator	0,03	> 0,05
Sudut Bokong	⟶	Indeks Antropometri Operator	0.48	< 0,05
Sudut Lutut	⟶	Indeks Antropometri Operator	0,28	< 0,05
Posisi Kerja	⟶	Model Posisi Kerja	0.42	< 0,05
Kenaikan Asam Laktat	⟶	Kelehahan Objektif	4.03	< 0,05

Untuk variabel karakteristik umum operator, usia operator dan indeks massa tubuh menunjukan angka yang signifikan. Variabel organisasi kerja, berupa durasi kerja dan beban kerja juga menunjukkan angka yang signifikan, Sementara Indeks antropometeri operator berupa sudut siku, sudut bokong dan sudut lutut juga menunjukkan angka signifikan. Hal serupa juga ditemui pada variabel model posisi kerja dan kelelahan objektif yang turut menunjukkan angka signifikan

4.3.2 Hubungan Faktor Penyebab Terhadap Kelelahan Objektif

Setelah dilakukan analisis jalur maka diketahui bahwa pengaruh yang menunjukan angka yang signifikan hanyalah variabel posisi kerja terhadap kelelahan objektif dengan nilai 0.41 seperti yang terlihat dalam tabel 5.13.

Tabel 4.8 Hasil Analisis Jalur Antar Variabel Laten

Variabel Eksogen		Variabel Endogen	Est.	P
Karakteristik Umum	---->	Kelelahan Objektif	0,00	-0,54
Organisasi Kerja	---->	Kelelahan Objektif	0,00	-0.01
Indeks Antropometri Operator	---->	Kelelahan Objektif	0,00	-0.91
Posisi Kerja	---->	Kelelahan Objektif	0.00	0.41

4.4 Pembahasan

4.4.1 Karakteristik Umum Operator Komputer

Annis dan Conville dalam Bhattacharya dan Glothlin (2001) menyatakan bahwa beberapa indikator yang bisa digunakan untuk melihat karakteristik umum operator komputer adalah usia, jenis kelamin, ras atau suku, asupan makanan, indeks massa tubuh dan kecepatan metabolisme tubuh.

Hampir sebagian besar operator komputer yang bekerja di SKPD propinsi Gorontalo berasal dari ras atau suku yang relatif sama. Demikian juga dengan pola dan jenis asupan makanan mereka relatif sama, oleh karena itu maka hal tersebut tidak dijadikan sebagai indikator yang termasuk ke dalam karakteristik umum operator.

Mengingat sulitnya mengukur besarnya kecepatan metabolisme para operator komputer di propinsi Gorontalo maka indikator ini juga tidak dimasukan ke dalam bagian dari indikator yang menyusun karakteristik umum operator.

Kriteria inklusi yang telah ditentukan mengharuskan seluruh operator yang menjadi subjek dalam penelitian ini adalah pria dengan rentang usia 25 – 40 tahun. Hal ini dilakukan dengan pertimbangan bahwa sangat jarang operator komputer dengan usia di atas 40 tahun tidak menggunakan alat bantu penglihatan atau kacamata dalam melakukan pekerjaannya. Selain itu beberapa operator komputer yang berusia di atas 40 tahun menyatakan bahwa mereka pernah mengalami gangguan kesehatan yang cukup berat, di antaranya ialah pernah mengalami gangguan penyakit pada liver, serangan jantung, serangan stroke dan menderita diabetes mellitus.

Karena usia operator yang relatif masih dalam usia produktif dan memiliki fungsi faal yang masih baik, maka dalam hasil analisis menunjukan bahwa tidak

adanya hubungan yang kuat antara faktor usia dengan karakteristik umum operator komputer. Oleh karena itu faktor ini harus dibuang pada tahapan analisis selanjutnya.

Selain itu, indikator lain yang termasuk ke dalam karakteristik umum pekerja dan bisa digunakan dalam penelitian ini adalah indeks massa tubuh (IMT) atau body mass index (BMI). Angka yang ditunjukan oleh IMT dapat memberikan gambaran tentang komposisi tubuh para operator sebab angka tersebut merupakan rasio dari berat badan seseorang dengan tinggi badan yang dimilikinya.

Guyton (2003) menyatakan bahwa ukuran indeks massa tubuh bisa dijadikan sebagai acuan untuk menentukan apakah seseorang memiliki komposisi tubuh yang normal (seimbang) atau tidak. Jika nilai IMT berada di bawah angka 0,18 maka orang tersebut masuk dalam kategori kekurangan berat badan atau kurang gizi, jika nilai IMT berkisar antara 18 – 24,99 maka orang tersebut termasuk ke dalam kelompok yang memiliki komposisi tubuh ideal atau normal, sedangkan bila angka IMT menunjukan nilai antara 25,00 – 29,99 maka orang tersebut termasuk ke dalam kategori orang yang kelebihan berat badan (*over weight*) dan bila angka IMT menunjukan besaran di atas 30,00 maka orang tersebut sudah mengalami kegemukan (*obesitas*).

Bila dibandingkan antara data hasil penelitian dengan ketetapan tersebut maka terlihat bahwa kelompok operator komputer di SKPD propinsi Gorontalo yang memiliki kelebihan berat badan atau *over weight* menunjukan angka yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelompok operator komputer lain yang memiliki nilai IMT normal atau obesitas.

Aktifitas operator komputer yang cenderung berada dalam posisi yang statis secara terus menerus dalam jangka waktu yang lama akan merubah sumber energi aktifitas ototnya dari lemak menjadi karbohidrat. Hal itu disebabkan suplai oksigen ke

daerah otot yang beraktifitas akan berkurang sehingga tidak memungkinkan sel otot tersebut merubah lemak menjadi energi. Alternatif sumber energi yang digunakan adalah karbohidrat dalam hal ini ialah glukosa.

Kurangnya aktifitas dalam melaksanakan pekerjaan akan menimbulkan jumlah asupan energi menjadi lebih besar dibandingkan dengan jumlah energi yang digunakan. Ganong (2002) menyatakan bahwa kelebihan energi tersebut akan diubah menjadi lemak. Selanjutnya kelebihan lemak ini disimpan di jaringan adiposa coklat atau *brown adipose tissue* terutama yang di bawah kulit atau lapisan sub kutan. Proses penimbunan lemak tersebut akan meningkatkan berat badan tubuh.

Oleh karena itu para operator komputer seharusnya melakukan kegiatan tambahan di sela waktu kerja. Kegiatan atau aktifitas tambahan tersebut harus bersifat ringan dan dapat mengaktifkan lebih banyak lagi otot yang berkontraksi. Hal tersebut dimaksudkan agar suplai oksigen ke seluruh sel otot menjadi lebih lancar. Ketersediaan oksigen di sel otot akan membuat sumber energi yang digunakan untuk kontraksi sel otot tersebut kembali menjadi lemak sehingga jumlah lemak yang dibakar akan meningkat dan timbunan lemak dalam tubuh akan berkurang. Dampak lain dari dilakukannya gerakan tambahan tersebut ialah terjadinya keseimbangan antara jumlah asupan energi dengan jumlah energi yang dikeluarkan.

4.4.2 Organisasi Kerja

Pelaksanaan kerja operator komputer setiap hari memerlukan pengaturan tata laksana pekerjaan dengan sebaik mungkin. Pengaturan ini biasanya disebut dengan organisasi tata laksana kerja.

Pengaturan tata laksana pekerjaan yang dimaksud adalah menyangkut jenis pekerjaan yang harus dilakukan, beban kerja yang harus diselesaikan per satuan waktu tertentu dan pengaturan waktu efektif bekerja.

Rosewood (2003) menyatakan bahwa organisasi kerja yang baik seharusnya mempertimbangan beberapa hal, di antaranya ialah : kemampuan pekerja yang sesuai dengan jenis pekerjaannya, beban kerja yang mungkin bisa diselesaikan serta tersedianya waktu yang cukup untuk penyelesaian setiap beban kerja.

Seorang operator komputer seperti pegawai lainnya juga terikat oleh sejumlah aturan tata laksana pekerjaan yang menjadi acuan mereka dalam bekerja. Untuk menjadi seorang operator mutlak diperlukan keahlian khusus dalam mengoperasikan komputer sesuai jenis pekerjaan yang harus diselesaikan

Seorang pekerja yang baru memegang tanggung jawab sebagai operator tentunya akan jauh mengalami kesulitan dalam melaksanakan tugasnya jika dibandingkan dengan operator lain yang lebih terbiasa dan berpengalaman. Oleh karena itu maka kemampuan seorang operator bisa dipengaruhi oleh berapa lama dia telah bekerja di bidang itu.

Seringkali seorang operator komputer diberi beban pekerjaan yang sangat berat. Adapun yang dimaksud dengan beban yang sangat berat adalah bisa berupa banyaknya pekerjaan yang harus diselesaikan, tingkat kesulitan pekerjaan tersebut cukup tinggi atau waktu yang tersedia untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut sangat sedikit. Tidak jarang seorang operator harus mengerjakan tugasnya disaat jam kerja telah berakhir. Sullivan (2002) menyatakan bahwa penambahan waktu kerja bukan merupakan suatu solusi yang efektif sebab hal tersebut akan meningkatkan kelelahan dan rasa bosan bagi pekerja yang berakibat produktifitas kerja mereka menurun.

Data hasil penelitian pada tabel 5.8 dan 5.9 menunjukan bahwa sebagian besar operator komputer yang bekerja di SKPD propinsi Gorontalo memikul beban kerja yang sangat berat tetapi masih bisa diselesaikan. Kondisi tersebut ditimbulkan oleh durasi kerja operator komputer yang melebihi waktu kerja normal akibat seringnya melakukan penambahan waktu kerja dalam setiap minggu. Selain itu mereka seringkali diberikan pekerjaan dengan rentang waktu yang sempit. Hal tersebut sering menimbulkan gejala psikosomatik yang menyebabkan operator merasa mendapat tekanan dan beban kerja yang sangat berat.

Setiap kali bekerja operator komputer biasanya akan duduk dalam posisi statis dalam rentang waktu yang cukup lama. Hal ini akan mengakibatkan hanya sebagian otot tubuh saja yang berkontraksi secara terus menerus tetapi bagian otot lainnya tidak berkontraksi. Ketegangan otot pada bagian yang aktif akan terus meningkat tanpa ada kesempatan untuk melakukan relaksasi. Mc Ardle (2002) menyatakan bahwa kontraksi otot yang dilakukan secara terus menerus akan mengakibatkan kondisi tetani yang terkadang menyebabkan kram. Selain itu pada bagian otot tersebut akan sulit diberi rangsangan kembali karena aktifitas yang dilakukan tidak memberikan kesempatan kepada serabut otot yang aktif untuk berelaksasi.

Oleh karena itu, dalam rentang waktu tertentu seorang operator komputer seharusnya melakukan istirahat untuk memberikan kesempatan kepada otot-otot yang berkontraksi melakukan relaksasi. Data hasil pengamatan pada tabel 5.10 menunjukan bahwa operator komputer yang bekerja di SKPD propinsi Gorontalo tidak melakukan istirahat di selang waktu kerja mereka. Hal ini tentu saja akan menimbulkan kontraksi otot yang terus menerus tanpa memberikan kesempatan kepada otot untuk mendapatkan suplai oksigen yang cukup.

Kondisi tersebut mengakibatkan otot akan menggunakan glukosa sebagai sumber energi untuk melakukan aktifitasnya yang berakibat pada peningkatan kadar asam laktat darah sebagai hasil samping dari katabolisme glukosa. Peningkatan kadar asam laktat darah akan menimbulkan dampak bahwa operator tersebut mudah mengalami kelelahan.

4.4.3 Indeks Aktivitas Antropometri Operator Komputer

Seperti telah dijelaskan pada bab sebelumnya, dalam penelitian ini pengukuran antropometri dilakukan terhadap stasion kerja dalam hal ini meja dan kursi serta pengukuran antropometri operator.

Hasil pengamatan menunjukan bahwa terdapat variasi penggunaan kursi dan meja oleh para operator komputer. Sebagian operator menggunakan kursi dan meja yang memang didisain khusus untuk bekerja dengan menggunakan komputer namun masih terdapat juga operator yang menggunakan meja serta kursi yang bersifat umum penggunaannya dan tidak dimaksudkan untuk penempatan komputer.

Sebagian kursi yang digunakan sedah memiliki pengatur ketinggian alas duduk serta sudut sandaran kursi sehingga operator bisa menyesuaikan ketinggian yang diinginkan dan mengatur besarnya sudut sandaran kursinya. Namun demikian sebagian operator lainnya masih menggunakan kursi tanpa pengatur tinggi alas duduk sehingga mereka harus duduk dengan ketinggian alas duduk dan sudut sandaran yang statis.

Bila dilihat dari hasil pengukuran antropometri kursi dan meja maka beberapa ukuran antropometri kursi dan meja yang digunakan oleh para operator komputer di SKPD propinsi Gorontalo masih berada dalam batas toleransi yang direkomendasikan oleh Taylor dan Bogin dalam Bhattacharya dan Glothin (2001). Sebagai contoh,

sebagian besar kursi yang digunakan memiliki tinggi alas duduk sesuai rekomendasi yaitu pada rentang antara 38 – 44 cm, lebar alas duduk kursi masih pada rentang yang direkomendasikan sebesar 20 – 25 cm dan tinggi sandaran kursi di atas 50 cm,

Beberapa ukuran antropometri untuk meja dan kursi yang digunakan terlihat masih melebih dari besaran yang direkomendasikan, misalnya untuk tinggi meja yang digunakan sedikit melebihi batas toleransi yaitu antara 58 sampai dengan 64 cm sementara tinggi meja yang digunakan oleh para operator komputer di Gorontalo berkisar antara 66 – 72 cm. Selain itu beberapa operator juga masih menggunakan meja dan kursi yang tidak memiliki penyangga untuk kaki sehingga bagian telapak kaki mereka langsung bersentuhan dengan lantai. Hal tersebut mengakibatkan cenderung posisi kaki operator membentuk sudut lutut yang tidak ideal saat duduk

Ukuran antropometri meja dan kursi yang digunakan tersebut akan membentuk sikap duduk para operator saat bekerja sesuai dengan ukuran antropometri tubuh operator itu sendiri.

Rata-rata ukuran antropometri yang dimiliki oleh para operator komputer yang bekerja di SKPD propinsi Gorontalo adalah sama seperti ukuran antropometri orang Indonesia pada umumnya berdasarkan hasil penelitian Suma'mur (1986), Sebagai contoh, tinggi badan yang diukur saat posisi berdiri dari para operator berkisar antara 154 – 173 cm dengan rata-rata tinggi badan sebesar 164 cm.

Namun demikian dari hasil pengukuran antropometri operator komputer pada posisi berdiri dan duduk menunjukan adanya beberapa keunikan, antara lain terdapat perbedaan tinggi badan saat posisi duduk pada orang yang memiliki tinggi badan yang sama pada saat diukur pada posisi berdiri. Hal tersebut disebabkan oleh tinggi tungkai keduanya berbeda sehingga orang yang memiliki tungkai lebih panjang pada saat duduk di kursi dengan tinggi alas duduk yang sama akan memiliki tinggi badan

yang lebih pendek. Karena perbedaan ini pula maka sudut yang dibentuk saat duduk di daerah bokong dan lutut kedua orang tersebut akan berbeda pula.

Demikian juga halnya dengan perbedaan panjang lengan pada orang yang memiliki tinggi badan yang sama. Saat mereka duduk dan bekerja maka besarnya sudut siku yang terbentuk oleh keduanya menunjukan adanya perbedaan.

Selain itu, ditemukan juga beberapa posisi duduk yang tidak tepat walaupun oeprator tersebut sudah menggunakan kursi serta meja yang sesuai dengan ukuran antropometri tubuhnya. Baumgartner (2003) menjelaskan bahwa ketidak-tepatan posisi duduk tersebut disebabkan oleh kebiasaan dan kenyamanan dari operator itu sendiri. Kondisi ini pun menyebabkan sudut di daerah bokong dan lutut yang dibentuk saat operator itu bekerja menunjukan angka yang tidak semestinya jika mengingat perbandingan antara ukuran antropometri meja dan kursi yang digunakan sudah sesuai dengan ukuran antropometri tubuh operator.

Beberapa kondisi tersebut menjadi dasar untuk menjadikan besarnya sudut bokong, sudut lutut serta sudut siku yang terbentuk saat operator komputer bekerja sebagai indikator yang mewakili variabel antropometri operator yang selanjutnya dianalisis secara statistika.

Untuk variabel antropometri stasion kerja, indikator yang dianalisis secara statistika ialah sudut pandang mata, sudut pandang kepala dan jarak kursi ke meja. Hal ini dilakukan mengingat ukuran antropometri lainnya pada stasion kerja sudah menjadi pembanding dan pertimbangan bagi indikator antropometri operator saat pembentukan sudut bokong, sudut lutut dan sudut siku.

4.4.5 Kelelahan Objektif

Serabut otot memiliki 3 fase utama dalam beraktifitas yaitu fase laten, fase kontraksi dan fase relaksasi. Saat otot tidak beraktifitas maka perbedaan potensial muatan listrik di permukaan luar dengan permukaan dalam membran plasma otot berada pada kisaran 70 mvolt. Fase ini disebut fase laten dimana otot siap diberikan rangsangan.

Ganong (2002) menjelaskan bahwa suatu rangsangan yang mampu mengubah perbedaan potensial muatan listrik antar permukaan menjadi 0 mvolt akan mengakibatkan saluran ion calsium di retikulum sarcoplasma serabut otot terbuka dan ion kalsium akan keluar menuju sitosol serta menempel pada bagian troponin protein aktin. Penempelan ini akan mengangkat molekul tropomiosin yang menempel pada aktin dan membuka suatu reseptor khusus untuk miosin.

Proses penempelan kepala protein miosin pada reseptornya di protein aktin akan diawali dengan pengaktifan protein miosin oleh sejumlah energi yang berasal dari ATP. Selanjutnya kepala protein miosin ke reseptornya yang berada di protein aktin sehingga terjadi ikatan aktokmiosin. Selanjutnya protein miosin akan menarik protein aktin sehingga posisi protein aktin bergeser, fase ini disebut fase kontraksi.

Pada saat selesai melakukan penarikan maka kepala protein miosin harus melepaskan diri dari reseptornya di protein aktin, Proses ini juga memerlukan energi yang berasal dari ATP. Posisi aktin dan miosin akan kembali pada keadaan semula. Tahapan ini disebut fase relaksasi.

Guyton (2003) menjelaskan bahwa baik untuk fase kontraksi maupun relaksasi mutlak diperlukan energi ATP. Oleh karena itu, ketersediaan ATP yang bisa menjamin keberlangsungan aktifitas serabut otot mutlak dibutuhkan. ATP yang ada di serabut otot dapat diperoleh dari 3 macam sumber tergantung dari jenis aktifitas yang

dilakukan. Bila aktifitas dilakukan secara anaerobik maka ATP sel otot bisa berasal dari cadangan kreatin phosfat otot atau glukosa otot. Kedua sumber ini bisa menyediakan ATP bagi kebutuhan kontraksi otot secara cepat. Namun karena jumlahnya yang terbatas maka kedua sumber energi ATP ini hanya mampu mensuplai energi untuk aktifitas yang singkat. Apabila otot melakukan kontraksi dengan intensitas yang ringan dalam jangka waktu yang lama biasanya menggunakan sumber ATP yang berasal dari pembakaran molekul lemak sebagai cadangan energi tubuh

Hasil pengukuran menunjukan bahwa seluruh operator komputer mengalami kenaikan konsentrasi asam laktat darah yang cukup tinggi walaupun aktifitas mereka tergolong ke dalam aktifitas yang ringan.

Guyton (2003) menyatakan bahwa apabila tubuh melakukan aktifitas terus menerus tanpa ada kesempatan otot untuk relaksasi atau masuk ke dalam periode laten kembali, walaupun jenis kontraksi itu pada mulanya bersifat aerob, namun karena suplai oksigen ke daerah otot yang berkontraksi tidak seimbang dengan kebutuhan oksigen otot tersebut maka sistem energi akan bergeser menjadi anaerob. Oleh karena itu kontraksi otot yang dilakukan secara kontinyu dalam waktu yang lama dapat menyebabkan kelelahan pada otot.

Demikian juga seperti yang dijelaskan oleh Ganong (2002) yang menyatakan bahwa walaupun kerja statis masih memberikan kesempatan kepada tubuh untuk menarik nafas dan mengambil oksigen dari lingkungan, tetapi karena aliran darah berlangsung secara perlahan maka suplai oksigen ke wilayah otot yang berkontraksi tidak seimbang dengan kebutuhan oksigen otot tersebut. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan energi kontraksi maka otot tersebut akan menggunakan karbohidrat dalam hal ini glukosa sebagai sumber energi utama.

Murray (2003) menjelaskan bahwa hal tersebut dapat terjadi ketika otot kekurangan oksigen maka sumber energi yang digunakan sebagai penyedia ATP adalah glukosa. Molekul gula sederhana ini akan diubah melalui serangkaian rekasi kimia enzimatis di sitoplasma otot menjadi asam piruvat. Selanjutnya molekul asam piruvat akan diubah sesuai dengan kondisi oksigen otot. Apabila tingkat kekurangan oksigen di otot tidak terlalu tinggi maka piruvat bisa diubah kembali menjadi glukosa dan glikogen, akan tetapi bila kondisi kekurangan oksigen di otot berlangsung lama maka asam piruvat akan diubah menjadi asam laktat dan ditransportasikan ke dalam darah. Oleh karena itu kontraksi otot yang kontinyu dalam jangka waktu lama bisa memicu peningkatan produksi asam laktat yang muncul sebagai hasil samping dari penggunaan energi oleh otot secara anaerob.

Meningkatnya produksi asam laktat akan menimbulkan akumulasi asam tersebut di peredaran darah terutama di wilayah persendian. Hal ini biasanya akan menimbulkan rasa lelah dan sakit. Oleh karena itu biasanya konsentrasi asam laktat yang cukup tinggi di dalam darah dapat menunjukan tingkat kelelahan otot yang berkontraksi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Terdapat pengaruh model posisi kerja terhadap peningkatan kadar asam laktat pada operator komputer
2. Peningkatan kadar asam laktat tertinggi ditemukan pada operator komputer dengan posisi berdiri, sedangkan peningkatan kadar asam laktat terendah pada posisi aktif aerobik

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penataan kembali terhadap organisasi dan stasion kerja yang disesuaikan dengan kemampuan dan ukuran antropometri operator
2. Perlu dilakukan sosialisasikan tentang sikap duduk yang benar kepada operator komputer yang bekerja di SKPD propinsi Gorontalo dalam melaksanakan pekerjaan mereka sehari-hari terutama menyangkut beberapa sudut yang dibentuk bagian tubuh mereka saat duduk.

DAFTAR PUSTAKA

Andersen, T.M. 2007. *The Nordic Models.* Helsinki: Yliopistopaino.

Annis, F.J, 2001, *Antrhopometry.* Anatomy Research Project. Ohio.

Baumgartner, T.A., 2003, *Measurement of Physiology Evaluation*, Ontario: Brown-Beuchmark.

Benjamin, A.W., *Office Ergonomic Handbook* 5th edition. Ontario: Occupational Health Clinics for Ontario Worker Incoorporation.

Fox, E.L., 2004, *The Physiological Basic of Physiological Ergonomy*, Philadelphia: Saunders College Publ.

Ganong, W.F. 2002. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran.* Jakarta : EGC

Grandjean, E. 1988. *Fitting The Task to The Man.* London: Taylor & francis

Guyton, A.C.2003. *Fisiologi Kedokteran.* Jakarta: EGC

HR&D Hawlett Packard Development Company. 2007. an American National Standards Institute (ANSI) June 2007.

Katch, I.F. 2003. *Human Physiology, edition6th*. Toronto: Scott Freshman Publishing.

Krause, W.J., 2005, *Concise Text of Physiology*, Baltimore: William-Wilkins Co.

Kromer, E. 2001. *Ergonomics: How to Design for Ease and Efficiency*. United States of America: Prentice Hall.

Kuntoro. 2010. *Metode Sampling dan Penentuan Besar Sampel.* Surabaya: Pustaka Melati.

International Labour Office. 1985. *Ergonomics in Developing Countries*: an International Symposium. Geneve.

Matthew W.J., 2002, *Biochemystry*, Philadelphia: William & Wilkins Co.

Mc Ardle, W.D. 2002. *Exercise Physiology.* Baltimore: William & Wilkins Co.

Murray J.W, 2005, *Biokimia Harper*, Jakarta: Penerbit EGC.

Peterson, L.D. 2006. *Sport Injuries.* London: Martin Dunitz Ltd.

Reese, C.D. 2004. *Office Building Safety and Health.* New York: CRC Press

Rosenthal, J. 2003. *A Model-base Indicator of Musculosceletal Disorder Via Hidden Markov's Models as an EMG Pattern Recognition Methode.* Diambil dari http://www. ergonomic_bioenergetics.. school of physiology. Diakses tanggal 17 agustus 2012

Rosewood, R.S. 2003, *Ergonomic Work Station In Industrial.* Nebraska: William & Wilkins Co.

Santoso, G. 2004, *Ergonomi Manusia, Perlatan dan Lingkungan.* Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher.

Steele, R.G.D. 2002. *Prinsip dan Prrosedur Statistika.* Jakarta: Gramedia Pustaka Utama

Sujarwadi, S. 2006. *Penatalaksaan Organisasi Kerja.* Bandung: Pustaka Angkasa.

Sullivan, M.T. 2002. *Determinat Work Organization.*, California: Burgerr Publishing Co.

Sumekar, D.W. 2006. *Nyeri Punggung pada Operator Komputer Akibat Posisi dan Lama Duduk.* Program Studi Kedokteran Universitas Lampung.

Teo, J. et.al. 2001, *A Systematic Review of Undimensional PainAssessment Tools*, Singapore: Sing-Health.

Torvijk V.I. et.al,....., *Predicting Muscle fatigue Via Electromyography*, Departement of Industrial and Manufacturing System Engineering, Lousiana state university. Diambil dari http://www. Docs finder.com. Diakses tanggal 17 agustus 2012

Varmazyar, S. 2009. *EvaluationWorking Posture and Musculoskeletal Disorders Prevalency in Pharmacy Packaging Workers.* European Journal of Scientifict Research vol 29 no. 1. pp 82-88.

Willmore, J.H., 2004, *Physiological of Occupation and Exercise*, Winconsin: Herman-Knuts Publ.