

UNIVERSITAS INDONESIA

**EVALUASI KUALITAS UDARA DALAM RUANG PERCETAKAN
NASKAH DAN BAHAN PENDUKUNG UJIAN UNIVERSITAS TERBUKA**

TESIS

YURIZAL RAHMAN

0906593126

**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
PROGRAM STUDI KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA
DEPOK
JUNI 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

Tesis ini adalah hasil karya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk
telah dinyatakan dengan benar

Nama : Yurizal Rahman

NIM : 0906593126

Tanda tangan :



Tanggal : 30 Juni 2011

UNIVERSITAS TERBUKA


HALAMAN PENGESAHAN


Tesis yang diajukan oleh

Nama : Yurizal Rahman
 NPM : 0906593126
 Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
 Judul : Evaluasi Kualitas Udara Dalam Ruang Percetakan
 Naskah dan Bahan Pendukung Ujian Universitas
 Terbuka


Tesis ini telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Program Studi Keselamatan dan Kesehatan kerja, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia

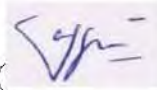
DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dra. Fatma Lestari M.Si., Ph.D ()

Penguji : Dadan Erwandi, S.Psi, M.Psi ()

Penguji : Drs. Doni Hikmat R, M.KKK, Ph.D ()

Penguji : Drs. Eko Pudjadi, M.Sc, Ph.D ()

Penguji : DR. Dra. Lina Warlina, M.Ed ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 30 Juni 2011

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kehadiran Allah SWT serta berkat Rahmat dan KaruniaNya yang diberikan kepada penulis, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tugas akhir. Penulisan tesis ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk dapat mencapai gelar Magister Keselamatan dan Kesehatan Kerja Universitas Indonesia. Penulis menyadari bahwa dalam penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Ibu Dra. Fatma Lestari, M.Si, Ph.D, selaku pembimbing dalam menyelesaikan tesis ini yang telah banyak memberikan membimbing, pengarahan serta dorongan hingga selesainya tesis ini.
2. Bapak Dadan Erwandi, S.Psi, M.Psi selaku penguji dan memberikan segala petunjuk dan masukan terhadap tesis ini
3. Bapak Drs. Doni Hikmat Ramadhan, M.KKK,Ph.D, dalam kesediaan meluangkan waktu untuk menjadi penguji dalam sidang tesis ini.
4. Ibu. DR. Dra. Lina Warlina, M.Ed dalam kesediaan meluangkan waktu untuk menjadi penguji dan membantu dalam sidang tesis ini.
5. Bapak Drs. Eko Pujadi, M.Sc, Ph.D, yang telah bersedia menjadi penguji dan memberikan pengarahan dalam sidang tesis ini.
6. Dekan FMIPA UT yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti pendidikan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
7. Kepala Pusat Teknologi Klimatologi dan Metrologi Radiasi yang telah memfasilitasi hingga terlaksananya penelitian ini.
8. Kepala Pusat Sarana Pengendalian Dampak Lingkungan yang telah banyak memfasilitasi selama dalam penelitian tugas akhir.
9. Kepala Pusat Pengujian Universitas Terbuka, yang telah memberikan izin dan sarana untuk penelitian ini.

10. Penanggung Jawab Poliklinik dan teman-teman staf pengujian Universitas Terbuka yang telah memfasilitasi hingga terlaksananya penelitian ini.
11. Istriku Elly, anakku Ivan Saputra dan Rifki Adrian tercinta yang senantiasa memberikan dorongan dan segala pengertian serta rela berkorban selama menjalankan tugas belajar.
12. Orang tua dan saudara-saudaraku, atas segala dukungan dan memberikan semangat selama menjalankan tugas belajar.
13. Teman-teman staf akademik FMIPA UT yang selalu memberi dorongan dan semangat untuk menyelesaikan tugas tesis ini.
14. Teman-teman Magister K3' 2009 yang selalu mendorong, mendoakan dan berjuang untuk segera menyelesaikan tesis bersama.
15. Semua pihak yang telah membantu dalam penelitian baik langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari tesis ini masih belum sempurna meskipun penulis telah berusaha sebaik-baiknya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun untuk menyempurnakan tesisi ini.

Depok, 30 Juni 2011

Penulis

(Yurizal Rahman)

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Yurizal Rahman
NIM : 0906593126
Program Studi : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Departemen : Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
Jenis Karya : Tesis

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Evaluasi Kualitas Udara Dalam Ruang Percetakan Naskah dan Bahan Pendukung Ujian Universitas Terbuka“

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan hak bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Depok

Pada Tanggal : 30 Juni 2011

Yang menyatakan



(Yurizal Rahman)

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Yurizal Rahman

NPM : 0906593126

Mahasiswa Program : Magister

Tahun Akademik : 2009

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan kegiatan plagiat dalam penulisan Tesis saya yang berjudul :

Evaluasi Kualitas Udara Dalam Ruang Percetakan Naskah dan Bahan Pendukung Ujian Universitas Terbuka

Apabila suatu saat saya melakukan plagiat maka saya akan menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Depok, 30 Juni 2011



(Yurizal Rahman)

ABSTRAK

Nama : Yurizal Rahman
Program Studi : Kesehatan Masyarakat
Judul : Evaluasi Kualitas Udara Dalam Ruang Percetakan Naskah dan Bahan Pendukung Ujian Universitas Terbuka

Telah dilakukan penelitian terhadap kualitas udara dalam ruang percetakan naskah dan bahan pendukung ujian Universitas Terbuka melalui pengukuran kontaminan kimia dan parameter fisik. Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah “*Case Study Design*” yang bersifat deskriptif yaitu permasalahan yang tidak membandingkan dan tidak menghubungkan dengan variabel lain karena hanya ingin melihat gambaran satu variabel saja dalam satu sampel seperti parameter fisika yang mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan seperti temperatur, kelembaban relatif udara, pergerakan udara dan pencahayaan serta kandungan kontaminan kimia seperti CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃, debu dan *Volatile Organic Compounds* (VOCs). Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh data konsentrasi kontaminan kimia seperti CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃ dan VOCs berada dibawah nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes /SK /XI/ 2002. Parameter fisik seperti suhu juga berada dalam nilai ambang batas kenyamanan dan begitu pula pencahayaan dalam ruangan secara rata-rata telah melebihi nilai ambang batas minimal yang dipersyaratkan. Hasil pengukuran debu total dalam ruangan untuk lima titik pengukuran telah jauh melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002. Titik yang paling tinggi konsentrasi debu adalah pada titik/tempat melakukan penjilidan dan penataan naskah ujian dan yang paling rendah adalah pada ruang fotocopy. Kelembaban relatif disemua titik pengukuran telah melebihi batas maksimal kenyamanan dan kesehatan yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes /SK /XI/ 2002. Pergerakan udara tidak sama sekali diperoleh dari hasil pengukurannya, hal ini tentu menyebabkan kelembaban relatif udara dan debu dalam ruangan menjadi tinggi. Disamping itu juga diperoleh gambaran kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS) yang diperoleh dari data hasil wawancara dan kuesioner berupa kulit kering, gatal, sakit kepala, lelah pusing, mual dan hipersensitivitas yang tidak spesifik.

Kata kunci :

Kontaminan kimia dan parameter fisik, kualitas udara, SBS

ABSTRACT

Name : Yurizal Rahman
Study Program : Public Health
Title : Evaluation of Indoor Air Quality in Printing Text Exams and Supporting Material at Open University

It has done research on indoor air quality in printing text exams and supporting materials at the Open University through measuring chemical contaminants and physical parameters. The design used in this study is "Case Study Design" which is descriptive of the problems do not compare and does not connect with other variables because it only wanted to see one variable only in one sample as physical parameters that affect indoor air quality such as temperature, humidity, air movement and lighting and the amount of chemical contaminants such as CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃, dust and Volatile Organic Compounds (VOCs). Based on the results of measurements of the concentration data obtained by chemical contaminants such as CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃ and VOCs were below the threshold value required by the Minister of Health No.1405 / Menkes / SK / XI / 2002. Physical parameters such as temperature are also within the threshold value and convenience as well as lighting in the room on average has exceeded the minimum required threshold. The results of measurements of total dust in the room for five measurement point has far exceeded the threshold value required by the Minister of Health No.1405 / Menkes / SK / XI / 2002. The highest point is the dust concentration at the point / place to do the binding and arrangement of test scripts and the lowest is in the copy room. Relative humidity in all the measuring points has exceeded the maximum comfort and health required by the Minister of Health No.1405 / Menkes / SK / XI / 2002. Air movement is not entirely derived from the measurement results, this is certainly cause the relative humidity in indoor air and dust to be high. It also acquired a picture of complaints Sick Building Syndrome (SBS) data obtained from interviews and questionnaires in the form of dry skin, itching, headaches, fatigue, dizziness, nausea and hypersensitivity are not specific.

Key words :

Chemical contaminants and physical parameters, indoor air quality, SBS

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	1
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Pertanyaan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
1.6 Ruang Lingkup.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Definisi Udara.....	7
2.2 Efek Pencemaran Udara Dalam Ruangan.....	10
2.3 <i>Sick Building Syndrome</i> (SBS)	11
2.4 Parameter Fisik.....	13
2.4.1 Temperatur.....	13
2.4.2 Kelembaban Relatif	13
2.4.3 Pergerakan Udara.....	14
2.4.4 Pencahayaan.....	15
2.4.5 Kebisingan.....	16
2.4.6 Radioaktif.....	16
2.5 Faktor Kimia.....	16
2.5.1 Karbon Monoksida (CO).....	16
2.5.2 Karbon Dioksida (CO ₂).....	18
2.5.3 Nitrogen Dioksida (NO ₂).....	19
2.5.4 Sulfur Dioksida.....	19
2.5.5 Ozon (O ₃).....	20
2.5.6 Debu.....	20
2.5.7 <i>Formaldehida</i>	22
2.5.8 <i>Environmental Tobacco Smoke</i> (ETS).....	20
2.6 Mikrobiologi (virus, bakteri dan jamur).....	21
2.7 Sumber lainnya.....	21
2.8 Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja dan Industri.....	22

2.8.1 Suhu, Kelembaban Relatif dan Pencahayaan.....	22
2.8.2 Kandungan Debu.....	22
2.8.3 Pertukaran Udara.....	22
2.8.4 Gas Pencemar.....	23
2.8.5 Mikrobiologi.....	23
2.9. Karakteristik Pekerja.....	23
2.10. Faktor Psikososial dan Stress Kerja.....	24
3. KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP.....	24
3.1 Kerangka Teori.....	26
3.2 Kerangka Konsep.....	28
3.3 Definisi Operasional.....	31
4. METODELOGI PENELITIAN.....	31
4.1 Jenis Penelitian.....	31
4.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	31
4.3 Populasi Penelitian.....	32
4.4 Pengumpulan Data.....	32
4.4.1 Metode Pengumpulan Data.....	33
4.4.2 Alat yang digunakan.....	33
4.4.2.1 <i>Lighthouse 306-AQ</i>	35
4.4.2.2 <i>Luameter</i>	35
4.4.2.3 <i>Thermo Hygrometer</i>	35
4.4.2.4 <i>Toxic Gas Monitoring</i>	36
4.4.2.5. Detektor <i>Non Dispersive Infra Red (NDIR)</i>	38
4.5 Pengolahan Data.....	38
4.5.1 <i>Data Coding</i>	38
4.5.2 <i>Data Editing</i>	38
4.5.3 <i>Data Struktur dan Data File</i>	38
4.5.4 <i>Data Entry</i>	38
4.5.5 <i>Data Cleaning</i>	38
4.6 Analisis Data.....	40
5. HASIL.....	40
5.1 Ruang Percetakan.....	40
5.1.1 Deskripsi Bangunan.....	43

5.1.2	Hasil Pengukuran Kontaminan Kimia dan Parameter Fisik	44
5.1.2.1	Konsentrasi Karbon Monoksida.....	44
5.1.2.2	Konsentrasi CO ₂	45
5.1.2.3	Konsentrasi NO ₂	46
5.1.2.4	Konsentrasi SO ₂	46
5.1.2.5	Konsentrasi O ₃	46
5.1.2.6	Debu.....	48
5.1.2.7	VOCs	49
5.1.2.8	Suhu	50
5.1.2.9	Kelembaban Relatif	51
5.1.2.10	Pergerakan Udara	51
5.1.2.11	Pencahayaan.....	52
5.1.3	Analisis Univariat Kuesioner	60
6.	PEMBAHASAN	60
6.1	Keterbatasa Penelitian	60
6.2	Analisis Univariate	61
6.2.1.1	Konsentrasi Karbon Monoksida	62
6.2.1.2	Konsentrasi Karbon Dioksida	62
6.2.1.3	Konsentrasi Nitrogen Dioksida	62
6.2.1.4	Konsentrasi Sulfur Dioksida	63
6.2.1.5	Konsentrasi Ozon	63
6.2.1.6	Debu	64
6.2.1.7	VOCs	65
6.2.1.8	Suhu	65
6.2.1.9	Kelembaban relatif	65
6.2.1.10	Pergerakan udara	65
6.2.1.11	Pencahayaan	67
7.	PENUTUP	67
7.1	Kesimpulan	68
7.2	Saran	70
	DAFTAR PUSTAKA	72
	LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Kerangka Teori Pencemaran Udara Dalam Ruangan.....	25
Gambar 3.2 Diagram Kerangka Teori Pencemaran Udara Dalam Ruangan	27
Gambar 4.1 Lighthouse 306-IAQ	34
Gambar 4.2 Luxmeter.....	35
Gambar 4.3 Toxic Gas Monitoring.....	36
Gambar 4.4 Anemometer.....	36
Gambar 4.5 Non Dispersive Infra Red.....	37
Gambar 5.1 Lantai 1.....	42
Gambar 5.2 Lantai 2.....	43

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Data Jenis Penyakit dan Jumlah Kunjungan Karyawan Percetakan ke Poliklinik UT Tahun 2009 dan 2010.....	4
Tabel 2.1 Komposisi Udara Kering dan Basah	7
Tabel 2.2 Kecepatan udara yang direkomendasikan oleh WHO dalam ruangan.	14
Tabel 2.3 Kandungan debu maksimal dalam udara.....	22
Tabel 2.4 Konsentrasi maksimal kandungan gas pencemar.....	23
Tabel 5.1. Tabel Gambaran Ruang Percetakan UT.....	41
Tabel 5.2. Frekuensi Kejadian Keluhan SBS Dalam 1 Bulan Terakhir.....	58
Tabel 5.3. Perkembangan Gejala SBS Yang Dialami Responden Dalam 1 Bulan Terakhir.....	59
Tabel 6.1 Rangkuman Hasil Pengukuran Ruang Percetakan.....	61

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1. Konsentrasi Karbon Monoksida Dalam Ruangan Percetakan.....	44
Grafik 5.2. Konsentrasi CO ₂ Dalam Ruangan Percetakan.....	45
Grafik 5.3. Konsentrasi NO ₂ Dalam Ruangan Percetakan.....	45
Grafik 5.4. Konsentrasi SO ₂ Dalam Ruangan Percetakan.....	46
Grafik 5.5. Jumlah Konsentrasi Debu Dalam Ruangan Percetakan.....	47
Grafik 5.6. Jumlah Konsentrasi Debu Dalam Ruangan Percetakan.....	47
Grafik 5.7. Jumlah Konsentrasi Debu Dalam Ruangan Percetakan.....	48
Grafik 5.8. Konsentrasi VOCs Dalam Ruangan Percetakan.....	49
Grafik 5.9. Temperatur Dalam Ruangan Percetakan.....	50
Grafik 5.10. Kelembaban Relatif Udara Dalam Ruangan Percetakan	50
Grafik 5.11. Pencahayaan Dalam Ruangan Percetakan.....	52
Grafik.5.12. Gambaran Pemakaian Peralatan yang Dipakai oleh Responden Pada Saat Bekerja.....	55
Grafik 5.13. Gambaran Penyakit Khusus Yang Pernah Diderita Responden.....	55
Grafik 5.14. Kejadian SBS di Ruang Percetakan UT.....	59

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 5.1. Distribusi Responden Menurut Umur.....	53
Diagram 5.2. Distribusi Responden Menurut Jenis Kelamin.....	53
Diagram 5.3. Distribusi Responden Menurut Lama Kerja di Percetakan.....	53
Diagram 5.4. Distribusi Responden Menurut Jenis Pekerjaan.....	54
Diagram 5.5. Distribusi Responden Menurut Tingkat Pendidikan.....	54
Diagram 5.6. Distribusi Responden Menurut Kebiasaan Merokok.....	56
Diagram 5.7. Distribusi Responden Menurut Keberadaan Perokok Disekitarnya..	56
Diagram 5.8. Distribusi Responden Menurut Sensitivitas Terhadap Asap Rokok	56
Diagram 5.9. Distribusi Beban Tanggungjawab Lain di Luar Pekerjaan Kanto...	57
Diagram 5.10 Distribusi Responden Menurut Kondisi Stress Kerja.....	57
Diagram 5.11. Distribusi Responden Menurut Persepsi Terhadap Kondisi Lingkungan Kerja.....	57
Diagram 5.12. Distribusi Responden Menurut Persepsi Kondisi Tempat Kerj....	58

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner.....	1-9
Lampiran 2. Bahan Wawancara.....	1
Lampiran 3. Hasil Pengukuran Konsentrasi CO, SO ₂ dan NO ₂	1-2
Lampiran 4. Data Hasil Pengukuran Debu, Suhu, Kelembaban, CO ₂ , O ₃ , VOCs, Pencahayaannya dan Pergerakan Udara.....	1-6
Lampiran 5. Foto-foto Hasil Pengukuran.....	1-5

UNIVERSITAS TERBUKA

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Universitas Terbuka (UT) adalah Perguruan Tinggi Negeri ke-45 di Indonesia yang diresmikan pada tanggal 4 September 1984, berdasarkan Keputusan Presiden RI No.41 Tahun 1984. Salah satu tujuan pendiriannya adalah memberikan kesempatan yang luas bagi warga negara Indonesia dan warga negara asing, dimanapun tempat tinggalnya, untuk memperoleh pendidikan tinggi.

Sekarang ini UT memiliki mahasiswa diseluruh wilayah Indonesia bahkan sudah sampai ke desa-desa. Mahasiswa UT yang aktif jumlahnya pada tahun 2010 kurang lebih sekitar 500.000 orang (BAAPM UT, 2010). Untuk memenuhi proses belajar mengajar, UT menyediakan bahan ajar cetak dan non cetak untuk setiap matakuliah yang ditawarkan yang berjumlah sekitar 750 matakuliah dari empat fakultas yang ada. UT juga menyediakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian yang diujikan di tiap semester dimana tiap semester dilakukan dua kali pencetakan naskah ujian dan bahan pendukungnya, karena tiap semester UT memiliki dua program yang dijalankan setiap semester yaitu program Pendidikan Dasar (Pendas) dan Non Pendidikan Dasar (Non Pendas). Untuk menjaga kerahasiaan, kecepatan dan ketepatan pengadaan soal ujian, UT melakukan pencetakan sendiri dan memiliki salah satu unit yang disebut unit Percetakan yang berlokasi di Pondok Cabe (di kantor pusat). Karyawan yang bekerja dalam ruangan percetakan UT, hampir setiap hari menghabiskan waktu kerjanya di dalam ruangan dimana ruang percetakan UT desainnya tertutup karena tidak memiliki jendela dan hanya memiliki *exhaust fan* yang ditempatkan pada langit-langit ruang penyimpanan naskah ujian.

Pencetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT melakukan produksi secara periodik. Kegiatan pencetakan bisa berlangsung selama lima bulan, karena bulan ke satu dan kedua dilakukan pencetakan bahan pendukung ujian dan bulan ketiga, keempat dan kelima pencetakan naskah ujian, setelah itu dilakukan proses pengeleman, penataan, pengepakan, dan pengiriman keseluruhan wilayah Indonesia. Pekerja juga terkadang menggunakan hari libur untuk mengejar produksi sesuai target yang telah ditetapkan pimpinan.

1.2. Rumusan Masalah

Kegiatan pencetakan banyak sekali menggunakan bahan-bahan kimia (tinta mesin cetak, tinta printer, lem), kertas serta ruangan juga menggunakan *formaldehida* yaitu cairan pembersih ruangan/furniture. Dalam ruangan yang tidak berjendela juga dipasang AC untuk kenyamanan dan lampu sebagai penerangan ruangan. Udara dalam ruangan percetakan diduga terpapar dari kontaminan kimia dan parameter fisik yang digunakan dalam ruang pencetakan. Apabila kontaminan kimia dan parameter fisik tersebut masih berada dalam batas-batas tertentu masih dapat dinetralisir, tetapi jika sudah melampaui nilai ambang batas maka akan mengganggu kesehatan dan kenyamanan yang berakibat penurunan pada produktivitas.

Mesin cetak yang digunakan di percetakan UT tersedia dua macam yaitu pertama mesin cetak 1 (elektronik) yang menggunakan tinta basah (pasta) dan yang kedua mesin cetak model terbaru dimana kerjanya selain mencetak sekaligus melakukan pengepakan secara otomatis, namun menggunakan tinta bubuk dalam proses pencetakan. Selain itu dalam ruangan percetakan juga terdapat dua printer yang digunakan oleh staf untuk keperluan administrasi dan juga menggunakan tinta bubuk.

Disamping menggunakan bahan kimia dalam kegiatan pencetakan, karyawan juga terlibat dengan kegiatan pemotongan kertas, penataan naskah ujian dan ini tentu menghasilkan partikel debu di dalam ruangan percetakan. Karena volume pekerjaan di percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT cukup tinggi maka partikel debu yang dihasilkan dari kegiatan pemotongan kertas dan penataan naskah ujian juga diduga semakin tinggi. Hal ini tentu dapat mempengaruhi kondisi lingkungan kerja dan bisa menjadi masalah serius berkenaan dengan *indoor* lingkungan. Peningkatan konsentrasi bahan kimia dan parameter fisik dapat pula disebabkan oleh aktivitas pekerja serta dapat pula mengakibatkan gangguan kesehatan seperti *Sick Building Syndrome*.

Sick Building Syndrome (SBS) yaitu kumpulan gejala yang disebabkan terutama oleh buruknya kualitas udara ruangan; ditandai dengan keluhan-keluhan mata pedih, merah, berair, kepala pusing, batuk, pilek, hidung tersumbat, bersin-bersin, rongga mulut sakit, rongga mulut kering, badan panas dingin, mual, tidak

nafsu makan, lesu, kelelahan, pegal-pegal anggota tubuh dan kulit gatal. Berdasarkan survei, ditemukan fakta bahwa sebanyak 8.000 hingga 18.000 kasus *Sick Building Syndrome* terjadi setiap tahunnya di Amerika Serikat dan sekitar 50 persen pekerja kantor menderita SBS akibat sering terpajan radikal bebas. Radikal bebas ini bisa saja berasal dari radiasi sinar ultraviolet, metabolisme dalam tubuh, radiasi ion, asap rokok, asap kendaraan bermotor, dan kualitas udara yang tidak sehat. Berbagai keluhan yang sering dirasakan pekerja antara lain sakit kepala, sesak napas, batuk, pusing, mual, diare, dan iritasi mata (WHO 1984). Gangguan tersebut dapat bersumber dari dalam gedung itu sendiri maupun dari luar gedung.

Studi tentang pengukuran kualitas udara didalam gedung dan sarana transportasi telah menunjukkan bahwa konsentrasi pencemar udara dalam ruangan cenderung lebih tinggi dibandingkan di luar ruangan. Udara di dalam ruangan terdiri dari campuran yang kompleks (Spengler and Sexton 1983; Samet and Spengler 1991; Gold 1992). EPA (2007), menunjukkan bahwa manusia menghabiskan 90 % waktunya didalam lingkungan konstruksi, baik itu di dalam bangunan kantor ataupun rumah dengan kualitas udara dalam ruangnya yang kemungkinan telah tercemar oleh polutan yang berasal dari dalam maupun luar ruangan.

Bekerja dengan tubuh dan lingkungan yang sehat, aman serta nyaman merupakan hal yang diinginkan oleh semua karyawan. Lingkungan tempat kerja merupakan hal yang sangat penting dalam mempengaruhi sosial, mental dan fisik dalam bekerja. Kesehatan suatu lingkungan kerja dapat memberikan pengaruh yang positif terhadap kesehatan karyawan, seperti peningkatan moral karyawan, penurunan absensi dan peningkatan produktivitas. Sebaliknya jika tempat kerja yang tidak sehat dapat meningkatkan angka kesakitan dan kecelakaan, rendahnya kualitas kesehatan karyawan, meningkatnya biaya kesehatan dan banyak lagi dampak negatif yang ditimbulkan.

Data yang mendukung untuk meneliti lebih lanjut tentang kualitas udara dalam ruangan percetakan naskah dan bahan pendukung ujian UT adalah data jenis penyakit yang diderita oleh karyawan dan jumlah kunjungan para karyawan percetakan tahun 2009 dan 2010 ke poliklinik UT. Data tersebut diperoleh dari poliklinik UT antara lain adalah infeksi saluran pernafasan atas (ISPA), pusing-

pusing, dan lain-lain (lihat Tabel 1.1). Dari data terlihat bahwa data pekerja yang mengalami penyakit ISPA lebih menonjol dibandingkan dari penyakit yang lainnya. Diduga penyebab dari berbagai penyakit ini akibat dari kualitas udara yang kurang memenuhi standar Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) terhadap kesehatan karyawan yang bekerja dalam ruangan percetakan tersebut.

Berikut adalah data jenis penyakit yang diderita oleh beberapa karyawan percetakan UT tahun 2009 dan 2010.

Tabel 1.1 Data Jenis Penyakit dan Jumlah Kunjungan Karyawan Percetakan ke Poliklinik UT Tahun 2009 dan 2010

No	Diagnosa	Jumlah 2009	Jumlah 2010
1	ISPA	17	16
2	Pusing	5	11
3	Pegel-pegel	6	1
4	Maag	7	5
5	Sakit telinga	1	-
6	Sakit mata	1	-
7	Hipertensi	2	1
8	Diare	4	11
9	Mual	1	-
10	Batuk	1	-
11	Jantung	-	1
12	Reumatik	-	2
13	Diabetes Melitus	-	4
14	Saluran Kemih	-	1
	Total	45	53

Sumber : Poliklinik UT, 2010

1.3. Pertanyaan Masalah

Berdasarkan masalah diatas penelitian memerlukan kajian sebagai berikut.

- a. Apakah konsentrasi kontaminan kimia seperti CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃, debu dan *Volatile Organic Compounds* (VOCs) serta parameter fisik seperti suhu, kelembaban relatif, pergerakan udara dan pencahayaan dalam ruangan percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT saat ini memenuhi standar persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri dari Permenkes No.1405/Menkes/SK/XI/2002?

- b. Bagaimana gambaran keluhan *Sick Building Syndrome* yang dialami oleh pekerja yang bekerja pada ruangan percetakan UT?
- c. Apakah peralatan pengendalian kualitas udara yang dipasang dalam ruangan untuk menunjang kenyamanan dan kesehatan pekerja dapat bekerja dengan baik?.

1.4. Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi kualitas udara dalam ruang percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian Universitas Terbuka yang terkontaminasi oleh kontaminan kimia dan parameter fisik.

Secara khusus adalah sebagai berikut;

- a. Untuk mengetahui data kondisi lingkungan kerja fisik dan kimia melalui identifikasi dan pengukuran di dalam ruangan kerja percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian Universitas Terbuka.
- b. Untuk mengevaluasi apakah kondisi lingkungan kerja tersebut telah memenuhi syarat nilai ambang batas (NAB) dari Permenkes No.1405/Menkes/SK/XI/2002.
- c. Untuk memberikan alternatif pengendalian kondisi lingkungan kerja, terutama faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi kesehatan tenaga kerja di ruang percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT.

1.5. Manfaat Penelitian

- a. Diperolehnya data kondisi lingkungan kerja fisik dan kimia sebagai bahan informasi untuk menciptakan kenyamanan dan kesehatan kerja.
- b. Dapat melakukan tindakan pencegahan dan pengendalian sedini mungkin terhadap faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi kesehatan dan kenyamanan tenaga kerja.

1.6. Ruang Lingkup

Penelitian ini dilakukan dalam ruang percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT dan pengukuran kontaminan kimia dan parameter fisik dilakukan pada bulan April 2011 karena diduga dalam ruangan percetakan UT banyak mengandung kontaminan kimia dan parameter fisik yang akan mengganggu kenyamanan dan kesehatan pekerja. Penelitian dilakukan dengan cara mengukur temperatur, kelembaban relatif udara, pergerakan udara, pencahayaan ruangan, konsentrasi kontaminan kimia dalam ruangan dan partikulat debu ($PM_{2,5}$ dan PM_{10}) serta mengumpulkan data gangguan kesehatan yang dirasakan oleh karyawan/pekerja dan kondisi lingkungan fisik yang menyebabkan ketidaknyamanan bekerja di dalam ruangan percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT melalui kuesioner.

UNIVERSITAS TERBUKA

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Udara

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konsisten. Komponen yang konsentrasinya selalu bervariasi adalah air dalam bentuk uap H₂O dan karbon dioksida (CO₂). Jumlah uap air yang terkandung diudara bervariasi tergantung pada cuaca dan suhu.

Udara yang terdiri atas banyak unsur gas, seperti nitrogen (N₂), oksigen (O₂), argon (Ar), dan karbondioksida (CO₂) sebagai unsur utama dan unsur lainnya seperti *Neon* (Ne), *Helium* (He), *Ozon* (O₃), *Hidrogen* (H₂), *Krypton* (Kr), *Metana* (CH₄), dan *Xenon* (Xe). Udara di permukaan bumi yang mengandung uap air disebut udara lembab, sedangkan jika tidak mengandung uap air disebut udara kering. Komposisi udara kering adalah sebagai berikut.

Tabel 2.1 Komposisi Udara Kering dan Bersih

Komponen	Formula	Persen volume	ppm
Nirogen	N ₂	78,08	780.800
Oksigen	O ₂	20,95	209.500
Argon	Ar	0,934	9.340
Karbon Dioksida	CO ₂	0,0314	314
Neon	Ne	0,00182	18
Helium	He	0,000524	5
Metana	CH ₄	0,0002	2
Krypton	Kr	0,000114	1

Sumber : Beti Adini Wulandari

Udara merupakan unsur yang amat penting dalam lingkungan disamping air dan tanah. Manusia memanfaatkannya kedalam kehidupannya. Sekarang ini pencemaran udara merupakan masalah kesehatan lingkungan utama di dunia khususnya di negara-negara sedang berkembang baik udara dalam ruangan maupun ambien perkotaan dan pedesaan (WHO 1977).

Pengertian kualitas udara dalam ruangan berbeda menurut disiplin ilmu yang berbeda. Menurut Brown (1994) kualitas udara dalam ruang diartikan sebagai sejumlah karakteristik udara dalam ruang yang dapat mempengaruhi kesehatan dan kesejahteraan seseorang. Kualitas udara dalam ruangan (*Indoor Air Quality*) merupakan istilah yang digunakan untuk menyatakan pengaruh baik atau buruk kualitas udara dalam ruangan terhadap pekerja. Kualitas udara dalam ruangan dikatakan baik jika di ruangan tersebut tidak terdapat gas ataupun partikel-partikel lain yang tidak diinginkan pada konsentrasi tertentu yang dapat menyebabkan dampak yang merugikan pada kesehatan (Nasri, dkk, 1998). Definisi dari kualitas udara yang baik menurut EPA (*Environment Protection Agency of American*) adalah adanya masukan dan distribusi ventilasi udara yang cukup, pengendalian kontaminan udara dan menjaga temperatur dan kelembaban relatif yang dapat diterima. Kualitas udara dikatakan buruk ketika ditemukan adanya zat-zat pencemar dalam udara yang kita hirup.

Disamping itu pencemaran udara dapat digolongkan dalam tiga kategori, yaitu pergesekan permukaan, penguapan dan pembakaran. Pencemaran akibat pergesekan permukaan, penyebab utama pencemaran partikel padat di udara dan ukurannya dapat bermacam-macam, misal penggergajian dan pengeboran. Penguapan merupakan perubahan fase cair menjadi gas seperti perekat, sedangkan pembakaran merupakan reaksi kimia yang berjalan cepat dan membebaskan energi, cahaya dan panas. Pembakaran tidak sempurna dapat menghasilkan bahan pencemar, misalnya karbon monoksida (Sastrawijaya, 2000: 168-170).

Menurut Chamber (1976) dan Master (1991), yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah bertambahnya bahan atau substrat fisik atau kimia ke dalam lingkungan udara normal yang mencapai sejumlah tertentu, sehingga dapat dideteksi oleh manusia (atau dapat dihitung dan diukur) serta dapat memberikan efek pada manusia, binatang, vegetasi dan material. Menurut UU No 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan atau aktivitas manusia atau proses alam sehingga kualitas lingkungan turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi kurang atau tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya.

WHO dalam buku *Indoor Air Quality Handbook 2000*, mencatat bahwa masalah kualitas udara dalam ruangan umumnya disebabkan oleh beberapa hal diantaranya;

- a. Ventilasi udara yang kurang memadai (52 %)
- b. Adanya sumber kontaminan di dalam ruangan (16 %)
- c. Kontaminan dari luar ruangan (10 %)
- d. Mikroba (5 %)
- e. Bahan material bangunan (4 %)
- f. Dll (13 %)

Disamping itu kualitas udara dalam ruangan dapat ditinjau dari beberapa hal antara lain

- a. Parameter fisik (temperatur, kelembaban relatif, pergerakan udara, pencahayaan dan kebisingan)
- b. Faktor kimia
- c. Radon dan produk peluruhannya
- d. Mikrobiologi (virus, jamur, dll)

Pengertian udara dalam ruang atau *indoor air* menurut NHMRC (*National Health Medical Research Council*) adalah udara yang berada di dalam suatu ruang gedung yang ditempati oleh sekelompok orang yang memiliki tingkat kesehatan yang berbeda-beda selama minimal satu jam. Ruang gedung yang dimaksud dalam pengertian ini meliputi rumah, sekolah, restoran, gedung untuk umum, hotel, rumah sakit dan perkantoran. Pada dasarnya ada tiga syarat utama yang berhubungan dengan kualitas udara dalam suatu ruang atau *indoor air quality* adalah:

- a. level suhu atau panas dalam suatu ruang atau gedung masih dalam batas-batas yang dapat diterima
- b. gas-gas hasil proses pernafasan dalam konsentrasi normal
- c. kontaminan atau bahan-bahan pencemar udara berada dibawah level ambang bau dan kesehatan (Idham, 2003: 37).

Hasil pemeriksaan *The National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)*, menyebutkan ada 5 sumber pencemaran di dalam ruangan (Aditama, 2002) antara lain;

- a. Pencemaran dari benda di dalam gedung seperti asap rokok, pestisida, bahan-bahan pembersih ruangan.
- b. Pencemaran di luar gedung meliputi masuknya gas buangan kendaraan bermotor, gas dari cerobong asap atau dapur yang terletak di dekat gedung, dimana kesemuanya dapat terjadi akibat penempatan lokasi lubang udara yang tidak tepat.
- c. Pencemaran akibat bahan bangunan meliputi pencemaran, lem, asbes, *fiber glass* dan bahan-bahan lain yang merupakan komponen pembentuk gedung tersebut.
- d. Pencemaran akibat mikroba dapat berupa bakteri, jamur, protozoa dan produk mikroba lainnya yang dapat ditemukan di saluran udara dan alat pendingin beserta seluruh sistemnya.
- e. Gangguan ventilasi udara berupa kurangnya udara segar yang masuk serta buruknya distribusi udara dan kurangnya perawatan sistem ventilasi udara.

Bahan pencemar udara atau polutan dibagi menjadi dua, polutan primer dan polutan sekunder. Polutan primer merupakan polutan yang dikeluarkan langsung dari sumber tertentu dan dapat berupa polutan gas, seperti senyawa karbon, sulfur, nitrogen dan lain-lain serta berupa partikel yang mempunyai karakteristik yang spesifik, dapat berupa zat padat maupun suspensi aerosol cair di atmosfer misalnya asap (*smog*), sedangkan polutan sekunder biasanya terjadi akibat reaksi dari dua atau lebih bahan kimia di udara, misalnya reaksi fotokimia (Mukono, 2000).

2.2. Efek Pencemaran Udara Dalam Ruangan

Secara umum efek pencemaran udara terhadap individu atau manusia dapat berupa sakit baik akut maupun kronis, mengganggu fungsi fisiologi (paru, syaraf, transport oksigen, hemoglobin), iritasi sensorik, kemunduran penampilan dan rasa tidak nyaman. Efek terhadap saluran pernafasan antara lain iritasi pada

saluran pernafasan yang dapat menyebabkan pergerakan silia menjadi lambat sehingga tidak dapat membersihkan saluran pernafasan, peningkatan produksi lendir akibat iritasi oleh bahan pencemar, rusaknya sel pembunuh bakteri di saluran pernafasaan, membengkaknya saluran pernafasan dan merangsang pertumbuhan sel. Akibat dari semua hal tersebut akan menyebabkan terjadinya kesulitan bernafas, sehingga benda asing termasuk bakteri atau mikroorganisme lain tidak dapat dikeluarkan dari saluran pernafasan dan akibatnya memudahkan terjadinya infeksi saluran pernafasan (Mukono, 2000: 17).

Polutan udara dapat menjadi sumber penyakit virus, bakteri dan beberapa jenis cacing. Dampak yang diakibatkan oleh polutan udara yang buruk dapat mengakibatkan seseorang menjadi alergi yang selanjutnya menjadi pintu masuk bagi bakteri yang dapat berpotensi terjadinya infeksi (Pratudva Sunu, 2001: 49). Gangguan-gangguan tidak spesifik tetapi khas yang diderita individu atau manusia selama berada di dalam gedung tertentu dikenal dengan istilah *Sick Building Syndrome* (SBS).

2.3. Sick Building Syndrome (SBS)

Kualitas udara di dalam ruangan mempengaruhi kenyamanan lingkungan ruang kerja. Kualitas udara yang buruk akan membawa dampak negatif terhadap pekerja/karyawan berupa keluhan gangguan kesehatan seperti *Sick Building Syndrome* (SBS). Istilah *Sick Building Syndrome* (SBS) pertama kali dikenalkan oleh para ahli di negara Skandinavia di awal tahun 1980-an. Istilah SBS dikenal juga dengan TBS (*Tight Building Syndrome*) atau *Nonspecific building-related symptoms* (BRS), karena sindrom ini umumnya dijumpai dalam ruangan gedung-gedung pencakar langit.

Sick Building Syndrome (SBS) yaitu kumpulan gejala yang disebabkan terutama oleh buruknya kualitas udara ruangan; ditandai dengan keluhan-keluhan mata pedih, merah, berair, kepala pusing, batuk, pilek, hidung tersumbat, bersin-bersin, rongga mulut sakit, rongga mulut kering, badan panas dingin, mual, tidak nafsu makan, lesu, kelelahan, pegal-pegal anggota tubuh dan kulit gatal. SBS berkaitan dengan lingkungan khususnya kualitas udara di dalam gedung.

Menurut Prof Dr Mukono (2008) dampak pencemaran udara dalam ruangan terhadap tubuh terutama pada daerah tubuh atau organ tubuh yang kontak langsung dengan udara meliputi organ sebagai berikut :

- a. Iritasi selaput lendir : iritasi mata, mata pedih, mata merah, mata berair.
- b. Iritasi hidung, bersin, gatal : iritasi tenggorokan, sakit menelan, gatal, batuk kering.
- c. Gangguan neurotoksik : sakit kepala, lemah/capai, mudah tersinggung, sulit berkonsentrasi.
- d. Gangguan paru dan pernafasan : batuk, nafas berbunyi, sesak nafas, rasa berat di dada.
- e. Gangguan kulit : kulit kering, kulit gatal.
- f. Gangguan saluran cerna : diare/menceret.
- g. Lain-lain: gangguan perilaku, gangguan saluran kencing, sulit belajar.

Keluhan tersebut biasanya tidak terlalu parah dan tidak menimbulkan kecacatan tetap, tetapi jelas terasa amat mengganggu tidak menyenangkan dan bahkan mengakibatkan menurunnya produktivitas kerja para pekerja.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas udara yang tidak memenuhi syarat menyebabkan biaya tinggi yang meliputi biaya pemeliharaan kesehatan langsung, kerusakan bahan dan biaya kehilangan produksi. Ketidaknyamanan atau gangguan kesehatan yang disebabkan karena kualitas udara dalam kenyataan dilapangan menunjukkan bahwa akibat ketidaknyamanan, gangguan kesehatan dan kecelakaan tidak saja memperlambat pelayanan atau kesehatan waktu produksi, tetapi juga dapat mengurangi kepercayaan pelanggan.

Dalam Undang-undang No.3 tahun 1969 tentang persetujuan konvensi ILO No.120 mengenai *hygiene* dalam perniagaan dan perkantoran, secara garis besar mengatur perlindungan dan penyediaan fasilitas kerja. Dalam konvensi tersebut secara tegas ditetapkan bahwa setiap tempat kerja harus mempunyai ventilasi, penerangan dan alat kerja yang cukup dan sesuai serta kebisingan, getaran dan pencemaran udara harus dikendalikan sampai batas-batas yang dapat diterima. Lebih lanjut Undang-undang No.1 1970 tentang keselamatan kerja menetapkan syarat-syarat keselamatan dan kesehatan tempat kerja sebagai upaya perlindungan terhadap tenaga kerja. Untuk mencegah terjadinya ketidaknyamanan

dan gangguan kesehatan, maka perlu dilakukan identifikasi, penilaian dan pengendalian terhadap faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi lingkungan kerja, baik faktor fisik maupun faktor kimia.

Banyak bahan-bahan yang telah diketahui menyebabkan buruknya kualitas udara dalam ruangan. Masalah menjadi kompleks semenjak manusia menggunakan peralatan kantor yang serba canggih dan modern, seperti mesin fotokopi, mesin cetak dan AC yang dapat menjadi alat pencemar jika tidak dipelihara dengan baik akan mengakibatkan kualitas udara buruk sehingga menimbulkan gangguan kesehatan. Salah satu fenomena gangguan kesehatan yang berkaitan dengan kualitas udara adalah *sick building syndrome* (SBS). SBS merupakan penyakit akibat polusi diruangan tertutup yang mengganggu saluran pernafasan.

2.4. Parameter Fisik

2.4.1. Temperatur

Salah satu sumber panas di dalam ruangan adalah berasal dari tubuh. Panas diproduksi oleh tubuh sebagai bagian proses biokimia yang berhubungan dengan pembentukan jaringan, konversi energi dan kerja otot. Panas yang dihasilkan dari dalam tubuh sebagai hasil dari proses metabolisme dapat dibagi menjadi 2 yaitu metabolisme basal misalnya proses-proses otomatis seperti denyut dan metabolisme maskular seperti mengontrol kinerja otot (Fardiaz, 2002). Dari total energi yang dihasilkan oleh tubuh hanya sekitar 20% saja yang dipergunakan dan sisanya akan dibuang ke lingkungan tempat kita berada (Arismunandar dan Saito. 2002). Temperatur sangat berperan dalam kenyamanan bekerja. Menurut ASHRAE 62, 1999 untuk kenyamanan dalam bekerja, lingkungan kerja disarankan mempunyai suhu kering sekitar 22,8°C - 26,1°C.

2.4.2. Kelembaban Relatif

Air bukan merupakan polutan, tetapi uap air merupakan pelarut untuk berbagai polutan dan dapat mempengaruhi konsentrasi polutan di udara. Uap air dapat menumbuhkan dan mempertahankan mikro organisme di udara dan juga dapat melepaskan senyawa-senyawa mudah menguap yang berasal dari bahan

bangunan seperti *formaldehyde*, amoniak dan senyawa lain yang mudah menguap. (Fardiaz, 1992).

Dalam ruangan kerja, sekitar 25% dari panas tubuh diemisikan oleh transpirasi. Sebagai temperatur ambien dan meningkatnya aktivitas metabolisme, transpirasi yang hilang meningkat 50%-80% dari total emisi tubuh. Kehilangan panas karena transpirasi ditandai dengan tingginya kelembaban relatif (Arismunandar dan Saito, 2002). Kelembaban relatif udara yang relatif rendah yaitu kurang dari 20% dapat menyebabkan kekeringan selaput lendir. Sedangkan kelembaban relatif yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikro organisme dan pelepasan *formaldehyde* dari material bangunan (Molhave, 1990). Negara Indonesia mempunyai kelembaban relatif antara 55% - 95%. Standar kelembaban relatif pada ruang kerja adalah 40% - 60%.

2.4.3. Pergerakan Udara

Untuk mencapai kenyamanan, kesehatan dan kesegaran hidup dalam ruangan percetakan, diperlukan usaha untuk mendapatkan udara segar baik udara segar dari alam dan aliran udara buatan. Kecepatan aliran udara mempengaruhi gerakan udara dan pergantian udara dalam ruang. Kecepatan udara yang nyaman adalah sekitar 0,15 m/det sampai dengan 1,5 m/det. Menurut Keputusan Menkes No.1405, 2002 kecepatan aliran udara yang normal adalah 0,15 m/det - 0,25 m/det. Kecepatan aliran udara kurang dari 0,1 m/det atau lebih rendah menjadikan ruangan tidak nyaman karena tidak ada pergerakan udara. Sebaliknya kecepatan udara terlalu tinggi akan menyebabkan kebisingan di dalam ruangan (Arismunandar dan Saito, 2002).

Ruangan percetakan UT tidak memiliki jendela akibatnya suhu udara dalam ruangan cukup panas, maka diperlukan suatu cara untuk mendapatkan kenyamanan dengan menggunakan alat penyegaran/pengkondisian udara (*air condition*). Pengkondisian udara adalah perlakuan terhadap udara untuk mengatur suhu, kelembaban relatif, kebersihan dan pendistribusiannya secara serentak guna mencapai kondisi nyaman yang diperlukan oleh orang yang berada di dalam suatu ruangan. Atau dapat didefinisikan suatu proses mendinginkan udara sehingga

mencapai temperatur dan kelembaban relatif yang ideal. Sistem pengkondisian udara pada umumnya dibagi menjadi 2 golongan utama :

1. Pengkondisian udara untuk kenyamanan kerja
2. Pengkondisian udara untuk industri/percetakan

Sistem pengkondisian udara untuk industri/percetakan dirancang untuk memperoleh suhu, kelembaban relatif dan distribusi udara yang sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh proses serta peralatan yang dipergunakan di dalam ruangan. Dengan adanya pengkondisian udara ini, diharapkan udara menjadi segar sehingga karyawan dapat bekerja lebih nyaman dan bekerja lebih baik dan produktif. WHO memberikan rekomendasi tentang kecepatan gerakan udara dan kelembaban relatif yang harus disesuaikan dengan kondisi suhu udara setempat untuk mendapatkan udara yang nyaman pada Tabel. 2.2

Tabel.2.2.Kecepatan udara yang direkomendasikan oleh WHO dalam ruangan

SUHU		Kelembaban Relatif	KECEPATAN	
Suhu Kering °C	Suhu Basah °C		Minimum m/det	Maksimum /m/det
21	19	80	0,15	0,30
24	16	40	0,15	0,30
24	18	60	0,25	0,40
24	21	80	0,25	0,50
27	16	30	0,25	0,50
27	19	50	0,40	0,50
27	23	75	0,50	0,80
29	16	25	0,40	0,80
29	19	45	0,50	0,80
29	23	65	0,80	0,80
32	17	29	0,50	0,80
32	22	40	0,80	0,80
32	26	60	1,00	1,00

Sumber: Suharyo Widagdo, PTRKN BATAN

2.4.4. Pencahayaan

Cahaya merupakan pancaran gelombang elektromagnetik yang melayang melewati udara. Iluminasi merupakan jumlah atau kuantitas cahaya yang jatuh ke suatu permukaan. Apabila sebuah ruang kerja tingkat iluminasinya tidak memenuhi syarat maka dapat menyebabkan kelelahan mata, sehingga dapat

menimbulkan terjadinya kesalahan dalam melakukan pekerjaan serta kelelahan pada indra mata yang terus menerus dapat mengakibatkan gangguan kesehatan pada mata.

2.4.5. Kebisingan

Kebisingan adalah energi berbentuk getaran yang bergerak dari satu titik dan merambat pada media udara. Suara-suara yang tidak atau kurang dikehendaki dan dapat mengganggu atau membahayakan kesehatan. Namun secara batasan tingkat kebisingan di ruang kerja maksimal 85 dBA(SK Menkes,2002).

2.4.6. Radioaktif

Salah satu unsur yang diemisikan oleh material yang ada di dalam dan di sekitar gedung adalah Radon. Radon adalah gas yang dikeluarkan sebagai bagian peluruhan radioaktif dari uranium dan thorium. Radon itu sendiri meluruh dengan cepat, mengeluarkan partikel alfa dan menghasilkan elemen turunan ketika meluruh. Radon dapat masuk melalui lantai, batu bata dan tertahan dalam ruangan.

2.5. Faktor Kimia

Jenis-jenis pencemar yang termasuk parameter kimia adalah partikulat; *asbestos*, *fibber glass*, debu cat, debu kertas; debu bangunan atau konstruksi; produk-produk pernapasan, seperti uap air, karbon dioksida; gas-gas produk pembakaran seperti CO, NO₂; poliaromatik hidrokarbon; ozon (sumber dari fotokopi, lampu UV, printer laser, ioniser); *Volatile Organic Compound*; ETS(*Environmental Tobacco Smoke*);

2.5.1. Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida merupakan gas beracun yang tidak berbau dan tidak berwarna. Oleh karena tidak mungkin untuk melihat, merasakan dan mencium uap asap CO, karbon monoksida dapat membunuh sebelum kita menyadari keberadaannya disekitar kita (EPA). Karbon monoksida dibentuk dari hasil

pembakaran material yang tersusun dari karbon (lebih banyak berbentuk bahan bakar fosil) (*FASTS Occasional Paper Series, 2002*).

Karbon monoksida merupakan salah satu kontaminan yang berasal dari aktivitas pembakaran yang dipancarkan secara langsung ke dalam lingkungan di dalam ruangan. Sumber karbon monoksida dari dalam ruangan bersumber dari pemanas dari gas dan minyak tanah yang tidak berlobang, kebocoran pada cerobong asap dan tungku (Pudjiastuti, 1996).

1. Kompor gas, oven dan peralatan memasak yang tidak mempunyai cerobong asap
2. Pemanas ruangan kayu tanpa cerobong asap
3. Kompor kayu, batu bara atau minyak tanah
4. Pembakaran tembakau: pembakaran tembakau menunjukkan sebab sumber penting dari kontaminan udara dalam ruangan.

Selain itu menurut *FASTS Occasional Paper Series, 2002* Karbon monoksida juga berasal dari kendaraan bermotor yang diparkir di bawah tanah atau parkir tertutup dimana asap dari parkir mobil tersebut bisa masuk ke celah bangunan dan melalui sistem ventilasi. Pada rumah tinggal, asap kendaraan bermotor dari garasi masuk ke dalam tempat tinggal melalui pintu dalam.

Pada konsentrasi rendah, karbon monoksida dapat menyebabkan kelelahan pada orang sehat dan sakit dada pada orang dengan penyakit jantung. Pada konsentrasi yang lebih tinggi dapat menyebabkan penglihatan dan koordinasi melemah: sakit kepala, penat, pusing, mual. Pengaruh yang fatal dapat terjadi dalam konsentrasi yang tinggi. Efek akut yang kaitannya dengan pembentukan karboksi hemoglobin dalam darah yang akan menghambat masuknya oksigen. Dalam konsentrasi sedang dapat mempengaruhi penglihatan yang lemah dan mengurangi konsentrasi otak (Pudjiastuti). Karbon monoksida berikatan dengan hemoglobin dan mengurangi kapasitas pengangkutan oksigen oleh darah. (*FASTS Occasional Paper Series, 2002*).

Pada konsentrasi yang rendah gejala yang muncul adalah sakit kepala dan kurang konsentrasi. Fakta-fakta yang ada sekarang bahkan menunjukkan bahwa CO sangat berisiko untuk orang dengan sakit jantung walaupun pada konsentrasi yang rendah. Standar *National Environment Protection Measures*

(NEPMs) ambien untuk karbon monoksida adalah 9 ppm rata-rata dalam 8 jam. WHO juga mempublikasikan sasaran batas untuk rata-rata waktu yang lain termasuk sasaran 1 jam adalah 25 ppm (*FASTS Occasional Paper Series*,2002).

2.5.2. Karbon Dioksida (CO₂)

Kandungan karbon dioksida di udara segar bervariasi antara 0,03-0,06% (300-600 ppm) bergantung pada lokasi. Menurut Otoritas Keselamatan Maritim Australia, "Paparan berkepanjangan terhadap konsentrasi karbon dioksida yang sedang dapat menyebabkan asidosis dan efek-efek merugikan pada metabolisme kalsium fosforus yang menyebabkan peningkatan endapan kalsium pada jaringan lunak. Karbon dioksida beracun kepada jantung dan menyebabkan menurunnya gaya kontraktile. Pada konsentrasi tiga persen berdasarkan volume di udara, ia bersifat narkotik ringan dan menyebabkan peningkatan tekanan darah dan denyut nadi, dan menyebabkan penurunan daya dengar. Pada konsentrasi sekitar lima persen berdasarkan volume, ia menyebabkan stimulasi pusat pernapasan, pusing-pusing, kebingungan, dan kesulitan pernapasan yang diikuti sakit kepala dan sesak napas. Pada konsentrasi delapan persen, ia menyebabkan sakit kepala, keringatan, penglihatan buram, tremor, dan kehilangan kesadaran setelah paparan selama lima sampai sepuluh menit. Oleh karena bahaya kesehatan yang diasosiasikan dengan paparan karbon dioksida.

Administrasi Kesehatan dan Keselamatan Kerja Amerika Serikat menyatakan bahwa paparan rata-rata untuk orang dewasa yang sehat selama waktu kerja 8 jam sehari tidak boleh melebihi 5.000 ppm (0,5%). Batas aman maksimum untuk balita, anak-anak, orang tua, dan individu dengan masalah kesehatan kardiopulmonari (jantung dan paru-paru) secara signifikan lebih kecil. Untuk paparan dalam jangka waktu pendek (di bawah 10 menit), batasan dari Institut Nasional untuk Kesehatan dan Keamanan Kerja Amerika Serikat (NIOSH) adalah 30.000 ppm (3%). NIOSH juga menyatakan bahwa konsentrasi karbon dioksida yang melebihi 4% adalah langsung berbahaya bagi keselamatan jiwa dan kesehatan.

2.5.3. Nitrogen Dioksida (NO₂)

Nitrogen dioksida dibentuk sebagai hasil pembakaran melalui proses di atmosfer (*FASTS Occasional Paper Series*, 2002). Sumber dalam ruangan yang potensial memproduksi NO₂ adalah pemanas dan peralatan masak, pemanas dari minyak tanah dan asap rokok. (*FASTS Occasional Paper Series*, 2002). Pengaruh-pengaruh yang ditimbulkan dari NO₂ adalah dapat mengiritasi paru-paru dan menekan sistem imunitas tubuh. Dalam konsentrasi yang tinggi, NO₂ dapat menyebabkan pembengkakan yang parah pada paru-paru. Pada konsentrasi yang rendah, gejala yang dapat memperburuk kondisi asma dan penyakit pernapasan lainnya. Penelitian epidemiologis di Australia menemukan bahwa ada hubungan yang signifikan antara pajanan NO₂ dengan akibat kesehatan yang merugikan, termasuk peningkatan jumlah penderita asma dan penyakit jantung pada anak-anak di rumah sakit. Standar udara ambien dari NEMs adalah 0,12 ppm (rata-rata satu jam). Tidak ada batasan NHMRC tetapi 0,3 ppm selalu diawasi. (*FASTS Occasional Paper Series*, 2002).

2.5.4. Sulfur Dioksida (SO₂)

Sulfur dioksida merupakan pencemar yang paling umum, terutama ditimbulkan akibat pembakaran bahan bakar fosil, yang mengandung sulfur tinggi dalam bentuk sulfur organik dan inorganik. Pembakaran bahan bakar fosil akan menghasilkan kira-kira 30 bagian sulfur dioksida untuk setiap bagian sulfur trioksida. Oksida-oksida sulfur biasanya terdiri atas sulfur dioksida, sulfur trioksida, asam sulfit dan sulfat. Sulfur dioksida merupakan bagian yang paling dominan, sehingga oksida-oksida sulfur biasanya diukur sebagai sulfur dioksida.

Aktivitas yang mempengaruhi oksida-oksida sulfur diantaranya adalah sektor perminyakan. Sektor perminyakan akan banyak banyak mengemisikan oksida-oksida sulfur, baik pada subsistem hulu maupun hilirnya 'flare' pengolahan minyak dan geothermal, misalnya adalah aktivitas perminyakan yang sangat berarti dalam emisi oksida-oksida sulfur ke atmosfer.

Pengaruh pencemaran akibat oksida-oksida sulfur adalah meningkatnya tingkat morbiditas, insidensi penyakit pernapasan, seperti bronchitis, emphysema dan penurunan kesehatan umum. Oksida-oksida sulfur juga akan menimbulkan

kerugian material, akibat pengkaratan logam, penurunan panen, dan sebagainya. Efek sinergistik dengan partikulat, ozon dan oksida-oksida nitrogen menimbulkan kerugian kesehatan dan material yang lebih besar lagi. Misalnya konsentrasi SO_2 0,04 ppm dengan partikulat $169 \mu\text{g}/\text{m}^3$ menimbulkan peningkatan yang tinggi dalam kematian akibat bronchitis dan kanker paru-paru. Berdasarkan hasil penelitian Bethel *et al* (1985) nilai ambang batas untuk SO_2 adalah 0,25 ppm.

2.5.5. Ozon (O_3)

Ozon di muka bumi terbentuk oleh sinar ultraviolet yang menguraikan molekul O_3 membentuk unsur oksigen. Unsur oksigen ini bergabung dengan molekul yang tidak terurai dan membentuk O_3 . Kadangkala unsur oksigen akan bergabung dengan N_2 untuk membentuk nitrogen oksida yang apabila bercampur dengan cahaya mampu membentuk ozon. Ozon adalah suatu bentuk dari oksigen (O_2) yang tidak stabil, dimana bisa terbentuk selama proses foto kopi. Ozon dihasilkan dari pengoperasian alat listrik dengan tegangan (voltase) tinggi, seperti mesin foto kopi, peralatan x-ray dan las listrik yang menggunakan arc.

Ozon dipercayai sebagai bahan beracun dan bahan pencemar biasa. Ozon mempunyai bau yang tajam, menusuk hidung. Ozon juga terbentuk pada kadar rendah dalam udara akibat arus listrik seperti kilat, dan oleh tenaga tinggi seperti radiasi elektromagnetik. NIOSH merekomendasikan nilai ambang batasnya dibawah 5 ppm.

2.5.6. Debu

Salah satu bentuk pencemaran udara pajanan debu secara berlebihan dan berlangsung lama. Polutan debu masuk ke dalam tubuh manusia terutama melalui pernafasan, oleh karena itu pengaruh yang merugikan langsung terutama terjadi pada sistem saluran pernafasan. Faktor yang paling berpengaruh adalah ukuran partikel, karena ukuran ini menentukan seberapa jauh penetrasi ke dalam sistem pernafasan (Fardiaz,1992). Debu adalah salah satu partikel yang berbahaya bagi manusia karena mempunyai kemampuan untuk merusak paru-paru. Menurut Price

dan Wilson (1995) partikel debu dapat atau tidak menimbulkan penyakit tergantung dari ukuran partikel, konsentrasi dan lamanya pajanan serta sifat debu.

Debu yang berdiameter 0,5 sampai 2,5 mikron meter disebut dengan debu *respirable* yang dapat mengendap di bronkiolus dan alveoli, serta dapat mengakibatkan pneumokonois (Faridawati,1995). Ukuran partikel debu yang membahayakan kesehatan umumnya diameternya berkisar antara 0,1 mikron sampai dengan 10 mikron. Partikel debu tersebut akan berada di udara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang dan dapat masuk kedalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan (Depkes RI, 1998).

Secara umum kadar partikel yang berlebihan dapat menyebabkan reaksi alergi seperti mata kering, problem kontak lensa mata, iritasi hidung, tenggorokan dan kulit, batuk-batuk dan sesak nafas. WHO (1976) menetapkan rerata kadar debu dalam setahun adalah $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan kadar maksimum 24 jam adalah $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. NHMRC (1985) menetapkan rerata kadar dalam setahun adalah $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan SAA (1980) menetapkan rerata kadar dalam setahun adalah $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan kadar maksimum 24 jam adalah $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Partikel debu yang dapat masuk ke dalam pernafasan manusia adalah yang berukuran 0,1 μm sampai dengan 10 μm dan berada di udara sebagai *suspended particulate matter* (partikulat melayang dengan ukuran $< 10 \mu\text{m}$ yang juga dikenal dengan PM_{10}). Ukuran partikel debu yang lebih besar dan sama dengan 10 μm akan lebih cepat mengendap ke permukaan, sehingga kesempatan terjadinya pemajanan pada manusia menjadi kecil dan jika terjadi pemajanan partikulat akan tertahan oleh saluran pernafasan bagian atas.

Debu yang dapat dihirup oleh manusia disebut debu *inhale* dengan diameter kecil dari 10 μm dan berbahaya bagi saluran pernafasan karena mempunyai kemampuan merusak paru-paru. Sebagian debu yang masuk ke saluran pernafasan berukuran kecil dari 5 μm akan sampai ke alveoli. Kerusakan yang terjadi pada paru sangat tergantung pada ukuran debu, seperti yang disebutkan oleh Waldboth (1973) yaitu ukuran:

- | | |
|--------------------------------------|--|
| 5 μm – <10 μm | : akan ditahan oleh saluran pernafasan bagian atas |
| 3 μm – <5 μm | : akan ditahan oleh saluran pernafasan bagian tengah |
| 1 μm – <3 μm | : dipermukaan alveoli |
| 0,5 μm – <1 μm | : melayang dipermukaan alveoli |

Himpunan Peraturan di Bidang Dampak Lingkungan dengan Lampiran Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999, menyatakan untuk ukuran debu $< 2,5 \mu\text{m}$ nilai ambang batasnya sebesar $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk pengukuran 24 jam dan $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ untuk pengukuran 1 jam.

2.5.7. *Volatile Organic Compounds (VOCs)*

VOCs adalah bahan kimia bisa berbentuk gas yang tidak berwarna dengan bau yang menyengat, dan mudah menguap. Kehadirannya bisa meningkatkan suhu dan kelembaban relatif. VOCs banyak digunakan dalam gedung seperti pulitur mebel, pembersih ruangan, perekat dan pelarut. VOCs dapat memberikan kontribusi untuk gejala *Sick Building Syndrome*. Dalam ruang tertutup VOCs dapat menyebabkan iritasi mata, hidung dan tenggorokan, pusing, sakit kepala dan gangguan penglihatan, dan beberapa yang diketahui dicurigai menyebabkan kanker. Berdasarkan EPA nilai ambang batas untuk VOCs adalah sebesar $0,20 \text{ mg}/\text{m}^3$.

2.5.8. *Environmental Tobacco Smoke (ETS)*

Environmental Tobacco Smoke (ETS) berasal dari asap yang dipancarkan dari ujung pembakaran rokok, cerutu, dan asap yang keluar dari mulut perokok. Menghirup ETS ambien umumnya disebut sebagai perokok pasif. ETS berisi campuran gas dan partikel iritasi tar karsinogenik yang diakibatkan oleh tembakau yang tidak terbakar sempurna. Kontaminan lainnya diberikan termasuk belerang dioksida, amonia, oksida nitrogen, vinil klorida, hidrogen sianida, formaldehid, radio nuklida, benzena dan arsen. Sebatang rokok yang menyala memberi dari sekitar 4.700 senyawa kimia. EPA memperkirakan bahwa 467.000 ton tembakau yang dibakar dalam ruangan setiap tahunnya. Nikotin dan tar partikel juga telah diidentifikasi sebagai bahan kimia yang paling tepat berdampak pada kesehatan. Berdasarkan badan perlindungan dunia berkesimpulan bahwa perokok pasif secara signifikan meningkatkan risiko kanker paru-paru pada orang dewasa. Baru-baru ini asap tembakau telah diklasifikasikan sebagai karsinogen oleh Badan Internasional untuk Penelitian Kanker (IARC).

2.6. Mikrobiologi (virus, bakteri dan jamur)

Jamur dapat tumbuh dimana saja pada udara lembab, terutama menggunakan material yang bermacam-macam seperti kayu, cat dan sekat-sekat sebagai sumber karbon. Jamur mengeluarkan spora dan partikel mycelial ke udara sebagai bagian proses reproduksi mereka atau ketika mereka mati. Baik spora dan partikel mycelia mengandung racun yang dipercaya dapat menyebabkan kesakitan jika terhirup.

2.7. Sumber lainnya :

1. Kejadian kecelakaan seperti tumpahan air atau cairan lainnya, mikroba yang tumbuh karena banjir atau kebocoran pada saluran pipa pembuangan air, dll.
2. Area khusus dan penggunaan bangunan bercampuran seperti ruang khusus merokok, laboratorium, ruangan cetak/print, ruang latihan, salon kecantikan dan area penyediaan makanan.
3. Aktivitas perbaikan atau dekorasi ulang ruangan akan menimbulkan emisi dari perabotan baru, debu dan serat dari pembongkaran, bau, VOCs dan senyawa anorganik dari cat, kapur dan perekat, mikroba yang keluar dari pembongkaran.

2.8. Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri

Pemerintah melalui Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 telah mengatur persyaratan kesehatan lingkungan bagi lingkungan kerja kantor dan industri. Persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri yang diatur meliputi: persyaratan air, udara, limbah, pencahayaan, kebisingan, getaran, radiasi, vektor penyakit, persyaratan kesehatan lokasi, ruang dan bangunan, toilet dan instalasi. Dalam menjaga kualitas udara dalam ruangan, Kepmen tersebut telah memberikan standar parameter kimia, fisik dan biologi yang dapat memberikan kenyamanan terhadap pekerja. Adapun standar yang diatur sebagaimana dalam Kepmen 1405 adalah :

2.8.1. Suhu, Kelembaban Relatif dan Pencahayaan

- ❖ Suhu: 18-28°C
- ❖ Kelembaban relatif: 40 % - 60 %
- ❖ Pencahayaan minimal 300 lux untuk ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan/penyusun.

2.8.2. Kandungan Debu

Kandungan debu maksimal di dalam udara ruangan dalam pengukuran rata-rata 8 jam adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3 Kandungan Debu Maksimal di Udara

No	Jenis Debu	Konsentrasi Maksimal
1	Debu total	0,15 mg/m ³
2	Asbes bebas	5 serat/ml udara dengan panjang serat 5μ (mikron)

Sumber : Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002

2.8.3. Pertukaran Udara:

Pertukaran udara 0,283 m³/menit/orang dengan laju : 0,15-0,25 m/detik, dan untuk ruangan kerja yang tidak menggunakan pendingin harus memiliki lubang ventilasi minimal 15 % dari luas lantai dengan menerapkan sistim ventilasi silang.

2.8.4. Gas Pencemar:

Konsentrasi maksimal kandungan gas pencemar dalam ruang kerja, dalam rata-rata pengukuran 8 jam terlihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Konsentrasi Maksimal Kandungan Gas Pencemar

No	Parameter	Konsentrasi Maksimal	
		mg/m ³	ppm
1	Asam Sulfida(H ₂ S)	1	-
2	Amonia(NH ₃)	17	25
3	Karbon Monoksida(CO)	29	25
4	Nitrogen Dioksida(NO ₂)	5,60	3,0
5	Sulfur Dioksida(SO ₂)	5,2	2

Sumber : Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002

2.8.5. Mikrobiologi

- ❖ Angka kuman kurang dari 700 koloni/m³ udara
- ❖ Bebas kuman pathogen

2.9. Karakteristik Pekerja

Karakteristik pekerja yang berhubungan dengan SBS antara lain status kesehatan pekerja seperti alergi atau asma yang diderita pekerja yang bersangkutan, perilaku merokok, umur, jenis kelamin dan sebagainya. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh NIOSH 1980 study (Spengler 2000) menyatakan bahwa umur diatas 40 tahun yang berhubungan dengan peningkatan gejala SBS. Pada umumnya, umur berkaitan dengan daya tahan tubuh, semakin tua umur seseorang maka semakin menurun pula daya tahan tubuhnya (Apte et al., 2005). Menurut peneltian yang dilakukan oleh *Swedish Office Inness Project* (Sundell 1994). Dikatakan bahwa wanita memiliki risiko mengalami gejala SBS lebih besar yaitu sebanyak 35% dibandingkan dengan laki-laki yang hanya 21%. Selain itu, berdasarkan studi Swedish di pertengahan tahun 1990 ditemukan adanya peningkatan gejala-gejala SBS dengan *Environmental Tobacco Smoke* (ETS).

2.10. Faktor Psikososial atau Stress

Faktor psikososial, yang dapat berupa; kerja yang terpaksa/dipaksakan yang tidak sesuai dengan kemampuan, suasana kerja yang tidak menyenangkan, pikiran yang senantiasa tertekan terutama karena sikap atasan atau teman kerja yang tidak sesuai. Faktor psikososial atau stress juga ikut mempengaruhi terjadinya SBS pada seorang pekerja. Menurut survei EPA dan *Library of Congress*, ditemukan bahwa faktor psikologis seperti beban kerja yang tinggi dan ketidakpuasan dapat meningkatkan rata-rata gejala SBS (Wallace *et al*, 1991; Marmot *et al*, 1997).

Menurut Morgan dan King, “...as an internal state which can be caused by physical demands on the body (disease conditions, exercise, extremes of temperature, and the like) or by environmental and social situations which are evaluated as potentially harmful, uncontrollable, or exceeding our resources for coping” (Morgan & King, 1986: 321). Jadi stress adalah suatu keadaan yang bersifat internal, yang bisa disebabkan oleh tuntutan fisik (badan), atau lingkungan, dan situasi sosial, yang berpotensi merusak dan tidak terkontrol. Stress juga didefinisikan sebagai tanggapan atau proses internal atau eksternal yang mencapai tingkat ketegangan fisik dan psikologis sampai pada batas atau melebihi batas kemampuan, subyek (Cooper, 1994).

Banyak ahli mengemukakan mengenai penyebab stress kerja itu sendiri. Soewondo (1992) mengadakan penelitian dengan sampel 300 karyawan swasta di Jakarta, menemukan bahwa penyebab stres kerja terdiri atas 4 (empat) hal utama, yakni:

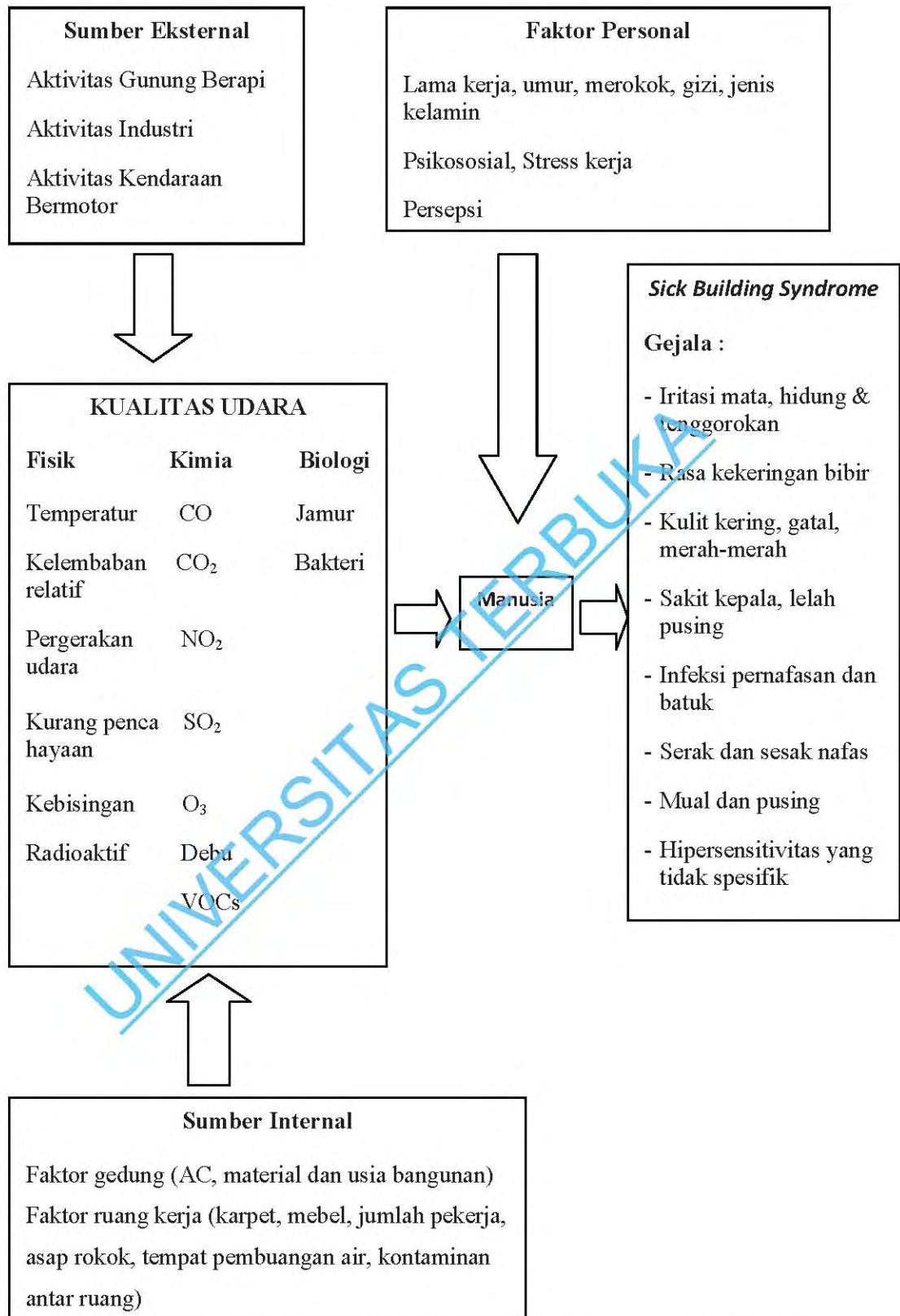
1. Kondisi dan situasi pekerjaan
2. Pekerjaannya
3. *Job requirement* seperti status pekerjaan dan karir yang tidak jelas
4. Hubungan interpersonal

BAB III KERANGKA TEORI DAN KERANGKA KONSEP

3.1. Kerangka Teori

Udara adalah kumpulan atau campuran gas. Udara disebut berkualitas buruk apabila sifat unsur-unsur pembentuknya membahayakan atau merusak kesehatan manusia. Berbagai faktor fisika dinamik dan kinetik udara akan menentukan kualitas udara di suatu daerah. Berbagai jenis kegiatan juga dapat mempengaruhi kualitas udara. Kegiatan dan sumber-sumber yang dapat mempengaruhi kualitas udara dibedakan menjadi dua yaitu bersumber dari alam dan bersumber dari aktivitas manusia. Bersumber dari alam contohnya adalah berasal dari gunung berapi, serbuk tepung sari, spora yang terbawa angin, kebakaran hutan, debu akibat erosi dan lain-lain. Bersumber dari aktivitas manusia seperti pembangunan industri-industri, lalu lintas kendaraan bermotor, kegiatan domestik dan lain-lain. Berdasarkan tempatnya udara dibagi menjadi dua yaitu udara di lingkungan atau yang sering disebut udara ambien dan udara yang berada dalam ruangan yang disebut udara dalam ruangan. Udara ambien dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti curah hujan, suhu udara, kelembaban relatif dan kecepatan angin. Sedangkan udara dalam ruangan selain dipengaruhi oleh udara ambien dari luar, udara dalam ruangan dipengaruhi juga oleh kualitas udara dalam ruangan dan merupakan masalah yang perlu mendapat perhatian karena akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia yang berada di ruangan tersebut.

Kualitas udara dalam ruangan dipengaruhi oleh aktivitas manusia yang berada dalam ruangan seperti merokok, memasak, penggunaan pestisida, bioaerosol sebagai pengharum ruangan, perabotan dalam ruangan tersebut, peralatan kantor (mesin foto kopi, printer laser). Selain itu kualitas udara dalam ruangan dapat berasal dari udara ambien seperti asap knalpot dari garasi atau tempat parkir, asap industri yang masuk ke dalam ruangan dan lain sebagainya (Maman S, 2009).



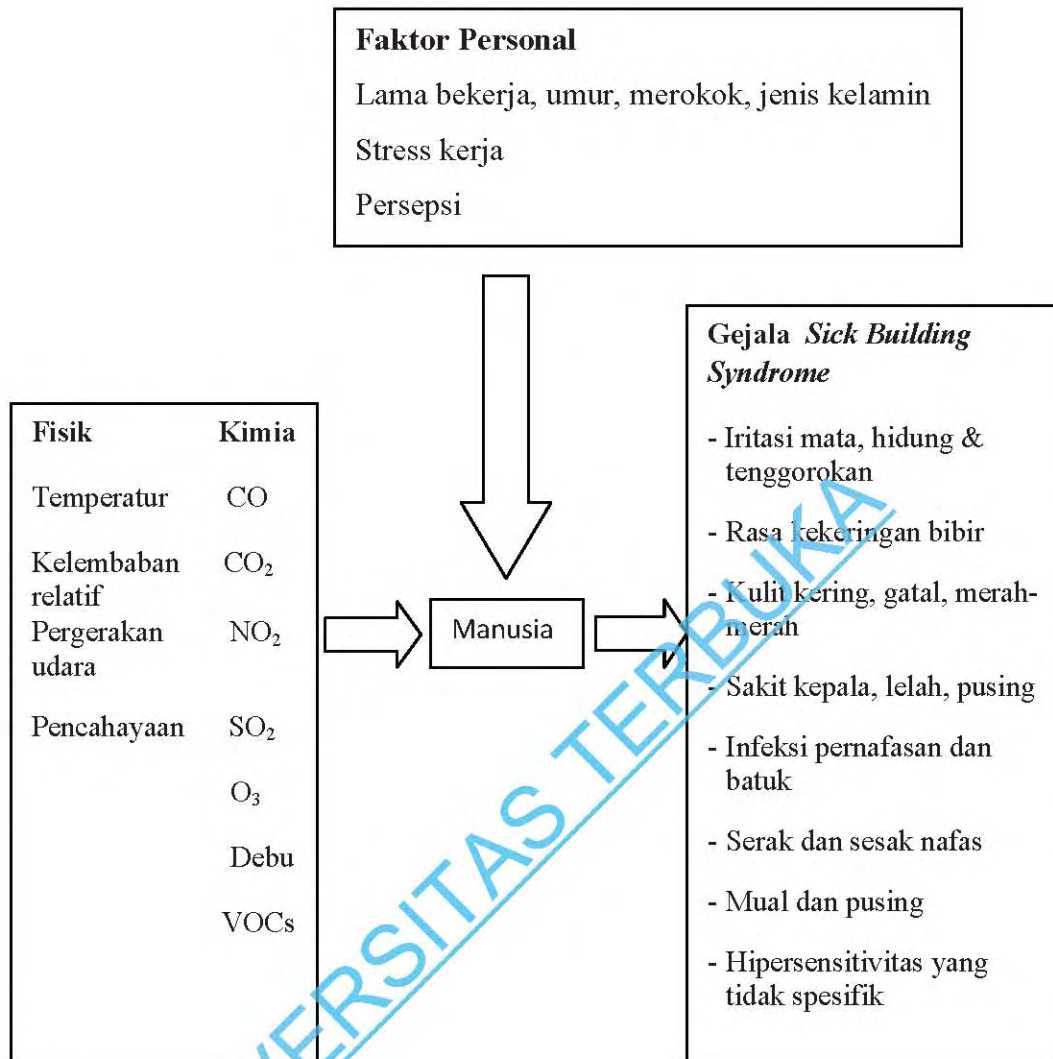
Gambar 3.1 Diagram Kerangka Teori Pencemaran Udara Dalam Ruang

3.2. Kerangka Konsep

Berdasarkan kerangka teori diatas yang merupakan gabungan dari berbagai teori, dapat dinyatakan bahwa pekerja yang berada dalam gedung selama waktu tertentu dapat mengalami gangguan kesehatan yang disebut *Sick Building Syndrome* (SBS). Penyebab gangguan ini multi faktor dan saling berkaitan. Salah satu faktor risiko yang terpenting adalah kualitas udara dalam ruangan bangunan suatu gedung bertingkat.

Kualitas udara dalam ruangan terdiri dari tiga parameter yaitu parameter fisik, kimia dan biologi. Pada penelitian ini, peneliti hanya membatasi variable independen yang diukur adalah parameter fisik udara dalam ruangan yang berupa temperatur, kelembaban relatif udara, dan pencahayaan dan parameter kimia berupa konsentrasi CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃, konsentrasi debu partikulat (PM_{2.5} dan PM₁₀), dan VOCs. Selain itu, pada penelitian ini juga akan diperhitungkan variabel *independent* lain yang juga turut mempengaruhi SBS sebagai faktor *confounding* yaitu *personal factor* seperti lama kerja, umur, jenis kelamin, merokok, persepsi pekerja dan stress kerja.

Sedangkan variabel dependen adalah gejala SBS pada pengguna gedung yang bekerja dalam gedung yaitu berupa kumpulan gejala non spesifik yang dialami pegawai berupa iritasi mata, hidung, tenggorokan; bibir kering; kulit kering, gatal, dan memerah, sakit kepala, lelah, dan sulit berkonsentrasi; infeksi saluran pernapasan dan batuk-batuk; serak dan sesak napas; mual dan pusing; hipersensitif yang tidak spesifik. Secara lebih detail kerangka konsep dapat dijelaskan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Diagram Kerangka Konsep Pencemaran Udara Dalam Ruangan

3.3. Definisi Operasional

No	Variabel	Definisi Operasional	Hasil Ukur	Skala Ukur	Cara Ukur	Alat Ukur
1	<i>Sick Building Syndrome</i>	Situasi dimana penghuni ruangan gedung mengeluhkan permasalahan kesehatan dan kenyamanan yang timbul berkaitan dengan waktu yang dihabiskan dalam ruangan dengan gejala yang tidak spesifik seperti iritasi mata, hidung, tenggorokan, bibir dan kulit kering, gatal dan memerah, sakit kepala, lelah, sulit konsentrasi, infeksi saluran pernafasan dan batuk, serak, sesak nafas, mual, pusing (sensitif terhadap debu, bahan kimia, atau asap rokok). Mengalami 1 atau lebih gejala yang dirasakan oleh minimal 30% okupansi gedung dan tidak merasakannya saat pulang kantor atau dirumah. (EPA, 1991, WHO, 1984)	0. SBS 1. Tidak SBS	Ordinal	Angket	Kuesioner
2	Kadar CO di ruangan tempat kerja	Kadar CO yang terukur di udara dalam ruangan tempat kerja. Gas yang tidak berwarna tidak berbau dan tidak berasa.	ppm	Rasio	Pengukuran dilakukan ditiga titik dalam ruangan, setiap titik dilakukan 1 jam.	Detektor NDIR
3	Kadar NO ₂ di ruangan tempat kerja	Kadar NO ₂ yang terukur di udara dalam ruangan tempat kerja. Gas yang berwarna kuning atau coklat berbau menyengat serta bersifat toksis dan korosif.	ppm	Rasio	Pengukuran dilakukan ditiga titik dalam ruangan, setiap titik dilakukan 1 jam.	Detektor NDIR
4	Kadar SO ₂ di ruangan tempat kerja	Kadar SO ₂ yang terukur di udara dalam ruangan tempat kerja. Gas yang berbau tajam dan tidak terbakar di udara dan zat kimia yang mempunyai struktur molekul sama.	ppm	Rasio	Pengukuran dilakukan ditiga titik dalam ruangan, setiap titik dilakukan 1 jam.	Detektor NDIR
5	Kadar CO ₂ di ruangan kerja	Kadar CO ₂ yang terukur di udara dalam ruangan tempat kerja. Gas yang tidak berwarna dan tidak berbau, ketika dihirup dalam konsentrasi tinggi akan terasa asin di mulut dan menyengat di hidung dan tenggorokkan	ppm	Rasio	Pengukuran masing-masing 5 menit untuk setiap titik. Dalam suatu ruangan diambil 7 titik	Toxic gas monitor Direct Sense TG-503

No	Variabel	Definisi Operasional	Hasil Ukur	Skala Ukur	Cara Ukur	Alat Ukur
6	Kadar O ₃ di ruangan tempat kerja	Kadar O ₃ yang terukur di udara dalam ruangan tempat kerja. Gas yang tidak stabil berwarna biru, mudah mengoksidasi dan bersifat iritan kuat terhadap saluran pernafasan	ppm	Rasio	Tiga kali pengukuran masing-masing 3 menit untuk setiap titik. Dalam suatu ruangan diambil 4 titik di setiap sudut dan 1 titik di tengah ruangan.	Toxic gas monitor Direct Sense TG-503
7	Konsentrasi debu (PM _{2,5} dan PM ₁₀)	Debu partikulat dengan ukuran kecil dari 2,5 µm dan antara 2,5 µm s.d kecil dari 10µm.	µg/m ³	Rasio	Mengukur di titik sampel	TSI Dust Trak Pro
8	Kadar VOCs di ruangan tempat kerja	Bahan kimia bisa berbentuk gas yang tidak berwarna dengan bau yang menyengat, dan mudah menguap	ppb	rasio	Tiga kali pengukuran masing-masing 3 menit untuk setiap titik. Dalam suatu ruangan diambil 4 titik di setiap sudut dan 1 titik ditengah ruangan	Toxic gas monitor Direct Sense TG-503
9	Temperatur	Derajat panas atau dingin udara dalam ruangan tempat kerja	0. 22-26°C 1. < 22°C dan > 26°C	Interval	Mengukur di titik sampel	Thermohygr ometer
10	Kelembaban relatif	Kandungan uap air di udara dalam ruangan di tempat kerja	0. 40-60% 1. < 40 % dan > 60%	Interval	Mengukur di titik sampel	Thermohygr ometer
11	Pergerakan Udara	Kecepatan aliran udara dalam ruangan	m/s	Rasio	Mengukur di titik sampel	Anemometer
12	Pencahayaan	Situasi gelap atau terang dalam ruangan	Lux	Rasio	Mengukur di titik sampel	Luxmeter
13	Kebiasaan merokok	Kebiasaan merokok responden dalam ruangan	0. Ya 1. Tidak	Ordinal	Angket	Kuesioner
14	Umur	Jumlah tahun sejak responden lahir sampai penelitian ini	0. < 29 tahn 1.= dan > 29 tahun	Ordinal	Angket	Kuesioner
15	Jenis Kelamin	Sifat jasmani yang membedakan responden	0. Pria 1. Wanita	Nominal	Angket	Kuesioner

No	Variabel	Definisi Operasional	Hasil Ukur	Skala Ukur	Cara Ukur	Alat Ukur
16	Lama Bekerja	Jumlah masa kerja responden di ruangan sekarang sampai waktu penelitian	0. < 3 tahun 1. = dan > 3 tahun	Ordinal	Angket	Kuesioner
17	Alergi	Alergi yang dimiliki oleh karyawan (alergi debu, alergi dingin, alergi makanan, gatal, bersin, flu dan lainnya saat terpajan suhu rendah)	0. Ya 1. Tidak	Ordinal	Angket	Kuesioner
18	Persepsi terhadap kondisi lingkungan kerja	Persepsi karyawan terhadap kondisi lingkungan kerjanya dengan indikator ketidaknyamanan, adanya gangguan lingkungan penglihatan (pencahayaan) dan meja kerja	0. Nyaman 1. Tidak Nyaman	Ordinal	Angket	Kuesioner
19	Stress kerja	Kondisi yang mempengaruhi keadaan fisik atau psikis seseorang karena adanya tekanan dari dalam atau dari luar diri seseorang yang dapat mengganggu pelaksanaan kerja.	0. Ya 1. Tidak	Ordinal	Angket	Kuesioner

UNIVERSITAS TERBUKA

BAB IV METODELOGI PENELITIAN

4.1. Jenis Penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah “*Case Study Design*” yang bersifat deskriptif yaitu permasalahan yang tidak membandingkan dan tidak menghubungkan dengan variabel lain karena hanya ingin melihat gambaran satu variabel saja dalam satu sampel seperti parameter fisika yang mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan yaitu temperatur, kelembaban relatif udara, pergerakan udara dan pencahayaan serta kandungan kontaminan kimia seperti CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃, debu dan VOCs. Desain studi ini dipilih dengan pertimbangan karena jumlah sampelnya yang terbatas yaitu kurang dari 30 responden, waktu, biaya, serta tenaga yang ada untuk mendukung penelitian ini. Selain itu, hasil penelitiannya dapat digeneralisasi namun tidak dapat bersifat menggambarkan perjalanan penyakit.

Disamping itu juga dilakukan observasi ruang percetakan UT untuk mendapatkan data tentang kondisi tempat kerja seperti AC, lampu, meja, kursi, sistem ventilasi ruangan. Responden juga diminta untuk melakukan pengisian kuesioner dan wawancara. Semuanya itu dilakukan untuk mengetahui keterkaitan dengan kenyamanan ruangan dan keluhan gangguan kesehatan yang dialami oleh pekerja dalam ruang percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT.

4.2. Populasi Penelitian

Populasi penelitian adalah seluruh karyawan percetakan bahan pendukung dan naskah ujian UT yang semuanya berjumlah 20 orang. Kriteria responden dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Responden adalah orang yang bekerja di area yang dilakukan pengukuran
2. Responden bekerja minimal 32 jam dalam sepekan di gedung yang diukur kualitas udaranya
3. Responden telah bekerja minimal 1 bulan di gedung tersebut

4.3. Pengumpulan Data

4.3.1. Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui pengukuran yang dilakukan menggunakan alat Lighthouse 3016-IAQ untuk mengukur konsentrasi partikulat PM_{2,5}, dan PM₁₀, temperatur dan kelembaban relatif yang terdapat pada ruangan gedung percetakan UT, *Luxmeter* untuk mengetahui tingkat pencahayaan, Anemometer untuk mengukur pergerakan udara, *Toxic Gas Monitoring* untuk mengukur konsentrasi kimia dan *Thermo Hygrometer* untuk mengukur kelembaban relatif udara (milik BATAN) dan detektor NDIR (milik SARPEDAL) juga untuk mengukur konsentrasi kontaminan kimia.

Pengukuran untuk konsentrasi CO, SO₂ dan NO₂ dilakukan dengan menggunakan detektor NDIR. Penelitian ketiga kontaminan tersebut dilakukan pada tanggal 26 April 2011. Penelitian hanya dilakukan di tiga titik/tempat, karena peneliti menganggap tiga titik tersebut sudah bisa mewakili konsentrasi kontaminan kimia dalam ruangan, karena penentuan titiknya sudah dianggap tepat karena alat pengukur ditempatkan dekat sumber pencemar yaitu mesin cetak 1 dan 2 (lantai 1) dan mesin printer (lantai 2). Sedangkan setiap titik dilakukan pengukuran selama 1 jam kemudian setelah itu untuk setiap titik pengukuran berikutnya tabung kimia yang berisi senyawa kimia untuk menyerap kontaminan dalam ruangan diganti baru dan diisi kembali, demikian untuk ketiga titik pengukuran. Sehingga untuk satu titik pengukuran bisa menghabiskan waktu kurang lebih 1,5 jam.

Namun untuk pengukuran CO₂, O₃, debu, VOCs, suhu, kelembaban relatif, pergerakan udara, dan pencahayaan dilakukan pada tanggal 27 April 2011 pada tujuh titik dengan menggunakan alat *Toxic Gas Monitoring*, *Lighthouse 3016-IAQ*, *Thermo Hygrometer*, *Luxmeter* dan *Anemometer*.

Pada lantai 1 dilakukan di lima titik yaitu dekat mesin cetak tinta pasta 1a dititik 1, mesin cetak tinta pasta 1b dititik 2, mesin cetak tinta bubuk 2a titik 3 dan mesin cetak tinta bubuk 2b merupakan titik 4, dan diruang penyimpanan naskah ujian yaitu titik 5a dan titik 5b tempat dimana para pekerja melakukan penjilidan naskah ujian (lihat gambar 5.1). Pada lantai 2 pengukuran dilakukan di dua titik yaitu dekat printer titik 6 dan mesin foto copy titik 7 (lihat gambar 5.2).

Lantai 1 dan 2 bukan merupakan ruangan yang jauh terpisah melainkan dihubungkan dengan tangga dan pintu selalu terbuka.

Pengukuran partikel debu dilakukan sebanyak 1 kali pengukuran pada setiap titik di tujuh titik ruangan (masing-masing selama 5 menit untuk setiap titik yang diukur). Demikian halnya untuk pengukuran kontaminan kimia, suhu, kelembaban relatif, pergerakan udara dan pencahayaan juga menggunakan waktu sekitar 5 menit untuk setiap titik pengukuran dan dilakukan pada tanggal 27 April 2011. Sedangkan untuk data mengenai faktor *confounding* yang turut mempengaruhi yaitu *personal factor*, persepsi pekerja, dan problem hidup pekerja didapat melalui kuesioner yang diisi oleh responden sendiri serta wawancara.

4.3.2. Alat yang Digunakan

Beberapa alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah :

1. *Lighthouse 3016-IAQ*

Lighthouse 3016-IAQ merupakan alat pemecah langsung yang digunakan untuk mengukur diameter debu yang berukuran $2,5\ \mu\text{m}$ dan $10\ \mu\text{m}$ (fraksi debu *respirable dan inhale*) yang dapat diaplikasikan pada ruang kantor, *industrial workplace*, hingga udara luar ruangan dan area konstruksi.



Gambar 4.1. *Lighthouse 3016-IAQ*

Instrumen ini menggunakan sumber cahaya laser dioda dan optik untuk mendeteksi partikel. Partikel menghamburkan cahaya dari dioda laser. Optik mengumpulkan dan memfokuskan cahaya ke sebuah dioda foto yang mengubah cahaya menjadi semburan pulsa elektrik. Tinggi pulsa merupakan ukuran dari partikel. Pulsa-pulsa yang dicacah dan amplitudo adalah jumlah partikel. Hasil ditampilkan sebagai jumlah partikel dalam ukuran tertentu.

Cara Mengoperasikan Alat

1. Switch ON/OFF yang ada di sisi kiri bagian bawah alat dihubungkan ke posisi ON.
2. Layar sentuh LCD akan menampilkan menu utama.
3. Ketikkan nama lokasi tempat pengukuran dengan memilih menu LOCATION setelah memilih menu CFG terlebih dulu pada menu utama.
4. Pilih menu MAIN setiap kali akan kembali ke menu utama.
5. Sentuh menu START untuk memulai pengukuran.
6. "STARTING" akan tampil pada layar setelah menu START disentuh.
 - 7a. "DELAY" akan tampil pada layar sebelum pencacahan dimulai.
 - 7b. "COUNTING" akan tampil pada layar pada saat pencacahan berlangsung. Waktu pencuplikan yang muncul dalam menu SAMPLE akan menghitung mundur hingga waktu pencacahan selesai.
 - 8a. Pada waktu pencacahan selesai akan tampil "FINISHED" pada layar yang berarti pengukuran telah selesai.
 - 8b. Apabila pencacahan dilakukan pengulangan (lebih dari satu kali pengukuran untuk satu lokasi yang sama) maka di antara pengukuran yang satu dengan pengukuran berikutnya akan tampil "HOLDING". Selanjutnya "FINISHED" akan tampil di layar apabila pengulangan pengukuran telah selesai seluruhnya.
9. Menu utama akan menampilkan hasil pengukuran yang terakhir. Apabila ingin melihat seluruh data hasil pengukuran maka pilihlah menu DATA.
10. Data dapat ditampilkan dalam cacahan *Differential (DIFF)* atau *Cumulative (CUML)* dengan terlebih dahulu memilihnya dalam menu *SAMPLE SETTING*.

11. Apabila ingin melakukan pengukuran dalam mode pengukuran bersatuan massa, maka dapat dipilih menu **MASS**.
12. Pilihlah data keluaran dalam format **PM** (*Particulate Matter*) atau konsentrasi massa (**UGR**). **PM** dihitung dari hasil penjumlahan tingkat konsentrasi massa untuk semua ukuran diameter partikel yang lebih kecil daripada ukuran diameter partikel yang dipilih. **UGR** merupakan konsentrasi massa untuk masing-masing ukuran diameter partikel.

2. *Luxmeter*

Alat ini digunakan untuk mengetahui tingkat iluminasi pada area yang diukur. *Luxmeter* merupakan alat *direct reading* yang dapat langsung dilihat hasilnya. Cara pengoperasian alat ini prinsipnya hampir sama dengan *Lighthouse 3016-IAQ* yaitu dengan meletakkannya pada area yang diukur, tepatnya dibawah sumber cahaya tanpa ada orang atau benda di sekitar yang menghalangi sensor



Gambar 4.2. *Luxmeter*

3. *Thermo Hygrometer*

Alat ini digunakan untuk mengetahui kelembaban relatif pada area yang diukur. *Thermo Hygrometer* merupakan alat *direct reading* yang dapat langsung dilihat hasilnya. Cara pengoperasian alat ini prinsipnya hampir sama dengan *Luxmeter* yaitu dengan meletakkannya pada area yang diukur, dengan posisi sensor berada sejajar dengan ketinggian manusia dan alatnya sudah menyatu dengan *Lighthouse 3016-IAQ*.

4. *Toxic Gas Monitoring*

Pada prinsipnya, alat ini digunakan untuk mengukur konsentrasi gas-gas polutan di udara. Namun alat ini juga memiliki kemampuan untuk mendeteksi suhu rata-rata. Pada penelitian ini dilakukan pengukuran konsentrasi kimia rata-rata di setiap titik selama 5 menit.



Gambar 4.3. *Toxic Gas Monitoring*

5. *Anemometer*

Alat yang digunakan untuk mengukur pergerakan udara dalam ruangan adalah *Anemometer* seri GEOS-11. Cara kerjanya, angin yang bertiup akan membuat *anemometer* berputar dan kecepatan angin akan ditunjukkan oleh *speedometer* yang tertera pada alat.



Gambar.4.4 *Anemometer*

6. *Detektor Non Dispersive Infra Red (NDIR)*

Alat analisis bahan kimia ini bekerja atas dasar sinar infra merah yang terabsorpsi oleh analit. Sinar infra merah yang digunakan adalah sinar infra merah non dispersif. Zero gas dan sampel gas dimasukkan dalam sel pengukuran pada jumlah yang tetap dan diatur oleh katup solenoid yang bekerja dalam rentang waktu tertentu.



Gambar 4.5. Detektor *Non Dispersive Infra Red*

Pengukuran ini berdasarkan kemampuan bahan kimia menyerap sinar infra merah. Banyaknya intensitas sinar yang diserap sebanding dengan konsentrasi bahan kimia. Dengan kondisi ini alat penganalisa akan menggunakan modulasi yang timbul sebagai akibat terabsorbsinya infra merah oleh sampel gas. Sinar infra merah dihasilkan oleh sumber infra merah yang diarahkan melalui sel pengukuran, kemudian masuk ke detektor. Energi dari sinar infra merah menembus sel pengukuran diabsorpsi oleh sampel gas. Apabila sampel gas mengalir, energi infra merah yang masuk ke dalam detektor akan berfluktuasi sesuai dengan jumlah yang terabsorpsi sampel gas yang sedang diukur.

Di dalam detektor, terdapat membran yang dapat mengukur fluktuasi tekanan sampel gas. Fluktuasi tekanan terjadi jika terdapat perbedaan jumlah energi infra merah yang terabsorpsi oleh sampel gas dan oleh gas zero di dalam sel. Perbedaan ini menciptakan fluktuasi yang ekuivalen dengan perbedaan tekanan dalam membran. Hal ini kemudian diubah menjadi sinyal fluktuasi elektrik yang diperkuat. Selama tidak terdapat perubahan konsentrasi dari komponen yang diukur, maka fluktuasi dalam membran tidak akan terjadi. Oleh karena itu bila saluran gas sampel dan saluran gas zero membawa gas yang sama nilainya maka nilai yang dihasilkan oleh detektor nol sehingga tegangan nol (*zero drift*). Sedangkan analisis datanya menggunakan Spektrofotometer. Kontaminan yang dianalisis menggunakan alat ini adalah SO_2 dan NO_2 namun untuk CO menggunakan NDIR Analyser.

4.4. Pengolahan Data

Data- data yang ada diproses dari awal penelitian hingga akhir penelitian sehingga terdiri dari beberapa tahapan pengolahan data yaitu:

4.4.1. Data Coding

Data coding dilakukan dengan memberikan kode pada setiap jawaban dari responden dan dari setiap variabel yang mengacu standar untuk mempermudah dalam pengolahan data.

4.4.2. Data Editing

Data editing dilakukan dengan memeriksa kelengkapan data yang telah dikumpulkan dengan cara menjumlah serta menghubungkan (mengkorelasikan). Yang dimaksud dengan menjumlah adalah menghitung banyaknya lembar daftar kuesioner yang telah diisi untuk mengetahui apakah sesuai dengan jumlah yang telah ditentukan. Sedangkan yang dimaksud dengan korelasi adalah proses membenarkan atau menyelesaikan apabila terdapat hal-hal yang salah atau tidak jelas dalam pengisian kuesioner.

4.4.3. Data Struktur dan Data File.

Data struktur dan data file dilakukan dengan membuat struktur data dan file data. Struktur data dikembangkan sesuai dengan data analisis yang dilakukan dan jenis perangkat lunak yang digunakan.

4.4.4. Data Entry

Data entry merupakan proses pemasukan data kedalam program yang digunakan. Pada tahap ini data dimasukkan kedalam komputer dan dilakukan dengan pengolahan data.

4.4.5. *Data Cleaning*

Data cleaning merupakan proses terakhir dalam pengolahan data. Pada proses ini dilakukan koreksi terhadap kesalahan yang kemungkinan masih terjadi pada saat *data entry*.

4.5. Analisis Data

Analisis univariat dilakukan untuk melihat gambaran variasi data yang diteliti serta melihat distribusi frekuensi dari tiap-tiap variabel, baik gejala SBS yang terjadi, konsentrasi kimia, temperatur, kelembaban relatif udara, pergerakan udara dan pencahayaan maupun faktor *confounding* yaitu *personal factor*, persepsi pekerja, dan stress kerja. Data yang diperoleh akan dianalisis dengan bantuan statistik dengan menggunakan analisa univariat sebagai berikut :

- a. Hasil pengukuran kondisi lingkungan fisik ditabulasikan dalam bentuk tabel dan dibandingkan dengan standar yang berlaku
- b. Hasil pengukuran kondisi lingkungan kimia dianalisis dan hasilnya dibandingkan dengan standar yang ada.
- c. Hasil observasi dan identifikasi dianalisis secara deskriptif
- d. Hasil kuesioner dan wawancara yang diisi oleh pekerja ditabulasi/grafik dan dianalisis secara deskriptif (persentase).

4.6. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pengukuran data konsentrasi kimia dan parameter fisik dilakukan dalam ruang percetakan dan pengepakan naskah ujian serta bahan pendukung ujian di UT Pusat pada tanggal 26-27 April 2011, sedangkan penyebaran kuesioner dilakukan pada minggu ketiga bulan April 2011.

BAB V HASIL

5.1. Ruang Percetakan

5.1.1 Deskripsi Bangunan

Ruang percetakan UT merupakan bangunan baru dan mulai digunakan bulan Januari 2011 dan berlokasi di UT Pusat Pondok Cabe Ciputat. Luas ruang percetakan UT sekitar 1400 m² yang terdiri dari dua lantai. Lantai 1 seluas 1000 m² dan lantai 2 seluas 400 m². Lantai 2 biasa juga disebut dengan ruang Mezanin karena dinding sisi kanan lantai 2 tersebut terdiri dari lapisan kaca bening dengan maksud pekerja lainnya dapat melihat kegiatan yang sedang berlangsung pada lantai 1. Lantai 1 diperuntukan untuk gudang kertas, pemotongan kertas, pencetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian, penataan dan pengepakan. Sedangkan lantai 2 digunakan sebagai penyimpanan naskah ujian dan bahan pendukung ujian dan tempat kegiatan administrasinya.

Jumlah pekerja di ruang percetakan keseluruhan berjumlah 20 orang, dan jumlah jam kerja per hari kerja disaat volume pekerjaan tinggi atau saat menjelang pelaksanaan ujian sebanyak 13 jam dan jumlah jam kerja per hari libur 10 jam. Bangunan memiliki ventilasi (*exhaust fan*) di ruang penataan naskah, namun ventilasinya tidak bekerja dengan baik karena setelah dilakukan pengukuran ternyata tidak diperoleh pergerakan udara dalam ruangan tersebut.

Sistem pendingin ruangan lantai 1 dan 2 menggunakan sistem AC sentral. Konstruksi dinding bangunan terbuat dari beton bertulang dengan dinding bata merah dan dinding juga telah di cat serta bangunan tidak memiliki jendela untuk udara keluar masuk. Ruangan pada lantai 2 menggunakan lapisan kayu sebagai penyekat antara ruangan kerja. Furniture yang digunakan di lantai 1 adalah beberapa meja kerja dan kursi untuk digunakan sebagai tempat penataan naskah dan bahan pendukung ujian serta begitu pula pada lantai 2 ada beberapa meja kerja, kursi dan meja untuk penataan naskah ujian serta tempat staf administrasi untuk melaksanakan tugasnya dengan mengoperasikan komputer. Semua furniture di ruang percetakan terbuat dari kayu dan telah digunakan sejak Januari 2011.

Disamping itu UT juga memiliki kebijakan dilarang merokok bagi setiap karyawan yang berada dalam ruangan atau sedang melaksanakan tugas namun diizinkan apabila karyawan merokok berada diluar ruangan disaat istirahat.

Jadwal kegiatan *house keeping* dilakukan secara rutin setiap hari yaitu pagi dan sore berupa pengepelan kering dan *vacuuming* pagi hari saja. Alat pembersih ruangan yang biasa digunakan adalah pembersih sabun, *glass cleaner*, *floor cleaner* dan *bowl getter* untuk pembersih kamar mandi dan disimpan di gudang belakang.

Tabel 5.1. Tabel Gambaran Ruang Percetakan UT

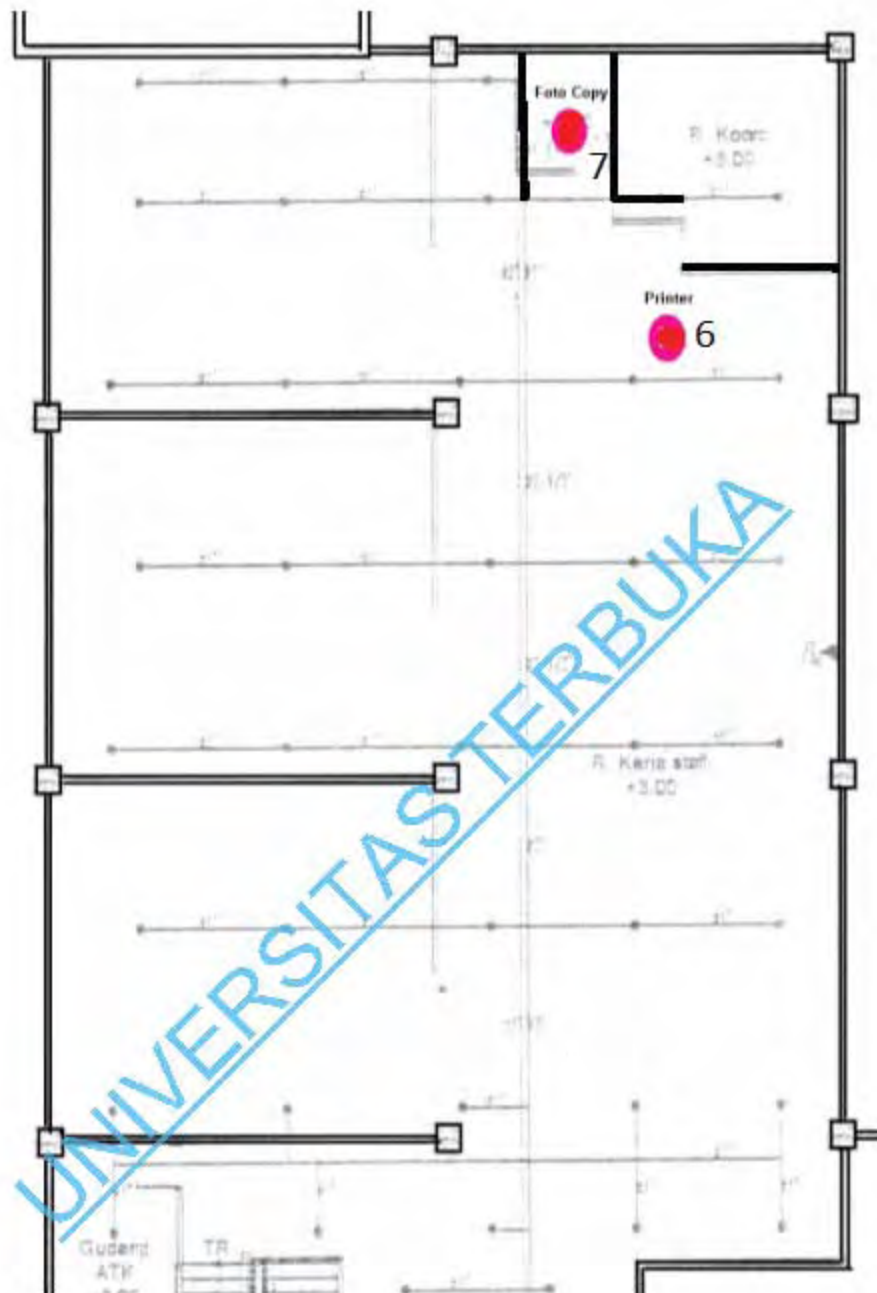
No	Keterangan		Lantai 1	Lantai 2
1	Jenis AC	Sentral	√	√
2	Pencahayaan	Neon	√	√
3	Lantai	Semen	√	
		Keramik		√
4	Dinding	Beton	√	
		Partisi dan kaca		√
5	Langit-langit	<i>Gypsum</i>	√	√
6	Furniture	Kayu	√	√



Gambar 5.1. Lantai 1

Keterangan :

1. Ruang mesin cetak tinta pasta 1a = RMCTP1a
2. Ruang mesin cetak tinta pasta1b = RMCTP1b
3. Ruang mesin cetak tinta bubuk 2a = RMCTB1a
4. Ruang mesin cetak tinta bubuk 2b = RMCTB1b
5. Ruang penyimpanan (5a) dan penjiilan (5b) naskah ujian = RPN5a dan RPN5b



Gambar 5.2 Lantai 2

Keterangan :

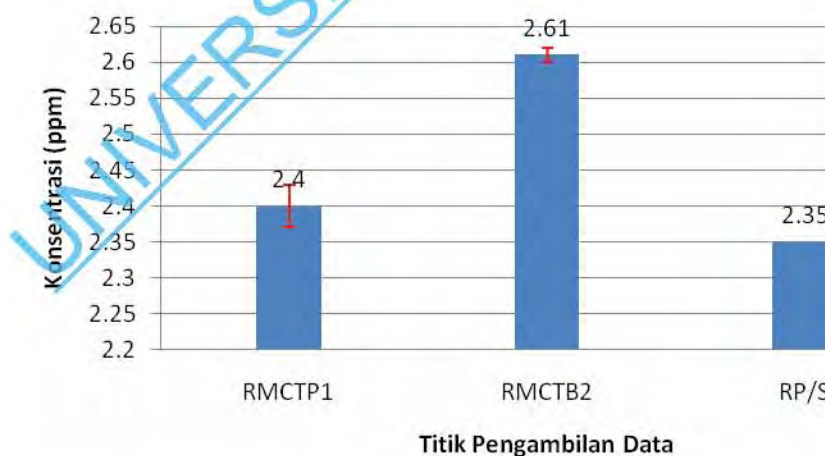
1. Ruang printer/staf = RP/S
2. Ruang mesin fotocopy = RFC

5.1.2 Hasil Pengukuran Kontaminan Kimia dan Parameter Fisik

Pengukuran kontaminan kimia meliputi CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃, debu dan VOCs, sedangkan pengukuran parameter fisik meliputi suhu, kelembaban relatif udara, pergerakan udara dan pencahayaan. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Grafik berikut dibawah.

5.1.2.1 Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

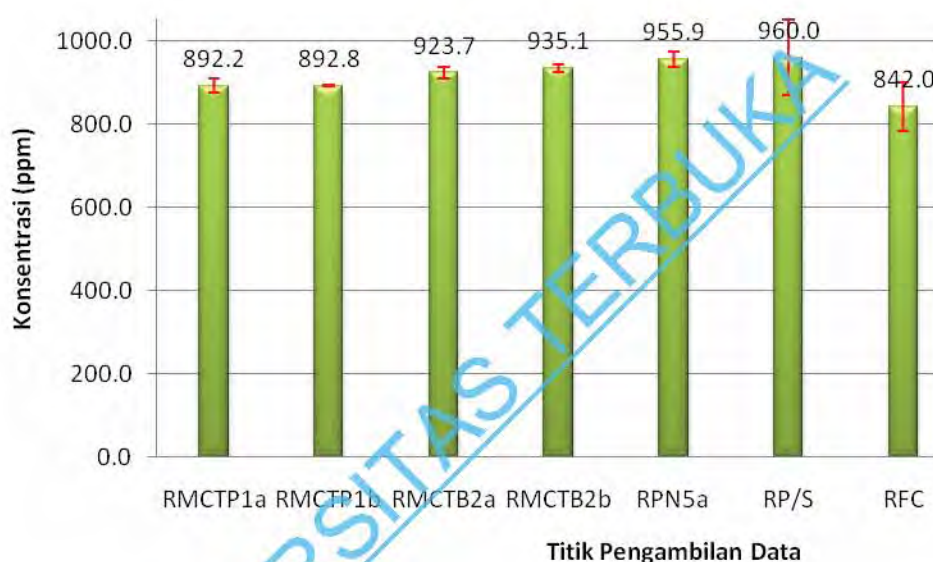
Hasil pengukuran CO dapat dilihat pada Grafik 5.1. Rata-rata hasil pengukuran konsentrasi CO pada titik ruang mesin cetak tinta pasta 1a adalah sebesar 2,40 ppm dan standar deviasinya sebesar 0,03 ppm, pada titik mesin cetak 2 sebesar 2,61 ppm dan standar deviasinya 0,1 ppm serta pada ruang staf rata-ratanya 2,35 ppm dan standar deviasinya 0,0 ppm. Nilai standar deviasi terlalu kecil pada ruang staf lantai 2 sehingga tidak kelihatan pada Grafik 5.1. Hasil pengukuran menunjukkan angkanya berada dibawah nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/Menkes/SK/XI/2002 yaitu sebesar 25 ppm. Dengan demikian kontaminan CO belum membahayakan bagi kesehatan pekerja yang berada dalam ruangan pada saat pengukuran.



Grafik 5.1. Konsentrasi Karbon Monoksida Dalam Ruang Percetakan

5.1.2.2 Konsentrasi CO₂

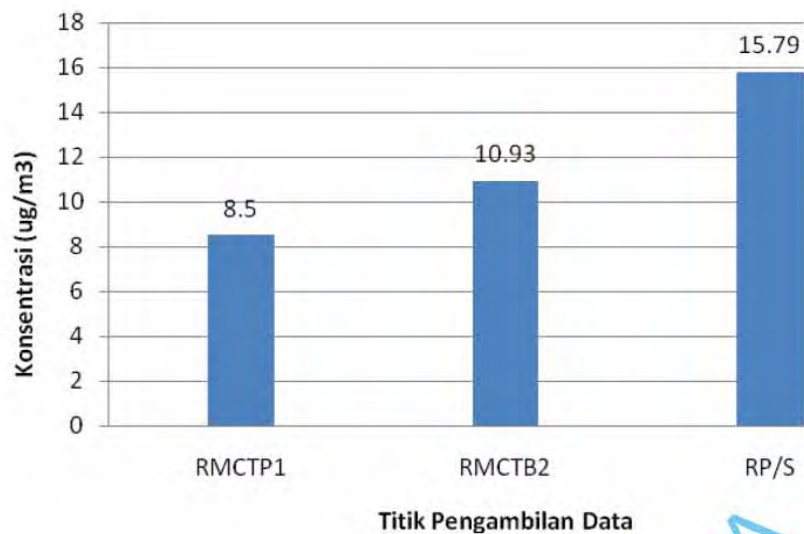
Rata-rata hasil pengukuran CO₂ diperoleh terlihat dalam Grafik 5.2. Nilai standar deviasi masing-masing pengukuran terlihat pula pada setiap titik pengukuran. Nilai rata-rata konsentrasi hasil pengukuran terbesar adalah sebesar 960,0 ppm dan standar deviasi terbesar juga pada titik tersebut yaitu sebesar 90,51 ppm. Sedangkan nilai ambang batas CO₂ menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 adalah 5000 ppm. Dengan demikian hasil pengukuran berada dibawah nilai ambang batas yang dipersyaratkan.



Grafik 5.2 Konsentrasi CO₂ Dalam Ruang Percetakan

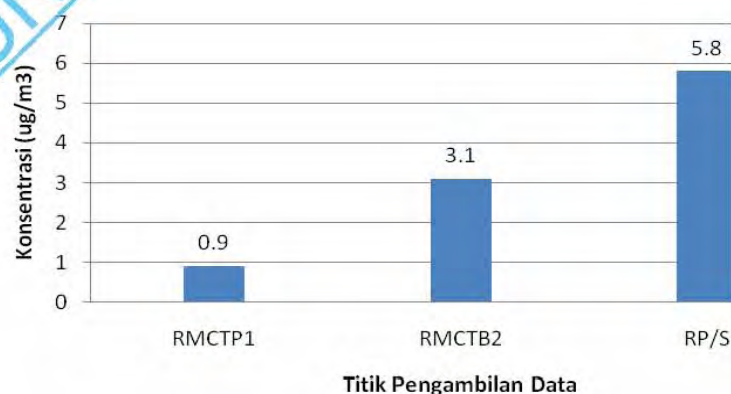
5.1.2.3. Konsentrasi NO₂

Berikut hasil pengukuran dari NO₂ dapat dilihat pada Grafik 5.3 dan pengukuran di masing-masing titik hanya dilakukan satu kali pengukuran. Konsentrasi NO₂ pada ruang mesin cetak tinta pasta 1a sebesar 8,50 µg/m³, pada ruang mesin cetak tinta bubuk 2a sebesar 10,93 µg/m³ serta pada ruang staf 15,79 µg/m³. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa pada ruangan percetakan UT konsentrasi NO₂ berada jauh dibawah nilai ambang batas, dimana nilai ambang batas menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 adalah 5600 µg/m³.

Grafik 5.3. Konsentrasi NO₂ Dalam Ruang Percetakan

5.1.2.4. Konsentrasi SO₂

Hasil pengukuran SO₂ dapat terlihat pada Grafik 5.4, dan pengukuran pada masing-masing titik hanya dilakukan satu kali pengukuran. Konsentrasi SO₂ pada ruang mesin cetak tinta pasta 1a sebesar 0,9 µg/m³, pada ruang mesin cetak tinta bubuk 2a sebesar 3,1 µg/m³ serta pada ruang staf 5,8 µg/m³. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ketiga titik pengukuran berada dibawah nilai ambang batas yang dipersyaratkan menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/2002 yaitu sebesar 5200 µg/m³.

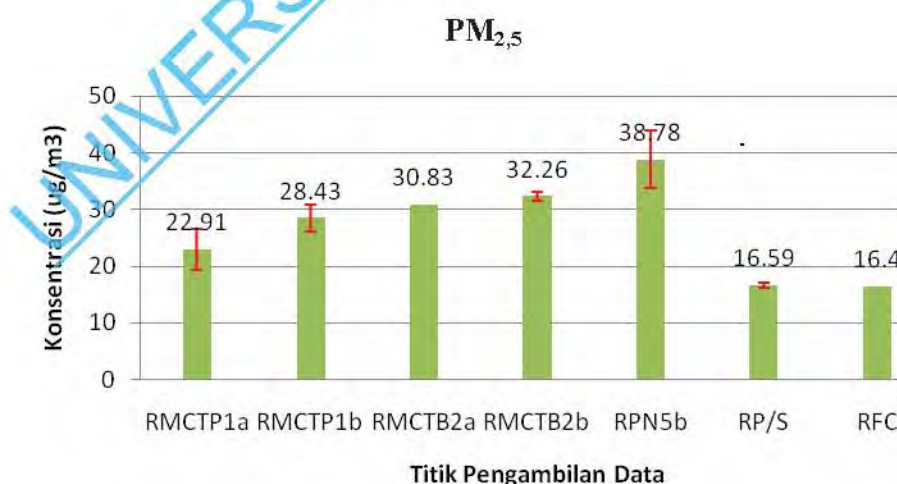
Grafik 5.4. Konsentrasi SO₂ Dalam Ruang Percetakan

5.1.2.5. Konsentrasi O₃

Pengukuran juga dilakukan dengan alat *Toxic Gas Monitoring* disetiap titik bersamaan dengan pengukuran kontaminan kimia lainnya, namun untuk pengukuran Ozon pencatatan menunjukkan angka nol. Dengan demikian dalam ruang percetakan UT tidak terdapat kandungan Ozon atau kandungan Ozon sedikit sekali sehingga tidak tercatat oleh alat.

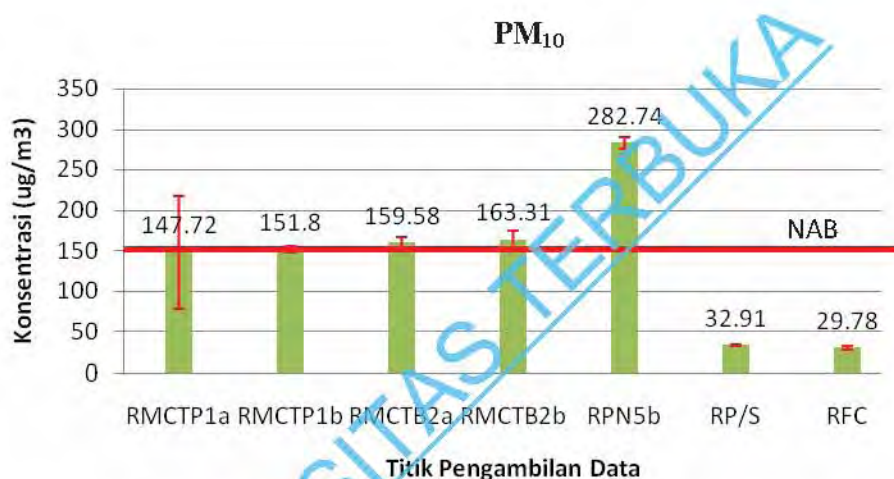
5.1.2.6. Debu

Hasil pengukuran debu dengan ukuran diameter 2,5 μm diperoleh terlihat dalam Grafik 5.5. Rata-rata dan standar deviasi konsentrasi pada setiap titik pengukuran terlihat pada puncak bar Grafik 5.5. Rata-rata dan standar deviasi terbesar terletak pada ruang penjilidan naskah ujian. Jika berdasarkan Himpunan Peraturan di Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dengan lampiran Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 tanggal 26 Mei 1999, nilai ambang batas untuk debu dengan diameter 2,5 μm untuk pengukuran 24 jam adalah sebesar 65 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan untuk pengukuran 1 tahun sebesar 15 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$.



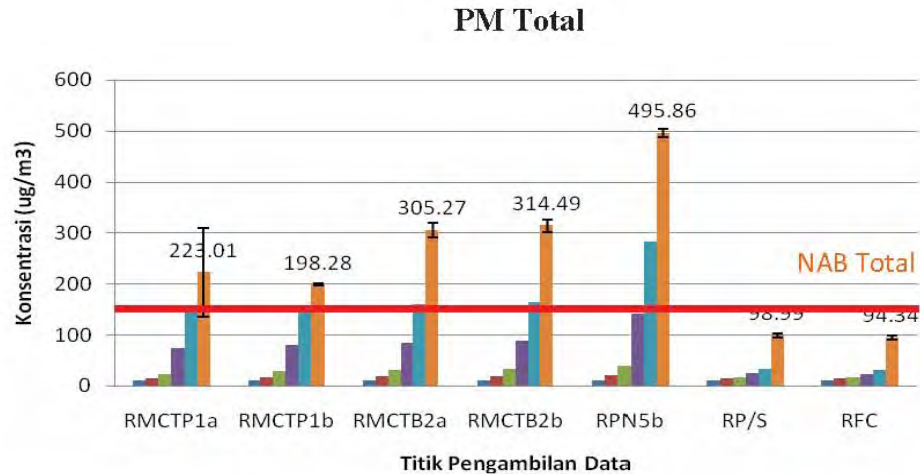
Grafik 5.5. Jumlah Konsentrasi Debu Dalam Ruang Percetakan

Nilai rata-rata konsentrasi debu ukuran diameter $10 \mu\text{m}$ terlihat pada Grafik 5.6. Konsentrasi terbesar adalah $282,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan standar deviasi terbesar pada ruang mesin cetak tinta pasta 1a yaitu sebesar $68,93 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sedangkan nilai ambang batas konsentrasi yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 adalah sebesar $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dengan demikian pada ruang mesin cetak tinta bubuk 2a, ruang mesin cetak tinta bubuk 2b dan ruang penjilidan naskah ujian ujian angkanya sudah melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Menteri Kesehatan RI.



Grafik 5.6. Jumlah Konsentrasi Debu Dalam Ruang Percetakan

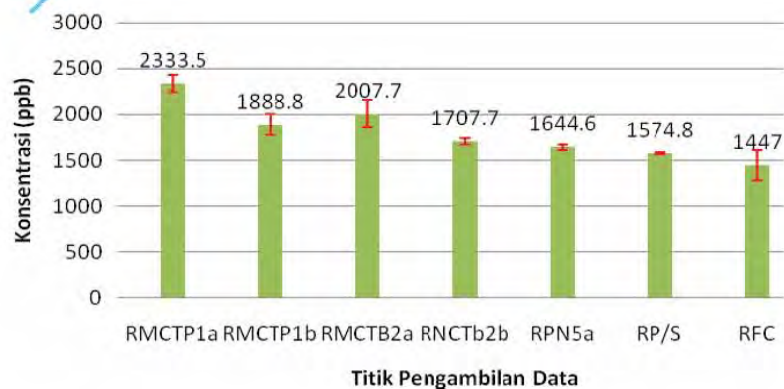
Detektor *Lighthouse 3016-IAQ* mampu mengukur debu dengan ukuran diameter dari $0,5 \mu\text{m}$, $1 \mu\text{m}$, $2,5 \mu\text{m}$, $5 \mu\text{m}$ sampai dengan ukuran kurang dari $10 \mu\text{m}$ secara bersamaan sehingga debu total pada setiap titik pengukuran dapat pula dihitung. Rata-rata hasil pengukuran konsentrasi debu total terbesar adalah $495,85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada ruang meja staples atau penataan naskah ujian, sedangkan standar deviasi terbesar pada titik mesin cetak 1 yaitu sebesar $86,91 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Menurut SK Menteri Kesehatan nilai ambang batas konsentrasi untuk debu total adalah $0,15 \text{mg}/\text{m}^3$ atau setara dengan $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, dengan demikian jumlah rata-rata debu total dalam ruang percetakan UT telah melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan. Lima titik pengukuran dimana angka pengukuran cukup tinggi dapat dilihat pada Grafik 5.7.



Grafik 5.7. Jumlah Konsentrasi Debu Dalam Ruang Percetakan

5.1.2.7. Volatile Organic Compounds (VOCs)

Hasil pengukuran VOCs diperoleh terlihat dalam Grafik 5.8. Rata-rata konsentrasi hasil pengukuran terbesar pada titik pengukuran 1 adalah sebesar 2333,5 ppb, dan standar deviasi terbesar pada ruang fotocopy sebesar 163,34 ppb. Tingginya konsentrasi VOCs pada titik pengukuran 1 ini diakibatkan disudut dinding ditempatkan bahan kimia yang seharusnya ditempatkan digudang atau tempat yang aman dari pekerja. Nilai ambang batas VOCs berdasarkan *Environment Protection Agency of American* (EPA) adalah sebesar $<0,20 \text{ mg/m}^3$ atau setara dengan $(20 \times 0,81 < 16,2 \text{ ppm}) < 16.200 \text{ ppb}$ atau 16.200 ppb keatas sudah membahayakan kesehatan manusia.

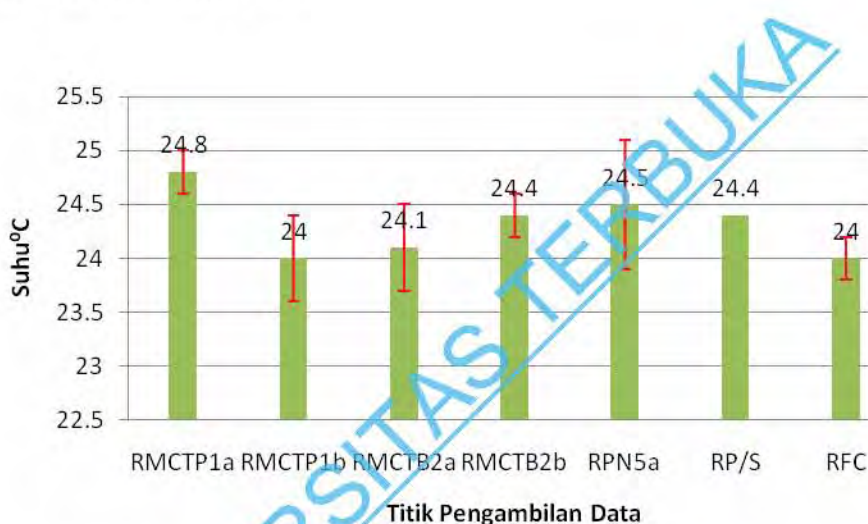


Grafik 5.8. Konsentrasi VOCs Dalam Ruang Percetakan

Parameter fisik juga dilakukan pengukuran dan diperoleh beberapa hasil pengukuran antara lain;

5.1.2.8 Suhu

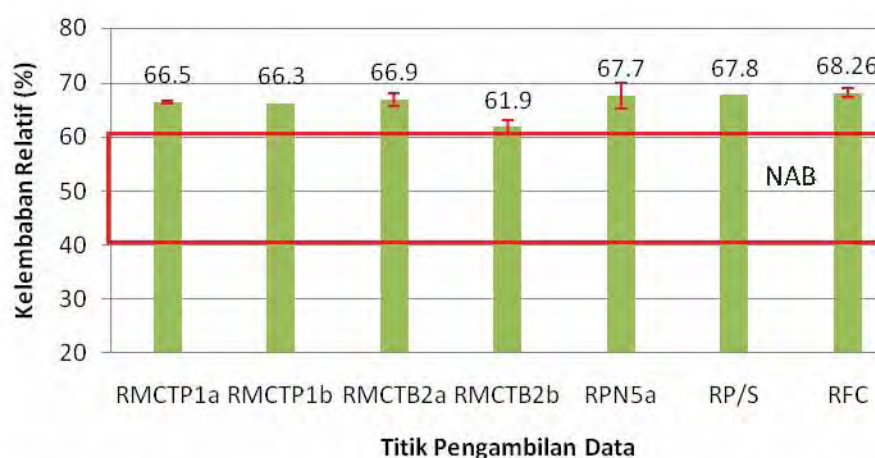
Hasil pengukuran suhu diperoleh terlihat dalam Grafik 5.9. Rata-rata suhu hasil pengukuran pada setiap titik pengukuran masih dibawah angka 28 °C. Nilai ambang batas suhu menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/2002 adalah berkisar antara 18-28 °C. Dengan demikian hasil pengukuran berada dalam nilai ambang batas.



Grafik 5.9. Temperatur Dalam Ruang Percetakan

5.1.2.9 Kelembaban Relatif

Hasil pengukuran kelembaban relatif terlihat pada Grafik 5.10. Rata-rata hasil pengukuran sisetiap titik pengukuran berada diatas 60 %. Berdasarkan Surat Keterangan Menteri Kesehatan No.1405/Menkes/SK/XI/2002 nilai kelembaban relatif berkisar antara 40% - 60%. Dengan demikian pada Grafik 5.10 terlihat bahwa disemua ruang/titik angka kelembaban relatif ruangan melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan.



Grafik 5.10. Kelembaban Relatif Udara Dalam Ruang Percetakan

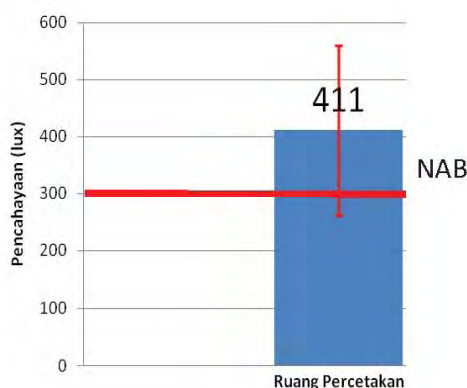
5.1.2.10. Pergerakan Udara

Pengukuran dilakukan dengan alat *anemometer* pada saluran udara keluar, namun hasil pengukuran menunjukkan angka nol di beberapa titik di lantai 1 dan 2, dengan demikian tidak ada aliran udara melalui ventilasi yang terdapat dalam ruangan tersebut. Ini menunjukkan bahwa ventilasi dalam ruangan percetakan tidak bisa bekerja dengan baik dan dengan demikian udara bergerak keluar masuk hanya melalui pintu saat dibuka atau ditutup atau celah pintu.

5.1.2.11. Pencahayaan

Hasil pengukuran di ruang percetakan menunjukkan rata-rata sebesar 411 lux sedangkan standar deviasinya sebesar 149,67 lux dan nilai maksimumnya sebesar 607 lux serta minimumnya sebesar 167 lux. Nilai penyimpangan begitu besar karena pencahayaan pada ruang penyimpanan naskah dan ruang mesin fotocopy jauh dibawah nilai rata-rata.

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002, angka pencahayaan minimal untuk pekerja yang berada dalam ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan/penyusun yang dipersyaratkan adalah sebesar 300 lux. Pencahayaan pada ruang percetakan secara rata-rata telah melebihi angka 300 lux yang merupakan persyaratan minimal dari menteri kesehatan. Akan tetapi di dua tempat yaitu ruang mesin fotocopy dan tempat penyimpanan naskah masih berada dibawah angka 300 lux.



Grafik 5.11. Pencahayaannya Dalam Ruang Percetakan

5.1.3 Analisis Univariat Kuesioner

Jumlah kuesioner yang diperoleh dari responden hanya berjumlah 20, ini disebabkan karena jumlah pekerja dalam ruangan tersebut hanya 20 orang, dan dari isian kuesioner tersebut dapat digambarkan karakteristik responden sebagai berikut :

- a. Umur; dalam ruangan percetakan dibagi menjadi empat kelompok yaitu kelompok umur 20 - 29 tahun berjumlah 2 orang dan kelompok umur 30 - 39 tahun berjumlah 4 orang, kelompok umur 40 - 49 tahun 10 orang dan diatas 49 tahun terdapat 4 orang. Pada umumnya, umur berkaitan dengan daya tahan tubuh, semakin tua umur seseorang maka semakin menurun pula daya tahan tubuhnya (Apte *et al.*,2005).

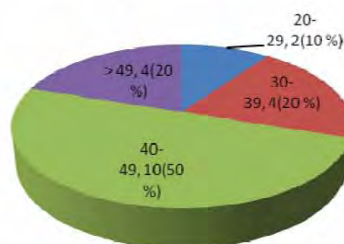


Diagram 5.1. Distribusi Responden Menurut Umur

- b. Jenis kelamin; dalam ruang percetakan pekerja yang berjenis kelamin perempuan berjumlah 2 orang dan yang laki-laki 18 orang. Kedua orang tersebut bekerja sebagai staf administrasi.

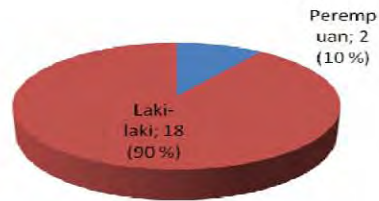


Diagram 5.2. Distribusi Responden Menurut Jenis Kelamin

- c. Lama Kerja; lama kerja pekerja dalam ruang percetakan kecil dari 3 tahun berjumlah 4 orang dan kerja lebih dari 3 tahun berjumlah 16 orang.

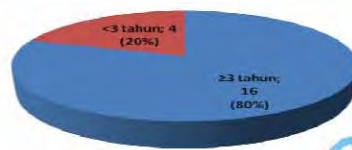


Diagram 5.3. Distribusi Responden Menurut Lama Kerja di Percetakan

- d. Jenis Pekerjaan; jenis pekerjaan terdiri dari 1 orang managerial, teknik/operator 6 orang, pengepakan 2 orang, administrasi 11 orang.

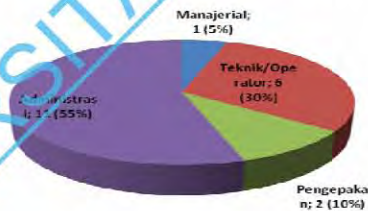


Diagram 5.4. Distribusi Responden Menurut Jenis Pekerjaan

- e. Tingkat Pendidikan; tingkat pendidikan pekerja dalam ruang percetakan terdiri dari 1 orang tamatan SMP, 1 orang S2, 3 orang S1 dan 15 orang tamatan SMA/ sederajat.

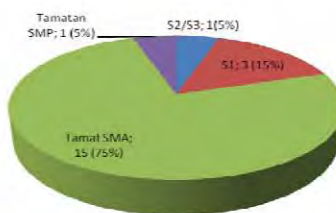
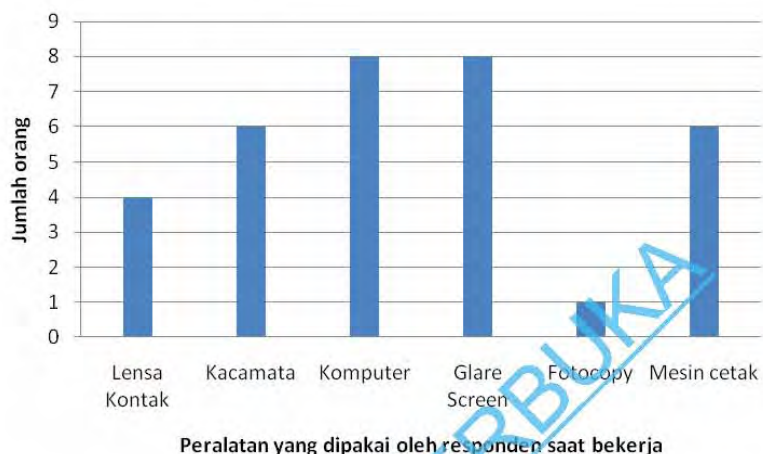


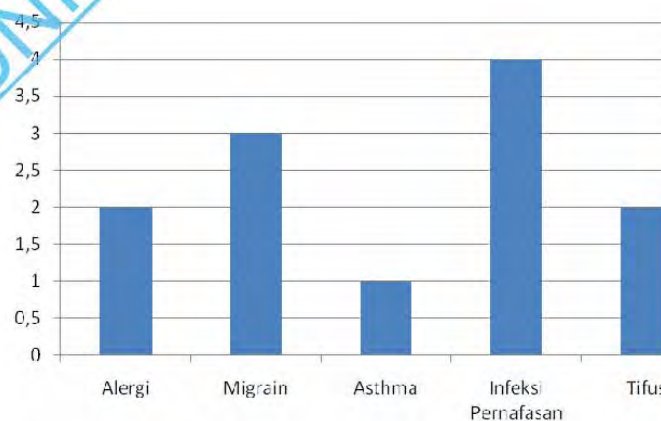
Diagram 5.5. Distribusi Responden Menurut Tingkat Pendidikan

- f. Peralatan yang dipakai saat bekerja; terlihat dari Grafik 5.12 bahwa 4 orang yang menggunakan lensa kontak, 6 orang mengenakan kaca mata, 8 orang bekerja dengan komputer dan ke delapan monitornya menggunakan lapisan pelindung radiasi, satu orang yang selalu menggunakan mesin foto copy dan 6 orang menjalankan mesin cetak.



Grafik.5.12. Gambaran Pemakaian Peralatan yang Dipakai oleh Responden Pada Saat Bekerja

- g. Penyakit yang pernah diderita oleh responden; Grafik 5.13 menggambarkan jenis penyakit yang diderita pekerja selama hidupnya. Terlihat alergi 2 orang, migrain 3 orang, asthma 1 orang, infeksi pernafasan 4 orang dan tifus 2 orang.



Grafik 5.13. Gambaran Penyakit Khusus Yang Pernah Diderita Responden

- h. Kebiasaan merokok; dari 20 orang pekerja dalam ruangan ternyata yang merokok adalah sebanyak 5 orang dan tidak merokok 15 orang.

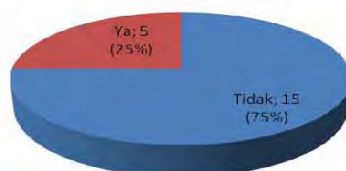


Diagram 5.6. Distribusi Responden Menurut Kebiasaan Merokok

- i. Keberadaan perokok; dari Diagram 5.7 terlihat bahwa keberadaan orang yang sedang merokok dan yang tidak merokok sama jumlah orangnya yaitu 10 orang. Maksudnya orang yang sedang merokok sering berada disekitar orang yang tidak merokok disaat lagi istirahat kerja dan ini dirasakan oleh masing-masing pekerja.



Diagram 5.7. Distribusi Responden Menurut Keberadaan Perokok Disekitarnya

- j. Sensitivitas terhadap asap rokok; dari 20 orang pekerja yang berada dalam ruang percetakan ternyata terdapat 5 orang yang sensitif terhadap bau asap rokok dan 15 orang tidak merasakan apa-apa atau tidak ada masalah dengan bau asap rokok.

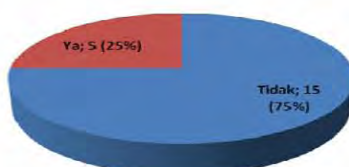


Diagram 5.8. Distribusi Responden Menurut Sensitivitas Terhadap Asap Rokok

- k. Tanggung jawab lain diluar pekerjaan kantor; dari Diagram 5.9 ternyata diketahui bahwa terdapat 8 orang pekerja yang memenjalankan tugas pekerjaan yang berat setelah pulang dari kantor dan 12 orang hanya menjalankan pekerjaan ringan.

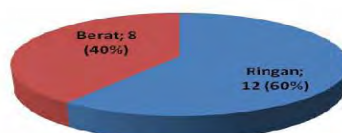


Diagram 5.9. Distribusi Beban Tanggungjawab Lain di Luar Pekerjaan Kantor

- l. Stress kerja; terlihat distribusi responden menurut kondisi stress kerja pada Diagram 5.10 bahwa yang mengalami stress saat bekerja didalam ruang percetakan berjumlah 4 orang dari 20 orang responden.

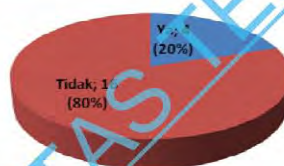


Diagram 5.10 Distribusi Responden Menurut Kondisi Stress Kerja

- m. Kondisi lingkungan kerja; lingkungan kerja adalah lingkungan tempat tenaga kerja melakukan kegiatan yang ada hubungannya dengan kegiatan perusahaan dan dari Diagram 5.11 terlihat distribusi responden menurut persepsi terhadap kondisi lingkungan kerja ada 1 orang menganggap buruk dan baik 19 orang.

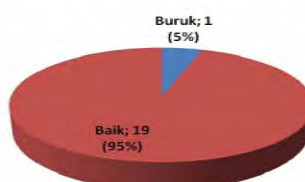


Diagram 5.11. Distribusi Responden Menurut Persepsi Terhadap Kondisi Lingkungan Kerja

- n. Kondisi tempat kerja; semua responden mengatakan bahwa kondisi tempat kerja baik.

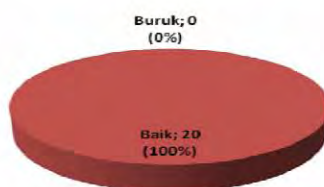
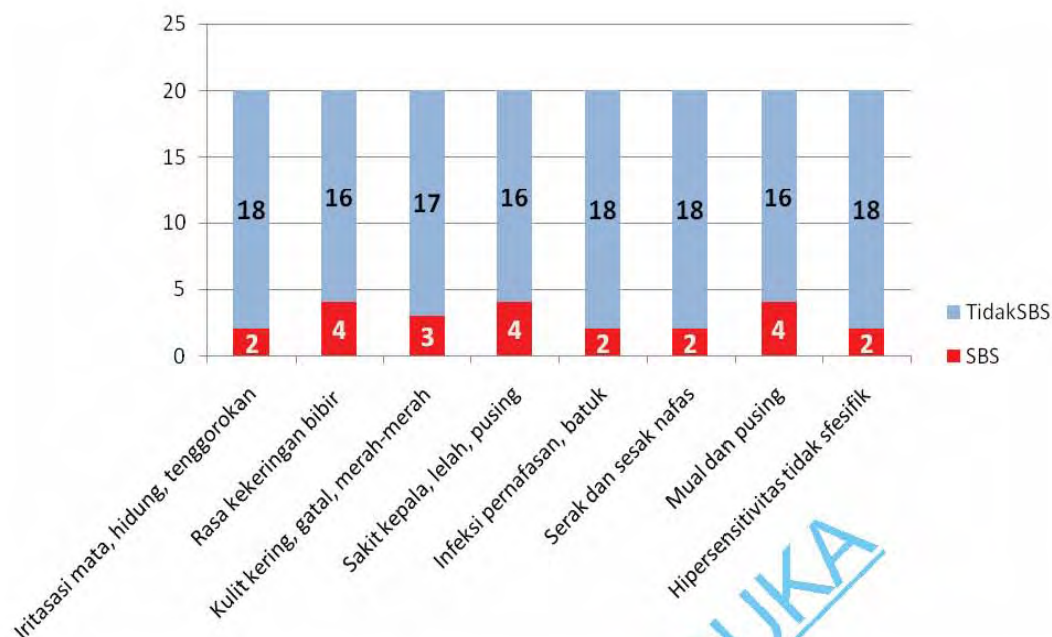


Diagram 5.12. Distribusi Responden Menurut Persepsi Kondisi Tempat Kerja

Tabel 5.2. Frekuensi Kejadian Keluhan SBS Dalam 1 Bulan Terakhir

Keluhan	Tidak Pernah Dialami	1-3 kali terjadi dalam 1 bulan terakhir	1-3 kali terjadi dalam sepekan	Setiap hari/ hampir setiap hari terjadi	Jumlah
Iritasi mata, hidung & tenggorokan	18(90%)	0	1(5%)	1(5%)	20
Rasa kekeringan bibir	16(80%)	1(5%)	2(10%)	1(5%)	
Kulit kering, gatal, merah-merah	17(85%)	2(10%)	1(5%)	0	
Sakit kepala, lelah pusing	16(80%)	1(5%)	2(10%)	1(5%)	
Infeksi rongga hidung dan batuk	18(90%)	0	1(5%)	1(5%)	
Serak dan sesak nafas	18(90%)	1(5%)	1(5%)	0	
Mual dan pusing	16(80%)	1(5%)	1(5%)	2(10%)	
Hipersensitivitas yang tidak spesifik	18(90%)	0	1(5%)	1(5%)	



Grafik 5.14. Kejadian SBS di Ruang Percetakan UT

Tabel 5.3. Perkembangan Gejala SBS Yang Dialami Responden Dalam 1 Bulan Terakhir

Keluhan	Perkembangan			Jumlah
	Semakin Buruk	Sama Saja	Semakin Baik	
Iritasi mata, hidung & tenggorokan	0	0	2(100%)	2
Rasa kekeringan bibir	0	2(50%)	2(50%)	4
Kulit kering, gatal, merah-merah	0	1(33%)	2(67%)	3
Sakit kepala, lelah, pusing	0	2(50%)	2(50%)	4
Infeksi rongga hidung dan batuk	0	0	2(100%)	2
Serak dan sesak nafas	0	0	2(100%)	2
Mual dan pusing	0	1(50%)	1(50%)	2
Hipersensitivitas yang tidak spesifik	0	1(50%)	1(50%)	2

BAB VI PEMBAHASAN

6.1 Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang bisa dijadikan sebagai bahan pertimbangan untuk melakukan penelitian berikutnya yaitu:

1. Penelitian hanya memberi gambaran kualitas udara dalam ruang percetakan UT dari parameter kimia dan fisik yang diukur serta apakah hasil pengukuran sudah memenuhi dengan apa yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/Menkes /SK/XI/ 2002 dan gambaran gejala *Sick Building Syndrome* (SBS) yang dialami responden.
2. Penelitian ini tidak mencari tahu apakah ada hubungan antara konsentrasi kontaminan kimia dan parameter fisik pada udara dalam ruangan percetakan dengan kejadian keluhan SBS yang dirasakan pekerja dalam ruangan. Hal ini dikarenakan jumlah responden yang tidak mencapai 30 orang sehingga untuk mencari hubungan pengaruh kontaminan kimia dan parameter fisik dalam ruang percetakan terhadap SBS yang dialami responden tidak memenuhi syarat dengan bantuan statistik parametrik. Namun penelitian ini hanya mencari tahu gejala SBS yang dirasakan oleh pekerja dalam ruangan dalam bentuk kuesioner dan wawancara saja.
3. Waktu penelitian yang sangat singkat karena jadwal sibuk/penuh kegiatan percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian tidak dilakukan setiap hari kerja dan hanya dilakukan pada periode tertentu menjelang pelaksanaan ujian semester serta waktu penggunaan peralatan juga terbatas karena peralatan yang digunakan tidak dimiliki UT merupakan pinjaman dari BATAN dan SARPEDAL.
4. Disamping itu ruangan percetakan ujian UT sangat dibatasi setiap orang yang masuk kedalam ruangan walaupun karyawan UT sekalipun karena untuk menjaga kerahasiaan soal ujian.

6.2. Analisis Univariat

Berikut ini adalah tabel rangkuman hasil pengukuran konsentrasi kontaminan kimia dan parameter fisik dalam ruang percetakan UT.

Tabel 6.1 Rangkuman Hasil Pengukuran Ruang Percetakan

No	Konsentrasi	Titik Pengukuran						
		1	2	3	4	5	6	7
1	CO(ppm)	2,4	-	2,61	-	-	2,35	-
2	CO ₂ (µg/m ³)	892	893	924	935	956	960	842
3	NO ₂ (µg/m ³)	8,5	-	10,93	-	-	15,79	-
4	SO ₂ (µg/m ³)	0,9	-	3,1	-	-	5,8	-
5	O ₃ (ppm)	0	0	0	0	0	0	0
6	Debu (µg/m ³)							
	0,5 µm	9,63	10,54	11,09	11,11	11,22	10,74	10,8
	1 µm	14,41	17,32	18,81	19,42	20,29	14,27	14,25
	2,5 µm	22,91	28,43	30,83	32,26	38,78	16,59	16,4
	5 µm	73,38	80,19	84,96	88,39	142,73	24,48	23,11
	10 µm	147,72	151,8	159,58	163,31	282,74	32,91	29,78
	Total	268,05	288,28	305,27	314,79	495,86	98,99	94,34
7	VOCs (ppb)	2333,5	1888,8	2007,7	1707,7	1644,6	1574,8	1447
8	Suhu (°C)	25,7	24,6	24,4	25,1	25,9	24,2	24,02
9	Kelembaban relatif (%)	66,5	66,3	66,9	61,9	67,7	67,8	68,26
10	Pergerakan Udara (m/det)	0	0	0	0	0	0	0
11	Pencahayaannya (lux)	530	607	376	480	285	432	167

Keterangan :

1. Ruang mesin cetak tinta pasta 1a
2. Ruang mesin cetak tinta pasta 1b
3. Ruang mesin cetak tinta bubuk 2a
4. Ruang mesin cetak tinta bubuk 2b
5. Ruang penyimpanan naskah ujian/penjilidan
6. Ruang printer
7. Ruang fotocopy

6.2.1.1 Konsentrasi Karbon Monoksida (CO)

Hasil pengukuran konsentrasi Karbon monoksida dalam ruangan percetakan UT dilakukan pada tiga titik yaitu titik dekat mesin cetak 1, titik mesin cetak 2 dan titik dekat mesin printer pada lantai 2. Ketiga titik tersebut dianggap sudah bisa mewakili gambaran ruang percetakan, karena ketiga titik tersebut berdekatan dengan pekerja dalam ruangan, ketiga mesin tersebut dianggap sebagai sumber pencemar konsentrasi CO dalam ruang percetakan UT.

Hasil yang diperoleh beragam namun hasilnya masih jauh dibawah nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Kepmenkes No 1405 tahun 2002 yaitu

sebesar 25 ppm. Hasil pengukur tertinggi pada titik di mesin cetak 2 yaitu sebesar 2,61 ppm, ini disebabkan oleh banyaknya hasil pembakaran dari tinta mesin cetak 2, dan hasil pengukuran untuk ketiga titik tersebut relatif sama. Walau saat ini hasil pengukuran CO masih jauh dibawah nilai ambang batas namun perlu juga diwaspadai, karena kemampuan CO untuk bisa berikatan dengan haemoglobin. Sifat ini menghasilkan pembentukan karboksihaemoglobin ini menyebabkan terhambatnya kerja molekul sel pigmen membawa oksigen keseluruh tubuh.

6.2.1.2. Konsentrasi Karbon Dioksida (CO₂)

Hasil pengukuran CO₂ diperoleh angka berkisar antara 842 ppm sampai dengan 960 ppm untuk tujuh titik pengukuran sedangkan nilai ambang batasnya untuk kesehatan manusia yaitu 5000 ppm berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002. Dengan demikian hasil pengukuran masih dibawah nilai ambang batas yang dipersyaratkan. Hasil pengukuran ini diperoleh karena hasil pembakaran tinta mesin cetak 1 dan 2 serta dari tinta printer. Kelebihan CO₂ akan meningkatkan suhu udara pada suatu ruangan sekitar kita yang disebut dengan efek rumah kaca. Dengan demikian suhu udara didaerah tercemar CO₂ itu naik dan otomatis suhunya menjadi semakin panas dari waktu ke waktu. Hal ini disebabkan karena CO₂ akan berkonsentrasi dengan debu, dan titik air yang membentuk awan yang dapat ditembus cahaya namun tidak dapat melepaskan panas luar awan tersebut.

6.2.1.3 Konsentrasi Nitrogen Dioksida (NO₂)

Hasil pengukuran NO₂ tertinggi diperoleh pada titik dekat printer pada lantai 2 yaitu 15,79 µg/m³, sedangkan pada titik mesin cetak 1 yaitu 8,5 µg/m³ dan pada mesin cetak 2 yaitu 10,93 µg/m³. Nilai ambang batasnya untuk kesehatan manusia berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 yaitu sebesar 5600 µg/m³. Dengan demikian konsentrasi NO₂ masih berada jauh dibawah nilai ambang batas. Hasil pengukuran ini diperoleh karena diakibatkan oleh hasil pembakaran tinta mesin cetak 1 dan 2 serta dari tinta printer. Efek kesehatan yang bisa timbul apabila melebihi nilai ambang batas yaitu bisa meracuni paru-paru.

6.2.1.4 Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂)

Hasil pengukuran SO₂ tertinggi diperoleh pada titik dekat printer pada lantai 2 yaitu 5,8 µg/m³, sedangkan pada titik mesin cetak 1 yaitu 0,9 µg/m³ dan pada mesin cetak 2 yaitu 3,1 µg/m³. Nilai ambang batasnya untuk kesehatan manusia berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 yaitu sebesar 5200 µg/m³. Ini berarti konsentrasi SO₂ dalam ruangan percetakan masih jauh berada dibawah nilai ambang batas. Hasil pengukuran ini diperoleh karena hasil pembakaran tinta mesin cetak 1 dan 2 serta dari tinta printer. Efek kesehatan bila manusia terpajan SO₂ adalah dapat menimbulkan iritasi sistem pernafasan.

Hasil pengukuran SO₂ dan NO₂ keduanya menunjukkan kecenderungan naik yang relatif sama peningkatannya untuk ketiga titik pengukuran, hal ini kemungkinan terjadi karena ketiga bahan tintanya terdiri bahan yang relatif sama namun jenis tintanya berbeda. Mesin cetak 1 menggunakan tinta basah (pasta), sedangkan mesin cetak 2 menggunakan tinta bubuk. Energi listrik yang digunakan mesin cetak 2 juga lebih besar dari mesin cetak 1, sehingga panas pembakaran yang dihasilkan lebih besar pula sehingga konsentrasi SO₂ dan NO₂ yang dihasilkan lebih besar dari mesin cetak 1.

Printer yang terdapat di ruang staf juga menggunakan tinta bubuk namun printer yang terdapat di ruang staf terdapat dua printer yang penempatannya berdekatan, hal ini tentu akan memperbanyak konsentrasi SO₂ dan NO₂ di udara.

6.2.1.5 Konsentrasi Ozon (O₃)

Hasil pengukuran Ozon dengan menggunakan alat *Toxic Gas Monitoring* pada tujuh titik pada percetakan tersebut menunjukkan angka nol. Dengan demikian tidak terdapat Ozon dalam ruang percetakan tersebut. Biasanya kontaminan ini dihasilkan dari hasil pengoperasian alat listrik dengan tegangan tinggi seperti mesin fotocopy dan lain-lain. Tidak terdapatnya Ozon saat pengukuran diduga karena disebabkan mesin foto copy tidak dioperasikan atau penggunaan mesin foto copy sedikit sekali saat hari pengukuran tersebut. Efek kesehatan apabila terpajan Ozon sama dan melebihi 0,3 ppm adalah iritasi hidung, tenggorokan, pusing dan kehilangan koordinasi.

6.2.1.6 Debu

Partikulat debu merupakan campuran yang sangat rumit dari berbagai senyawa organik dan anorganik yang terbesar di udara dengan diameter yang sangat kecil. Partikulat debu tersebut akan berada diudara dalam waktu yang relatif lama dalam keadaan melayang-layang dan masuk kedalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan. Selain berpengaruh negatif terhadap kesehatan, partikel debu juga dapat menyebabkan iritasi pada mata dan dapat menghalangi daya tembus pandang mata dan juga mengadakan berbagai reaksi kimia di udara. Partikel debu pada umumnya mengandung berbagai senyawa kimia yang berbeda dengan ukuran dan bentuk yang berbeda pula, tergantung dari mana sumber emisinya. Namun dalam penelitian ini alat yang digunakan tidak mampu membedakan partikel debu yang diukur dan mengandung senyawa apa pada debu tersebut serta juga tidak bisa menghitung konsentrasi debu yang terhirup oleh pekerja dalam ruang percetakan UT dan hanya mengukur konsentrasi debu dalam ruang percetakan saja.

Hasil pengukuran konsentrasi debu sangat tinggi sekali dalam ruang percetakan UT. Pengukuran dilakukan pada tujuh titik dengan ukuran debu masing-masing 2,5 μm , dan 10 μm . Konsentrasi nilai ambang batas yang ditetapkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 untuk debu total adalah 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi partikulat debu total di lima titik pengukuran melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan. Angka pengukuran yang tertinggi adalah pada daerah/titik meja dimana karyawan melakukan penjilidan naskah ujian dan bahan pendukung ujian dimana konsentrasinya sebesar 495 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ini berarti debu tersebut dihasilkan dari kertas naskah ujian saat kertas naskah ujian di ruang dijilid atau ditata.

Risiko yang mungkin terjadi akibat terhirup debu sangat tergantung pada ukurannya. Ukuran debu yang berbahaya bagi kesehatan umumnya berkisar antara 0,1 μm sampai dengan 10 μm . Pada umumnya ukuran debu sekitar 5 μm merupakan partikulat udara yang dapat langsung masuk kedalam paru-paru dan mengendap di alveoli. Ukuran partikulat debu lebih besar dari 5 μm juga berbahaya karena dapat mengganggu saluran pernafasan bagian atas dan

menyebabkan iritasi. Keadaan ini akan lebih bertambah parah apabila terjadi reaksi sinergistik dengan SO_2 yang terdapat di udara.

6.2.1.7 VOCs

Konsentrasi VOCs sangat beragam pula pada ruang percetakan dan angka tertinggi diperoleh pada titik mesin cetak 1 yaitu sebesar 2333,5 ppb dan terendah pada titik pengukuran dekat printer yaitu sebesar 1447 ppb. Hal ini disebabkan karena mesin cetak 1 sering menggunakan cairan kimia sebagai pembersih mesin cetak saat mesin dioperasikan. Pengukuran ini tidak bisa mengetahui senyawa apa yang terdapat dalam penelitian ini karena alat yang digunakan untuk mengukur tidak bisa mengetahui senyawa yang terkandung pada bahan kimia yang dipakai dalam ruangan percetakan UT. Berdasarkan EPA nilai ambang batas dari VOCs adalah sebesar $0,20 \text{ mg/m}^3$ atau setara dengan 16.200 ppb.

6.2.1.8 Suhu

Alat pendingin dalam ruangan percetakan menggunakan AC sentral. Suhu dalam ruangan percetakan relatif sama dan rata-rata untuk ketujuh titik pengukuran sebesar $24,31 \text{ }^\circ\text{C}$. Angka ini masih berada dalam angka kenyamanan suhu ruangan berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002.

Suhu akan berpengaruh pula pada pekerja, oleh sebab itu suhu yang nyaman dirasakan oleh pekerja tentu akan berpengaruh pada produktivitas. Suhu pada ruang mesin cetak tinta pasta 1a paling tinggi dari semua titik pengukuran, hal ini disebabkan disamping mesin cetak 1 terdapat alat mesin pemotong kertas sehingga bisa mempengaruhi suhu sekitarnya.

6.2.1.9 Kelembaban Relatif

Kelembaban relatif dalam ruangan percetakan untuk 7 titik pengukuran melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002. Efek dari jika kelembaban relatif tinggi akan mempengaruhi efek korosif dari peralatan mesin yang ada dalam ruangan. Selain itu kelangsungan hidup mikro organisme akan meningkat pada

kelembaban $> 60\%$ dan dapat menyebabkan gangguan pernafasan seperti asthma. Pada tingkat kelembaban yang tinggi, permukaan lantai akan menjadi dingin dapat mempercepat pertumbuhan jamur dan pengumpulan debu (Bi Nardi 2003)

6.2.1.10 Pergerakan Udara

Hasil pengukuran di beberapa titik tempat aliran udara keluar diperoleh angka nol. Ini berarti tidak ada pergerakan udara sama sekali diruang percetakan, hal ini disebabkan oleh sistem ventilasinya tidak bekerja dengan baik. Jika hal ini dibiarkan terus maka akan mengganggu kesehatan pekerja dalam ruangan karena kontaminan kimia akan menumpuk dalam ruangan dan udara semakin lembab dalam ruangan.

6.2.1.11 Pencahayaan

Rata-rata hasil pengukuran pencahayaan dalam ruang percetakan naskah dan bahan pendukung ujian UT sebesar 411 lux dengan standar deviasi sebesar 149,68 lux. Hasil standar deviasi begitu besar diakibatkan hasil pengukuran dilima titik pengukuran cukup tinggi, sedangkan pada dua titik pengukuran yaitu pada ruang fotocopy hasil pengukuran sebesar 167 lux dan penyimpanan naskah ujian sebesar 285 lux. Nilai batas minimal pencahayaan berdasarkan Kepmenkes No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 yaitu sebesar 300 lux untuk perkantoran ruang administrasi, ruang kontrol, pekerjaan mesin dan perakitan/penyusun.

Ruang fotocopy dan ruang penyimpanan naskah ujian bisa mengacu pada Kepmenkes No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002 untuk ruang penyimpanan dan ruang peralatan/instalasi yang memerlukan pekerjaan yang kontinyu dengan nilai ambang batas minimal pencahayaan sebesar 100 lux, sehingga nilai ambang batas pencahayaan ke dua ruang tersebut juga sudah memenuhi nilai ambang minimal.

Pencahayaan jauh melebihi angka 300 lux karena dinding atas lantai 1 tersebut dipasangkan *glass box* sehingga cahaya luar bisa menembus masuk kedalam ruangan dan menambah pencahayaan dalam ruangan percetakan. Disamping itu karena gedung juga masih baru dan lampu penerangan cukup banyak dipasang dalam ruangan dan nyala semua sehingga menambah pencahayaan dalam ruangan.

BAB VII PENUTUP

7.1 Kesimpulan

1. Telah diperoleh data kondisi lingkungan kerja fisik (suhu, kelembaban relatif, pergerakan udara dan pencahayaan) dan kimia (CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃, debu dan VOCs) melalui indentifikasi pengukuran di dalam ruangan kerja percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT.
2. Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh data konsentrasi kontaminan kimia seperti CO, CO₂, NO₂, SO₂, O₃ dan VOCs berada dibawah nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes /SK /XI/ 2002. Parameter fisik seperti suhu juga berada dalam nilai ambang batas kenyamanan dan begitu pula pencahayaan dalam ruangan secara rata-rata telah melebihi nilai ambang batas minimal yang dipersyaratkan.
3. Hasil pengukuran debu total dalam ruangan untuk lima titik pengukuran telah jauh melebihi nilai ambang batas yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes/SK/XI/ 2002. Titik yang paling tinggi konsentrasi debu adalah pada titik/tempat melakukan staples/penataan naskah ujian dan yang paling rendah adalah pada ruang fotocopy.
4. Kelembaban relatif, disemua titik pengukuran telah melebihi batas maksimal kenyamanan dan kesehatan yang dipersyaratkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.1405/ Menkes /SK /XI/ 2002. Hal ini jika dibiarkan akan berpotensi mengganggu kesehatan pekerja dan juga berpotensi mempercepat proses menjadi korosif peralatan mesin dalam ruangan yang terbuat dari besi.
5. Pergerakan udara tidak sama sekali diperoleh hasil pengukurannya, dengan demikian ventilasi (*exhaust fan*) dalam ruangan percetakan tidak bekerja dengan baik walau di dalamnya sudah terpasang ventilasi (*exhaust fan*) yang gunanya untuk mengalirkan udara keluar ruangan. Hal ini tentu menyebabkan kelembaban udara dalam ruangan menjadi tinggi dan akibatnya debu juga tidak bergerak keluar ruangan sehingga debu total

konsentrasinya tinggi dalam ruangan. Hal ini kalau dibiarkan tentu akan berpotensi mengganggu kesehatan manusia.

6. Dalam ruangan telah terjadi gejala SBS dengan 5 gejala yaitu:
 - a. Rasa kekeringan bibir dirasakan oleh 2 orang (10 %)
 - b. Kulit kering, gatal, merah-merah dirasakan oleh 1 orang (5 %)
 - c. Sakit kepala, lelah pusing dirasakan oleh 2 orang (10 %)
 - d. Mual dan pusing 1 orang (5 %)
 - d. Hipersensitivitas yang tidak spesifik dirasakan oleh 1 orang (5 %)

7.2. Saran

Sehubungan dengan tidak adanya pergerakan udara dalam ruangan percetakan dan untuk mengontrol polutan dalam ruangan maka perlu dilakukan beberapa hal;

1. Ventilasi udara (*exhaust fan*) dalam ruangan segera diperbaiki agar dapat bekerja dengan baik dan mampu menyaring udara luar yang masuk kedalam ruangan dan dapat mengeluarkan udara dalam ruangan ke luar ruangan, sehingga polutan yang berpotensi mengganggu kesehatan bisa keluar dari dalam ruangan.
2. Membersihkan debu yang sudah terdeposit diseluruh ruangan dengan cara memvacumnya. Cara ini dapat mencegah kerusakan yang mungkin terjadi saat peralatan dibersihkan seperti kertas, file dan mesin cetak dari pada menggunakan kain basah. Dengan hilangnya debu tersebut juga berarti menghilangkan media bagi berkembangnya bakteri patogen di ruang percetakan.
3. Bila kelembaban relatif udara $> 60\%$, ruangan perlu menggunakan alat *dehumidifier*, dan bila $< 40\%$ ruangan perlu menggunakan *humidifier* misalnya mesin pembentuk aerosol.
4. Memasang indikator temperatur dan kelembaban di titik yang lain untuk memonitor tingkat temperatur dan kelembaban di ruangan.
5. Menempatkan bahan kimia ditempat yang betul-betul aman sehingga berada jauh dari pekerja dalam ruangan. Hal ini dimaksudkan agar bau/kontaminan kimia tidak mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan.

6. Setiap karyawan seharusnya mengenakan masker dan sarung tangan ketika berada dalam ruangan untuk menghindari terhirupnya/tertelannya butiran kontaminan kimia kedalam tubuh.
7. Perlu diberikan pendidikan dan pelatihan pada pekerja dalam ruangan, agar semua pekerja mengerti tentang bahaya kontaminan kimia dalam ruangan dan pentingnya udara bersih dalam ruangan.

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR PUSTAKA

- Ashrae Standard, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality Approved by the ASHRAE Standards Committee June 26, 2002; by the ASHRAE Board of Directors June 27, 2002; and by the American National Standards Institute April 2, 2003.*
- Barbara A Plog, Paricia J Quinlan, National Safety Council, 2002, *Gasses, Vapors, and Solvents by George P Fulton, Ms, CIH revised by S Khaterine Hammond, PhD, CIH (p149-167). Handbook Fundamentals of Industrial Hygiene, 5th edition.*
- Congronghe, † Lidiamorawska*, † Andlentaplin ‡ *Particle Emission Characteristics of Office Printers International Laboratory for Air Quality and Health, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD 4001, Australia, and Queensland Department of Public Works, Brisbane, QLD 4001, Australi , Environ. Sci. Technol. 2007, 41, 6039-6045*
- Duniantri Wenang Sari, Fatma Lestari, Eko Pudjadi, and Mila Tejamaya, *Indoor Air Quality Measurement of Airbone Particulate Matter of Three Building in Jakarta, Indonesia, 2009*
- Himpunan Peraturan di Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan No 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999.
- Elizabeth L. Anderson, and Roy E. Albert, *Risk Assessment and Indoor Air Quality, Lewis Publishers, 1999*
- Environmental Health Criteria 188, 1997, Nitrogen oxides (second edition), WHO, Geneva*
- Environmental Health Criteria 213, 1999, Carbon monoxide (second edition), WHO, Geneva.*
- Environmental Protection Agency, 1991, Air quality: a guide for building owners and building manager, USA: CDC-NIOSH.*
- Environmental Protection Agency, 1991, Indoor air facts no, 4 (revised) sick building syndrome, Washington.*
- Environmental Protection Agency (EPA-402-K-97-003), 1997, An office building occupants guide to indoor air quality, EPA, Washington.*
- Fardiaz, Srikandi, 1992, *Polusi air dan udara, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.*
- FASTS Occasional Paper Series Number 5, 2002, Indoor air quality in Australia: a strategy for action.*

Fatma Lestari, *Bahaya Kimia, Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*, Penerbit Buku Kedokteran, EGC, 2009.

H E Burroughs, CIAQP, and Shirley J Hansen.Ph.D, *Managing Indoor Air Quality, fourth edition, The Fairmont Press, Inc, 2008*

John D Spengler, Jonathan M.Samet, John F Mc Carthy, *Indoor Air Quality Handbook, Mc Graw Hill, 2001.*

Kathleen Hess-Kosa, *Indoor Air Quality Sampling Methodologies*, Lewis Publishers, 2002.

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.

Maman Suherman, Hubungan antara konsentrasi kontaminan kimia (CO₂, NO₂, SO₂, NH₃, H₂S) pada udara dalam ruangan dengan kejadian keluhan *Sick Building Syndrome* (SBS) pada tiga gedung bertingkat di Jakarta tahun 2009.

Morgan, C. T., King, R. A, & Weisz, J. R. (1980). *Introduction to Psychology (7th ed.)*. New York: McGraw-Hill Book Co.

Naoki Kagia,_, Shuji Fujiib, Youhei Horibab, Norikazu Namikie, Yoshio Ohtanie, Hitoshi Emic, Hajime Tanurad, Yong Shik Kime *Indoor air quality for chemical and ultrafine particle contaminants from printers*

Suharyo Widagdo, *Kualitas Udara dalam ruang kerja, Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir, BATAN, 2009.*

Lampiran

UNIVERSITAS TERBUKA

Kuesioner

DALAM RANGKA PENELITIAN EVALUASI KUALITAS UDARA DALAM RUANG
PERCETAKAN UNIVERSITAS TERBUKA SEBAGAI TUGAS AKHIR DARI
PROGRAM MAGISTER BIDANG MINAT KESEHATAN DAN KESELAMATAN
KERJA
FAKULTAS KESEHATAN MASARAKAT UNIVERSITAS INDONESIA



UNIVERSITAS TERBUKA 2011

Lampiran 1

Kuisisioner Penelitian

Evaluasi Kualitas Udara Dalam Ruang Percetakan UT

Asslamu'alaikum wr. wb./selamat pagi/siang/sore dan salam sejahtera

Saya adalah Yurizal Rahman staf FMIPA UT, saat ini saya sedang melakukan tugas akhir perkuliahan di Program Magister bidang minat Kesehatan dan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia yaitu berupa penelitian tentang “ Evaluasi Kualitas Udara Dalam Ruang Percetakan UT”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengevaluasi kualitas udara dalam ruangan percetakan UT dan hubungannya terhadap kesehatan (*Sick Building Syndrome*) pekerja dalam ruangan percetakan UT.

Manfaat penelitian ini sebagai berikut;

- c. Diperolehnya data kondisi lingkungan kerja fisik dan kimia sebagai bahan informasi untuk menciptakan kenyamanan dan kesehatan kerja.
- d. Dapat melakukan tindakan pencegahan dan pengendalian sedini mungkin terhadap faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi kesehatan dan kenyamanan tenaga kerja.
- c. Dapat memberikan alternatif pengendalian kondisi lingkungan kerja, terutama faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi kesehatan tenaga kerja di ruang percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT

Dihadapan Bapak/Ibu/teman-teman saat ini adalah kuesioner untuk mengukur beberapa variabel penelitian tersebut. Saya mohon kesediaan Bapak/Ibu/teman-teman untuk mengisi setiap pertanyaan secara objektif dan apa adanya pada kuesioner ini dengan lengkap.

Pengisian kuesioner ini tidak akan mempengaruhi penilaian kinerja Bapak/Ibu/teman-teman, dan setiap data yang Bapak/Ibu/teman-teman isikan pada kuesioner ini dijamin kerahasiaannya.

PETUNJUK PENGISIAN

1. Berilah tanda ceklis(V) pada kolom/kotak yang telah disediakan yang mewakili jawaban Anda.
2. Jika jawaban bukan berupa pilihan, maka isilah pada garis bawah () yang tersedia.

Lokasi Pengisian : Gedung Percetakan UT

Lantai : _____

A. LATAR BELAKANG/KARAKTERISTIK RESPONDEN

1. Nama (boleh tidak diisi) : _____
2. Umur : _____ tahun
3. Jenis Kelamin : 1. Laki-laki 2. Perempuan
4. Lama bekerja di UT : _____ tahun
5. Lama bekerja di percetakan : _____ tahun atau _____ bulan
6. Berapa jam dalam satu minggu Anda bekerja dalam ruangan ini : _____ jam
7. Apa kategori pekerjaan Anda ?

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1. Manajerial | <input type="checkbox"/> 3. Administrasi |
| <input type="checkbox"/> 2. Teknik | <input type="checkbox"/> 4. Lainnya (sebutkan) : _____ |

8. Jabatan : _____
9. Gambarkan dengan singkat tugas utama pekerjaan Anda!

10. Seberapa puaskah Anda dengan pekerjaan Anda?

1. Sangat puas 3. Tidak terlalu puas
2. Puas 4. Tidak semua puas

11. Apa tingkat pendidikan tertinggi Anda?

1. S2/S3 6. Tamat SMP
2. Sarjana (S1) 7. SMP tidak tamat
3. Sarjana Muda (D3) 8. Tamat SD
4. Tamat SMA 9. SD tidak tamat
5. SMA tidak tamat 10. Tidak pernah sekolah

No	Pertanyaan: Apakah Anda	Ya (1)	Tidak (2)
12	menggunakan lensa kontak?		
13	menggunakan kaca mata?		
14	bekerja dengan komputer atau word processor?		
15	mengoperasikan monitor setidaknya 48 menit/hari?		
16	menggunakan kaca penahan radiasi untuk monitor komputer Anda?		
17	mengoperasikan mesin fotocopy setidaknya 48 menit/hari?		
18	mengoperasikan printer laser setidaknya 48 menit/hari?		
19	mengoperasikan mesin faksimili setidaknya 48 menit/hari?		
20	mengoperasikan lem, tipe X, atau bahan kimia berbau lainnya setidaknya 48 menit/hari?		
21	merasa sensitif terhadap bahan kimia tertentu?		
22	sedang menjalani pengobatan? jika ya sebutkan alasannya:		
23	Apakah Anda memiliki riwayat penyakit di bawah ini?		
	Alergi (contoh: alergi debu, alergi dingin, alergi makanan)		
	Migrain		
	Asthma		
	Infeksi Sinus(rongga hidung)		
	Tifus		
24	Apakah sebagian besar/ semua lantai tempat Anda bekerja memakai karpet?		
25	Apakah Anda merasa nyaman dengan meja/kursi Anda?		
26	Apakah tempat kerja/ruangan kerja Anda memiliki jendela?		
27	Apakah jendela tersebut bisa dibuka setiap hari?		
28	Dalam tiga bulan terakhir, apakah terdapat perubahan furniture dalam ruangan kerja Anda? Jika ya sebutkan jenisnya! _____		

29. Apakah Anda memiliki kebiasaan merokok di dalam gedung tempat Anda bekerja ?

1. Ya 2. Tidak, lanjut ke pertanyaan nomor 31

30. Berapa batang rokok yang Anda habiskan dalam satu hari?

1. kurang dari 5 batang 2. 5 batang ke atas

31. Apakah ada orang lain disekitar Anda yang merokok?

1. Ya 2. Tidak

32. Apakah Anda merasa sensitif terhadap asap rokok?

1. Ya 2. Tidak

B. HUBUNGAN PSIKOSOSIAL/STRESS KERJA RESPONDEN

No	Pertanyaan	Baik(1)	Buruk(2)
1	Bagaimana hubungan kerja Anda dengan atasan saat ini?		
2	Bagaimana hubungan kerja Anda dengan rekan kerja Anda saat ini?		
3	Bagaimana hubungan Anda dengan keluarga Anda saat ini?		
		Ya(1)	Tidak(2)
4	Apakah Anda cemas, tegang, bingung dan mudah tersinggung saat kerja?		
5	Apakah Anda mengalami terkucil dan terasing saat bekerja?		
6	Apakah Anda merasa hilang konsentrasi dan kreativitas saat kerja?		

7. Apakah Anda sering merasa tertekan dengan pekerjaan Anda?

1. Ya 2. Tidak

8. Konflik dapat terjadi dalam berbagai pekerjaan. Sebagai contohnya, seseorang mungkin menyuruh Anda untuk melakukan pekerjaan dengan cara yang berbeda dengan cara yang menurut Anda paling baik atau Anda menemukan kesulitan untuk memberikan kepuasan pada seorang. Seberapa sering Anda menghadapi masalah dalam pekerjaan Anda seperti masalah tersebut dibawah ini (ceklis kolom yang sesuai dengan setiap pernyataan)

Pertanyaan	Jarang atau tidak pernah (1)	Kadang-kadang (2)	Cukup sering (3)	Sangat tinggi (4)
Orang yang setingkat dan mempunyai otoritas sama dengan Anda menyuruh Anda untuk melakukan suatu pekerjaan yang bertentangan dengan kehendak Anda				
Atasan Anda melihat Anda melakukan pekerjaan yang bertentangan dengan kehendak mereka (atasan Anda)				
Orang yang permintaannya harus dipenuhi oleh Anda menyuruh suatu pekerjaan yang bertentangan dengan pekerjaan Anda				

9. Pertanyaan selanjutnya menanyakan seberapa sering kondisi di bawah ini Anda alami

Pertanyaan: Seberapa sering	Jarang sekali (1)	Adaka lanya (2)	Kadang -kadang (3)	Cukup sering (4)	Sangat sering (5)
Anda harus bekerja cepat?					
Anda harus bekerja keras?					
Anda harus memutuskan hal-hal yang (keputusan) besar?					
Anda memahami tanggung jawab pekerjaan Anda?					
Anda bisa memprediksi harapan orang lain terhadap pekerjaan Anda?					
Anda mempunyai definisi yang jelas dari tujuan pekerjaan Anda?					
Seberapa sering Anda memahami harapan orang lain terhadap Anda?					

10. Agar dapat memahami lebih baik tanggung jawab Anda diluar pekerjaan normal sehari-hari.

Pertanyaan berikutnya berhubungan dengan aspek berpengaruh dari hidup Anda.

Tanggung Jawab	Ya (1)	Tidak (2)
Tanggung jawab utama untuk tugas menjaga anak		
Tanggung jawab utama untuk melakukan tugas rumah tangga		
Tanggung jawab utama untuk tugas menjaga orang tua atau orang cacat		
Mempunyai komitmen regular 5 jam atau lebih setiap pekan, dibayar atau tidak dibayar, diluar pekerjaan (termasuk pendidikan, kerja sukarelawan, pekerjaan sampingan dan lain-lain)		

B.KONDISI LINGKUNGAN KERJA

Berikut kondisi lingkungan kerja Anda dan persepsi Anda tentang kondisi lingkungan tersebut?

Berikan tanda ceklis pada kolom angka yang menurut Anda mewakili persepsi Anda.

1. Temperatur

	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">6</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6		
1	2	3	4	5	6				
Terlalu Dingin		Terlalu Panas							

2.Sirkulasi Udara

	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">6</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6		
1	2	3	4	5	6				
Sangat Sesak		Sangat Lapang							

3.Bau

	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">6</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6		
1	2	3	4	5	6				
Tidak Berbau		Sangat Bau							

4.Debu di ruangan

	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20px; text-align: center;">1</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">2</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">3</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">4</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">5</td> <td style="width: 20px; text-align: center;">6</td> </tr> </table>	1	2	3	4	5	6		
1	2	3	4	5	6				
Tidak Berdebu		Terlalu Berdebu							

5.Kebisingan

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Sangat Sunyi Sangat Bising/Berisik

6.Pencahayaan

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Terlalu Gelap Terlalu Terang

7.Kelembaban

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Terlalu Basah Terlalu Kering

8.a.Selama 1 bulan terakhir Anda berada ditempat kerja, seberapa seringkah Anda mengalami kondisi lingkungan kerja seperti dibawah ini?					8.b.Selama pekan ini, berapa hari Anda mengalami kondisi lingkungan di bawah ini.
Kondisi	Tidak terjadi dalam 1 bulan	1-3 hari dalam 1 bulan	1-3 hari setiap pekan	Hampir/ setiap hari	
Terlalu banyak pergerakan udara					..... hari
Tidak ada pergerakan udara					..... hari
Temperatur terlalu panas					..... hari
Temperatur terlalu dingin					..... hari
Udara terlalu basah(lembab)					..... hari
Udara terlalu kering					..... hari
Bau asap rokok					..... hari
Bau kimia yang tidak enak/menyenangkan					..... hari
Bau tidak enak lainnya (seperti bau badan, bau makanan dan bau parfum)					..... hari

9.Secara umum, seberapa bersih area kerja Anda?(*yang dimaksud area kerja termasuk lingkungan sekitar Anda bekerja)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1. Sangat bersih | <input type="checkbox"/> 3. Kadang-kadang berdebu atau kotor |
| <input type="checkbox"/> 2. Cukup bersih | <input type="checkbox"/> 4. Sangat berdebu atau kotor |

10. Apakah Anda pernah mengalami “kesilauan” pada mata ketika berada di tempat kerja Anda ?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1. Sangat jarang | <input type="checkbox"/> 4. Cukup sering |
| <input type="checkbox"/> 2. Kadang-kadang | <input type="checkbox"/> 5. Sangat sering |
| <input type="checkbox"/> 3. Beberapa kali | |

11. Seberapa nyaman tempat duduk di ruangan kerja Anda ?

1. Sangat nyaman 4. Sangat tidak nyaman
 2. Cukup nyaman 5. Tidak memiliki kursi tertentu
 3. Kadang-kadang tidak nyaman

12. Seberapa nyaman pengaturan meja kerja Anda? (misalnya pengaturan meja, kursi, dan peralatan yang Anda pakai saat bekerja)

1. Sangat nyaman 4. Sangat tidak nyaman
 2. Cukup nyaman 5. Tidak punya satu meja kerja yang spesifik
 3. Kadang-kadang tidak nyaman

13. Jika terdapat jendela yang dapat dilihat dari area/lingkungan kerja anda, berapa meter jarak jendela tersebut terhadap meja kerja Anda ?

1. Ya ada jendela, _____ meter
 2. Tidak ada jendela

14. Yang manakah yang menjelaskan tempat Anda bekerja:

1. Sendirian dalam ruangan tertutup
 2. Beberapa orang dalam satu ruangan tertutup
 3. Bekerja di ruangan terbuka tanpa partisi
 4. Lainnya, sebutkan _____

15. Sebutkan berapa jumlah rekan kerja Anda dalam ruangan tersebut ?

1. Satu orang 3. 4-7 orang
 2. 2-3 orang 4. 8 orang atau lebih

No	Pertanyaan	Jawaban	
16.	Selama 3 bulan terakhir, apakah ada perubahan peralatan yang diletakkan pada jarak 5 meter dari meja kerja anda?	Ya (1)	Tidak(2)
	Karpet baru		
	Dinding yang dicat		
	Furniture baru		
	Partisi baru		
	Wall cover yang baru		

17. Berikan komentar atau pengamatan Anda tentang kondisi lingkungan kerja Anda!

D. Gejala *Sick Building Syndrome* (SBS)

1. Apakah pada saat Anda bekerja di kantor, Anda dalam kondisi yang sehat ?

1. Ya

2. Tidak

No	Pertanyaan: 2. Apakah Anda mengalami keluhan-keluhan di bawah ini pada saat anda bekerja di dalam ruang gedung ini ?	Ya (1)	Tidak (2)
	Iritasi mata, hidung, tenggorokan		
	Rasa kekeringan bibir		
	Kulit kering, gatal, merah-merah		
	Sakit kepala, lelah, dan sulit berkonsentrasi		
	Infeksi pernafasan dan batuk-batuk		
	Serak dan sesak nafas		
	Mual dan pusing-pusing		
	Hipersensitivitas yang tidak spesifik		
Jika tidak ada satu pun gejala yang dirasakan, Berhenti Mengisi dan Terimakasih, Jika ada satu atau lebih gejala yang dirasakan mohon lanjut pada pertanyaan berikutnya.			
3.	Apakah keluhan tersebut masih dirasakan setelah Anda pulang dari kantor/keluar dari gedung tempat Anda bekerja?		
4.	Apakah Anda merasakan gejala yang sama ketika libur/cuti?		

5. Kapan Anda merasakan keluhan-keluhan tersebut?

1. Pagi

2. Siang

3. Sore

Matriks Keluhan SBS

6.a Selama 1 bulan terakhir Anda bekerja, seberapa sering Anda mengalami gejala di bawah ini saat berada di dalam gedung					6.b Selama 1 bulan terakhir , apa yang Anda rasakan terhadap gejala di bawah ini saat tidak sedang bekerja (saat liburan/weekend)			6.c Dalam pekan ini , sudah berapa hari anda merasakan gejala di bawah ini
Kondisi	Tidak pernah dialami (1)	1-3 kali terjadi (2)	1-3 kali terjadi dalam sepekan (3)	Setiap hari/ hampir setiap hari (4)	Semakin buruk (1)	Sama saja (2)	Semakin Baik (3)	
Iritasi mata, hidung, tenggorokan								_____ Hari
Rasa kekeringan bibir								_____ Hari
Kulit, kering, gatal, merah-merah								_____ Hari
Sakit kepala, lelah, dan sulit berkonsentrasi								_____ Hari
Infeksi pernafasan dan batuk-batuk								_____ Hari
Serak dan sesak nafas								_____ Hari
Mual dan pusing-pusing								_____ Hari
Hipersensitivitas yang tidak spesifik								_____ Hari
7.a Dalam 1 bulan terakhir, seberapa sering Anda merasa kapabilitas Anda berkurang karena gejala-gejala diatas?								_____ Hari
7.b Dalam 1 bulan terakhir, seberapa sering Anda meninggalkan pekerjaan Anda karena gejala-gejala diatas?								_____ Hari

----- TERIMA KASIH TELAH BERPARTISIPASI -----

Lampiran 2

BAHAN WAWANCARA DALAM RANGKA PENELITIAN KUALITAS UDARA DALAM

RUANG PERCETAKAN UT APRIL 2011

N A M A :

1. Dapatkah Anda ceritakan tentang pengalaman Anda kerja di percetakan ?
2. Bagaimana perasaan Anda bekerja di ruang percetakan ini?
3. Apakah tempat Anda bekerja terasa nyaman (persepsi Anda terhadap lingkungan kerja termasuk kursi dan meja yang ditempati) ?
4. Dalam satu bulan terakhir ini apakah Anda merasakan kurang nyaman dengan kondisi lingkungan kerja Anda?
5. Apakah Anda pernah mengalami keluhan kesehatan selama bekerja di percetakan?, sebutkan sakit apa saja, kapan, dan berapa lama?
6. Jika ya, apakah keluhan tersebut hilang disaat Anda keluar dari ruang percetakan ini?
7. Jika Anda mengalami gangguan kesehatan, dalam satu bulan terakhir apakah dirasakan setiap hari , menurun atau semakin buruk?
8. Apakah pencahayaan dalam ruang percetakan ini cukup bagus?
9. Apakah Anda merokok? dan jika Anda merokok dimana tempatnya?
10. Jika Anda tidak merokok apakah Anda terasa terganggu dengan asap rokok disekitar Anda?
11. Apakah Anda sensitif terhadap bau bahan kimia?
12. Apakah Anda diharuskan bekerja cepat dan keras?
13. Apakah dirumah Anda juga banyak mengerjakan pekerjaan rumah tangga?

Lampiran 3

No. FR : 31-2/U/LPDL

No. Revisi : 0

LEMBAR HASIL ANALISIS (WORK SHEET)

Pengukuran CO

No.Contoh uji : 04/A-C/U/DAL/04/2011

Jenis Contoh : Gas

Metode : IK 31/U/LPDL (NDIR)

Tanggal sampling : 26 April

2011

Tanggal selesai analisis : 26 April

2011

No/Tgl Disposisi :

04/PU/A/04/2011

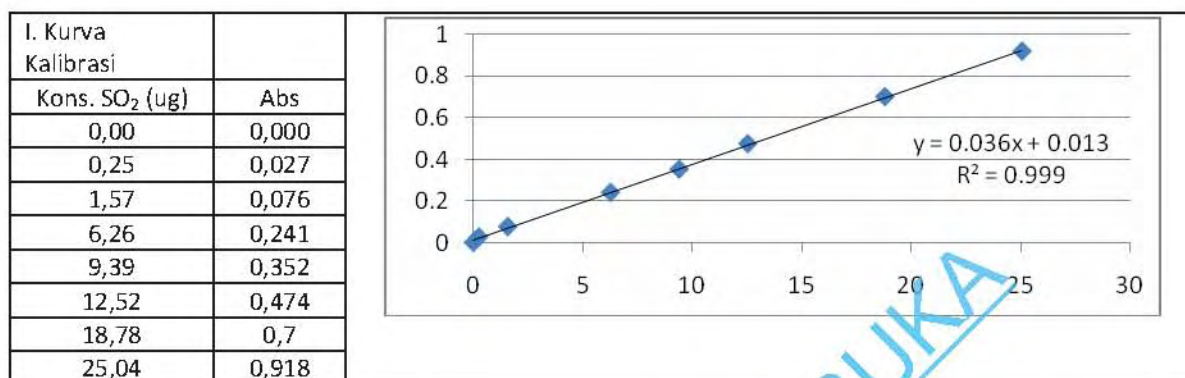
Dikerjakan oleh/paraf :

Diperiksa oleh/paraf :

Keterangan:

	04/U/DAL/04/2011					
	A		B		C	
	ppm	ug/M3	ppm	ug/M3	ppm	ug/M3
Pengukuran	26-Apr-11					
1	2,32	2656,9	2,58	2954,6	2,34	2679,8
2	2,37	2714,1	2,50	2977,5	2,35	2691,2
3	2,38	2725,6	2,61	2989,0	2,35	2691,2
4	2,39	2737,0	2,61	2989,0	2,35	2691,2
5	2,39	2737,0	2,61	2989,0	2,35	2691,2
6	2,40	2748,5	2,61	2989,0	2,35	2691,2
7	2,41	2759,9	2,61	2989,0	2,35	2691,2
8	2,42	2771,4	2,61	2989,0	2,35	2691,2
9	2,43	2782,8	2,61	2989,0	2,35	2691,2
10	2,44	2794,3	2,61	2989,0	2,35	2691,2
Rata-rata	2,40	2742,7	2,61	2984,4	2,35	2690,1
SD	0,03	0,03	0,1	0,1	0,0	0,0
Rata-rata ug/M3		2514		2984		2690

IDL = 0,1
ppm= 115
ug/M3

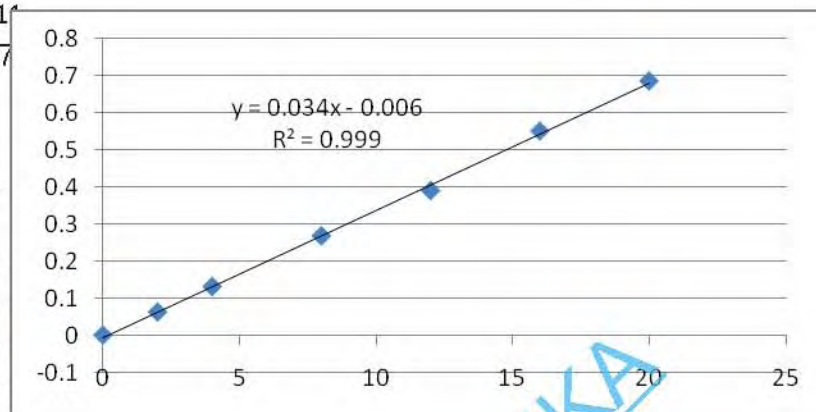
Data SO₂

Kode Contoh Uji	waktu	Vol. Lar cth uji (ml)	Absorbansi cth - blk	Temp (oC)	P mmHg	Volume Udara		Jumlah SO ₂ (mg)	Kons. SO ₂ (mg/NM3)
						L	NM ³		
A	10.00 - 11.00	25	0.015	24	764	60	0.0605	0.052	0.9
B	10.00 - 11.00	25	0.02	24	764	60	0.0605	0.190	3.1
C	11.00 - 12.00	25	0.026	24	764	60.4	0.0609	0.354	5.8

Data NO₂
 Parameter : NO₂
 Tanggal : 4/26/2014
 Metode : SNI 19-7

I. Kurva Kalibrasi

Kons. NO ₂ (µg)	Abs
0	0.000
2	0.062
4	0.131
8	0.268
12	0.390
16	0.551
20	0.686



II. Perhitungan Konsentrasi Contoh Uji

Kode Contoh Uji	waktu	Vol. Lar cth uji (ml)	Absorbansi cth - blk	Temp (oC)	P mmHg	Volume Udara		Jumlah NO ₂ (mg)	Kons. NO ₂ (mg/NM ³)
						L	NM ³		
A	10.00 - 11.00	10	0.008	24	764	24	0.0242	0.412	8.50
B	10.00 - 11.00	10	0.012	24	764	24	0.0242	0.529	10.93
C	11.00 - 12.00	10	0.020	24	764	24	0.0242	0.765	15.79

Lampiran 4

Instrument Model: HH 3016 IAQ Instrument Serial #: 071144004 Downloaded On: 4/27/2011 14:51:52 Particle Data: Differential Particle Density: 2.500 g/ml Data Duration: 4/6/2011 14:52:25 to 4/27/2011 13:40:53											
Timestamp	Location (Name)	PM0.5 (ug/m ³)	PM1.0 (ug/m ³)	PM2.5 (ug/m ³)	PM5.0 (ug/m ³)	PM10.0 (ug/m ³)	TPM (ug/m ³)	Sample Time (s)	Sample Volume (m ³)	Temperature (C)	Relative Humidity (%)
4/27/2011 10:58:02	RCT_11UT	9,50	13,83	21,27	62,10	120,41	161,56	60	0,003	25,7	65,8
4/27/2011 10:59:12	RCT_11UT	9,54	13,92	21,52	64,64	127,63	166,93	60	0,003	25,7	67,5
4/27/2011 11:00:22	RCT_11UT	9,60	14,22	22,08	65,48	129,44	169,20	60	0,003	25,7	66,7
4/27/2011 11:01:32	RCT_11UT	9,70	14,64	23,20	74,37	143,21	190,82	60	0,003	25,7	66,5
4/27/2011 11:02:42	RCT_11UT	9,82	15,43	26,49	100,30	177,90	284,46	60	0,003	25,4	66,2
rata-rata		48,16	72,03	114,56	366,89	738,59	972,96			128,3	332,7
stdev		9,63	14,41	22,91	73,38	147,72	223,01			25,7	66,5
		0,23	1,13	3,69	27,01	68,93	86,91			0,2	0,3
4/27/2011 11:05:29	RCT_12UT	10,23	16,43	26,76	79,76	154,45	199,76	60	0,003	24,9	66,2
4/27/2011 11:06:39	RCT_12UT	10,32	16,56	26,73	78,17	153,45	199,67	60	0,003	24,6	66,2
4/27/2011 11:07:49	RCT_12UT	10,78	18,14	30,13	81,71	147,24	197,63	60	0,003	24,6	67,3
4/27/2011 11:08:59	RCT_12UT	10,60	17,40	28,30	78,00	144,50	183,33	60	0,003	24,4	65,8
4/27/2011 11:10:09	RCT_12UT	10,80	18,07	30,22	83,29	159,35	196,80	60	0,003	24,4	66,2
rata-rata		52,72	86,59	142,15	400,94	759,00	977,19			122,8	331,6
		10,54	17,32	28,43	80,19	151,80	198,28			24,6	66,3

stdev		0,40	1,16	2,45	2,50	3,46	2,09			0,4	0,0
4/27/2011 11:15:05	RCT_13UT	11,01	18,68	30,83	85,36	161,22	202,83	60	0,003	24,1	65,8
4/27/2011 11:16:15	RCT_13UT	11,02	18,72	30,84	87,49	168,42	211,41	60	0,003	24,4	66,2
4/27/2011 11:17:25	RCT_13UT	11,14	19,04	31,25	86,22	160,72	197,24	60	0,003	24,4	67,5
4/27/2011 11:18:35	RCT_13UT	11,14	18,79	30,53	82,65	156,56	199,09	60	0,003	24,6	67,5
4/27/2011 11:19:45	RCT_13UT	11,15	18,81	30,73	83,09	150,95	183,31	60	0,003	24,6	67,5
rata-rata		55,46	94,04	154,17	424,81	797,88	993,88			122,0	334,4
stdev		11,09	18,81	30,83	84,96	159,58	305,27			24,4	66,9
		0,09	0,09	0,07	1,61	7,26	13,80			0,4	1,2
4/27/2011 11:24:55	RCT_14UT	11,11	19,57	33,02	92,06	177,87	221,32	60	0,003	24,9	62,9
4/27/2011 11:26:05	RCT_14UT	11,11	19,57	32,59	91,15	164,67	211,98	60	0,003	25,2	61,8
4/27/2011 11:27:15	RCT_14UT	11,19	19,57	32,51	89,57	156,08	187,51	60	0,003	25,2	61,8
4/27/2011 11:28:25	RCT_14UT	11,06	19,23	31,40	83,66	155,43	196,57	60	0,003	25,2	61,6
4/27/2011 11:29:35	RCT_14UT	11,07	19,16	31,79	85,49	162,53	203,67	60	0,003	25,2	61,2
rata-rata		55,54	97,10	161,30	441,93	816,57	1025,05			125,6	309,3
stdev		11,11	19,42	32,26	88,39	163,31	314,49			25,1	61,9
		0,02	0,29	0,87	4,61	10,85	12,48			0,2	1,2
4/27/2011 12:06:52	RCT_21UT	10,72	19,44	34,97	128,63	272,36	325,98	60	0,003	25,4	66,5
4/27/2011 12:08:02	RCT_21UT	10,73	19,22	34,18	124,77	263,62	306,15	60	0,003	25,7	64,9
4/27/2011 12:09:12	RCT_21UT	10,99	21,19	39,99	147,42	291,73	326,40	60	0,003	26,0	68,7
4/27/2011 12:10:22	RCT_21UT	11,20	22,14	42,53	162,59	303,00	322,88	60	0,003	26,3	68,4
4/27/2011 12:11:32	RCT_21UT	12,44	22,95	42,23	147,25	282,98	313,49	60	0,003	26,3	69,8
rata-rata		56,08	104,94	193,89	710,65	1413,69	1594,90			129,6	338,4
stdev		11,22	20,99	38,78	142,13	282,74	495,85			25,9	67,7
		0,25	2,48	5,13	13,17	7,51	8,83			0,6	2,3

4/27/2011 13:28:10	LT2UT_01	10,45	13,92	16,12	23,94	31,94	36,10	60	0,003	24,1	67,8
4/27/2011 13:29:20	LT2UT_01	10,68	14,18	16,64	24,24	34,97	42,36	60	0,003	24,4	67,5
4/27/2011 13:30:30	LT2UT_01	10,75	14,29	16,82	24,89	32,88	40,28	60	0,003	24,4	67,6
4/27/2011 13:31:40	LT2UT_01	10,89	14,47	16,72	25,05	32,27	38,74	60	0,003	24,1	68,0
4/27/2011 13:32:50	LT2UT_01	10,94	14,49	16,67	24,28	32,47	41,71	60	0,003	24,1	67,8
		53,71	71,35	82,96	122,40	164,53	199,20			120,9	338,8
rata-rata		10,74	14,27	16,59	24,48	32,91	38,99			24,2	67,8
stdev		0,34	0,40	0,39	0,24	0,37	0,37			0,0	0,0
4/27/2011 13:36:13	LT2UT_02	10,77	14,24	16,42	23,29	32,26	42,89	60	0,003	23,8	69,1
4/27/2011 13:37:23	LT2UT_02	10,79	14,26	16,48	23,55	29,98	35,53	60	0,003	24,1	68,2
4/27/2011 13:38:33	LT2UT_02	10,82	14,27	16,40	23,42	29,86	37,25	60	0,003	24,1	68,0
4/27/2011 13:39:43	LT2UT_02	10,80	14,22	16,34	22,63	27,51	34,90	60	0,003	24,1	68,0
4/27/2011 13:40:53	LT2UT_02	10,84	14,28	16,37	22,69	29,31	36,25	60	0,003	24,1	68,0
		54,02	71,28	82,01	115,58	148,93	186,83			120,1	341,3
rata-rata		10,803578	14,2553411	16,402314	23,1158524	29,78551142	36,259694			24,02478112	68,26325073
stdev		0,0508771	0,02908898	0,03047337	4,89142892	4,081727661	4,696709792			0,192189629	0,775620698

UNIVERSITAS TERBUKA

Data hasil pengukuran TVOC, CO2 dan Ozon

Titik 1

	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
	2386	875	0,00
	2368	881	0,00
	2379	901	0,00
	2330	893	0,00
	2286	903	0,00
	2252	900	0,00
	14001	5353	0,00
rata-rata	2333,5	892,166667	0,00
stdev	94,752309	17,6776695	0

Titik 2

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:11:28 AM	1963	891	0,00
27-Apr-11 11:12:28 AM	1939	895	0,00
27-Apr-11 11:13:28 AM	1930	896	0,00
27-Apr-11 11:14:28 AM	1870	894	0,00
27-Apr-11 11:15:28 AM	1823	888	0,00
27-Apr-11 11:16:28 AM	1808	893	0,00
	11333	5357	0,00
rata-rata	1888,83333	892,83333	0,00
stdev	109,601551	1,4142136	0

Titik 3

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:19:14 AM	1895	935	0,00
27-Apr-11 11:20:14 AM	1920	930	0,00
27-Apr-11 11:21:14 AM	1945	921	0,00
27-Apr-11 11:22:14 AM	2026	928	0,00
27-Apr-11 11:23:14 AM	2081	920	0,00
27-Apr-11 11:24:14 AM	2084	917	0,00
27-Apr-11 11:25:14 AM	2103	915	0,00
	14054	6466	0,00
rata-rata	2007,71429	923,71429	0,00
stdev	147,07821	14,142136	0

Titik 4

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:32:35 AM	1720	931	0,00
27-Apr-11 11:33:35 AM	1712	923	0,00
27-Apr-11 11:34:35 AM	1708	927	0,00
27-Apr-11 11:35:35 AM	1726	933	0,00
27-Apr-11 11:36:35 AM	1713	935	0,00
27-Apr-11 11:37:35 AM	1724	945	0,00
27-Apr-11 11:38:35 AM	1690	944	0,00
27-Apr-11 11:39:35 AM	1669	943	0,00
	13662	7481	0,00
rata-rata	1707,75	935,125	0,00
stdev	36,0624458	8,4852814	0

Titik 5

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:41:06 AM	1638	945	0,00
27-Apr-11 11:42:06 AM	1661	947	0,00
27-Apr-11 11:43:06 AM	1654	955	0,00
27-Apr-11 11:44:06 AM	1649	954	0,00
27-Apr-11 11:45:06 AM	1658	956	0,00
27-Apr-11 11:46:06 AM	1651	961	0,00
27-Apr-11 11:47:06 AM	1650	960	0,00
27-Apr-11 11:48:06 AM	1596	969	0,00
	13157	7647	0,00
rata-rata	1644,625	955,875	0,00
stdev	29,6984848	16,970563	0

Titik 6

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:49:23 AM	1554	1049	0,00
27-Apr-11 11:50:23 AM	1544	1005	0,00
27-Apr-11 11:51:23 AM	1537	985	0,00
27-Apr-11 11:52:23 AM	1530	981	0,00
27-Apr-11 11:53:23 AM	1524	980	0,00
27-Apr-11 12:13:09 PM	1651	918	0,00
27-Apr-11 12:14:09 PM	1640	918	0,00
27-Apr-11 12:15:09 PM	1614	925	0,00
27-Apr-11 12:16:09 PM	1584	918	0,00
27-Apr-11 12:17:09 PM	1570	921	0,00
	15748	9600	0,00
rata-rata	1574,8	960	0,00
stdev	11,3137085	90,509668	0

Titik 7

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 12:18:09 PM	1619	903	0,00
27-Apr-11 12:19:09 PM	1638	910	0,00
27-Apr-11 12:20:09 PM	1642	912	0,00
27-Apr-11 12:21:09 PM	1643	911	0,00
27-Apr-11 12:22:09 PM	1633	910	0,00
27-Apr-11 12:23:09 PM	1613	914	0,00
27-Apr-11 12:24:09 PM	1598	908	0,00
27-Apr-11 12:25:09 PM	1596	903	0,00
27-Apr-11 12:26:09 PM	1569	905	0,00
27-Apr-11 12:27:09 PM	1557	902	0,00
27-Apr-11 12:28:09 PM	1548	897	0,00
27-Apr-11 12:29:09 PM	1548	899	0,00
27-Apr-11 12:30:09 PM	1534	897	0,00
27-Apr-11 12:31:09 PM	1524	895	0,00
27-Apr-11 12:32:09 PM	1512	886	0,00
27-Apr-11 12:33:09 PM	1510	883	0,00
27-Apr-11 12:34:09 PM	1498	877	0,00
27-Apr-11 12:35:09 PM	1496	876	0,00
27-Apr-11 12:36:09 PM	1502	871	0,00
27-Apr-11 12:37:09 PM	1489	870	0,00
27-Apr-11 12:38:09 PM	1487	864	0,00
27-Apr-11 12:39:09 PM	1468	867	0,00
27-Apr-11 12:40:09 PM	1442	860	0,00
27-Apr-11 12:41:09 PM	1421	868	0,00
27-Apr-11 12:42:09 PM	1415	854	0,00
27-Apr-11 12:43:09 PM	1420	850	0,00
27-Apr-11 12:44:09 PM	1418	842	0,00
27-Apr-11 12:45:09 PM	1417	840	0,00
27-Apr-11 12:46:09 PM	1412	839	0,00
27-Apr-11 12:47:09 PM	1424	825	0,00
27-Apr-11 12:48:09 PM	1407	825	0,00
27-Apr-11 12:49:09 PM	1404	815	0,00
27-Apr-11 12:50:09 PM	1399	808	0,00
27-Apr-11 12:51:09 PM	1372	808	0,00
27-Apr-11 12:52:09 PM	1366	801	0,00
27-Apr-11 12:53:09 PM	1361	800	0,00
27-Apr-11 12:54:09 PM	1343	807	0,00
27-Apr-11 12:55:09 PM	1350	794	0,00
27-Apr-11 12:56:09 PM	1360	793	0,00
27-Apr-11 12:57:09 PM	1363	793	0,00
27-Apr-11 12:58:09 PM	1357	789	0,00
27-Apr-11 12:59:09 PM	1336	792	0,00
27-Apr-11 01:00:09 PM	1343	790	0,00
27-Apr-11 01:01:09 PM	1349	785	0,00
27-Apr-11 01:02:09 PM	1336	773	0,00
27-Apr-11 01:03:09 PM	1339	774	0,00
27-Apr-11 01:04:09 PM	1337	773	0,00
27-Apr-11 01:05:09 PM	1331	764	0,00
27-Apr-11 01:06:09 PM	1318	759	0,00
27-Apr-11 01:07:09 PM	1331	766	0,00
27-Apr-11 01:08:09 PM	1339	766	0,00
27-Apr-11 01:09:09 PM	1348	778	0,00
27-Apr-11 01:10:09 PM	1367	854	0,00
27-Apr-11 01:11:09 PM	1388	821	0,00
	78137	45466	0,00
rata-rata	1446,98148	841,96296	0,00
Stdev	163,341666	57,982756	0

Data Pencahayaan tanggal 27
April 2011

No	Lokasi	Pencahayaan (lux)
1	Titik 1	530
2	Titik 2	607
3	Titik 3	376
4	Titik 4	480
5	Titik 5	285
6	Titik 6	432
7	Titik7	167
	Rata- rata	411
	Stdev	149,68

UNIVERSITAS TERBUKA

DAFTAR PUSTAKA

- Ashrae Standard, *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality Approved by the ASHRAE Standards Committee June 26, 2002; by the ASHRAE Board of Directors June 27, 2002; and by the American National Standards Institute April 2, 2003.*
- Barbara A Plog, Paricia J Quinlan, National Safety Council, 2002, *Gasses, Vapors, and Solvents by George P Fulton, Ms, CIH revised by S Khaterine Hammond, PhD, CIH (p149-167). Handbook Fundamentals of Industrial Hygiene, 5th edition.*
- Congronghe, † Lidiamorawska,*, † Andlentaplin ‡ *Particle Emission Characteristics of Office Printers International Laboratory for Air Quality and Health, Queensland University of Technology, Brisbane, QLD 4001, Australia, and Queensland Department of Public Works, Brisbane, QLD 4001, Australi , Environ. Sci. Technol. 2007, 41, 6039-6045*
- Duniantri Wenang Sari, Fatma Lestari, Eko Pudjadi, and Mila Tejamaya, *Indoor Air Quality Measurement of Airbone Particulate Matter of Three Building in Jakarta, Indonesia, 2009*
- Himpunan Peraturan di Bidang Pengendalian Dampak Lingkungan No 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999.
- Elizabeth L. Anderson, and Roy E. Albert, *Risk Assessment and Indoor Air Quality, Lewis Publishers, 1999*
- Environmental Health Criteria 188, 1997, Nitrogen oxides (second edition), WHO, Geneva*
- Environmental Health Criteria 213, 1999, Carbon monoxide (second edition), WHO, Geneva.*
- Environmental Protection Agency, 1991, Air quality: a guide for building owners and building manager, USA: CDC-NIOSH.*
- Environmental Protection Agency, 1991, Indoor air facts no, 4 (revised) sick building syndrome, Washington.*
- Environmental Protection Agency (EPA-402-K-97-003), 1997, An office building occupants guide to indoor air quality, EPA, Washington.*
- Fardiaz, Srikandi, 1992, *Polusi air dan udara, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.*
- FASTS Occasional Paper Series Number 5, 2002, Indoor air quality in Australia: a strategy for action.*

Fatma Lestari, *Bahaya Kimia, Sampling & Pengukuran Kontaminan Kimia di Udara*, Penerbit Buku Kedokteran, EGC, 2009.

H E Burroughs, CIAQP, and Shirley J Hansen.Ph.D, *Managing Indoor Air Quality, fourth edition, The Fairmont Press, Inc, 2008*

John D Spengler, Jonathan M.Samet, John F Mc Carthy, *Indoor Air Quality Handbook, Mc Graw Hill, 2001.*

Kathleen Hess-Kosa, *Indoor Air Quality Sampling Methodologies*, Lewis Publishers, 2002.

Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.

Maman Suherman, Hubungan antara konsentrasi kontaminan kimia (CO₂, NO₂, SO₂, NH₃, H₂S) pada udara dalam ruangan dengan kejadian keluhan *Sick Building Syndrome* (SBS) pada tiga gedung bertingkat di Jakarta tahun 2009.

Morgan, C. T., King, R. A, & Weisz, J. R. (1980). *Introduction to Psychology (7th ed.)*. New York: McGraw-Hill Book Co.

Naoki Kagia,_, Shuji Fujiib, Youhei Horibab, Norikazu Namikie, Yoshio Ohtanie, Hitoshi Emic, Hajime Tanurad, Yong Shik Kime *Indoor air quality for chemical and ultrafine particle contaminants from printers*

Suharyo Widagdo, *Kualitas Udara dalam ruang kerja, Pusat Teknologi Reaktor dan Keselamatan Nuklir, BATAN, 2009.*

Lampiran

UNIVERSITAS TERBUKA

Kuesioner

DALAM RANGKA PENELITIAN EVALUASI KUALITAS UDARA
DALAM RUANG PERCETAKAN UNIVERSITAS TERBUKA SEBAGAI
TUGAS AKHIR DARI

PROGRAM MAGISTER BIDANG MINAT KESEHATAN DAN
KESELAMATAN KERJA

FAKULTAS KESEHATAN MASARAKAT UNIVERSITAS INDONESIA



UNIVERSITAS TERBUKA 2011

Lampiran 1

Kuisisioner Penelitian

Evaluasi Kualitas Udara Dalam Ruang Percetakan UT

Asslamu'alaikum wr. wb./selamat pagi/siang/sore dan salam sejahtera

Saya adalah Yurizal Rahman staf FMIPA UT, saat ini saya sedang melakukan tugas akhir perkuliahan di Program Magister bidang minat Kesehatan dan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia yaitu berupa penelitian tentang “ Evaluasi Kualitas Udara Dalam Ruang Percetakan UT”. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mengevaluasi kualitas udara dalam ruangan percetakan UT dan hubungannya terhadap kesehatan (*Sick Building Syndrome*) pekerja dalam ruangan percetakan UT.

Manfaat penelitian ini sebagai berikut;

- Diperolehnya data kondisi lingkungan kerja fisik dan kimia sebagai bahan informasi untuk menciptakan kenyamanan dan kesehatan kerja.
- Dapat melakukan tindakan pencegahan dan pengendalian sedini mungkin terhadap faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi kesehatan dan kenyamanan tenaga kerja.
- Dapat memberikan alternatif pengendalian kondisi lingkungan kerja, terutama faktor-faktor yang dapat menurunkan kondisi kesehatan tenaga kerja di ruang percetakan naskah ujian dan bahan pendukung ujian UT

Dihadapan Bapak/Ibu/teman-teman saat ini adalah kuesioner untuk mengukur beberapa variabel penelitian tersebut. Saya mohon kesediaan Bapak/Ibu/teman-teman untuk mengisi setiap pertanyaan secara objektif dan apa adanya pada kuesioner ini dengan lengkap.

Pengisian kuesioner ini tidak akan mempengaruhi penilaian kinerja Bapak/Ibu/teman-teman, dan setiap data yang Bapak/Ibu/teman-teman isikan pada kuesioner ini dijamin kerahasiaannya.

PETUNJUK PENGISIAN

- Berilah tanda ceklis(V) pada kolom/kotak yang telah disediakan yang mewakili jawaban Anda.
- Jika jawaban bukan berupa pilihan, maka isilah pada garis bawah () yang tersedia.

Lokasi Pengisian : Gedung Percetakan UT

Lantai : _____

A. LATAR BELAKANG/KARAKTERISTIK RESPONDEN

- Nama (boleh tidak diisi) : _____
- Umur : _____ tahun
- Jenis Kelamin : 1. Laki-laki 2. Perempuan
- Lama bekerja di UT : _____ tahun
- Lama bekerja di percetakan : _____ tahun atau _____ bulan
- Berapa jam dalam satu minggu Anda bekerja dalam ruangan ini : _____ jam
- Apa kategori pekerjaan Anda ?

- | | |
|---|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> 1. Manajerial | <input type="checkbox"/> 3. Administrasi |
| <input type="checkbox"/> 2. Teknik | <input type="checkbox"/> 4. Lainnya (sebutkan) : _____ |

8. Jabatan : _____
9. Gambarkan dengan singkat tugas utama pekerjaan Anda!

10. Seberapa puaskah Anda dengan pekerjaan Anda?

1. Sangat puas 3. Tidak terlalu puas
2. Puas 4. Tidak semua puas

11. Apa tingkat pendidikan tertinggi Anda?

1. S2/S3 6. Tamat SMP
2. Sarjana (S1) 7. SMP tidak tamat
3. Sarjana Muda (D3) 8. Tamat SD
4. Tamat SMA 9. SD tidak tamat
5. SMA tidak tamat 10. Tidak pernah sekolah

No	Pertanyaan: Apakah Anda	Ya (1)	Tidak (2)
12	menggunakan lensa kontak?		
13	menggunakan kaca mata?		
14	bekerja dengan komputer atau word processor?		
15	mengoperasikan monitor setidaknya 48 menit/hari?		
16	menggunakan kaca penahan radiasi untuk monitor komputer Anda?		
17	mengoperasikan mesin fotocopy setidaknya 48 menit/hari?		
18	mengoperasikan printer laser setidaknya 48 menit/hari?		
19	mengoperasikan mesin faksimili setidaknya 48 menit/hari?		
20	mengoperasikan lem, tipe X, atau bahan kimia berbau lainnya setidaknya 48 menit/hari?		
21	merasa sensitif terhadap bahan kimia tertentu?		
22	sedang menjalani pengobatan? jika ya sebutkan alasannya:		
23	Apakah Anda memiliki riwayat penyakit di bawah ini?		
	Alergi (contoh: alergi debu, alergi dingin, alergi makanan)		
	Migrain		
	Asthma		
	Infeksi Sinus(rongga hidung)		
	Tifus		
24	Apakah sebagian besar/ semua lantai tempat Anda bekerja memakai karpet?		
25	Apakah Anda merasa nyaman dengan meja/kursi Anda?		
26	Apakah tempat kerja/ruangan kerja Anda memiliki jendela?		
27	Apakah jendela tersebut bisa dibuka setiap hari?		
28	Dalam tiga bulan terakhir, apakah terdapat perubahan furniture dalam ruangan kerja Anda? Jika ya sebutkan jenisnya! _____		

29. Apakah Anda memiliki kebiasaan merokok di dalam gedung tempat Anda bekerja ?

1. Ya 2. Tidak, lanjut ke pertanyaan nomor 31

30. Berapa batang rokok yang Anda habiskan dalam satu hari?

1. kurang dari 5 batang 2. 5 batang ke atas

31. Apakah ada orang lain disekitar Anda yang merokok?

1. Ya 2. Tidak

32. Apakah Anda merasa sensitif terhadap asap rokok?

1. Ya 2. Tidak

B. HUBUNGAN PSIKOSOSIAL/STRESS KERJA RESPONDEN

No	Pertanyaan	Baik(1)	Buruk(2)
1	Bagaimana hubungan kerja Anda dengan atasan saat ini?		
2	Bagaimana hubungan kerja Anda dengan rekan kerja Anda saat ini?		
3	Bagaimana hubungan Anda dengan keluarga Anda saat ini?		
		Ya(1)	Tidak(2)
4	Apakah Anda cemas, tegang, bingung dan mudah tersinggung saat kerja?		
5	Apakah Anda mengalami terkucil dan terasing saat bekerja?		
6	Apakah Anda merasa hilang konsentrasi dan kreativitas saat kerja?		

7. Apakah Anda sering merasa tertekan dengan pekerjaan Anda?

1. Ya 2. Tidak

8. Konflik dapat terjadi dalam berbagai pekerjaan. Sebagai contohnya, seseorang mungkin menyuruh Anda untuk melakukan pekerjaan dengan cara yang berbeda dengan cara yang menurut Anda paling baik atau Anda menemukan kesulitan untuk memberikan kepuasan pada seorang. Seberapa sering Anda menghadapi masalah dalam pekerjaan Anda seperti masalah tersebut dibawah ini (ceklis kolom yang sesuai dengan setiap pernyataan)

Pertanyaan	Jarang atau tidak pernah (1)	Kadang-kadang (2)	Cukup sering (3)	Sangat tinggi (4)
Orang yang setingkat dan mempunyai otoritas sama dengan Anda menyuruh Anda untuk melakukan suatu pekerjaan yang bertentangan dengan kehendak Anda				
Atasan Anda melihat Anda melakukan pekerjaan yang bertentangan dengan kehendak mereka (atasan Anda)				
Orang yang permintaannya harus dipenuhi oleh Anda menyuruh suatu pekerjaan yang bertentangan dengan pekerjaan Anda				

9. Pertanyaan selanjutnya menanyakan seberapa sering kondisi di bawah ini Anda alami

Pertanyaan: Seberapa sering	Jarang sekali (1)	Adaka lanya (2)	Kadang -kadang (3)	Cukup sering (4)	Sangat sering (5)
Anda harus bekerja cepat?					
Anda harus bekerja keras?					
Anda harus memutuskan hal-hal yang (keputusan) besar?					
Anda memahami tanggung jawab pekerjaan Anda?					
Anda bisa memprediksi harapan orang lain terhadap pekerjaan Anda?					
Anda mempunyai definisi yang jelas dari tujuan pekerjaan Anda?					
Seberapa sering Anda memahami harapan orang lain terhadap Anda?					

10. Agar dapat memahami lebih baik tanggung jawab Anda diluar pekerjaan normal sehari-hari.

Pertanyaan berikutnya berhubungan dengan aspek berpengaruh dari hidup Anda.

Tanggung Jawab	Ya (1)	Tidak (2)
Tanggung jawab utama untuk tugas menjaga anak		
Tanggung jawab utama untuk melakukan tugas rumah tangga		
Tanggung jawab utama untuk tugas menjaga orang tua atau orang cacat		
Mempunyai komitmen regular 5 jam atau lebih setiap pekan, dibayar atau tidak dibayar, diluar pekerjaan (termasuk pendidikan, kerja sukarelawan, pekerjaan sampingan dan lain-lain)		

B.KONDISI LINGKUNGAN KERJA

Berikut kondisi lingkungan kerja Anda dan persepsi Anda tentang kondisi lingkungan tersebut?

Berikan tanda ceklis pada kolom angka yang menurut Anda mewakili persepsi Anda.

1. Temperatur

	1	2	3	4	5	6	
Terlalu Dingin							Terlalu Panas

2.Sirkulasi Udara

	1	2	3	4	5	6	
Sangat Sesak							Sangat Lapang

3.Bau

	1	2	3	4	5	6	
Tidak Berbau							Sangat Bau

4.Debu di ruangan

	1	2	3	4	5	6	
Tidak Berdebu							Terlalu Berdebu

5.Kebisingan

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Sangat Sunyi Sangat Bising/Berisik

6.Pencahayaan

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Terlalu Gelap Terlalu Terang

7.Kelembaban

1	2	3	4	5	6
---	---	---	---	---	---

Terlalu Basah Terlalu Kering

8.a.Selama 1 bulan terakhir Anda berada ditempat kerja, seberapa seringkah Anda mengalami kondisi lingkungan kerja seperti dibawah ini?					8.b.Selama pekan ini, berapa hari Anda mengalami kondisi lingkungan di bawah ini.
Kondisi	Tidak terjadi dalam 1 bulan	1-3 hari dalam 1 bulan	1-3 hari setiap pekan	Hampir/ setiap hari	
Terlalu banyak pergerakan udara					..... hari
Tidak ada pergerakan udara					..... hari
Temperatur terlalu panas					..... hari
Temperatur terlalu dingin					..... hari
Udara terlalu basah(lembab)					..... hari
Udara terlalu kering					..... hari
Bau asap rokok					..... hari
Bau kimia yang tidak enak/menyenangkan					..... hari
Bau tidak enak lainnya (seperti bau badan, bau makanan dan bau parfum)					..... hari

9.Secara umum, seberapa bersih area kerja Anda?(*yang dimaksud area kerja termasuk lingkungan sekitar Anda bekerja)

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> 1. Sangat bersih | <input type="checkbox"/> 3. Kadang-kadang berdebu atau kotor |
| <input type="checkbox"/> 2. Cukup bersih | <input type="checkbox"/> 4. Sangat berdebu atau kotor |

10. Apakah Anda pernah mengalami “kesilauan” pada mata ketika berada di tempat kerja Anda ?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> 1. Sangat jarang | <input type="checkbox"/> 4. Cukup sering |
| <input type="checkbox"/> 2. Kadang-kadang | <input type="checkbox"/> 5. Sangat sering |
| <input type="checkbox"/> 3. Beberapa kali | |

11. Seberapa nyaman tempat duduk di ruangan kerja Anda ?

1. Sangat nyaman
2. Cukup nyaman
3. Kadang-kadang tidak nyaman
4. Sangat tidak nyaman
5. Tidak memiliki kursi tertentu

12. Seberapa nyaman pengaturan meja kerja Anda? (misalnya pengaturan meja, kursi, dan peralatan yang Anda pakai saat bekerja)

1. Sangat nyaman
2. Cukup nyaman
3. Kadang-kadang tidak nyaman
4. Sangat tidak nyaman
5. Tidak punya satu meja kerja yang spesifik

13. Jika terdapat jendela yang dapat dilihat dari area/lingkungan kerja anda, berapa meter jarak jendela tersebut terhadap meja kerja Anda ?

1. Ya ada jendela, _____ meter
2. Tidak ada jendela

14. Yang manakah yang menjelaskan tempat Anda bekerja:

1. Sendirian dalam ruangan tertutup
2. Beberapa orang dalam satu ruangan tertutup
3. Bekerja di ruangan terbuka tanpa partisi
4. Lainnya, sebutkan _____

15. Sebutkan berapa jumlah rekan kerja Anda dalam ruangan tersebut ?

1. Satu orang
2. 2-3 orang
3. 4-7 orang
4. 8 orang atau lebih

No	Pertanyaan	Jawaban	
16.	Selama 3 bulan terakhir, apakah ada perubahan peralatan yang diletakkan pada jarak 5 meter dari meja kerja anda?	Ya (1)	Tidak(2)
	Karpet baru		
	Dinding yang dicat		
	Furniture baru		
	Partisi baru		
	Wall cover yang baru		

17. Berikan komentar atau pengamatan Anda tentang kondisi lingkungan kerja Anda!

D. Gejala *Sick Building Syndrome* (SBS)

1. Apakah pada saat Anda bekerja di kantor, Anda dalam kondisi yang sehat ?

1. Ya

2. Tidak

No	Pertanyaan: 2. Apakah Anda mengalami keluhan-keluhan di bawa ini pada saat anda bekerja di dalam ruang gedung ini ?	Ya (1)	Tidak (2)
	Iritasi mata, hidung, tenggorokan		
	Rasa kekeringan bibir		
	Kulit kering, gatal, merah-merah		
	Sakit kepala, lelah, dan sulit berkonsentrasi		
	Infeksi pernafasan dan batuk-batuk		
	Serak dan sesak nafas		
	Mual dan pusing-pusing		
	Hipersensitivitas yang tidak spesifik		
Jika tidak ada satu pun gejala yang dirasakan, Berhenti Mengisi dan Terimakasih, Jika ada satu atau lebih gejala yang dirasakan mohon lanjut pada pertanyaan berikutnya.			
3.	Apakah keluhan tersebut masih dirasakan setelah Anda pulang dari kantor/keluar dari gedung tempat Anda bekerja?		
4.	Apakah Anda merasakan gejala yang sama ketika libur/cuti?		

5. Kapan Anda merasakan keluhan-keluhan tersebut?

1. Pagi

2. Siang

3. Sore

Matriks Keluhan SBS

6.a Selama 1 bulan terakhir Anda bekerja, seberapa sering Anda mengalami gejala di bawah ini saat berada di dalam gedung					6.b Selama 1 bulan terakhir , apa yang Anda rasakan terhadap gejala di bawah ini saat tidak sedang bekerja (saat liburan/weekend)			6.c Dalam pekan ini , sudah berapa hari anda merasakan gejala di bawah ini
Kondisi	Tidak pernah dialami (1)	1-3 kali terjadi (2)	1-3 kali terjadi dalam sepekan (3)	Setiap hari/ hampir setiap hari (4)	Semakin buruk (1)	Sama saja (2)	Semakin Baik (3)	
Iritasi mata, hidung, tenggorokan								_____ Hari
Rasa kekeringan bibir								_____ Hari
Kulit, kering, gatal, merah-merah								_____ Hari
Sakit kepala, lelah, dan sulit berkonsentrasi								_____ Hari
Infeksi pernafasan dan batuk-batuk								_____ Hari
Serak dan sesak nafas								_____ Hari
Mual dan pusing-pusing								_____ Hari
Hipersensitivitas yang tidak spesifik								_____ Hari
7.a Dalam 1 bulan terakhir, seberapa sering Anda merasa kapabilitas Anda berkurang karena gejala-gejala diatas?								_____ Hari
7.b Dalam 1 bulan terakhir, seberapa sering Anda meninggalkan pekerjaan Anda karena gejala-gejala diatas?								_____ Hari

----- TERIMA KASIH TELAH BERPARTISIPASI -----

Lampiran 2

BAHAN WAWANCARA DALAM RANGKA PENELITIAN KUALITAS UDARA DALAM

RUANG PERCETAKAN UT APRIL 2011

N A M A :

1. Dapatkah Anda ceritakan tentang pengalaman Anda kerja di percetakan ?
2. Bagaimana perasaan Anda bekerja di ruang percetakan ini?
3. Apakah tempat Anda bekerja terasa nyaman (persepsi Anda terhadap lingkungan kerja termasuk kursi dan meja yang ditempati) ?
4. Dalam satu bulan terakhir ini apakah Anda merasakan kurang nyaman dengan kondisi lingkungan kerja Anda?
5. Apakah Anda pernah mengalami keluhan kesehatan selama bekerja di percetakan?, sebutkan sakit apa saja, kapan, dan berapa lama?
6. Jika ya, apakah keluhan tersebut hilang disaat Anda keluar dari ruang percetakan ini?
7. Jika Anda mengalami gangguan kesehatan, dalam satu bulan terakhir apakah dirasakan setiap hari , menurun atau semakin buruk?
8. Apakah pencahayaan dalam ruang percetakan ini cukup bagus?
9. Apakah Anda merokok? dan jika Anda merokok dimana tempatnya?
10. Jika Anda tidak merokok apakah Anda terasa terganggu dengan asap rokok disekitar Anda?
11. Apakah Anda sensitif terhadap bau bahan kimia?
12. Apakah Anda diharuskan bekerja cepat dan keras?
13. Apakah dirumah Anda juga banyak mengerjakan pekerjaan rumah tangga?

Lampiran 3

No. FR : 31-2/U/LPDL

No. Revisi : 0

LEMBAR HASIL ANALISIS (WORK SHEET)

Pengukuran CO

No.Contoh uji : 04/A-C/U/DAL/04/2011

Jenis Contoh : Gas

Metode : IK 31/U/LPDL (NDIR)

Tanggal sampling : 26 April

Tanggal selesai analisis : 26 April

Tanggal selesai analisis : 2011

No/Tgl Disposisi :

04/PU/A/04/2011

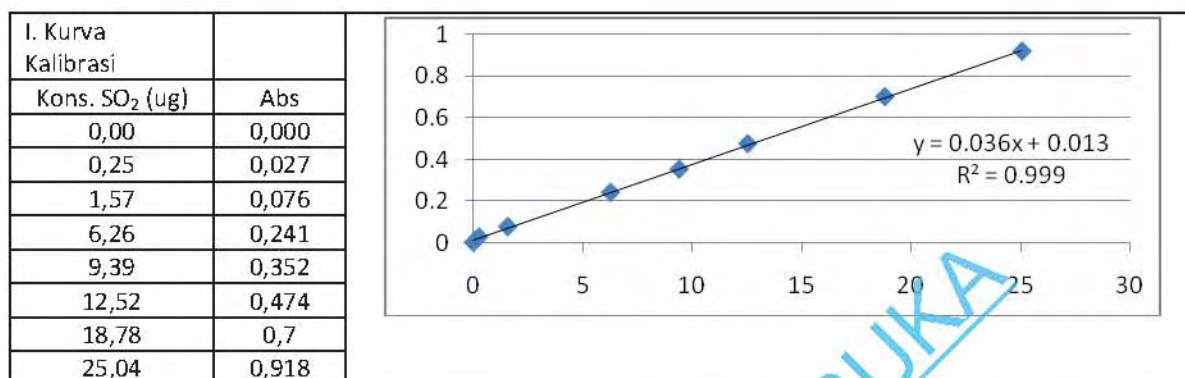
Dikerjakan oleh/paraf :

Diperiksa oleh/paraf :

Keterangan:

	04/U/DAL/04/2011					
	A		B		C	
	ppm	ug/M3	ppm	ug/M3	ppm	ug/M3
Pengukuran	26-Apr-11					
1	2,32	2656,9	2,58	2954,6	2,34	2679,8
2	2,37	2714,1	2,50	2977,5	2,35	2691,2
3	2,38	2725,6	2,61	2989,0	2,35	2691,2
4	2,39	2737,0	2,61	2989,0	2,35	2691,2
5	2,39	2737,0	2,61	2989,0	2,35	2691,2
6	2,40	2748,5	2,61	2989,0	2,35	2691,2
7	2,41	2759,9	2,61	2989,0	2,35	2691,2
8	2,42	2771,4	2,61	2989,0	2,35	2691,2
9	2,43	2782,8	2,61	2989,0	2,35	2691,2
10	2,44	2794,3	2,61	2989,0	2,35	2691,2
Rata-rata	2,40	2742,7	2,61	2984,4	2,35	2690,1
SD	0,03	0,03	0,1	0,1	0,0	0,0
Rata-rata ug/M3		2514		2984		2690

IDL = 0,1
ppm= 115
ug/M3

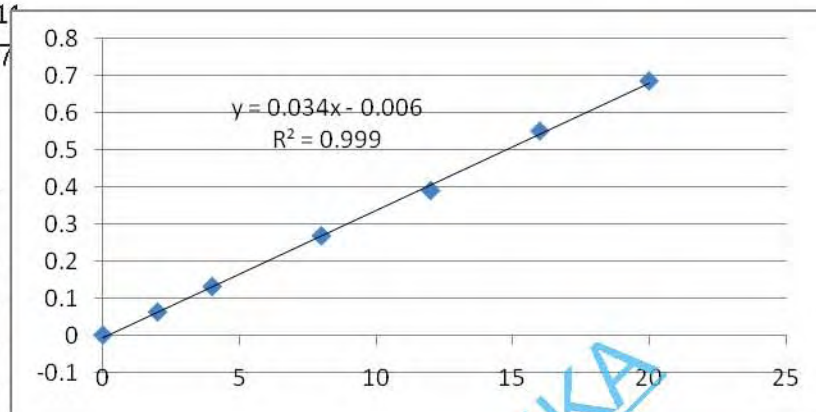
Data SO₂

Kode Contoh Uji	waktu	Vol. Lar cth uji (ml)	Absorbansi cth - blk	Temp (oC)	P mmHg	Volume Udara		Jumlah SO ₂ (mg)	Kons. SO ₂ (mg/NM ³)
						L	NM ³		
A	10.00 - 11.00	25	0.015	24	764	60	0.0605	0.052	0.9
B	10.00 - 11.00	25	0.02	24	764	60	0.0605	0.190	3.1
C	11.00 - 12.00	25	0.026	24	764	60.4	0.0609	0.354	5.8

Data NO₂
 Parameter : NO₂
 Tanggal : 4/26/2014
 Metode : SNI 19-7

I. Kurva Kalibrasi

Kons. NO ₂ (μg)	Abs
0	0.000
2	0.062
4	0.131
8	0.268
12	0.390
16	0.551
20	0.686



II. Perhitungan Konsentrasi Contoh Uji

Kode Contoh Uji	waktu	Vol. Lar cth uji (ml)	Absorbansi cth - blk	Temp (oC)	P mmHg	Volume Udara		Jumlah NO ₂ (mg)	Kons. NO ₂ (mg/NM ³)
						L	NM ³		
A	10.00 - 11.00	10	0.008	24	764	24	0.0242	0.412	8.50
B	10.00 - 11.00	10	0.012	24	764	24	0.0242	0.529	10.93
C	11.00 - 12.00	10	0.020	24	764	24	0.0242	0.765	15.79

Lampiran 4

Instrument Model: HH 3016 IAQ Instrument Serial #: 071144004 Downloaded On: 4/27/2011 14:51:52 Particle Data: Differential Particle Density: 2.500 g/ml Data Duration: 4/6/2011 14:52:25 to 4/27/2011 13:40:53											
Timestamp	Location (Name)	PM0.5 (ug/m ³)	PM1.0 (ug/m ³)	PM2.5 (ug/m ³)	PM5.0 (ug/m ³)	PM10.0 (ug/m ³)	TPM (ug/m ³)	Sample Time (s)	Sample Volume (m ³)	Temperature (C)	Relative Humidity (%)
4/27/2011 10:58:02	RCT_11UT	9,50	13,83	21,27	62,10	120,41	161,56	60	0,003	25,7	65,8
4/27/2011 10:59:12	RCT_11UT	9,54	13,92	21,52	64,64	127,63	166,93	60	0,003	25,7	67,5
4/27/2011 11:00:22	RCT_11UT	9,60	14,22	22,08	65,48	129,44	169,20	60	0,003	25,7	66,7
4/27/2011 11:01:32	RCT_11UT	9,70	14,64	23,20	74,37	143,21	190,82	60	0,003	25,7	66,5
4/27/2011 11:02:42	RCT_11UT	9,82	15,43	26,49	100,30	117,90	284,46	60	0,003	25,4	66,2
rata-rata		48,16	72,03	114,56	366,89	738,59	972,96			128,3	332,7
stdev		9,63	14,41	22,91	73,38	147,72	223,01			25,7	66,5
		0,23	1,13	3,69	27,01	68,93	86,91			0,2	0,3
4/27/2011 11:05:29	RCT_12UT	10,23	16,43	26,76	79,76	154,45	199,76	60	0,003	24,9	66,2
4/27/2011 11:06:39	RCT_12UT	10,32	16,56	26,73	78,17	153,45	199,67	60	0,003	24,6	66,2
4/27/2011 11:07:49	RCT_12UT	10,78	18,14	30,13	81,71	147,24	197,63	60	0,003	24,6	67,3
4/27/2011 11:08:59	RCT_12UT	10,60	17,40	28,30	78,00	144,50	183,33	60	0,003	24,4	65,8
4/27/2011 11:10:09	RCT_12UT	10,80	18,07	30,22	83,29	159,35	196,80	60	0,003	24,4	66,2
rata-rata		52,72	86,59	142,15	400,94	759,00	977,19			122,8	331,6
		10,54	17,32	28,43	80,19	151,80	198,28			24,6	66,3

stdev		0,40	1,16	2,45	2,50	3,46	2,09			0,4	0,0
4/27/2011 11:15:05	RCT_13UT	11,01	18,68	30,83	85,36	161,22	202,83	60	0,003	24,1	65,8
4/27/2011 11:16:15	RCT_13UT	11,02	18,72	30,84	87,49	168,42	211,41	60	0,003	24,4	66,2
4/27/2011 11:17:25	RCT_13UT	11,14	19,04	31,25	86,22	160,72	197,24	60	0,003	24,4	67,5
4/27/2011 11:18:35	RCT_13UT	11,14	18,79	30,53	82,65	156,56	199,09	60	0,003	24,6	67,5
4/27/2011 11:19:45	RCT_13UT	11,15	18,81	30,73	83,09	150,95	183,31	60	0,003	24,6	67,5
rata-rata		55,46	94,04	154,17	424,81	797,88	993,88			122,0	334,4
stdev		11,09	18,81	30,83	84,96	159,58	305,27			24,4	66,9
		0,09	0,09	0,07	1,61	7,26	13,80			0,4	1,2
4/27/2011 11:24:55	RCT_14UT	11,11	19,57	33,02	92,06	177,87	221,32	60	0,003	24,9	62,9
4/27/2011 11:26:05	RCT_14UT	11,11	19,57	32,59	91,15	164,67	211,98	60	0,003	25,2	61,8
4/27/2011 11:27:15	RCT_14UT	11,19	19,57	32,51	89,57	156,08	187,51	60	0,003	25,2	61,8
4/27/2011 11:28:25	RCT_14UT	11,06	19,23	31,40	83,66	155,43	196,57	60	0,003	25,2	61,6
4/27/2011 11:29:35	RCT_14UT	11,07	19,16	31,79	85,49	162,53	203,67	60	0,003	25,2	61,2
rata-rata		55,54	97,10	161,30	441,93	816,57	1025,05			125,6	309,3
stdev		11,11	19,42	32,26	88,36	163,31	314,49			25,1	61,9
		0,02	0,29	0,87	4,61	10,85	12,48			0,2	1,2
4/27/2011 12:06:52	RCT_21UT	10,72	19,44	34,97	128,63	272,36	325,98	60	0,003	25,4	66,5
4/27/2011 12:08:02	RCT_21UT	10,73	19,22	34,18	124,77	263,62	306,15	60	0,003	25,7	64,9
4/27/2011 12:09:12	RCT_21UT	10,99	21,19	39,99	147,42	291,73	326,40	60	0,003	26,0	68,7
4/27/2011 12:10:22	RCT_21UT	11,20	22,14	42,53	162,59	303,00	322,88	60	0,003	26,3	68,4
4/27/2011 12:11:32	RCT_21UT	12,44	22,95	42,23	147,25	282,98	313,49	60	0,003	26,3	69,8
rata-rata		56,08	104,94	193,89	710,65	1413,69	1594,90			129,6	338,4
stdev		11,22	20,99	38,78	142,13	282,74	495,85			25,9	67,7
		0,25	2,48	5,13	13,17	7,51	8,83			0,6	2,3

4/27/2011 13:28:10	LT2UT_01	10,45	13,92	16,12	23,94	31,94	36,10	60	0,003	24,1	67,8
4/27/2011 13:29:20	LT2UT_01	10,68	14,18	16,64	24,24	34,97	42,36	60	0,003	24,4	67,5
4/27/2011 13:30:30	LT2UT_01	10,75	14,29	16,82	24,89	32,88	40,28	60	0,003	24,4	67,6
4/27/2011 13:31:40	LT2UT_01	10,89	14,47	16,72	25,05	32,27	38,74	60	0,003	24,1	68,0
4/27/2011 13:32:50	LT2UT_01	10,94	14,49	16,67	24,28	32,47	41,71	60	0,003	24,1	67,8
		53,71	71,35	82,96	122,40	164,53	199,20			120,9	338,8
rata-rata		10,74	14,27	16,59	24,48	32,91	38,99			24,2	67,8
stdev		0,34	0,40	0,39	0,24	0,37	0,37			0,0	0,0
4/27/2011 13:36:13	LT2UT_02	10,77	14,24	16,42	23,29	32,26	42,89	60	0,003	23,8	69,1
4/27/2011 13:37:23	LT2UT_02	10,79	14,26	16,48	23,55	29,98	35,53	60	0,003	24,1	68,2
4/27/2011 13:38:33	LT2UT_02	10,82	14,27	16,40	23,42	29,86	37,25	60	0,003	24,1	68,0
4/27/2011 13:39:43	LT2UT_02	10,80	14,22	16,34	22,63	27,51	34,96	60	0,003	24,1	68,0
4/27/2011 13:40:53	LT2UT_02	10,84	14,28	16,37	22,69	29,32	36,25	60	0,003	24,1	68,0
		54,02	71,28	82,01	115,58	146,93	186,83			120,1	341,3
rata-rata		10,803578	14,2553411	16,402314	23,1158524	29,78351142	36,259694			24,02478112	68,26325073
stdev		0,0508771	0,02908898	0,03047337	0,0489142892	0,081727661	0,04696709792			0,192189629	0,775620698

UNIVERSITAS TERBUKA

Data hasil pengukuran TVOC, CO2 dan Ozon

Titik 1

	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
	2386	875	0,00
	2368	881	0,00
	2379	901	0,00
	2330	893	0,00
	2286	903	0,00
	2252	900	0,00
	14001	5353	0,00
rata-rata	2333,5	892,166667	0,00
stdev	94,752309	17,6776695	0

Titik 2

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:11:28 AM	1963	891	0,00
27-Apr-11 11:12:28 AM	1939	895	0,00
27-Apr-11 11:13:28 AM	1930	896	0,00
27-Apr-11 11:14:28 AM	1870	894	0,00
27-Apr-11 11:15:28 AM	1823	888	0,00
27-Apr-11 11:16:28 AM	1808	893	0,00
	11333	5357	0,00
rata-rata	1888,83333	892,83333	0,00
stdev	109,601551	1,4142136	0

Titik 3

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:19:14 AM	1895	935	0,00
27-Apr-11 11:20:14 AM	1920	930	0,00
27-Apr-11 11:21:14 AM	1945	921	0,00
27-Apr-11 11:22:14 AM	2026	928	0,00
27-Apr-11 11:23:14 AM	2081	920	0,00
27-Apr-11 11:24:14 AM	2084	917	0,00
27-Apr-11 11:25:14 AM	2103	915	0,00
	14054	6466	0,00
rata-rata	2007,71429	923,71429	0,00
stdev	147,07821	14,142136	0

Titik 4

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:32:35 AM	1720	931	0,00
27-Apr-11 11:33:35 AM	1712	923	0,00
27-Apr-11 11:34:35 AM	1708	927	0,00
27-Apr-11 11:35:35 AM	1726	933	0,00
27-Apr-11 11:36:35 AM	1713	935	0,00
27-Apr-11 11:37:35 AM	1724	945	0,00
27-Apr-11 11:38:35 AM	1690	944	0,00
27-Apr-11 11:39:35 AM	1669	943	0,00
	13662	7481	0,00
rata-rata	1707,75	935,125	0,00
stdev	36,0624458	8,4852814	0

Titik 5

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:41:06 AM	1638	945	0,00
27-Apr-11 11:42:06 AM	1661	947	0,00
27-Apr-11 11:43:06 AM	1654	955	0,00
27-Apr-11 11:44:06 AM	1649	954	0,00
27-Apr-11 11:45:06 AM	1658	956	0,00
27-Apr-11 11:46:06 AM	1651	961	0,00
27-Apr-11 11:47:06 AM	1650	960	0,00
27-Apr-11 11:48:06 AM	1596	969	0,00
	13157	7647	0,00
rata-rata	1644,625	955,875	0,00
stdev	29,6984848	16,970563	0

Titik 6

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 11:49:23 AM	1554	1049	0,00
27-Apr-11 11:50:23 AM	1544	1005	0,00
27-Apr-11 11:51:23 AM	1537	985	0,00
27-Apr-11 11:52:23 AM	1530	981	0,00
27-Apr-11 11:53:23 AM	1524	980	0,00
27-Apr-11 12:13:09 PM	1651	918	0,00
27-Apr-11 12:14:09 PM	1640	918	0,00
27-Apr-11 12:15:09 PM	1614	925	0,00
27-Apr-11 12:16:09 PM	1584	918	0,00
27-Apr-11 12:17:09 PM	1570	921	0,00
	15748	9600	0,00
rata-rata	1574,8	960	0,00
stdev	11,3137085	90,509668	0

Titik 7

DateTime	TVOC ppb	CO2 ppm	Ozone ppm
27-Apr-11 12:18:09 PM	1619	903	0,00
27-Apr-11 12:19:09 PM	1638	910	0,00
27-Apr-11 12:20:09 PM	1642	912	0,00
27-Apr-11 12:21:09 PM	1643	911	0,00
27-Apr-11 12:22:09 PM	1633	910	0,00
27-Apr-11 12:23:09 PM	1613	914	0,00
27-Apr-11 12:24:09 PM	1598	908	0,00
27-Apr-11 12:25:09 PM	1596	903	0,00
27-Apr-11 12:26:09 PM	1569	905	0,00
27-Apr-11 12:27:09 PM	1557	902	0,00
27-Apr-11 12:28:09 PM	1548	897	0,00
27-Apr-11 12:29:09 PM	1548	899	0,00
27-Apr-11 12:30:09 PM	1534	897	0,00
27-Apr-11 12:31:09 PM	1524	895	0,00
27-Apr-11 12:32:09 PM	1512	886	0,00
27-Apr-11 12:33:09 PM	1510	883	0,00
27-Apr-11 12:34:09 PM	1498	877	0,00
27-Apr-11 12:35:09 PM	1496	876	0,00
27-Apr-11 12:36:09 PM	1502	871	0,00
27-Apr-11 12:37:09 PM	1489	870	0,00
27-Apr-11 12:38:09 PM	1487	864	0,00
27-Apr-11 12:39:09 PM	1468	867	0,00
27-Apr-11 12:40:09 PM	1442	860	0,00
27-Apr-11 12:41:09 PM	1421	868	0,00
27-Apr-11 12:42:09 PM	1415	854	0,00
27-Apr-11 12:43:09 PM	1420	850	0,00
27-Apr-11 12:44:09 PM	1418	842	0,00
27-Apr-11 12:45:09 PM	1417	840	0,00
27-Apr-11 12:46:09 PM	1412	839	0,00
27-Apr-11 12:47:09 PM	1424	825	0,00
27-Apr-11 12:48:09 PM	1407	825	0,00
27-Apr-11 12:49:09 PM	1404	815	0,00
27-Apr-11 12:50:09 PM	1399	808	0,00
27-Apr-11 12:51:09 PM	1372	808	0,00
27-Apr-11 12:52:09 PM	1366	801	0,00
27-Apr-11 12:53:09 PM	1361	800	0,00
27-Apr-11 12:54:09 PM	1343	807	0,00
27-Apr-11 12:55:09 PM	1350	794	0,00
27-Apr-11 12:56:09 PM	1360	793	0,00
27-Apr-11 12:57:09 PM	1363	793	0,00
27-Apr-11 12:58:09 PM	1357	789	0,00
27-Apr-11 12:59:09 PM	1336	792	0,00
27-Apr-11 01:00:09 PM	1343	790	0,00
27-Apr-11 01:01:09 PM	1349	785	0,00
27-Apr-11 01:02:09 PM	1336	773	0,00
27-Apr-11 01:03:09 PM	1339	774	0,00
27-Apr-11 01:04:09 PM	1337	773	0,00
27-Apr-11 01:05:09 PM	1331	764	0,00
27-Apr-11 01:06:09 PM	1318	759	0,00
27-Apr-11 01:07:09 PM	1331	766	0,00
27-Apr-11 01:08:09 PM	1339	766	0,00
27-Apr-11 01:09:09 PM	1348	778	0,00
27-Apr-11 01:10:09 PM	1367	854	0,00
27-Apr-11 01:11:09 PM	1388	821	0,00
	78137	45466	0,00
rata-rata	1446,98148	841,96296	0,00
Stdev	163,341666	57,982756	0

Data Pencahayaan tanggal 27
April 2011

No	Lokasi	Pencahayaan (lux)
1	Titik 1	530
2	Titik 2	607
3	Titik 3	376
4	Titik 4	480
5	Titik 5	285
6	Titik 6	432
7	Titik7	167
	Rata- rata	411
	Stdev	149,68

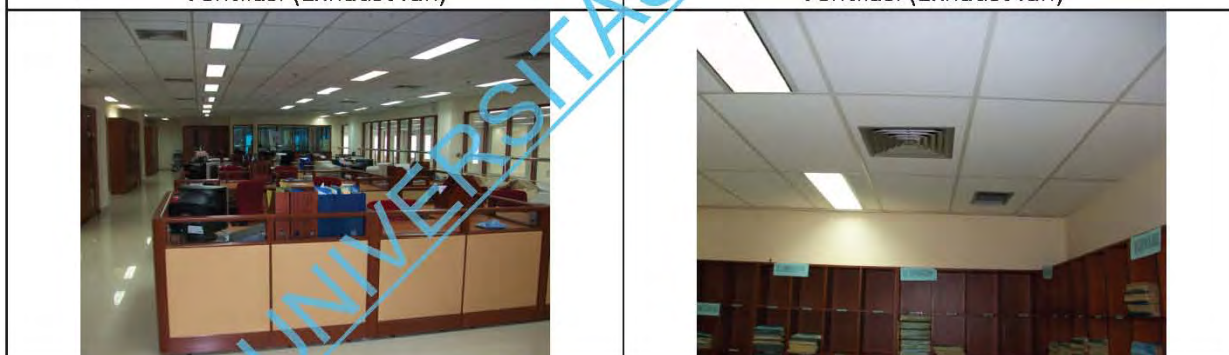
UNIVERSITAS TERBUKA

Lampiran 5

Foto-foto saat pengukuran kontaminan kimia dan parameter fisik di ruang percetakan UT



	
Mesin cetak	Mesin cetak
	
Tinta mesin cetak 1	Mesin cetak 2
	
Mesin cetak besar Tinta mesin cetak 2	Tinta mesin cetak 2
	
Mesin pengepakan	Ruang penyimpanan naskah



	
Tinta printer	Tinta printer cartridge
	
Mesin fotocopy	Peralatan analisis
	
Pengukuran di titik mesin cetak 2	Pengukuran dekat printer
	
Pengukuran dekat printer	Pengukuran samping mesin cetak 2



Pengukuran di ruang fotocopy

UNIVERSITAS TERBUKA