

**FAKTOR LINGKUNGAN YANG BERHUBUNGAN DENGAN  
KEJADIAN SICK BUILDING SYNDROME (SBS)  
DI PUSAT LABORATORIUM FORENSIK DAN UJI  
BALISTIK MABES POLRI.**

STUDI DI PUSAT LABORATORIUM FORENSIK DAN UJI BALISTIK  
MABES POLRI  
JAKARTA



**TESIS**

Untuk Memenuhi sebagian persyaratan  
Mencapai derajat Sarjana S-2

**Magister Kesehatan Lingkungan**

**Drs. SLAMET HARTOYO  
E4B 008013**

**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG  
2009**

© 2009  
HAK CIPTA ADA PADA PENULIS

## **PENGESAHAN TESIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa tesis yang berjudul :

### **FAKTOR LINGKUNGAN YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN SICK BUILDING SYNDROME (SBS) DI PUSAT LABORATORIUM FORENSIK DAN UJI BALISTIK MABES POLRI**

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Nama : SLAMET HARTOYO

NIM : E4B 008013

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji pada tanggal 12 Desember 2009  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat untuk diterima

Pembimbing I

Pembimbing II

dr. ONNY SETIANI, Ph.D.  
NIP. 131.958.807

YUSNIAR HANANI D, STP M.Kes  
NIP. 131.958.807

Penguji I

Penguji II

POEDJIANTO, SKM, MKes

SUDARWIN, ST, Mkes.

Semarang, Desember 2009  
Mengetahui  
Ketua Program Studi  
Kesehatan Lingkungan

dr. ONNY SETIANI, Ph.D.  
NIP. 131.958.807

## **PERNYATAAN**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : SLAMET HARTOYO

NIM : E4B 008013

JUDUL : FAKTOR LINGKUNGAN YANG BERHUBUNGAN  
DENGAN KEJADIAN SICK BUILDING SYNDROME  
(SBS) DI PUSAT LABORATORIUM FORENSIK DAN UJI  
BALISTIK MABES POLRI.

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis ini, adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan di dalamnya tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan lembaga pendidikan lainnya. Pengetahuan yang diperoleh dari hasil penerbitan maupun yang belum/tidak diterbitkan, sumbernya dijelaskan dalam tulisan dan daftar pustaka. Penulisan ini adalah karya pemikiran saya, oleh karena itu sepenuhnya merupakan tanggung jawab saya.

Semarang, Desember 2009

SLAMET HARTOYO

## **DAFTAR RIWAYAT HIDUP**

### **I. BIODATA PENULIS :**

Nama : SLAMET HARTOYO  
Tempat/Tanggal Lahir : Purwokerto / 02 Februari 1957.  
Jenis Kelamin : Laki-laki.  
Agama : Islam  
Alamat : Jl. Tengger Barat No. 3 RT.03/RW.VII,  
Kel. Gajahmungkur, Kota Semarang.

### **II JENJANG PENDIDIKAN :**

1. SD : Tahun 1970.
2. SMP : Tahun 1973.
3. SMA : Tahun 1976.
4. SARJANA : Tahun 1987

### **III. A. Riwayat Pendidikan Militer/POLRI :**

1. Sekolah Perwira Wajib Militer ABRI Tahun 1982.
2. Sekolah Lanjutan Perwira POLRI Tahun 1992.

### **B. Riwayat Hidup.**

1. Perwira Pelaksana Uang Palsu Labfor. Cabang Semarang.
2. Perwira Unit Dokumen dan Uang Palsu Forensik Labfor. cabang Semarang.
3. Kepala Satuan Unit Dokumen dan Uang Palsu Forensik Labfor. cabang Semarang.
4. Kepala Unit Dokumen dan Uang Palsu Forensik Labfor. cabang Semarang.
5. Kepala Departemen Dokumen dan Uang Palsu Forensik Pusat Laboratorium Forensik Badan Reserse dan Kriminal Polri.

### **C. Kursus/Dikjur.**

1. Pendidikan Kejuruan Perwira Laboratorium Kriminal Tahun 1984.
2. Introduction To Document Forensic Investigation Program Tahun 2007.
3. Forensic Incident Management Tahun 2009.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat ALLAH SWT yang telah melimpahkan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Proposal dengan judul **“Faktor Lingkungan Yang Berhubungan Dengan Kejadian Sick Building Syndrome (SBS) Di Pusat Laboratorium Forensik Dan Uji Balistik Mabes Polri”**. Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam rangkaian kegiatan penulisan Tesis ini masih banyak kekurangan baik dari segi materi maupun teknis penulisan. Oleh karena itu harapan penulis untuk mendapatkan koreksi dan telaah agar proposal ini dapat menjadi lebih baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini banyak sekali memperoleh bantuan baik moril maupun materiil dari berbagai pihak, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. dr. SUSILO WIBOWO, MS, Med,Sp.And., selaku Rektor Universitas Diponegoro yang telah memberikan fasilitas serta kemudahan selama mengikuti pendidikan.
2. Bapak Prof Drs. Y. WARELLA, MPA. Ph.D., selaku Direktur Program Pascasarjana Universitas Diponegoro yang telah memberikan fasilitas serta kemudahan selama mengikuti pendidikan.
3. Bapak Komisaris Jenderal DR. ITO SUMARDI DS, SH, MH, MBA, MM., Selaku Kabareskrim yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk melanjutkan studi Strata Dua di Program Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.
4. Bapak Brigadir Jenderal Polisi H. BOEDIONO, ST. Selaku Kepala Pusat Laboratorium Forensik Bareskrim Mabes Polri yang telah memberikan ijin kepada penulis untuk melanjutkan studi Strata Dua di Program Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang.

5. Ibu dr. ONNY SETIANI, Ph.D, selaku ketua Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan Universitas Diponegoro Semarang, sekaligus sebagai Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya dalam membimbing dan memberikan pengarahan dalam penyusunan proposal ini.
6. Ibu YUSNIAR HANANI D, STP M.Kes selaku Pembimbing II yang memberikan bimbingan dan arahan yang bermanfaat dalam penyusunan proposal ini.
7. Bapak POEDJIANTO,SKM,M.Kes selaku Penguji I yang telah memberikan masukan ,saran dan arahan untuk perbaikan Tesis ini.
8. Bapak SUDARWIN,ST,M.Kes selaku Penguji II yang telah memberikan masukan, saran dan arahan untuk perbaikan Tesis ini.
9. Seluruh dosen dan staf administrasi Magister Kesehatan Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro Semarang yang telah membantu kelancaran studi.
10. Semua rekan-rekan mahasiswa Angkatan 2008-2009 Magister Kesehatan Lingkungan yang telah bersama-sama menempuh pendidikan
11. Istri dan Anak-anaku tersayang yang sepanjang penulis melanjutkan studi Strata Dua di program Magister Kesehatan Lingkungan Selalu memberikan dorongan dan semangat sehingga penulis bisa menyelesaikan proses studi dengan lancar.

Semoga semua amal yang telah diberikan mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Semarang, 12 Desember 2009.

Penulis

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN HAK CIPTA .....	ii
PENGESAHAN TESIS .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
DAFTAR RIWAYAT HIDUP .....	v
KATA PENGANTAR .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
ABSTRAK .....	xiii
<b>BAB I    PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	6
1. Tujuan Umum .....	6
2. Tujuan Khusus .....	6
D. Manfaat Penelitian .....	7
E. Keaslian Penelitian .....	8
F. Ruang Lingkup Penelitian .....	9
<b>BAB II    TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>10</b>
A. SICK BUILDING SYNDROME (SBS) .....	10
1. Faktor Risiko Manusia .....	11
2. Gejala Sick Building Syndrome (SBS) .....	12
3. Penyebab Sick Building Syndrome .....	12
4. Upaya Pencegahan .....	13
B. Penilaian Kualitas Udara Dalam Ruang .....	15
1. Kualitas Fisik .....	15
a. Suhu / Temperatur Udara .....	15
b. Kelembaban udara .....	16
c. Kecepatan Aliran Udara .....	17
d. Kebersihan udara .....	17
e. Bau .....	18
f. Kualitas Ventilasi .....	18

g.	Pencahayaannya. ....	20
h.	Kadar Debu / Partikulat ( Respirable Suspended Particulate ). ....	20
2.	Kualitas Kimia. ....	22
a.	Karbon dioksida (CO <sub>2</sub> ). ....	22
b.	Karbon Monoksida (CO). ....	22
c.	Nitrogen Oksida (NO <sub>x</sub> ). ....	23
d.	Timbal, Timah Hitam, Plumbum (Pb). ....	23
e.	Asap Rokok. ....	24
f.	2,4,6 Trinitro Toulene (TNT) Ditinjau dari aspek Forensik. ....	24
3.	Kualitas Mikrobiologi. ....	35
C.	Kerangka Teori. ....	37
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN.</b> ....	38
A.	Kerangka Konsep Penelitian. ....	38
B.	Hipotesis. ....	39
C.	Jenis dan rancangan penelitian. ....	40
D.	Populasi dan sampel penelitian. ....	40
1.	Populasi penelitian. ....	40
2.	Sampel penelitian. ....	41
E.	Definisi operasional variabel penelitian dan skala pengukuran. ....	41
F.	Kriteria inklusi dan eksklusi. ....	44
1.	Kriteria Inklusi. ....	44
2.	Kriteria Eksklusi. ....	45
G.	Alat dan kerja penelitian. ....	46.
H.	Pengolahan Data dan Analisis Data. ....	46
1.	Pengolahan Data. ....	46
2.	Analisis Data. ....	47
a.	Analisis Univariat. ....	47
b.	Analisis Bivariat. ....	48
c.	Analisis Multivariat. ....	50
I.	Definisi Operasional. ....	50
I.	Jadwal Penelitian. ....	53.

<b>BAB IV HASIL PENELITIAN.</b> .....	54.
A. Gambaran Umum Daerah Penelitian .....	54.
B. Hasil Analisis Univariat. ....	56.
C. Hasil Analisis Bivariat. ....	61.
<b>BAB V HASIL PEMBAHASAN.</b> .....	64.
<b>BAB VI SIMPULAN DAN SARAN.</b> .....	70.
SIMPULAN. ....	66.
SARAN. ....	71.
<b>DAFTAR PUSTAKA.</b> .....	72
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Gambaran Unit dan Ruangan laboratorium dalam Gedung Puslabfor Bareskrim POLRI .....	55.
Tabel 4.2	Karakteristik Personil Laboratorium Forensik dan Kejadian Sick Building Syndrome (SBS) di MABES POLRI tahun 2009. ....	56.
Tabel 4.3	Karakteristik Personil Laboratorium Forensik dan Hubungannya dengan Kejadian <i>Sick Building Syndrome</i> (SBS), di MABES POLRI tahun 2009. ....	57.
Tabel 4.4	Deskripsi Gejala Sick Building Syndrome Pada Personil Uji Balistik Laboratorium Forensik di MABES POLRI tahun 2009. ....	58.
Tabel 4.5	Kualitas Ruangan dan Kontrol Kualitas Udara Dalam Ruangan (Indoor) di Laboratorium Forensik di MABES POLRI tahun 2009. ....	60.
Tabel 4.6	Hubungan Kualitas Ruangan dan Kontrol Kualitas Udara Dalam Ruangan (Indoor) di Laboratorium Forensik dan Kejadian <i>Sick Building</i> (SBS) di MABES POLRI tahun 2009. ....	61.

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Kegiatan Olah TKP Bom / Ledakan JW Marriot 2009 Unit Bahan Peledak Forensik Puslabfor Mabes Polri. ....	9.
Gambar 2.1	Kegiatan Olah TKP Bom / Ledakan KFC Kramat Jati 2008 Unit Bahan Peledak Forensik Puslabfor Mabes Polri. ....	36
Gambar 2.2	Kerangka Teori. ....	37.
Gambar 3.1	Kerangka konsep faktor yang berhubungan dengan kejadian <i>Sick Building Syndrome</i> (SBS) pada pekerja Laboratorium Uji Balistik Mabes Polri. ....	38.
Gambar 4.1	Kegiatan Olah TKP Penembakan di Alas Tlogo Jawa Timur 2008 Unit Senjata Api Forensik Puslabfor Mabes Polri. ....	63.
Gambar 4.2	Kegiatan Olah TKP Ledakan Tangki Depo Pertamina 2009 Unit Metalurgi Forensik Puslabfor Mabes Polri. ....	63.

SLAMET HARTOYO

ABSTRAKS

FAKTOR LINGKUNGAN YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN  
SICK BUILDING SYNDROME (SBS) DI PUSAT LABORATORIUM  
FORENSIK DAN UJI BALISTIK MABES POLRI

xiv + 70 halaman + 6 tabel + 2 gambar + 53 lampiran

Puslabfor dalam mendukung penyelidikan maupun penyidikan melaksanakan pemeriksaan TKP (tempat kejadian perkara) maupun barang bukti. Pelaksanaan pemeriksaan barang bukti tersebut dilaksanakan di laboratorium, misalnya untuk barang bukti bahan peledak atau bomb dilakukan di laboratorium bahan peledak/bomb. Hal ini sangat dimungkinkan terjadinya SBS (Sick Building Syndrome) dalam laboratorium tersebut maupun dalam ruang perkantoran yang tersedia, pada gilirannya jika SBS tersebut terjadi pada PuslabFor, paling tidak akan banyak berpengaruh terhadap kinerja PuslabFor sendiri. Pada observasi pendahuluan ditemukan adanya beberapa gejala seperti kelelahan kronis, perasaan mual, pusing, sakit kepala dan beberapa iritasi pada mata dan hidung pada 20% pekerja laboratorium dan gejala tersebut berkurang atau bahkan hilang pada saat keluar gedung. Dilakukanlah penelitian mengenai hubungan antara kondisi lingkungan dengan kejadian SBS pada pekerja di Laboratorium Forensik uji balistik Mabes Polri.

Hasil penelitian tersebut antara lain, ada hubungan antara umur dengan kejadian SBS dengan *p value* 0,03, usia muda lebih besar risiko untuk terjadinya SBS. Kontrol suhu udara dalam ruangan (*p value* <0,001, *RP*=4,98), kontrol ventilasi (*p value* <0,001, *RP*=14,4), kontrol kelembaban (*p value* 0,004, *RP*=7,385), dan kontrol pencahayaan (*p value* 0,001, *RP*=9,33), yang tidak baik merupakan faktor risiko terjadinya SBS. Kontrol ventilasi yang baik dan pencahayaan yang baik dalam ruangan, serta kelembaban yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu kering merupakan salah satu faktor pencegahan untuk terjadinya SBS pada Laboratorium Forensik di lab uji balistik.

Disisi lain, kontrol kebisingan, pemeliharaan kebersihan ruangan, perbaikan kondisi gedung, pemeliharaan filter AC dalam ruangan, penyimpanan reagen dan cara penyimpanan barang bukti (penutupan) tidak ada hubungan yang bermakna dengan kejadian SBS. Demikian pula jumlah kuman dan jamur tidak ada perbedaan antara kasus SBS dan non-SBS.

Dengan menggunakan analisis multivariat ternyata menunjukkan bahwa umur muda sebagai suatu variabel (OR 1,252) dan kontrol ventilasi yang tidak baik (OR 164,558) merupakan faktor risiko terjadinya SBS.

SLAMET HARTOYO

ABSTRACTS

ENVIRONMENTAL FACTOR RELATED TO SICK BUILDING SYNDROME (SBS) AT CENTRAL FORENSIC AND BALISTIC TEST LABORATORY AT HEAD QUARTERS OF INDONESIAN POLICE

xiv + 70 pages + 6 tables + 2 figures + 52 appendices

The Central Forensic Laboratory in supporting investigation as well as examination will perform inspection at the place of event and on the evidence. The examination of the evidence (proof material) is carried out in the laboratory, for example for proof material in the form of explosive or bomb the examination will be carried out in explosive/bomb laboratory. This will make possible the occurrence SBS (Sick Building Syndrome) in the laboratory as well as in the available office room, in turn, if the SBS occurs in the Central Forensic Laboratory, this will at least has influence on the performance of Central Forensic Laboratory itself. In preliminary observation there are several symptoms such as chronic fatigue, nausea, dizziness, head ache and some irritation in the eyes and nose in 20% of the laboratory workers and the symptoms will reduce or even disappear after leaving the building. A study was performed on the association between environmental condition and SBS occurrence in Forensic and Balistic Test Laboratory workers at the Police Head Quarters.

Amongst the results of the study there are association between age and SBS occurrence with *p value* 0.03, young age has greater risk for the occurrence of SBS. The poor control of air temperature in the room (*p value* <0.001, *RP*=4.98), ventilation control (*p value*<0.001, *RP*=14.4), moisture control (*p value* 0,004, *RP*=7.385), and illumination control (*p value* 0.001, *RP*=9.33) are risk factors for the occurrence of SBS. The good control of the ventilation and illumination in the room, also not-too-high moisture and not too dry are preventive factors for the occurrence of SBS in Forensic and Balistic Test Laboratory.

On the other side, the control of noise, the maintenance of clean room, improvement of building condition, the cleansing of AC filter, the storage of reagent and the way proof material stored (closure) have no significant association with the occurrence of SBS. And so do the amount of germs and fungus, there are no difference between SBS and non-SBS cases.

Multivariate analysis showed that young age (OR 1.252) and poor control of the ventilation (OR 164.558) are risk factors for the occurrence of SBS.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Gedung atau suatu bangunan harus memiliki suatu kondisi lingkungan yang sehat, aman dan nyaman untuk penghuninya. Menurut WHO, salah satu fenomena yang baru yaitu *Sick Building Syndrome* (SBS) telah diketahui dan dikenal sebagai salah satu akibat dari kondisi lingkungan dalam gedung atau ruangan yang tidak memenuhi syarat. Salah satu gedung laboratorium yang merupakan bagian dari sarana dalam aktivitas Kepolisian Negara Republik Indonesia yang berhubungan dengan bahan toksik seperti *2,4,6 trinitrotoluena*, bahan kimia dan bahan-bahan organik sebagai barang bukti yaitu laboratorium forensik dan laboratorium uji balistik, menyebabkan suatu risiko untuk terjadinya *sick building syndrome* pada personil laboratorium.<sup>1</sup>

Kepolisian Negara Republik Indonesia, sebagaimana termaktub dalam undang-undang No.2 tahun 2002 tentang Kepolisian Negara Republik Indonesia mempunyai tugas pokok sebagai pelindung, pengayom, pelayan masyarakat serta melaksanakan penegakan hukum menurut Undang-undang serta ketentuan yang berlaku. Secara universal tugas pokok polisi di dunia ini adalah *serve and protect* (melayani dan melindungi).

Dalam Undang-undang kepolisian itu pula pada pasal 14 huruf h disebutkan bahwa Kepolisian Republik Indonesia (Polri) menyelenggarakan identifikasi kepolisian, kedokteran kepolisian, *laboratorium forensik* dan psikologi kepolisian untuk kepentingan tugas kepolisian. Sedangkan tugas

pokok Puslabfor sebagaimana yang tercantum dalam OTK (Organisasi dan Tata Laksana Kepolisian) adalah mendukung penyelidikan dan penyidikan dengan menggunakan ilmu pengetahuan dan teknologi pada jajaran kepolisian.

Laboratorium forensik dan uji balistik di Mabes Polri merupakan laboratorium tempat pengujian barang-barang bukti dengan kandungan bahan-bahan kimia yang mengandung unsur<sup>2,4,6</sup> trinitrotoluene, bahan-bahan kimia sebagai reagen dan bahan-bahan bukti lain berupa sisa jaringan sebagai barang bukti yang akan dianalisis.

Personal-personal yang bekerja di laboratorium paling sedikit berada di ruangan tersebut antara 6 sampai dengan 8 jam setiap hari dan pada umumnya bekerja tanpa menggunakan masker sebagai alat pelindung diri terhadap pajanan bahan-bahan kimia dan bahan organik lainnya di laboratorium. Personal yang sering berada di ruangan laboratorium tersebut adalah para pemeriksa barang bukti di laboratorium. Kondisi ruangan yang terdapat kandungan bahan kimia seperti TNT, bahan kimia dengan yang bersifat toksik dan berbahaya sehingga dapat berpengaruh terhadap tingkat kesehatan petugas laboratorium.

*Sick building syndrome* merupakan suatu kumpulan gejala yang diderita oleh pekerja suatu perkantoran, laboratorium, supermarket dan bangunan lainnya dengan beberapa gejala seperti sakit kepala, kelelahan, kesulitan konsentrasi dan gangguan pernafasan. Beberapa hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi antara kualitas udara dalam ruangan dengan kejadian *sick building syndrome* di dalam suatu gedung perkantoran, laboratorium dan bangunan lainnya. Beberapa gejala yang sering dirasakan

pada 20-30% pekerja dalam suatu gedung dengan adanya kejadian *sick building syndrome* adalah kelelahan, sakit kepala, adanya gejala iritasi mata, hidung dan iritasi tenggorokan, iritasi kulit, batuk kering, iritabilitas meningkat dan sukar konsentrasi, perasaan nausea (mual), mengantuk dan adanya hipersensitivitas terhadap bau.<sup>2,3,4</sup>

Beberapa penelitian menemukan adanya fungi dan bakteri sebagai salah satu penyebab terjadinya kejadian *sick building syndrome* selain adanya beberapa bahan kimia atau bahan toksik lainnya di dalam laboratorium. Beberapa mikroorganisme bahkan ditemukan dalam konsentrasi yang tinggi dalam cooling coils sistem air conditioning, filter dan sistem humidifiers dalam saluran suplai udara sistem air conditioning (AC).<sup>4,5,6</sup>

Hasil 450 penelitian mengenai bangunan dan gedung yang bermasalah yang telah dilaksanakan oleh NIOSH (*National Institute of Occupational safety and Health*) ditemukan bahwa 52% kejadian *sick building syndrome* diakibatkan oleh ventilasi yang tidak memenuhi syarat, 17% akibat adanya kontaminasi di dalam gedung, 11% kontaminasi berasal dari luar gedung, 5% karena bakteri atau jamur, 3% oleh karena bahan dan material dari gedung tersebut dan 12% karena sebab yang belum diketahui.<sup>1,7,8</sup>

Laboratorium uji balistik menggunakan sistem *Air Conditioning* (AC) yang diharapkan untuk mengatur kualitas udara di ruang kerja mereka, untuk mencegah gangguan kesehatan seperti pusing, mudah lelah, reaksi alergi, iritasi dan gangguan kesehatan yang lain akibat pajanan bahan toksik di lingkungan kerja. Namun kondisi ini seringkali tidak dapat dipertahankan sebagai lingkungan kerja yang aman dengan adanya pengujian bahan kima

toksik dan pengujian bahan-bahan peledak seperti : **2, 4, 6, trinitrotoluene** dan sebagainya yang dapat memberikan risiko yang sangat besar terhadap gangguan sistem pernafasan dan gangguan kesehatan lainnya seperti gangguan sistem hematopoietik dan risiko terjadinya kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium, meskipun kualitas lingkungan fisik dalam ruangan laboratorium dipertahankan dengan baik.

Hasil observasi pada penelitian pendahuluan ditemukan bahwa filter pada sistem AC tidak secara rutin dibersihkan dan penggunaan beberapa bahan kimia sebagai reagen, bahan peledak dan barang bukti berupa bahan kimia, bahan peledak dan barang bukti dalam bentuk bahan organik seperti sisa organ tubuh dan lain sebagainya dalam ruangan laboratorium dalam kondisi yang dibiarkan terbuka sehingga dapat memberikan risiko terjadinya *sick building syndrome* pada pekerja.

Beberapa gejala seperti kelelahan kronis, perasaan mual, pusing, sakit kepala dan beberapa iritasi pada mata, hidung seringkali dirasakan pada 20% pekerja laboratorium dan gejala terasa berkurang atau bahkan hilang pada saat keluar gedung. Gejala ini terasa berulang begitu memasuki gedung dan akan hilang kembali pada saat keluar gedung. Berdasarkan beberapa latar belakang diatas peneliti ingin mengetahui apakah ada hubungan antara kondisi lingkungan dalam ruangan laboratorium forensik dan uji balistik dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja di laboratorium tersebut.

## **B. Rumusan Masalah**

Laboratorium Uji Balistik menggunakan sistem Air Conditioning (AC) yang diharapkan untuk mengatur kualitas udara di ruangan kerja mereka, untuk mencegah gangguan kesehatan seperti pusing, mudah lelah, reaksi alergi, iritasi dan gangguan kesehatan yang lain akibat pajanan bahan toksik di lingkungan kerja.

Namun kondisi ini seringkali tidak dapat dipertahankan sebagai lingkungan kerja yang aman dengan adanya pengujian bahan kimia toksik dan pengujian bahan peledak seperti 2, 4, 6 trinitrotoluene dan sebagainya yang dapat memberikan risiko yang sangat besar terhadap gangguan sistem pernafasan dan gangguan kesehatan lainnya seperti gangguan sistem *hematopoietik* dan risiko terjadinya kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium, meskipun kualitas lingkungan fisik dalam ruangan laboratorium dipertahankan dengan baik.

Hasil observasi pada penelitian pendahuluan ditemukan adanya beberapa gejala seperti kelelahan kronis, perasaan mual, pusing, sakit kepala dan beberapa iritasi pada mata, hidung, pada 20% pekerja laboratorium dan gejala terasa berkurang atau bahkan hilang pada saat keluar gedung.

Berdasarkan latar belakang di atas, permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

”Apakah ada hubungan antara kondisi lingkungan dengan kejadian *sick building syndrome* (SBS) pada pekerja di laboratorium forensik dan Uji Balistik Mabes Polri? ”.

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Menganalisis hubungan antara kondisi lingkungan dengan kejadian *sick building syndrome* (SBS) pada pekerja di laboratorium Forensik dan Uji Balistik Mabes Polri? ”

## 2. Tujuan Khusus

- a. Mendeskripsikan distribusi dari umur, jenis kelamin, status gizi (IMT), kebiasaan menggunakan alat pelindung diri (masker), kebiasaan merokok, kontak dengan bahan kimia, TNT pada pekerja laboratorium Forensik dan Uji Balistik Mabes Polri.
- b. Mendeskripsikan sistem ventilasi dan AC, kondisi konstruksi ruangan laboratorium, penggunaan AC, penggantian filter secara rutin, penggunaan desinfectan atau sanitizer secara rutin dalam ruangan.
- c. Mengukur jumlah bakteri dan jamur dalam ruangan laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri.
- d. Mengukur luas ventilasi, Kondisi ventilasi, suhu udara dalam ruangan, pencahayaan, kelembaban dalam ruangan laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri.
- e. Mengukur kadar  $\text{NH}_3$ , bakteri dan jamur dalam ruangan laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri.
- f. Mengukur masa kerja (tahun) pada pekerja laboratorium Uji Balistik Mabes Polri.
- g. Mengukur kejadian *sick building syndrome* dalam ruangan laboratorium forensik dan Uji Balistik Mabes Polri.
- h. Menganalisis hubungan antara kondisi lingkungan : ventilasi, pencahayaan, suhu, kelembaban, kondisi sistem AC dan ventilasi,

kadar CO, NH<sub>3</sub>, jamur dan bakteri dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja dalam ruangan laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat berupa:

##### **1. Bagi Penulis**

- a. Pemberian informasi tentang hubungan antara faktor lingkungan dengan kejadian *sick building syndrome* (SBS) pada pekerja Laboratorium Uji Balistik Mabes Polri.
- b. Bahan masukan kepada pimpinan untuk melakukan upaya pencegahan dan pengendalian terhadap kejadian *Sick Building Syndrome* pada pekerja laboratorium.
- c. Informasi kepada pekerja Laboratorium Forensik Uji Balistik Mabes Polri untuk mengetahui efek dari kualitas laboratorium yang kurang memenuhi syarat terhadap kesehatan secara akut maupun kronis, sehingga terdorong untuk lebih menegakkan disiplin dalam pemakaian alat pelindung diri di lingkungan kerja.

##### **2. Bagi Pusat Laboratorium Forensik.**

Untuk mengambil kebijakan dalam melakukan pencegahan atas kualitas udara yang tidak memenuhi syarat dalam ruangan, dengan cara

memperbaiki udara dalam ruang laboratorium, agar tidak terjadi gangguan kesehatan pada para personil yang bekerja di laboratorium.

### 3. Bagi Ilmu Pengetahuan.

Sampai saat ini sepengetahuan penulis, penelitian tentang *sick building syndrome* di laboratorium terutama di lingkungan polri belum pernah dilakukan. Dengan demikian hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah khasanah pengetahuan yang ada.

### E. Keaslian Penelitian

No.	NAMA PENELITI	TAHUN	JUDUL	KRONOLOGIS
1.	Sobari	1997	Kajian Prevalensi Sick Building Syndrome	Prevalensi SBS mempunyai hubungan yang sangat signifikan dengan jenis kelamin dan kondisi psikososial responden.
2.	Pudjianto.	2006	Faktor Risiko Kejadian Sick Building Syndrome di Supermarket di Kota Semarang.	Orang-orang yang berada di Supermarket agar tenaga kerja tidak mengalami gangguan kesehatan seperti pusing mudah lelah perlu perlindungan dengan mengatur kualitas udara.

### F. Ruang lingkup penelitian

1. Lingkup Keilmuan, mencakup bidang ilmu kesehatan Lingkungan dengan memfokuskan pada kesehatan Lingkungan laboratorium.
2. Lingkup lokasi penelitian ini adalah Pusat Laboratorium Forensik Uji Balistik Mabes Polri

3. Lingkup materi penelitian ini adalah kualitas udara lingkungan kerja dan kejadian *Sick Building Syndrome* pada pekerja.
4. Lingkup sasaran penelitian ini adalah Pusat Laboratorium Forensik Uji Balistik Mabes Polri
5. Lingkup waktu dilakukan penelitian ini adalah bulan Mei 2009 – November 2009



Gambar. 1.1 Kegiatan Olah TKP Bom / Ledakan JW Marriot 2009  
Unit Bahan Peledak Forensik Puslabfor Mabes Polri

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Berdasarkan tujuan dari ruang lingkup proposal penelitian ini, maka dalam tinjauan pustaka ini akan membahas tentang

#### **A. *SICK BUILDING SYNDROME (SBS)***

SBS merupakan suatu gangguan kesehatan berupa sekumpulan gejala yang disertai dengan ketidaknyamanan terhadap lingkungan dan keluhan odor (bau) yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan yang tidak memenuhi syarat dan adanya pencemar dalam ruangan yang dapat berupa bahan kimia ataupun jamur dan mikroba. Istilah SBS sudah digunakan selama lebih dari 20 tahun tanpa definisi yang jelas. Beberapa gejala yang sering dikeluhkan penghuni suatu gedung atau personil laboratorium meliputi gejala iritasi membran mukosa, gejala *Central Nervous System (CNS)*, perasaan sesak di dada dan gejala iritasi kulit. Syndroma ini pada umumnya dialami oleh minimal 20% penghuni gedung dan semua gejala akan hilang atau berkurang pada saat keluar dari gedung. **Mendel** dan **Smith** telah melakukan suatu penelitian meta analisis dari suatu survey gedung dan menemukan bahwa gejala SBS pada umumnya muncul akibat adanya ventilasi mekanik dalam ruangan atau dalam gedung. Beberapa gejala yang muncul yaitu iritasi membrana mukosa yaitu mata, hidung dan tenggorokan, Gejala CNS yang meliputi : sakit kepala, kelelahan dan *lethargi*, perasaan sesak di dada dan gejala iritasi kulit yang meliputi kulit kering, gatal dan kemerahan.<sup>2,3,4,5,7,8</sup>

Kondisi fisik gedung sangat berpengaruh terhadap terjadinya SBS. Kelembaban relatif akan sangat efektif dalam konsentrasi yang rendah serta akan meningkatkan ventilasi sekurang-kurangnya 20 CFM-OA (*cubic foot per minute outside air*) per penghuni dimana kondisi ini sangat efektif untuk mengurangi gejala SBS. Pada umumnya 70% masalah SBS akan muncul dalam kondisi suplai udara yang tidak memenuhi syarat, distribusi udara dalam ruang yang dihuni tidak memenuhi syarat, filtrasi untuk udara luar tidak memenuhi syarat, adanya kelembaban suatu gedung yang cukup tinggi untuk pertumbuhan bakteri dan jamur.

### **1. Faktor Risiko Manusia**

Pada manusia, karakteristik biologik dan praktek kerja atau lingkungan kerja sangat berhubungan dengan gejala SBS. Faktor risiko individual adalah dermatitis seborrheic, gatal-gatal yang luas pada kulit dan adanya *atopy* merupakan faktor risiko terbesar. Pada individu yang terpapar oleh pencemaran bahan kimia di lingkungan kerja akan mengalami gejala iritasi mata, saluran pernafasan sampai adanya perasaan lelah dan lesu yang menahun akibat adanya anemia dan beberapa kelainan pada sistem *Hematopoietik*.

Faktor risiko yang lain adalah faktor individual dimana stress kerja juga merupakan suatu faktor risiko yang besar untuk terjadinya gejala SBS.

Faktor risiko SBS meliputi : ventilasi, suhu, kelembaban, pencahayaan, kadar debu, VOC, NH<sub>3</sub>, Bakteri, Jamur, Aspek Psikhososial di Lingkungan kerja, dan bau (odor).

### **2. Gejala Sick Building Syndrome (SBS).**

Umumnya gejala dan keluhan SBS tidak cukup spesifik bahkan biasanya tidak dianggap serius sehingga memerlukan pengobatan khusus atau perawatan rumah sakit. Keluhan itu hanya dirasakan pada saat bekerja di gedung dan menghilang secara wajar pada hari minggu atau hari libur, keluhan tersebut lebih sering dan lebih bermasalah pada individu yang mengalami perasaan stress, kurang diperhatikan dan kurang mampu dalam mengubah situasi pekerjaan atau penghidupannya.

Keluhan SBS antara lain iritasi mata (mata merah, pedih, gatal), kerongkongan kering, sakit kepala, kehilangan konsentrasi, sinusitis, iritasi mata, iritasi kulit, sesak nafas, batuk, cepat mengantuk, gangguan pada perut, bersin-bersin dan iritasi saluran pernafasan.

### **3. Penyebab *Sick Building Syndrome*.**

Lingkungan bekerja perkantoran biasanya berbeda dari lingkungan kerja di Pabrik. Perkantoran menangani kegiatan administrasi atau merangkap kegiatan pelayanan dan jasa kepada masyarakat umum, sedangkan pada Pabrik menangani produksi barang atau komoditi. Umumnya lingkungan kerja administrasi lebih baik daripada keadaan lingkungan kerja produksi. Hal ini karena adanya anggapan bahwa pekerjaan administrasi dan jasa lebih menggunakan pikiran dinilai lebih berat daripada pekerjaan produksi yang menggunakan kekuatan fisik. Dengan demikian para eksekutif yang menangani administrasi dan jasa memerlukan tempat yang nyaman untuk meningkatkan produktifitas kerja.

Dalam lingkungan kerja pabrik dikenal dua jenis penyakit yang berkaitan dengan pekerjaan seseorang yaitu *Occupational Disease* (penyakit akibat kerja) dan *Occupational related disease* (penyakit yang berhubungan dengan pekerjaan). Fenomena SBS berkaitan dengan kondisi gedung, terutama rendahnya suhu udara ruangan. Sumber penyakit SBS biasanya merupakan gabungan sejumlah kontaminasi secara bersama-sama dengan konsentrasi kecil (aman) yang apabila sendiri-sendiri tidak dapat atau kurang cukup untuk menimbulkan penyakit/ gangguan kesehatan. Sebagai contoh mesin fotocopy menyumbang adanya polutan amonia, papan *plywood* dan gabus yang dipasang sebagai penyekat dinding menyumbang formaldehyde dan pelarut organik, penggunaan bahan kimia pestisida, pembersih ruangan, pewangi ruangan, pengawet. Faktor penyebab ditemukan sebagai kandungan sangat rendah yang digambarkan dengan adanya aroma tertentu, kondisi kenyamanan tertentu atau timbulnya rangsangan tertentu yang tidak biasa.

#### **4. Upaya Pencegahan.**

Pencegahan SBS harus dimulai dari sejak perencanaan sebuah gedung untuk suatu pekerjaan atau kegiatan tertentu, penggunaan bahan bangunan mulai dari fondasi bangunan, dinding, lantai, penyekat ruangan, cat dinding yang dipergunakan, tata letak peralatan yang mengisi ruangan sampai operasional peralatan tersebut.

Perlu kewaspadaan dalam penggunaan bahan bangunan terutama yang berasal dari hasil tambang, termasuk asbes. Dianjurkan agar bangunan

gedung didesain berdinding tipis serta memiliki sistem ventilasi yang baik. Pengurangan konsentrasi sejumlah gas/partikel dan micro organisme di dalam ruangan dapat dilakukan dengan pemberian tekanan yang cukup besar di dalam ruangan. Peningkatan sirkulasi udara seringkali menjadi upaya yang sangat efektif untuk mengurangi polusi di dalam ruangan. Dalam kondisi tertentu yaitu konsentrasi polutan sangat tinggi, dapat diupayakan dengan ventilasi pompa keluar.

Bahan-bahan kimia tertentu yang merupakan polutan sumbernya dapat berada didalam ruangan itu sendiri. Bahan-bahan polutan sebaiknya diletakan di dalam ruangan-ruangan khusus yang berventilasi dan di luar area kerja. Sedangkan karpet yang dipergunakan untuk pelapis dinding maupun lantai secara rutin perlu di bersihkan dengan penyedot debu dan apabila dianggap perlu dalam jangka waktu tertentu dilakukan pencucian. Demikian pula pembersihan AC secara rutin harus selalu dilakukan.

Tata letak peralatan elektronik memegang peranan penting. Tata letak yang terkait dengan jarak pajanan peralatan penghasil radiasi elektromagnetik ini tidak hanya dipandang dari segi ergonomic tetapi juga kemungkinan memberikan andil dalam menimbulkan SBS. Kebutuhan para penghuni ruangan untuk merokok tidak dapat dihindari. Perlu disediakan ruangan khusus yang berventilasi cukup, jika tidak memungkinkan untuk meninggalkan gedung. Hal ini untuk mencegah kumulasi asap rokok yang mempunyai andil dalam menimbulkan SBS.

## **B. Penilaian Kualitas Udara Dalam Ruang.**

## 1. Kualitas Fisik.

Dalam penilaian kualitas fisik udara di dalam ruangan ditentukan dengan beberapa parameter<sup>9-12</sup>:

- a. Suhu / Temperatur udara.
- b. Kelembaban udara.
- c. Kecepatan aliran udara.
- d. Kebersihan udara.
- e. Bau.
- f. Kualitas Ventilasi.
- g. Pencahayaan.
- h. Kadar Debu / Partikulat ( Respirable Suspended Particulate ).

### a. Suhu / Temperatur Udara.

Suhu udara sangat berperan terhadap kenyamanan kerja. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut, tubuh manusia menghasilkan panas yang digunakan untuk metabolisme basal dan muskular, namun dari semua energi yang dihasilkan tubuh hanya 20 % saja dipergunakan dan sisanya akan dibuang ke lingkungan. Variasi suhu udara tubuh dengan ruangan memungkinkan terjadinya pelepasan suhu tubuh, sehingga tubuh merasa nyaman. Sebaliknya suhu ruangan yang tinggi merupakan beban tambahan bagi seseorang yang sedang bekerja.<sup>19</sup>

Penilaian suhu udara ruangan umumnya dibedakan menjadi 2 (dua) yaitu suhu basah dimana pengukuran dilakukan jika udara mengandung uap air, dan suhu kering bilamana udara sama sekali

tidak mengandung uap air. Pembacaannya dilakukan dengan termometer sensor kering dan sensor basah. Kisaran suhu kering 22°-25°C. Bagi pekerja dengan beban kerja ringan kisaran suhu dapat lebih luas yaitu 20°-25°C.

Perubahan suhu lebih dari 7°C secara tiba-tiba dapat menyebabkan pengerutan saluran darah, sehingga perbedaan suhu dalam dan luar ruangan sebaiknya kurang dari 7°C. Itulah sebabnya penetapan suhu udara perlu memperhitungkan iklim setempat agar perbedaan suhu dapat disesuaikan, contohnya kota Jakarta berdasarkan data meteorologi memiliki suhu terendah sebesar 21,7°C - 26,2°C ( musim penghujan ) dan suhu tertinggi 27,3°C - 32°C ( musim kemarau ).<sup>19</sup>

#### **b. Kelembaban udara.**

Kelembaban udara dihitung dari perbandingan suhu basah dan suhu kering (persen) dengan demikian kedua ukuran ini saling berkaitan. Kombinasi suhu dan kelembaban udara yang tepat akan menciptakan kenyamanan ruangan, sebaliknya kombinasi keduanya dapat pula memperburuk kondisi udara ruangan. Kelembaban relatif udara yang rendah, yaitu kurang dari 20% dapat menyebabkan kekeringan selaput lendir membran. Sedangkan kelembaban yang tinggi pada suhu tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan pelepasan *formaldehid* dari material bangunan.

Menggunakan AC disarankan agar kelembaban relatif udara besarnya sekitar 65% agar kenyamanan terpenuhi.

Selanjutnya berdasarkan surat edaran Menteri Tenaga Kerja, Transmigrasi dan Koperasi No.SE-01/Men/1978 tentang nilai ambang batas (NAB) yang berlaku untuk lingkungan kerja panas di Industri adalah kelembaban 65% - 95% dengan kisaran suhu 26°C - 30°C. Untuk lingkungan kerja lainnya tidak ada aturan NAB. Sedangkan menurut ASHRAE (1981) zona kenyamanan 55% - 74% berada pada kisaran suhu 22°C - 26°C dan kelembaban 20% - 70%.

**c. Kecepatan Aliran Udara.**

Kecepatan aliran udara mempengaruhi gerakan udara dan pergantian udara dalam ruang, besarnya berkisar 0,15 – 1,5 m / dtk (nyaman), kecepatan udara kurang dari 0,1 m/dtk atau lebih rendah menjadikan ruangan tidak nyaman karena tidak ada gerakan udara, sebaliknya kecepatan udara terlalu tinggi akan menyebabkan tarikan dingin dan atau kebisingan di dalam ruangan.

**d. Kebersihan udara.**

Kebersihan udara berkaitan dengan keberadaan kontaminasi udara baik kimia maupun mikrobiologi. Sistem ventilasi AC umumnya dilengkapi dengan saringan udara untuk mengurangi atau menghilangkan kemungkinan masuknya zat-zat berbahaya ke dalam ruangan. Untuk ruangan pertemuan atau gedung-gedung dimana banyak orang berkumpul dan ada kemungkinan merokok, dibuat suatu perangkat hisap udara pada langit-langit ruangan sedangkan lubang hisap jamur dibuat dilantai dengan cenderung menghisap debu.<sup>19</sup>

**e. Bau.**

Bau merupakan faktor kualitas udara yang penting. Bau dapat menjadi petunjuk keberadaan suatu zat kimia berbahaya seperti *Hydrogen Sulfida*, *Amonia* dll. Selain itu bau juga dihasilkan oleh berbagai proses biologi oleh mikroorganisme. Kondisi ruangan yang lembab dengan suhu tinggi dan aliran udara yang tenang biasanya menebarkan bau kurang sedap karena proses pembusukan oleh mikroorganisme.<sup>17</sup>

**f. Kualitas Ventilasi.**

Ventilasi merupakan salah satu faktor yang penting dalam menyebabkan terjadinya SBS. Luas ventilasi ruangan yang kurang dari 10% menurut standard WHO atau ventilation rate kurang dari 20 CFM OA memberikan risiko yang besar untuk terjadinya *gejala SBS*. *Ventilation rate* yang baik untuk suatu gedung atau ruangan adalah 25 -50 CFM OA per penghuni. Ventilasi yang paling ideal untuk suatu ruangan apabila ventilasi dalam keadaan bersih, luas memenuhi syarat, sering dibuka, adanya cross ventilation sehingga tidak menyebabkan adanya dead space dalam ruangan. Ketidakseimbangan antara ventilasi dan pencemaran udara merupakan salah satu sebab terbesar *gejala SBS*.

Ventilasi dalam lingkungan kerja ditujukan untuk :

- Mengatur kondisi kenyamanan ruangan.
- Memperbaruhi udara dengan pencemaran udara ruangan pada batas normal
- Menjaga kebersihan udara dari kontaminasi berbahaya.

Ventilasi ruangan secara alami didapatkan dengan jendela terbuka yang mengalirkan udara luar ke dalam ruangan, namun selama beberapa tahun terakhir AC ( *Air Conditioner* ) menjadi salah satu pilihan terbaik.

Mekanisme kerja AC sebagai berikut udara di luar gedung dihisap, didinginkan kemudian udara yang dingin itu dihembuskan ke dalam ruangan. Terdapat dua jenis AC, yaitu AC sentral dan AC non sentral. Perbedaan jenis AC non sentral dan AC sentral terletak pada volume udara segar yang dipergunakan. Biasanya AC non sentral hanya memiliki gerakan udara masuk ( inlet ), sedangkan outlet melalui lubang atau pintu yang sedang dibuka. Sistem ventilasi AC non sentral memungkinkan masuknya zat pencemar dari udara ke dalam ruangan.

Pada sistem AC sentral, udara luar dihisap masuk kedalam chiller, mengalami proses pendinginan, kemudian dihembuskan ke ruangan. Selanjutnya udara di ruangan yang masih agak dingin dihisap lagi untuk didinginkan kembali kemudian dihembuskan lagi. Aliran udara demikian disebut udara sirkulasi, dimana 85% - 100% berupa udara campuran. Bangunan atau gedung yang menggunakan sistem sirkulasi artifisial umumnya dibuat relatif tertutup untuk mengurangi penggunaan kalor (efisiensi energi), artinya kurang memiliki sistem pertukaran udara segar dan bersih yang baik.

Jenis AC peruntukan rumah, gedung dan gedung yang tidak memerlukan pengaturan suhu dan kelembaban secara tepat, umumnya menggunakan sistem penyegaran udara tunggal atau sentral.<sup>19</sup>

**g. Pencahayaan.**

Sistem pencahayaan ruangan terdiri dari dua macam yaitu pencahayaan alami (sinar matahari) dan pencahayaan buatan (lampu). Faktor pencahayaan penting berkaitan dengan perkembangbiakan mikro organisme dalam ruangan. Sinar matahari yang mengandung ultra violet dapat membunuh kuman-kuman sehingga pertumbuhan mikroorganisme terhambat.<sup>21</sup>

**h. Kadar Debu / Partikulat ( Respirable Suspended Particulate ).**

Partikulat RSP ( *Respirable Suspended Particulate* ) adalah partikulat atau fiber yang melayang-layang diudara, dan mempunyai ukuran cukup kecil untuk dapat dihirup oleh manusia. Partikulat ini meliputi semua materi baik fisik maupun kimia, dan dalam bentuk cair maupun padat, atau kedua-duanya. Umumnya partikulat berdiameter kurang dari 10  $\mu\text{m}$ . Partikulat kecil ini bisa berasal dari material gedung, alat-alat pembakaran, aktivitas penghuni gedung, dan infiltrasi dari sumber-sumber partikulat diluar gedung. Sumber utama partikulat RSP di didalam ruangan adalah merokok .

Sumber partikulat RSP di dalam ruangan yang lain adalah alat-alat pembakaran, material dari asbes, dan partikulat rumah. Penggunaan aerosol spray dan kerusakan komponen gedung juga merupakan sumber partikulat RSP. Diruang-ruang tertentu gedung perkantoran, partikulat dari mesin fotocopy juga menjadi sebab tingginya kadar partikulat RSP di udara.

Sebagian partikulat RSP berasal dari luar gedung yang masuk melalui sistem pengatur udara, ventilasi alami atau melalui infiltrasi. Pada umumnya konsentrasi partikulat RSP lebih besar di dalam ruangan dibanding dengan konsentrasi diluar ruangan. Konsentrasi di dalam ruangan biasanya sekitar 100 sampai dengan 500  $\mu\text{gr}/\text{meter kubik}$  dengan konsentrasi yang paling tinggi berada diruangan para perokok. Walaupun pembakaran yang terjadi pada kompor minyak merupakan sumber partikulat RSP didalam ruangan, tetapi kegiatan lain seperti memasak, penyedotan partikulat (*vacuum cleaning*), dan produk *aerosol spray*, serta aktivitas lain juga merupakan sumber-sumber partikulat RSP di dalam ruangan.

Pengaruh partikulat RSP terhadap kesehatan tergantung kepada sifat fisik dan toksik partikulat tersebut, atau kemampuan partikulat dalam menyerap materi toksik. Partikulat RSP dapat terakumulasi didalam paru-paru, oleh karenanya efek yang disebabkan oleh partikulat ini bisa sangat berbahaya walaupun konsentrasinya diudara sangat kecil. Didalam paru-paru, partikulat RSP dapat menetap lama dan mampu mempengaruhi jaringan-jaringan disekitarnya.

## **2. Kualitas Kimia.**

### **a. Karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ).**

Karbon dioksida merupakan salah satu gas yang termasuk dalam gas-gas penyebab efek rumah kaca sehingga diduga menjadi penyebab peningkatan suhu global. Efek peningkatan suhu global ini terhadap

kesehatan masyarakat masih menjadi perdebatan di dunia. Gas CO<sub>2</sub> berasal dari sisa metabolisme makhluk hidup baik manusia hewan dan tumbuhan. Sebagian berasal dari gas buangan pabrik, kendaraan bermotor dan berbagai pembakaran. Namun konsentrasi CO<sub>2</sub> didalam ruangan perlu dipertahankan pada kisaran 0,01% agar menjamin kenyamanan pekerja, keberadaan gas ini dalam ruangan biasanya berasal dari tingginya kepadatan orang diruangan tersebut.<sup>13</sup>

**b. Karbon Monoksida.**

Karbon monoksida merupakan gas yang berbentuk kimianya hampir stabil, tidak berbau dan dapat bercampur dengan udara pada berbagai temperatur. Sumber utama terbentuknya CO di udara adalah pembakaran tidak sempurna bahan bakar minyak. Emisi gas CO dalam ruangan terakumulasi dari pembakaran batu bara, gas, atau minyak untuk memasak, pemanas ruangan serta asap rokok. Hal ini umumnya karena kondisi ventilasi ruangan kurang baik sehingga tidak dapat mengalir keluar dengan baik. Namun dapat pula terjadi pada gedung-gedung yang berada di daerah pencemaran gas CO tinggi dimana emisi CO didalam ruangan justru berasal dari luar ruangan.

Bagi kesehatan manusia tingginya konsentrasi CO berakibat fatal yaitu anemia, gangguan sel darah, penyakit paru kronis, resiko pada kehamilan dan kelahiran bayi.

**c. Nitrogen Oksida (NOx).**

Nitrogen Monoksida (NO) dan Nitrogen Dioksida (NO<sub>2</sub>) adalah polutan yang paling banyak ditemukan dilingkungan luar (outdoor)

biasanya merupakan campuran sehingga sering disebut NO<sub>x</sub> (Nitrogen Oksida). NO<sub>x</sub> berasal dari proses pembakaran suhu tinggi, berwarna orange coklat kemerahan dan berbau tajam, bersifat korosif dan merupakan oksidator yang kuat, dilingkungan gas ini merupakan salah satu penyebab dari hujan asam (Soemarwoto, O., 1987).

Target organ NO<sub>x</sub> adalah system pernafasan dan sistem kardiovaskuler. Dampaknya bagi kesehatan bersifat kronik dan secara khusus belum banyak dilaporkan. Sumber polutan NO<sub>x</sub> didalam ruangan berasal dari proses pembakaran rokok dan alat pemanas ruangan.

**d. Timbal, Timah Hitam, Plumbum (Pb).**

Timbal (Pb) dan persenyawaannya dipergunakan untuk bahan pembuatan cat, batu battery, kaca atau gelas, bahan-bahan industri dan percetakan dalam bentuk senyawa *Tetra Ethyl Lead* (TEL) digunakan sebagai campuran bensin untuk menaikkan nilai oktan, sumber emisi Pb di udara kawasan perkotaan terutama berasal dari sarana transportasi.

Dampaknya bagi kesehatan adalah keracunan akut maupun kronis, karena Pb terakumulasi dalam tubuh manusia. Pemaparan Pb kepada manusia melalui makan (5% - 10 %), air dan udara (80%). Akibat keracunan dari Pb berupa anemia, penurunan intelegensia pada anak, gangguan metabolisme tubuh dan kematian (Ostro, B., 1994).

**e. Asap Rokok.**

Asap rokok merupakan sumber pencemar ruangan yang potensial. Bahaya asap rokok tidak saja mengganggu kesehatan perokok tetapi

juga orang-orang yang bukan perokok / perokok pasif yang menghisap rokok secara tidak sengaja atau bahkan yang tidak dikehendakinya, perokok pasif mempunyai risiko lebih besar daripada perokok aktif. Penyakit-penyakit yang berhubungan dengan asap rokok adalah penyakit-penyakit yang berhubungan dengan sistem pernafasan, sistem sirkulasi darah, luka lambung, kanker pada bibir, lidah dan kandung kemih.

**f. 2,4,6 Trinitro Toluene (TNT) Ditinjau dari aspek Forensik**

Bila ditinjau dari ilmu forensik yang ada pada Puslabfor khususnya yang ditangani oleh Departemen Balistik Metalurgi Forensik Unit Bahan Peledak, adapun definisi bahan peledak adalah sebagai berikut : Bahan peledak adalah bahan kimia tunggal/campuran berupa padat atau cair yang mudah bereaksi bila terkena panas, gesekan, pukulan, dan atau guncangan berubah menjadi gas dalam waktu yang sangat cepat disertai panas dan suara yang keras.

Jadi jelas bahwa suatu zat dapat disebut bahan peledak bila memenuhi 3 (tiga) syarat :

- a. Perubahan (dekomposisi) terjadi dalam waktu yang sangat cepat.
- b. Penyebab terjadinya perubahan itu adalah panas, gesekan, pukulan, dan atau guncangan Pada perubahan itu disertai dengan pengembangan panas.

Bahan peledak dapat digolongkan menjadi :

- a. Penggolongan menurut Komposisi Kimia yaitu :
  - 1) Komponen Tunggal atau Murni.

Contoh : *Timbal Azida, Mercury Fulminate, Pentaerythritol tetranitrate (PETN).*

- 2) Komponen Campuran adalah bahan peledak murni yang bercampur dengan bahan peledak lainnya atau bukan bahan peledak.

Contoh : C-2, C-3, C-4 dan SEMTEX.

b. Penggolongan menurut Wujudnya yaitu :

- 1). Plastis (Gelatinous): mudah dibentuk mengandung Nitro Glycerin-base,

Contoh : Emulsion Explosive, Blasting Gelatin

- 2). Semi Plastis (semi gelatine) merupakan peralihan plastis ke powder.

- 3). Bubuk (powder) biasanya dipakai didaerah kering,

Contohnya : Nitro Glycerin-base dan AN-base.

c. Penggolongan menurut Tujuan Operasi yaitu :

- 1). Bahan peledak untuk tambang terbuka (open pit blasting) yaitu bahan peledak tanpa menghitung perbandingan keseimbangan oksigen.

- 2). Bahan peledak untuk tambang tertutup (tunneling) adalah bahan peledak yang menghitung keseimbangan oksigen.

- 3). Bahan peledak untuk kegiatan eksplorasi Seismik (eksplorasi minyak di laut lepas).

- 4). Bahan peledak untuk keperluan khusus.

d. Penggolongan berdasarkan Kecepatan Rambat yaitu :

1). Bahan peledak kekuatan rendah (*low explosive*)

Kecepatan pembakarannya rendah kurang dari 300 meter/detik (deflagrasi) yang menimbulkan efek propulsional, digunakan untuk Pyroteknik (untuk menghasilkan panas, asap/kabut berwarna, sinar, delay, suara, dan api) dan untuk propellant (untuk melontarkan obyek atau proyektil)

Contoh : *Black powder, Flash powder.*

2). Bahan peledak kekuatan tinggi (*high explosive*)

Kecepatan detonasinya tinggi diatas 450 meter/detik yang menimbulkan efek demolisi. Berfungsi sebagai *initiating agent* (*Mercury fulminate, Lead azida*) dan *non initiating agent* (TNT, Nitro Glycerin).

e. Penggolongan berdasarkan Penggunaannya yaitu :

Berdasarkan dari penggunaannya maka bahan peledak dibagi dalam 2 kelompok, yaitu :

1). *Commercial Explosive.*

Bahan peledak yang digunakan tidak untuk maksud militer, biasanya dipergunakan untuk perusahaan-perusahaan pertambangan, pembuatan jalan, perbaikan terowongan dan sebagainya.

Contoh : *Dynamit.*

Dynamit adalah nama dagang bahan peledak yang pertama kali diperkenalkan secara komersil oleh **Alfred Nobel**.

Dynamit adalah *nitroglycerine* yang diabsorbi dengan ganggang kersik (*Kieselghur diatomae*) disebut dengan *Nitro Glycerin-base*. (*single base*). Kemudian berkembang ikatan *Nitro Glycerin* diglatinasi dengan Nitrosellulose disebut dengan *double base*. Dan sekarang senyawa *Nitro Glycerine* (NG) diganti dengan *Ammonium Nitrate* (AN) supaya lebih aman dalam handling dan pengangkutannya.

a). Beberapa contoh komposisi dynamit :

(1). Nitro Glycerine Dynamit, terdiri dari :

- *Nitro Glycerine*
- Belerang
- Rasino
- *Paraffine*
- Nitro Toluene
- Beberapa senyawa nitro

(2). Gelatine Dynamit terdiri dari :

- *Nitro Glycerine*
- *Nitro Cellulosa*
- Belerang
- Rasino
- Na / K /  $\text{NH}_4\text{NO}_3$
- Ca / Mg /  $\text{CO}_3$

(3). *Ammonia Dynamit* terdiri dari :

- *Amonium Nitrate*
- *Paraffine*
- *Zn – O*
- *Wood Pulp*

b). Karakteristik Dynamit :

- (1). Merupakan massa kental.
- (2). Warna kotor kecoklat-coklatan.
- (3). Kelihatan berminyak.
- (4). Bentuknya selalu batangan, stik atau merupakan dodol yang terbungkus dengan kertas yang tahan air.
- (5). Ukuran diameter kurang lebih 1- 1 1/4 inchi.
- (6). Panjang 4 s/d 6 inchi.
- (7). Sangat sensitive terhadap guncangan (shocking) terutama nitro Glicerine.
- (8). Kadang-kadang dapat meleleh kalau panas.
- (9). Dynamit dipakai menggunakan detonator.

## **2). *Military Explosive* (Bahan Peledak Militer).**

Bahan peledak militer adalah bahan peledak yang digunakan oleh militer yaitu sebagai bahan demolisi dan senjata atau munisi. Bahan peledak militer didesain dengan life time tinggi (lama), kekuatan merusaknya yang tinggi (high shattering power/brisance) dan tidak sensitive terhadap dampak.

Contoh Bahan peledak untuk demolisi : TNT, C4, Flex-X dan Detonating cord.

Sedangkan bahan peledak yang digunakan sebagai senjata (munisi) adalah : Granat tangan, granat fragmentasi, granat asap dan lain-lain.

### **2,4,6-TRINITROTOLUENE**

2,4,6-Trinitrotoluene adalah satu bahan kimia yang berwarna kuning, tidak berbau, berbentuk padatan yang menghasilkan campuran yang tidak terjadi secara alami di dalam lingkungan. Bahan tersebut dibuat dengan cara mengkombinasikan toluena dengan satu campuran dari asam sendawa dan asam belerang. 2,4,6-Trinitrotoluene juga dikenal dengan nama-nama lain seperti *Symtrinitrotoluene*, *TNT*, dan *1-methyl-2,4,6-trinitrobenzene*. 2,4,6-Trinitrotoluene diproduksi di Amerika Serikat dan hanya diproduksi untuk kepentingan senjata militer. Bahan tersebut tidak diproduksi secara komersial. *2,4,6-Trinitrotoluene* merupakan bahan peledak yang digunakan di dalam senjata militer, Bom, dan granat, kepentingan industri pertambangan, dan kepentingan penghancuran gedung.

Apa yang terjadi apabila *2,4,6-trinitrotoluene* masuk ke dalam lingkungan. 2,4,6-Trinitrotoluene masuk ke lingkungan dalam bentuk limbah padat dan air limbah sebagai hasil pembuatan campuran, memproses Bom dan Granat untuk kepentingan Militer serta hasil daur

ulang bahan ledak. Campuran tersebut dapat mencemari air permukaan dan sampai lahan-lahan (*groundwater*). Di dalam air permukaan, 2,4,6-trinitrotoluene dengan cepat dipecah ke dalam campuran kimiawi lain dengan bantuan sinar matahari. Sejumlah kecil dari 2,4,6-trinitrotoluene dapat menghimpun di dalam ikan atau makro organisme lain yang hidup di air.

*2,4,6-trinitrotoluene* sebagai hasil sisa kimia dari Bom atau Granat (senjata militer) yang ditemukan di lokasi-lokasi pembuangan air. Pencemaran bahan kimia tersebut dapat mencemari Anak-anak baik melalui makanan maupun minuman yang tercemar. Kebanyakan proses pencemaran diakibatkan oleh tercampurnya bahan kimia tersebut di dalam air dan tercemar lewat udara (pernapasan), atau melalui makanan yang telah tercemar seperti sayur-mayur dan buah-buahan. *2,4,6-Trinitrotoluene* telah terukur pada lokasi-lokasi limbah buangan di dalam *groundwater* pada 0.32 ppm bagian dari *2,4,6-trinitrotoluene* dan di dalam lahan sampai dengan 13,000 ppm. *2,4,6-Trinitrotoluene* dapat tercemar di lahan-lahan atau tercemar di udara sebagai hasil pembakaran pada lokasi-lokasi pembuatan senjata militer. Oleh karena itu, masukan dari udara dan homegrown sayur-mayur dan buah-buahan yang dikonsumsi oleh orang-orang yang hidup/tinggal di dekat lokasi-lokasi militer merupakan sumber pencemaran yang ditimbulkan dari bahan kimia *2,4,6-trinitrotoluene*.

Pencemaran bahan *2,4,6-trinitrotoluene* adalah mungkin terjadi sebagai akibat dari hasil penggunaan bahan tersebut di dalam lokasi

pabrik yang memproduksi granat dan bom. Kebanyakan pencemaran di tempat kerja diakibatkan karena para pekerja/orang yang tinggal dekat pabrik tersebut menghirup *2,4,6-trinitrotoluene* dan kontak dengan uap air atau debu pada kulit.

*2,4,6-Trinitrotoluene* dapat dengan cepat masuk ke tubuh manusia, apabila manusia menghirup udara atau air minuman di sekitarnya yang telah tercemar dengan bahan kimia ini. Dalam sebuah penelitian menyebutkan bahwa bahan kimia tersebut dapat masuk dengan cepat ke dalam kulit secara perlahan-lahan dibandingkan bila bahan tersebut masuk/terkontaminasi ke dalam mulut.

*2,4,6-Trinitrotoluene* di dalam darah manusia akan mengkontaminasi di seluruh bagian organ tubuh manusia melalui pembuluh darah dan dapat menjalar dengan sangat cepat. Apabila *2,4,6-trinitrotoluene* mengkontaminasi organ hati manusia bahan tersebut pecah dan terurai serta dapat berubah menjadi beberapa bagian unsur kimia yang berbeda. Tidak semua dari unsur-unsur tersebut telah dikenali dan kita tidak mengetahui apakah unsur tersebut berbahaya atau tidak. Kebanyakan unsur-unsur tersebut mengalir di dalam darah sampai menjangkau organ ginjal dan kemudian tertinggal di dalam badan dalam bentuk air seni (*urine*). Berdasarkan percobaan yang dilakukan pada binatang, menunjukkan bahwa hampir semua dari *2,4,6-trinitrotoluene* yang masuk ke dalam organ binatang tersebut pecah/terurai dan tertinggal di badan binatang tersebut dalam bentuk air seni selama 24 jam.

Para pekerja/karyawan yang sering terlibat di dalam produksi peledak berkekuatan tinggi mengalami banyak gangguan kesehatan yang berbahaya akibat kontaminasi bahan *2,4,6-trinitrotoluene*. Gangguan kesehatan tersebut mencakup kekacauan dalam darah, seperti anemia, dan gangguan fungsi hati abnormal. Bagaimanapun tingkat pencemaran bahan *2,4,6-trinitrotoluene* di dalam udara tempat kerja tersebut bergerak lebih sedikit dibanding 0.01 sampai 1.49 miligram dari *2,4,6-trinitrotoluene* per meter kubik dari udara ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ). Sebagian dari konsentrasi-konsentrasi yang terukur adalah lebih tinggi dibanding tingkatan sekarang yang diijinkan di dalam tempat kerja yaitu ***0.5 mg/m<sup>3</sup>***. Bahan Kimia tersebut yang serupa di darah dan hati telah diamati di dalam tubuh binatang dengan memberikan makan dan meniupkan ke dalam pernapasan binatang tersebut dengan bahan *2,4,6-trinitrotoluene*. Sebagai tambahan, studi-studi telah menunjukkan bahwa binatang yang telah terkontaminasi bahan *2,4,6-trinitrotoluene* selama satu intermediate/antara jangka waktu dari 15-364 hari, terjadi pelebaran limpa dan tercemar bahan berbahaya lain pada sistem kebal (*Immunity*). Bila orang-orang yang berhubungan langsung atau kontak dengan *2,4,6-trinitrotoluene*, maka akan menimbulkan rasa gatal. Sebagai tambahan, pencemaran bahan *2,4,6-trinitrotoluene* dalam jangka panjang telah dihubungkan dengan penyakit katarak / penyakit pada organ mata. Bagaimanapun, dari hasil penelitian terhadap binatang-binatang yang diberikan dosis tinggi dengan bahan dari *2,4,6-trinitrotoluene* sudah menunjukkan bahwa

bahan tersebut dapat menyebabkan gangguan terhadap fungsi organ sistem reproduktif (kejantanan/impotensi). Dan pada manusia bahan *2,4,6-trinitrotoluene* untuk periode lama dapat berkembang menjadi tumor kandung kemih. Studi ini yang didasarkan pada EPA yang sudah menggolongkan bahan *2,4,6-trinitrotoluene* di dalam Kelompok C, merupakan salah satu penyebab kanker pada manusia .

Pencemaran akibat bahan *2,4,6-TRINITROTOLUENE* dapat dilakukan pengujian untuk menentukan jika manusia tersebut telah tercemar bahan *2,4,6-trinitrotoluene*. Test-test ini mengukur paparan *2,4,6-trinitrotoluene* atau bahan-bahan pengurainya di dalam air seni dan darah manusia serta sudah digunakan untuk test yang ditujukan kepada para pekerja/karyawan yang bekerja di lingkungan bahan peledak tinggi. Pendeteksian terhadap kontaminasi bahan kimia tersebut dapat dilakukan di Laboratorium dan test-test ini secara umum tersedia hanya pada laboratorium-laboratorium yang khusus, lebih sederhana, tetapi lebih sedikit spesifik, test dari pencemaran *2,4,6-trinitrotoluene* adalah satu perubahan di dalam warna dari air seni. Perubahan warna tersebut diakibatkan oleh kehadiran dari bahan-bahan yang telah terurai dari *2,4,6-trinitrotoluene* dan hal tersebut telah menunjukkan bahwa manusia tersebut telah tercemar bahan *2,4,6-trinitrotoluene*.

*2,4,6-Trinitrotoluene* secara luas digunakan sebagai peledak berkekuatan tinggi untuk kepentingan militer. *2,4,6-Trinitrotoluene* telah menjadi bahan yang sangat penting dan digunakan secara ekstensif di dalam pembuatan dari bahan ledak sejak permulaan abad

ini. Penggunaannya sangat ditingkatkan selama Perang Dunia pertama. Data yang didasarkan pada sejumlah *epidemiological* studi-studi dari para pekerja yang bekerja di lingkungan produksi peledak tinggi mempunyai kesehatan yang kurang baik seperti anemia (berkurangnya jumlah *eritrosit*, *hematokrit* dan *hemoglobin*), gangguan pada fungsi Liver, kesulitan pernapasan, dan anemia aplastik (Hathaway 1977). Setelah Perang Dunia II, timbulnya pencemaran yang disebabkan oleh bahan *2,4,6-trinitrotoluene* telah mengalami pengurangan. Pengurangan ini telah diberlakukannya regulasi yang bersifat melindungi untuk para pekerja perlengkapan senjata (e.g., pakaian pelindung, perubahan dari pakaian yang dicemari, penggunaan dari sabun, indikator, dan wajib yang mandi) dan peningkatan perlengkapan senjata menanam sistem ventilasi (Angkatan perang 1978a; Goodwin 1972).

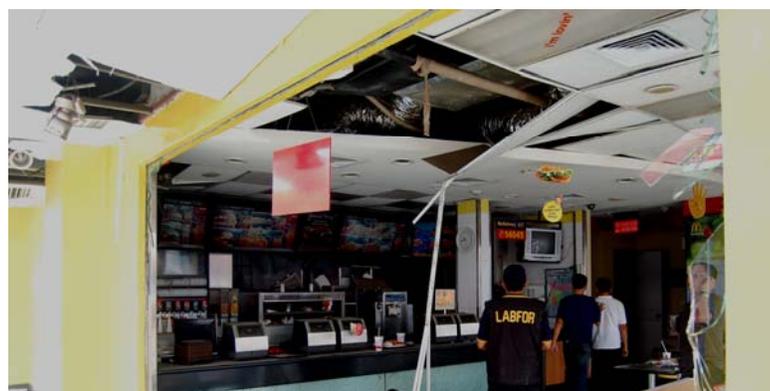
### **3. Kualitas Mikrobiologi.**

Mikrobiologi adalah organisme yang dapat dilihat hanya dengan bantuan pembesaran mikroskop berdaya tinggi, berukuran sangat kecil (mikro), sehingga mudah dihembuskan angin dan menempel pada debu (bioaerosol). Sejak tahun 1870-an peranan mikroorganisme sebagai penyebab penyakit mulai di mengerti dan diterima para ilmuwan. Hampir bersamaan dengan itu mikroorganisma dipahami melakukan banyak fungsi vital di lingkungan. Hingga saat ini dikenal 5 (lima) kelompok mikroorganisma yaitu bakteri, *protozoa*, *virus*, *algae* dan *cendawan mikroskopis*. Penamaannya didasarkan pada perbedaan ciri morfologis dan struktural serta keadaan lingkungan .

Mikroorganisme terdapat dalam jumlah yang sangat besar dan beragam. Mereka merupakan bentuk kehidupan yang penyebarannya paling luas, dari dasar lautan hingga puncak gunung es, mata air panas, tanah berdebu, bahkan permukaan tubuh manusia, dalam rongga mulut, hidung dan setiap rongga tubuh. Habitat ideal mikroorganisma ialah tempat-tempat yang mengandung nutrien, kelembaban dan suhu yang sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangbiakannya.<sup>6,14,15</sup>

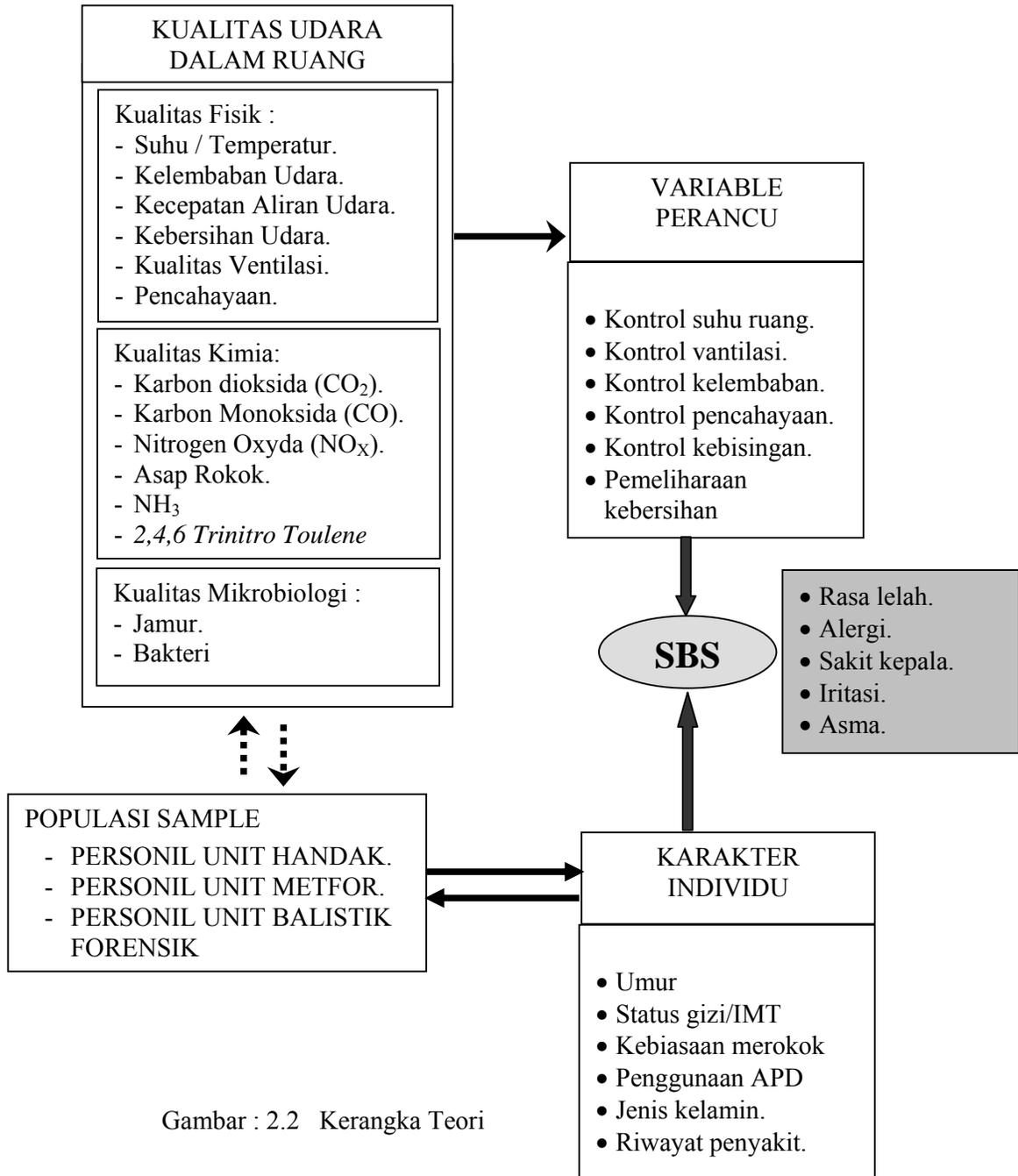
Keberadaan mikroorganisma dalam ruangan umumnya tidak berbahaya bagi kesehatan manusia, namun bakteri, virus dan parasit kadang-kadang dapat menimbulkan penyakit. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi potensi mikroorganisma menimbulkan sakit yaitu tempat masuknya mikroorganisma, jumlahnya cukup banyak dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan baru, dan kemampuan berpindah kepada host yang baru. Potensi masih tergantung pula dari patogenitas mikroba dan daya tahan tubuh host.

Hanya 5 ( lima ) persen dari investigasi penyebab SBS di gedung-gedung karena konsentrasi mikrobiologi. Mikroba seperti bakteri, fungi dan protozoa masuk melalui sistem ventilasi, berkembang didalam gedung di karpet yang lembab, furniture, dan genangan air pada sistem ventilasi. Kondisi demikian memicu penurunan kondisi kesehatan yang dikenal sebagai *humidifier fever*, *hipersensitivity pneumonitis*, *allergic rhinitis* dan *conjunctivitis* terutama pada orang-orang yang rentan ( *Susceptible individual* ).



Gambar. 2.1 Kegiatan Olah TKP Bom / Ledakan KFC Kramat Jati 2008  
Unit Bahan Peledak Forensik Puslabfor Mabes Polri

**C. Kerangka Teori**

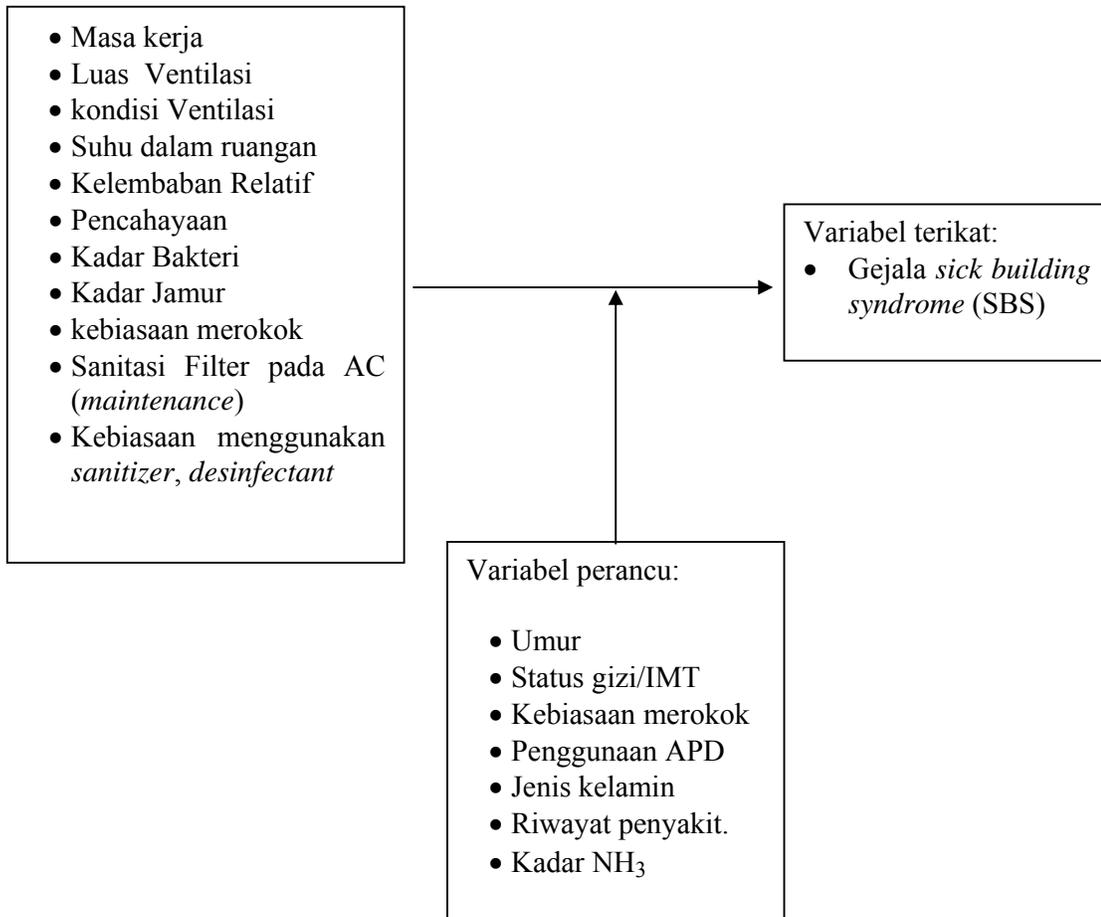


Gambar : 2.2 Kerangka Teori

**BAB III**  
**METODE PENELITIAN**

**A. Kerangka Konsep**

KERANGKA KONSEP :



Gambar 3.1. Kerangka konsep faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian *sick building syndrome* (SBS) pada pekerja Laboratorium Uji Balistik Mabes Polri.

**B. Hipotesis**

1. Ada hubungan masa kerja dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
2. Ada hubungan luas ventilasi dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
3. Ada hubungan kondisi ventilasi dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
4. Ada hubungan suhu dalam ruangan dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
5. Ada hubungan kelembaban relatif dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
6. Ada hubungan pencahayaan dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
7. Ada hubungan Kadar NH<sub>3</sub> dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
8. Ada hubungan kadar bakteri dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
9. Ada hubungan kadar jamur dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
10. Ada hubungan kebiasaan merokok dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .

11. Ada hubungan sanitasi filter pada AC dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
12. Ada hubungan kebiasaan menggunakan sanitizer dan desinfectant dengan kejadian *sick building syndrome* pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik Mabes Polri .
13. Ada hubungan antara masa kerja, luas ventilasi, kondisi ventilasi, suhu dalam ruangan, kelembaban relatif, pencahayaan, kadar NH<sub>3</sub>, Kadar Bakteri, Kadar Jamur, Kebiasaan merokok, sanitasi filter pada AC, kebiasaan menggunakan sanitizer dan desinfectant dengan *gejala SBS* pada personil laboratorium forensik dan uji balistik di Mabes Polri.

#### **C. Jenis dan rancangan penelitian**

Jenis penelitian adalah observasional analitik dengan pendekatan / desain penelitian cross sectional.<sup>17,18</sup>

#### **D. Populasi dan sampel penelitian**

Object penelitian : personil laboratorium forensik dan uji balistik Mabes polri

##### **1. Populasi penelitian**

Populasi adalah keseluruhan elemen/subject riset. Populasi sasaran atau populasi target (*reference populatio*) merupakan keseluruhan subjek, *item*, pengukuran, yang ingin ditarik kesimpulan melalaui infrensi.

Dalam hal ini, populasi sasaran adalah semua karyawan yang berjumlah 160 orang.

Populasi sumber (*source population, actual population*) merupakan himpunan subyek dari populasi sasaran yang digunakan sebagai sumber pencuplikan subyek penelitian. Dalam penelitian ini, populasi sumber adalah karyawan yang terbagi dalam 3 unit masing – masing unit Handak, unit Balistik, dan Metalurgi. Jadi total populasi sumber adalah 80 orang.

## 2. Sampel penelitian.

### Besarnya Sampel Penelitian

Rumus besar sampel yang dipergunakan adalah rumus besar sampel untuk uji hipotesis terhadap rasio prevalensi. *Gejala SBS* berdasarkan penelitian sebelumnya diperkirakan 18 % dengan besarnya Rasio Prevalensi (RP) untuk menderita *gejala SBS* besarnya >1, kesalahan tipe I ditetapkan sebesar 5 %, maka besar sampel adalah:

$$n_1 = n_2 = \frac{Z\alpha^2 (Q1/P1 + Q2/P2)}{[\ln(1-e)]^2}$$

$$Q1 = (1- P1) \quad Q2 = (1- P2)$$

$$Z\alpha = 1,75 \quad ; \quad RR= 1,75 \quad ; \quad P2= 0,4 \quad ; \quad P1= 1,75 \times 0,4= 0,7 \quad ; \quad e = 0,2$$

$$\text{Tingkat kemaknaan : } P \leq 0,5 \quad (Z\alpha = 0,05)$$

$$\text{Power penelitian : } 80\% \quad ; \quad P1 = 0,7$$

$$RR = 1,75 \quad ; \quad P2 : (P1/RR) = 0,6$$

$$Q1 : (1- P1) = 0,7 \quad ; \quad Q2 : (1-P2) = 0,4 \quad ; \quad Q : (1-P) = 0,55, \quad n = 22$$

Besar sampel dengan perhitungan statistik menjadi 44 pekerja laboratorium. Dengan pertimbangan jumlah total pekerja di Uji Balistik Puslabor hanya 38 orang maka total disini adalah total populasi

## **E. Definisi operasional variabel penelitian dan skala pengukuran**

### **1. Masa Kerja**

Masa kerja dihitung dari tahun pertama kali bekerja sampai dengan tahun dilakukan penelitian ( 2009).

Kategori : Baik bila  $< 1$  tahun

Buruk bila  $> 1$  tahun

Skala : nominal

Satuan : tahun

### **2. Katagori Luas Ventilasi**

Kategori : Baik bila  $> 10\%$  luas lantai

Buruk bila  $< 10\%$  luas lantai

Satuan : m<sup>2</sup>

Skala : nominal

### **3. Kondisi Ventilasi :**

Kategori :

Baik bila ventilasi bagus, sering dibuka, ada cross ventilation, aliran udara dalam ruangan lancar, tidak ada dead space.

Buruk bila ventilasi jarang dibuka, aliran udara tidak lancar, ada dead space.

Skala : nominal

### **4. Suhu dalam ruangan**

Kategori : Baik bila suhu ruangan antara  $21^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$

Buruk bila  $> 28^{\circ}\text{C}$  dan  $<$  dari  $23^{\circ}\text{C}$

Skala : nominal<sup>19-20</sup>

### **5. Kelembaban (Humidity) Relatif.**

Adalah parameter fisik udara yang diukur langsung di lokasi dengan menggunakan alat *Thermo Hypometer* satuan derajat (*Celcius*). Kriteria ideal ruangan kerja perkantoran menurut Heryuni (1993) yaitu 22% – 60%. Dibawah atau diatas berarti kurang baik. Skala nominal dengan 2 kategori, yaitu :

- a. Sama / dibawah 26% (suhu rendah).
- b. Diatas 26% (suhu tinggi).<sup>19-20</sup>

### **6. Pencahayaan.**

Pencahayaan merupakan salah satu komponen agar pekerja dapat bekerja / mengamati benda yang sedang dikerjakan secara jelas cepat, aman dan nyaman.

Skala nominal.

### **7. Kadar NH<sub>3</sub> ( Amonia ).**

Amonia udara ditentukan didalam larutan absorber dengan larutan *Natrium Tetraklormerkurat* yang menghasilkan *Nitrogen – Amonia*. Untuk mengukur kadarnya, menggunakan *Spektrofotometer*. Menurut Keputusan Menteri Kesehatan RI Nomor : 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan kerja Perkantoran Dan Industri, Kadar maksimal NH<sub>3</sub> rata-rata pengukuran 8 jam di ruang kerja adalah 17 mg/m<sup>3</sup> atau ppm

Skala Ratio.

### **8. Mikroorganisme ruang kerja (Bakteri & Jamur).**

Mikro organisme ruang kerja adalah adanya sejumlah jasad renik (bakteri dan jamur) yang ditemukan di dalam udara ruang kerja. Parameter yang digunakan adalah jumlah CFU/m<sup>3</sup>, pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat *Biotest Hycon Air Sampler RCS*. Menurut keputusan Menteri Kesehatan RI nomor : 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang *Persyaratan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*, kualitas udara dalam ruang dikatakan baik apabila angka kuman dalam ruang kurang dari 700 koloni / m<sup>3</sup> udara dan bebas kuman patogen.

#### **9. Kebiasaan merokok**

Dinyatakan dengan konsumsi rokok yang diisap oleh responden per harinya.

Katagori :

- Perokok : bila responden mengkonsumsi  $\geq 1$  ( satu ) batang rokok per hari.
- Bukan perokok : bila responden sama sekali tidak merokok.

Skala : nominal

#### **10. Sanitasi Filter pada AC.**

Suatu usaha untuk membersihkan filter AC secara berkala.

Skala : nominal.

#### **11. Kebiasaan Menggunakan *Sanitizer, Desinfectan*.**

Suatu kebiasaan untuk menggunakan desinfectan.

### **F. Kriteria inklusi dan eksklusi**

**a. Kriteria Inklusi.**

Kriteria inklusi adalah syarat –syarat yang harus dipenuhi agar responden dapat menjadi sampel. Kriteria inklusi menjadi sampel penelitian meliputi:

- a. Karyawan yang bekerja pada unit Balistik, unit Metalurgi, unit Handak
- b. Umur pekerja : 25 – 55 tahun
- c. Jenis kelamin pekerja : pria.

**b. Kriteria Eksklusi.**

Kriteria eksklusi adalah syarat – syarat yang tidak bisa dipenuhi oleh responden supaya dapat menjadi sampel. Kriteria eksklusi menjadi sampel penelitian meliputi :

- a. Karyawan yang menderita penyakit khronis, anemia
- b. Karyawan dengan riwayat penyakit saluran pernafasan, TBC, penyakit mata
- c. Karyawan yang mempunyai riwayat penyakit yang berhubungan dengan metabolisme tubuh ( penyakit hati dan ginjal ) dan atau sedang mengalami infeksi, atau pernah mengalami infeksi dalam 1 ( satu ) bulan
- d. Karyawan yang tidak bersedia sebagai responden.

**G. Alat dan kerja penelitian**

Alat penelitian :

- a. Kuesioner, berisi sejumlah pertanyaan melalui pengisian kuesioner.
- b. Alat tulis: bolpen, kertas.
- c. Alat penelitian untuk mengukur suhu udara dalam ruangan
- d. Alat penelitian untuk mengukur kelembaban dalam ruangan
- e. Alat pengukur luas ventilasi
- f. Alat pengukur pencahayaan
- g. Pengukuran kadar mikroba
- h. Pengukuran kadar jamur

## **H. Pengolahan Data dan Analisis Data.**

### **1. Pengolahan Data. :**

Tahap pengolahan data :

#### *a) Cleaning*

Data yang dikumpulkan kemudian dilaksanakan *cleaning* (pembersihan) data, artinya sebelum dilakukan pengolahan, data dicek terlebih dahulu agar tidak terdapat data yang tidak diperlukan.

#### *b) Editing*

*Editing* dilakukan untuk mengecek kelengkapan data, kesinambungan dan keseragaman data sehingga validitas data dapat terjamin.

#### *c) Coding*

*Coding* dilakukan untuk memudahkan dalam pengolahan data, juga untuk menjadi kerahasiaan identitas responden.

d) *Scoring*

Dilakukan untuk memberikan skor pada variabel yang akan dianalisis, yaitu skor 1 untuk *index category* ( kategori indeks ) dan skor 0 untuk *refrence category* ( kategori pembanding ). Pemberian kode juga dapat dilakukan berdasarkan faktor risiko dan efek yang terjadi, yaitu sebagai berikut :

- Untuk faktor risiko dan efek yang diteliti positif / ada, maka diberi skor 0.
- Untuk faktor risiko rendah dan bila efek yang diteliti negatif / tidak ada, maka diberi skor 1.

**2. Analisis Data.**

Data analisis dan intepretasikan dengan menguji hipotesis menggunakan program komputer SPSS *for windows Release 11.5* dengan tahapan analisis sebagai berikut :

Uji normalitas data interval/rasio menggunakan uji *Shapiro Wilk*, karena data berjumlah 42 (  $10 \leq n \leq 50$  ). Data yang diuji normalitasnya adalah : masa kerja, luas ventilasi, kondisi ventilasi, suhu, kelembaban. Dalam hasil uji *Shapiro Wilk*, apabila nilai  $p > 0,05$  maka data distribusi normal.

**a. Analisis Univariat.**

Analisis Univariat untuk menganalisis data secara diskriptif :

- 1). Data masa kerja, luas ventilasi, suhu, kelembaban, pencahayaan
- 2). Data kadar NH<sub>3</sub> di lingkungan kerja.
- 3). Data kadar Bakteri di lingkungan kerja
- 4). Data kadar jamur dalam lingkungan kerja.

#### **b. Analisis bivariat**

Analisis bivariat untuk menganalisis hubungan atau pengaruh antara dua variabel :

- 1) Uji korelasi pearson *Product Moment* atau *Kendall tau – b/Spearman's rho*.

Uji korelasi digunakan untuk menganalisis hubungan antara dua variabel. Uji korelasi *Pearson Product Moment* digunakan bila memenuhi persyaratan statistik parametrik :

- a) Variabel bebas dan variabel terikat keduanya merupakan data interval/rasio.
- b) Jumlah sampel masing- masing variabel bebas dan terikat  $\geq 30$ .
- c) Data variabel bebas dan variabel terikat kedua –duanya normal ( $p > 0,05$  dari uji *Shapiro Wilk*).
- d) Bila salah satu syarat tersebut tidak terpenuhi, maka digunakan uji statistik non – parametrik ( uji *Kendall tau – b* atau *Spearman's rho* ).

e). Uji korelasi *Pearson Product Moment*, *Kendall tau – b* / *Spearman's rho*

2) Uji Regresi sederhana, terdiri dari uji regresi linier dan uji regresi logistik.

Bila dari uji korelasi didapat  $p \geq 0,05$  atau terdapat hubungan bermakna, maka dilanjutkan dengan uji regresi linier dan atau logistik untuk menganalisis pengaruh variabel bebas terhadap variabel terikat. Persyaratan uji regresi linier sama dengan persyaratan uji korelasi *Pearson Product Moment* (statistik parametrik). Bila salah satu syarat tidak terpenuhi, maka digunakan uji regresi logistik (statistik non – parametrik)

3) Uji *chi – square*

Uji *chi – square* digunakan apabila variabel bebas dan variabel terikat kedua –duanya merupakan data katagori (nominal/ordinal). Uji *chi – square* digunakan untuk menganalisis :

a. Hubungan antara masa kerja, jam kerja per hari, lokasi kerja, indikator adanya THT dalam urin, pemakaian APD , kebiasaan merokok, status gizi (katagori IMT) dengan gangguan sistem hematopietik dalam darah pada pekerja Laboratorium Uji Balistik, Mabes Polri. Harga *risk estimates* didapat dalam uji *Chi-Square* bila tabel berbentuk 2x2. Untuk desain potong lintang, harga *risk estimates*

dinyatakan dengan nilai Rasio Prevalensi ( RP ), yang dihitung dengan rumus :

		Efek		
		(+) ( skala 0 )	(-) (skala 1 )	
Faktor	(+) (skala 0 )	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a + b</i>
Risiko	( - ) (skala 1 )	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>c + d</i>

$$RP = [ a / ( a + b ) ] / [ c / ( c + d ) ]$$

### c. Analisis multivariat

Analisis multivariat dilakukan dengan menganalisis pengaruh dari variabel – variabel bebas terhadap variabel terikat dan variabel bebas mana yang paling besar hubungannya terhadap variabel terikat. Analisis multivariat dilakukan dengan cara menghubungkan beberapa variabel bebas dengan satu variabel terikat secara bersamaan, yaitu menggunakan analisis regresi logistik. Variabel terikat tersebut harus berbentuk dikotomi ( terdiri dua katagori ). Variabel bebas yang dapat masuk ke dalam model regresi logistik adalah Variabel yang mempunyai nilai  $p < 0,250$  dari analisis bivariat.

### I. Definisi Operasional.

No.	Variable	Definisi Operasional	Kriteria	Skala data
1.	Masa kerja	Lama bekerja adalah masa atau lamanya (jam) responden bertugas setiap hari sejak ditempatkan di	Baik bila < 1 tahun Buruk bila > 1 tahun	Nominal

		lokasi tersebut, Di hitung dengan kuisisioner.		
2.	Luas Ventilasi	Luas dari saluran tempat keluar masuknya udara.	Kategori : Baik bila $> 10\%$ luas lantai Buruk bila $< 10\%$ luas lantai Satuan : m <sup>2</sup>	Nominal
3.	Kondisi Ventilasi	Suatu keadaan/kondisi dari saluran tempat keluar masuknya udara	- Baik bila ventilasi bagus, sering dibuka, ada cross ventilation, aliran udara dalam ruangan lancar, tidak ada dead space. - Buruk bila ventilasi jarang dibuka, aliran udara tidak lancar, ada dead space.	Nominal
4.	Suhu dalam ruangan	keadaan yang menentukan kemampuan benda-benda di dalam ruangan tersebut, untuk memindahkan (transfer) panas.	Kategori : Baik suhu ruangan antara $21^{\circ}\text{C} - 28^{\circ}\text{C}$ Buruk bila $> 28^{\circ}\text{C}$ dan $<$ dari $23^{\circ}\text{C}$	Nominal
5.	Kelembaban (Humidity) Relatif.	Parameter fisik udara yang menyatakan perbandingan relatif temperatur basah dan kering udara ruangan dan diukur langsung dilokasi, menggunakan alat <i>Thermo Hypometer</i>	Sama / dibawah 26% (suhu rendah). Diatas 26% (suhu tinggi).	Nominal
	Pencahayaan.	Pencahayaan adalah	Baik apabila dapat	Ratio

		kemampuan mata manusia dalam melihat dan memperhatikan benda-benda disekitar pada saat bekerja.	terlihat jelas. Buruk apabila terlihat kurang jelas	
Kadar NH <sub>3</sub> (Amonia).	Amonia udara ditentukan didalam larutan absorber dengan larutan <i>Natrium Tetraklormerkurat</i> yang menghasilkan <i>Nitrogen – Amonia</i> . Menggunakan alat <i>Spektrofotometer</i>	Kadar maksimal NH <sub>3</sub> rata-rata pengukuran 8 jam di ruang kerja adalah 17 mg/m <sup>3</sup> atau ppm	Ratio	
Mikroorganisme ruang kerja (Bakteri & Jamur).	Adanya sejumlah jasad renik (bakteri dan jamur) yang ditemukan di dalam udara ruang kerja. menggunakan alat <i>Biotest Hycon Air Sampler RCS</i> Satuan : CFU/m <sup>3</sup>	Baik apabila angka kuman dalam ruang kurang dari 700 koloni / m <sup>3</sup> udara dan bebas kuman patogen	Nominal	
Kebiasaan merokok	Dinyatakan dengan konsumsi rokok yang diisap oleh responden per harinya	Perokok : bila responden mengkonsumsi $\geq 1$ batang rokok per hari. Bukan perokok : bila responden sama sekali tidak merokok.	Nominal	
Sanitasi Filter pada AC.	Suatu usaha untuk membersihkan filter AC secara berkala.	Baik : Apabila secara teratur. Buruk : Apabila Jarang sekali dibersihkan	Nominal	
Kebiasaan Menggunakan	Suatu kebiasaan untuk menggunakan <i>desinfektan</i>	Baik apabila sering. Buruk apabila jarang.	Ratio	

	<i>Sanitizer, Desinfectan.</i>			
--	------------------------------------	--	--	--

### J. Jadwal penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Forensik dan Uji Balistik,

Mabes Polri pada bulan Juni - November 2009.

No	Aktivitas penelitian	Juni	Juli	Agustus	September	Oktober	November	Dese mber
1	Penulisan peroposal dan studi pendahuluan	→		→				
2	Ujian Proposal			→				
3	Penelitian				→	→		
4	Analisis data						→	
5	Penulisan Thesis						→	
6	Ujian Thesis							→

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN**

#### **A. Gambaran Umum Laboratorium Forensik MABES POLRI**

Kepolisian Republik Indonesia (Polri) menyelenggarakan identifikasi kepolisian, kedokteran kepolisian, *laboratorium forensik* dan psikologi kepolisian untuk kepentingan tugas kepolisian sesuai Undang-undang kepolisian pada pasal 14. Sedangkan tugas pokok Puslabfor sebagaimana yang tercantum dalam OTK (Organisasi dan Tata Laksana Kepolisian) adalah mendukung penyelidikan dan penyidikan dengan menggunakan ilmu pengetahuan dan teknologi pada jajaran kepolisian. Dalam pelaksanaan kegiatan penyelidikan dan penyidikan, Kepolisian RI menggunakan sarana dan prasarana berupa laboratorium forensik dan uji balistik.

Gedung Puslabfor Bareskrim POLRI Departemen Balistik Metalurgi Forensik memiliki fasilitas ruangan dan laboratorium yang terdiri dari tiga unit yaitu Unit Bahan Peledak Forensik (HANDAKFOR) , Unit Senjata Api Forensik (SENPIFOR) dan Unit Metalurgi Forensik (METFOR) dengan ruang laboratorium Preparasi, Ruang administrasi dan ruang kerja, ruang penyimpanan barang bukti, Ruang X ray dan Ruang Preparasi Logam.

Tabel 4.1. Gambaran Unit dan Ruangan laboratorium dalam Gedung Puslabfor

## Bareskrim POLRI

---

No .	Unit	Ruangan
1.	Unit Bahan Peledak Forensik (HANDAKFOR)	Ruang Lab Preparasi I Ruang Lab Preparasi II Ruang Kerja
2.	Unit Senjata Api Forensik (SENPIFOR)	Ruang penyimpanan Barang Bukti Ruang Laboratorium Ruang Kerja
3.	Unit Metalurgi Forensik (METFOR)	Ruang X-Ray Ruang Preparasi Logam Ruang Kerja

---

—

Laboratorium forensik dan uji balistik di Mabes Polri merupakan laboratorium tempat pengujian barang barang bukti dengan kandungan bahan-bahan kimia yang mengandung unsur *2,4,6 trinitrotoluene, Timbal Azida, Mercury Fulminate, Pentaerythritol Tetranitrate (PETN), -2, C-3, C-4, SEMTEX* dan bahan bahan kimia sebagai reagen serta bahan-bahan bukti lain berupa sisa jaringan sebagai barang bukti yang akan dianalisis.

## B. Hasil Analisis Univariat.

Personil-personil yang bekerja di laboratorium paling sedikit berada di ruangan tersebut 8 jam setiap hari dan pada umumnya bekerja tanpa menggunakan masker sebagai alat pelindung diri terhadap paparan bahan-bahan kimia dan bahan organik lainnya di laboratorium. Personil yang sering berada di ruangan laboratorium tersebut adalah para pemeriksa barang bukti di laboratorium. Kondisi ruangan yang terdapat kandungan bahan kimia seperti TNT, bahan kimia dengan yang bersifat toksik dan berbahaya sehingga dapat berpengaruh terhadap tingkat kesehatan petugas laboratorium.

Tabel 4.2. Karakteristik Personil Laboratorium Forensik dan Kejadian Sick Building Syndrome (SBS) di MABES POLRI tahun 2009

Karakteristik	SBS	
	Positif	Negatif
Umur; median (min-max)	28 (23-46) tahun	38 (23-50) tahun
Jenis kelamin; n(%)		
- Pria	16 (42,1%)	18 (47,4%)
- Wanita	1 (2,6%)	3 (7,9%)
Lama kerja sehari; n(%)		
- > 8 jam	2 (5,3%)	2 (5,3%)
- ≤ 8 jam	15 (39,4%)	19 (50,0%)
Masa kerja (tahun) ; n(%)		
- > 5	6 (16,7%)	10 (27,8%)
- ≤ 5	11 (30,6%)	9 (25,0%)
Kebiasaan merokok; n(%)		
- Ya	8 (21,1%)	5 (13,2%)
- Tidak	9 (23,6%)	16 (42,1%)

Tabel 4.2 menunjukkan usia personil di laboratorium berkisar antara 23 sampai dengan 50 tahun dengan rerata 28 tahun dengan jumlah personil 38 orang dengan jenis kelamin pria 34 orang ( 89,5%) dan wanita 4 orang (10,5%) dengan lama kerja perhari rata-rata 8 jam perhari ( 89,4%) dan hanya 4 orang ( 10,6%) yang bekerja lembur melebihi 8 jam sehari. Masa kerja

personil Puslabfor sebagian besar kurang atau sama dengan lima tahun (55,5 %) dan personil dengan masa kerja lebih dari lima tahun ada 44,5%. Sebagian besar personil tidak merokok dengan jumlah 25 orang (66,7%) dan yang perokok ada 13 orang (33,3%).

Hasil penelitian dan observasi dilapangan untuk mengetahui hubungan antara faktor usia, jenis kelamin, lama kerja sehari dan masa kerja serta kebiasaan merokok dengan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS), dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 4.3. Karakteristik Personil Laboratorium Forensik dan Hubungannya dengan Kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS), di MABES POLRI tahun 2009

Karakteristik	SBS		P
	Positif	Negatif	
Umur; median (min-max)	28 (23-46)	38 (23-50)	0,03 <sup>¶</sup>
Jenis kelamin; n(%)			
- Pria	16 (42,1%)	18 (47,4%)	
- Wanita	1 (2,6%)	3 (7,9%)	0,6 <sup>§</sup>
Lama kerja sehari; n(%)			
- > 8 jam	2 (5,3%)	2 (5,3%)	
- ≤ 8 jam	15 (39,5%)	19 (50,0%)	1,0 <sup>§</sup>
Masa kerja (tahun) ; n(%)			
- > 5	6 (16,7%)	10 (27,8%)	
- ≤ 5	11 (30,6%)	9 (25,0%)	0,3
Kebiasaan merokok; n(%)			
- Ya	8 (21,1%)	5 (13,2%)	
- Tidak	9 (23,7%)	16 (42,1%)	0,1

<sup>¶</sup>Uji Mann- Whitney

\* Uji  $\chi^2$

<sup>§</sup> Uji Fisher-exact

Berdasarkan hasil survei ditemukan gejala Sick Building Syndrome pada 44,8% personil laboratorium Forensik dan Uji Balistik. Gejala SBS bervariasi dengan gejala sebagian besar kulit kering, gejala

seperti flu, kepala pusing, rasa sesak di dada, nyeri pada tulang punggung, mengantuk dan sakit kepala. Gejala lain yang kadang-kadang dirasakan pada lebih dari 30% personil yaitu adanya gejala kulit kering, rasa kering di tenggorokan, kulit gatal, seperti teriritasi, ruam pada kulit, mata berair dan nerocos Deskripsi gejala klinik pada keseluruhan personil dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4. Deskripsi Gejala *Sick Building Syndrome* (SBS) Pada Personil Uji Balistik Laboratorium Forensik di MABES POLRI tahun 2009

Gejala	Sick Building Syndrome (SBS)		Total n (%).
	Negatif n (%).	Positif n (%).	
Rasa kering/serak di tenggorokan			
- Tidak pernah	1 (2,6%)	8 (21,1%)	9 (23,7%)
- Kadang-kadang	10 (26,3%)	13 (34,2%)	23 (60,5%)
- Sering	6 (15,8%)	0 (0,0%)	6 (15,8%)
Kulit kering			
- Tidak pernah	0 (0,0%)	10 (26,3%)	10 (26,3%)
- Kadang-kadang	1 (2,6%)	11 (28,9%)	12 (31,6%)
- Sering	16 (42,1%)	0 (0,0%)	16 (42,1%)
Kulit sering kemerahan, rasa teriritasi			
- Tidak pernah	4 (10,5%)	17 (44,7%)	21 (55,3%)
- Kadang-kadang	8 (21,1%)	4 (10,5%)	12 (31,6%)
- Sering	5 (13,2%)	0 (0,0%)	5 (13,2%)
Ruam pada kulit, merah bintik merah			
- Tidak pernah	6 (15,8%)	18 (47,4%)	24 (63,2%)
- Kadang-kadang	10 (26,3%)	3 (7,9%)	13 (34,2%)
- Sering	1 (2,6%)	0 (0,0%)	1 (2,6%)
	Sick Building Syndrome (SBS)		Total n (%)
Gejala	Positif n (%)	Negatif n (%)	
Iritasi mata			
- Tidak pernah	7 (18,4%)	14 (36,8%)	21 (55,3%)
- Kadang-kadang	8 (21,1%)	7 (18,4%)	15 (39,5%)
- Sering	2 (5,3%)	0 (0,0%)	2 (5,3%)
Hidung berair, bersin			

- Tidak pernah	2 (5,3%)	11 (28,9%)	13 (34,2%)
- Kadang-kadang	13 (34,2%)	10 (26,3%)	23 (60,5%)
- Sering	2 (5,3%)	0 (0,0%)	2 (5,3%)
Kesulitan bernafas			
- Tidak pernah	8 (21,1%)	15 (39,5%)	23 (60,5%)
- Kadang-kadang	8 (21,1%)	6 (15,8%)	14 (36,8%)
- Sering	1 (2,6%)	0 (0,0%)	1 (2,6%)
Rasa sesak didada			
- Tidak pernah	3 (7,9%)	15 (39,5%)	18 (47,4%)
- Kadang-kadang	14 (36,8%)	6 (15,8%)	20 (52,6%)
Gejala seperti flu			
- Tidak pernah	3 (8,1%)	4 (10,8%)	7 (18,9%)
- Kadang-kadang	12 (32,4%)	16 (43,2%)	28 (75,7%)
- Sering	2 (5,4%)	0 (0,0%)	2 (5,4%)
Kepala pusing, berputar			
- Tidak pernah	6 (15,8%)	15 (39,5%)	21 (55,3%)
- Kadang-kadang	10 (26,3%)	6 (15,8%)	16 (42,1%)
- Sering	1 (2,6%)	0 (0,0%)	1 (2,6%)
Sering Sakit kepala			
- Tidak pernah	3 (7,9%)	12 (31,6%)	15 (39,5%)
- Kadang-kadang	14 (36,8%)	9 (23,7%)	23 (60,5%)
Mengantuk			
- Tidak pernah	1 (2,6%)	5 (13,2%)	6 (15,8%)
- Kadang-kadang	13 (34,2%)	14 (36,8%)	27 (71,1%)
- Sering	3 (7,9%)	2 (5,3%)	5 (13,2%)
Rasa lelah kronis, lesu			
- Tidak pernah	4 (10,8%)	12 (32,4%)	16 (43,2%)
- Kadang-kadang	12 (32,4%)	8 (21,6%)	20 (54,1%)
- Sering	1 (2,7%)	4 (10,8%)	5 (13,2%)
Nyeri dada			
- Tidak pernah	8 (21,1%)	16 (42,1%)	24 (63,2%)
- Kadang-kadang	9 (23,7%)	5 (13,2%)	14 (36,8%)
Nyeri punggung			
- Tidak pernah	3 (8,1%)	14 (37,8%)	17 (45,9%)
- Kadang-kadang	14 (37,8%)	6 (16,2%)	20 (54,1%)
Nyeri tangan, lengan			
- Tidak pernah	2 (5,3%)	11 (44,7%)	19 (50,0%)
- Kadang-kadang	1 (39,5%)	4 (10,5%)	19 (50,0%)

Tabel 4.5. Kualitas Ruangan dan Kontrol Kualitas Udara Dalam Ruangan (Indoor) di Laboratorium Forensik di MABES POLRI tahun 2009

Kondisi ruangan	SBS		Total
	Positif	Negatif	
Kontrol suhu udara dalam ruangan			
- Tidak memenuhi syarat	13 (34,2%)	2 (5,3%)	15 (39,5%)
- Memenuhi syarat	4 (10,5%)	19 (50,0%)	23 (60,5%)
Kontrol ventilasi			
- Tidak memenuhi syarat	16 (42,1%)	4 (10,5%)	20 (52,6%)
- Memenuhi syarat	1 (2,6%)	17 (44,7%)	18 (47,4%)

Kontrol kelembaban			
- Tidak memenuhi syarat	16 (42,1%)	10 (26,3%)	26 (68,4%)
- Memenuhi syarat	1 (2,6%)	11 (28,9%)	12 (31,6%)
Kontrol pencahayaan			
- Tidak memenuhi syarat	16 (42,1%)	8 (21,1%)	24 (63,2%)
- Memenuhi syarat	1 (2,6%)	13 (34,2%)	14 (36,8%)
Kontrol kebisingan			
- Tidak memenuhi syarat	17 (44,7%)	17 (44,7%)	34 (89,5%)
- Memenuhi syarat	0 (0,0%)	4 (10,5%)	4 (10,5%)
Pemeliharaan kebersihan ruangan			
- Tidak memenuhi syarat	6 (15,8%)	3 (7,9%)	9 (23,7%)
- Memenuhi syarat	11 (28,9%)	18 (47,4%)	29 (76,3%)
Perbaikan kondisi gedung			
- Tidak memenuhi syarat	13 (34,2%)	15 (39,5%)	28 (73,7%)
- Memenuhi syarat	4 (10,5%)	6 (15,8%)	10 (26,3%)
Pembersihan filter dalam ruangan			
- Tidak memenuhi syarat	13 (34,2%)	14 (36,8%)	27 (71,1%)
- Memenuhi syarat	4 (10,5%)	7 (18,4%)	11 (28,9%)
Penyimpanan reagen dan bahan kimia			
- Tidak memenuhi syarat	9 (23,7%)	10 (26,3%)	19 (50,0%)
- Memenuhi syarat	8 (21,1%)	11 (28,9%)	19 (50,0%)
Penyimpanan barang bukti tertutup			
- Tidak memenuhi syarat	8 (21,1%)	6 (15,8%)	14 (36,8%)
- Memenuhi syarat	9 (23,7%)	15 (39,5%)	24 (63,2%)

Berdasarkan hasil uji statistik ditemukan bahwa umur personil berhubungan dengan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS), dimana personil yang berusia muda memiliki risiko yang lebih besar untuk terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS), sementara itu lama kerja sehari, masa kerja dan kebiasaan merokok tidak berhubungan dengan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS),

### C. Hasil Analisis Bivariat

**Tabel 4.6.** Hubungan Kualitas Ruangan dan Kontrol Kualitas Udara Dalam Ruangan (Indoor) di Laboratorium Forensik dan Kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS) di Lab Uji Balistik Puslabfor Mabes POLRI tahun 2009

Kondisi ruangan	SBS		p	RP (95% CI)
	Positif	Negatif		

Kontrol suhu udara dalam ruangan				
- Tidak memenuhi syarat	13 (34,2%)	2 (5,3%)	<0,001*	4,98 (2,001-12,4)
- Memenuhi syarat	4 (10,5%)	19 (50,0%)		
Kontrol ventilasi				
- Tidak memenuhi syarat	16 (42,1%)	4 (10,5%)	<0,001*	14,4 (2,117-97,958)
- Memenuhi syarat	1 (2,6%)	17 (44,7%)		
Kontrol kelembaban				
- Tidak memenuhi syarat	16 (42,1%)	10 (26,3%)	0,004*	7,385(1,103-49,42)
- Memenuhi syarat	1 (2,6%)	11 (28,9%)		
Kontrol pencahayaan				
- Tidak memenuhi syarat	16 (42,1%)	8 (21,1%)	0,001*	9,33(1,382-63,012)
- Memenuhi syarat	1 (2,6%)	13 (34,2%)		
Kontrol kebisingan				
- Tidak memenuhi syarat	17 (44,7%)	17 (44,7%)	0,113	0,5(0,357-0,7)
- Memenuhi syarat	0 (0,0%)	4 (10,5%)		
Pemeliharaan kebersihan ruangan				
- Tidak memenuhi syarat	6 (15,8%)	3 (7,9%)	0,249	1,76 (0,912-3,387)
- Memenuhi syarat	11 (28,9%)	18 (47,4%)		
Perbaikan kondisi gedung				
- Tidak memenuhi syarat	13 (34,2%)	15 (39,5%)	1,0	1,161(0,493-2,735)
- Memenuhi syarat	4 (10,5%)	6 (15,8%)		
Pembersihan filter dalam ruangan				
- Tidak memenuhi syarat	13 (34,2%)	14 (36,8%)	0,721	1,324(0,552-3,174)
- Memenuhi syarat	4 (10,5%)	7 (18,4%)		
Penyimpanan reagen dan bahan kimia				
- Tidak memenuhi syarat	9 (23,7%)	10 (26,3%)	1,00	1,125(0,554-2,286)
- Memenuhi syarat	8 (21,1%)	11 (28,9%)		
Penyimpanan barang bukti tertutup				
- Tidak memenuhi syarat	8 (21,1%)	6 (15,8%)	0,318	1,524(0,766-3,020)
- Memenuhi syarat	9 (23,7%)	15 (39,5%)		

Hasil analisis bivariat menunjukkan kbeberapa kondisi kontrol kualitas udara dalam ruangan Labfor Mabes Polri memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS). Kontrol suhu udara dalam ruangan (p value < 0,001, RP=4,98), Kontrol ventilasi (p

value  $<0,001$  dan  $RP=14,4$ ), kelembaban (p value  $0,004$  dan  $RP=7,385$ ) dan pencahayaan (p value  $0,001$  dan  $RP=9,33$ ) merupakan faktor risiko untuk terjadinya Sick Building Syndrome (SBS). Kontrol suhu udara, ventilasi, kelembaban, pencahayaan yang tidak memenuhi syarat memberikan risiko untuk terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kontrol suhu udara yang sering dilakukan, control ventilasi yang baik dan pencahayaan dalam ruangan yang baik serta kelembaban yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu kering merupakan salah satu faktor pencegahan untuk terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS) pada personil di Laboratorium Forensik Bareskrim Mabes Polri. Hasil pengukuran untuk kebisingan menunjukkan bahwa kondisi suhu udara pada umumnya masih dalam Nilai Ambang Batas (NAB) untuk suhu udara dengan suhu dalam ruangan terukur minimal  $24^{\circ}\text{C}$  dan maksimal  $25^{\circ}\text{C}$ , sedangkan kelembaban dalam ruangan terukur  $54\%$  antara  $57\%$  tidak melebihi nilai maksimal  $35-60\%$ .



Gambar. 4.1 Kegiatan Olah TKP Penembakan di Alas Tlogo Jawa Timur 2008 Unit Senjata Api Forensik Puslabfor Mabes Polri



## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Penelitian yang telah dilakukan pada Laboratorium forensik dan uji balistik di Mabes Polri yang merupakan laboratorium tempat pengujian barang barang bukti dengan kandungan bahan-bahan kimia yang mengandung unsur 2,4,6 trinitrotoluene, Timbal Azida, Mercury Fulminate, Pentaeritritol Tetranitrate (PETN), C-2, C-3, C-4, SEMTEX dan bahan kimia sebagai reagen serta bahan-bahan bukti lain berupa sisa jaringan sebagai barang bukti, menunjukkan bahwa kualitas udara indoor sangat berpengaruh terhadap kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS). Kualitas udara yang meliputi kontrol suhu, kelembaban, pencahayaan, ventilasi yang memenuhi syarat sangat penting dalam mengurangi kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS).

Personil-personil pada laboratorium forensik dan uji balistik pada umumnya bekerja di laboratorium paling sedikit selama 8 jam setiap hari dan pada umumnya bekerja tanpa menggunakan masker sebagai alat pelindung diri terhadap paparan bahan-bahan kimia dan bahan organik lainnya di laboratorium. Personil yang sering berada di ruangan laboratorium tersebut adalah para pemeriksa barang bukti di laboratorium. Kondisi ruangan yang terdapat kandungan bahan kimia seperti TNT, bahan kimia dengan yang bersifat toksik dan berbahaya sehingga dapat berpengaruh terhadap tingkat kesehatan petugas laboratorium.

Lama dan masa kerja personil dalam ruangan sangat berpengaruh terhadap kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS), sedangkan hasil penelitian menunjukkan

personil yang muda memiliki risiko yang lebih besar untuk terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS). Hal ini kemungkinan disebabkan karena sebagian personil yang bekerja di Laboratorium Forensik dan uji balistik untuk menguji bahan peledak dan bahan kimia atau barang bukti lainnya pada umumnya berusia dibawah 50 tahun, sementara itu lama kerja sehari, masa kerja dan kebiasaan merokok tidak berhubungan dengan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS).

Kualitas udara yang sangat berpengaruh terhadap kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS) adalah suhu, kelembaban, pencahayaan, ventilasi dan aliran udara dalam ruangan. Suhu udara dalam ruangan laboratorium dan lingkungan kerja merupakan salah satu faktor yang sangat penting untuk terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS). Hasil penelitian **David Wyons** dalam *Effects of the Indoor Environment on Health* menunjukkan bahwa tubuh manusia dalam hal ini sistem balans untuk suhu tubuh sangat tergantung pada kondisi suhu udara di sekitarnya. Suhu udara di dalam ruangan yang terlalu panas atau terlalu dingin akan sangat berpengaruh dengan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS). Di dalam ruangan, deviasi suhu udara sangat kecil bedanya dengan suhu tubuh sehingga hal ini akan berpengaruh negatif terhadap efisiensi. Suhu udara yang tidak memenuhi syarat akan menyebabkan penurunan kecepatan kerja, konsentrasi dan sensitivity hingga 20%. Suhu udara yang baik mengacu pada PERMENKES No 1204/MENKES/SK/IX/2004 adalah 22-26<sup>0</sup>C. Suhu udara harus dipertahankan untuk tidak terlalu ekstrim untuk mengurangi risiko terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS).

Faktor lain selain suhu yang sangat berpengaruh untuk terjadinya SBS di Ruang laboratorium Forensik dan Uji Balistik Mabes Polri adalah ventilasi.

Ventilasi yang cukup dengan cross ventilation dan aliran udara yang baik dan lancar akan mengurangi risiko terjadinya dead space dalam ruangan laboratorium yang dapat menyebabkan tingginya pertumbuhan bakteri dan jamur akibat aliran udara yang tidak ada dalam dead space. Luas ventilasi ruangan yang kurang dari 10% menurut standard WHO atau ventilation rate kurang dari 20 CFM OA memberikan risiko yang besar untuk terjadinya *gejala SBS*. Ventilation rate yang baik untuk suatu gedung atau ruangan adalah 25 -50 CFM OA per penghuni. Ventilasi yang paling ideal untuk suatu ruangan apabila ventilasi dalam keadaan bersih, luas memenuhi syarat, sering dibuka, adanya cross ventilation sehingga tidak menyebabkan adanya dead space dalam ruangan. Ketidakseimbangan antara ventilasi dan pencemaran udara merupakan salah satu sebab terbesar terjadinya SBS.<sup>21-23</sup>

Kelembaban udara dalam ruangan terutama ruangan perkantoran dan laboratorium Forensik juga sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur dan bakteri sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan pekerja terutama terhadap kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS). Dalam suatu gedung atau ruangan laboratorium dimana banyak tersimpan preparat bahan organik atau barang bukti berupa bahan organik yang diletakkan terbuka dalam ruangan yang lembab. Pertumbuhan jamur dan bakteri akan dipercepat dengan kondisi dalam ruangan dengan jumlah pencahayaan dan ventilasi kurang serta tidak adanya cahaya matahari yang masuk dalam ruangan. Konsentrasi Bakteri dan Jamur meskipun masih dibawah nilai maksimal yang diijinkan juga harus tetap dipertahankan, mengingat dalam ruangan seringkali terdapat bahan bukti berupa

bahan organik yang dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba meningkat karena penyimpanannya seringkali kurang memenuhi syarat.

Kelembaban udara yang baik mengacu pada PERMENKES No 1204/MENKES/SK/IX/2004 adalah 35-60%. Peningkatan kelembaban dalam ruangan yang mencapai 20% -40% akan menyebabkan banyak keluhan akibat terlalu lembabnya kondisi udara dalam ruangan. Aktivitas dalam ruangan dan jumlah personil dalam laboratorium Forensik dan Uji Balistik yang meningkat akan meningkatkan kelembaban dalam ruangan dan menyebabkan ketidaknyamanan dalam bekerja sehingga keluhan untuk *Sick Building Syndrome* (SBS) akan meningkat.

Level pencahayaan dan efisiensi energi dalam ruangan laboratorium forensik dan uji balistik harus memenuhi standard yang direkomendasikan untuk mengurangi keluhan *Sick Building Syndrome* (SBS). Pencahayaan yang terlalu besar akan meningkatkan suhu ruangan dan akan menyebabkan ketidaknyamanan dalam bekerja. Sebaiknya pencahayaan yang kurang akibat sinar matahari yang tidak dapat mengenai ruangan akan mengakibatkan pertumbuhan bakteri dan jamur dalam ruangan akan meningkat. Beberapa penelitian telah membuktikan bahwa pencahayaan ternyata memiliki efek yang besar untuk kesehatan personil dan produktivitas kerja. Pencahayaan yang cukup dalam ruangan (100Lux) dan tidak menyilaukan untuk kondisi kerja disiang hari diperlukan untuk suatu kenyamanan kerja dan peningkatan produktivitas kerja.<sup>25-27</sup>

Kontaminan biologik berupa jamur yang ditemukan dalam sembilan ruangan berupa *Aspergillus Sp* dan dalam 2 ruangan ditemukan *Candida Sp*. Keberadaan jamur ini sangat potensial sebagai penyebab untuk terjadinya

penyakit pada pekerja laboratorium forensik dan uji balistik. Hal ini disebabkan sebagian pekerja menghabiskan 30% waktunya dan bahkan lebih dalam setiap harinya untuk kontak dalam ruangan, sehingga dalam ruangan yang lembab dengan suhu terlalu tinggi akan mengakibatkan pertumbuhan bakteri dan jamur meningkat dan akan menyebabkan terjadinya berbagai gangguan kesehatan pada pekerja. Menurut **Seltzer JM**, salah satu penyakit yang penting dan berkaitan dengan mikroba dalam ruangan adalah *Legionnaire's Disease*. Ventilasi dan aliran udara dalam ruangan juga sangat diperlukan untuk mempertahankan kondisi dalam ruang kerja yang optimal. Dalam penelitiannya **Seltzer JM** menemukan beberapa komponen *bioaerosol* utama yang banyak terdapat dalam ruangan adalah bakteri, spora dan produk mikroba seperti Bakteri *Legionella*, *Thermoactinomyces*, *Endotoxin* dan *Protease* yang dapat menyebabkan *Pneumonia*, *Hipersensitivity Pneumonitis* dan demam, menggigil serta asthma pada pekerja atau personil dalam ruang kerja yang kurang memenuhi syarat.<sup>28-31</sup>

Beberapa jenis fungi atau jamur juga sangat berperan dalam meningkatkan terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS) yaitu *Sporobolomyces*, *Alternaria*, *Histoplasma*, *Aflatoxin*. Kontrol dan evaluasi kualitas udara indoor sangat penting untuk mempertahankan kondisi udara dalam ruang kerja selalu optimal.

Kontrol kualitas udara dalam ruangan Uji Balistik Puslabfor Mabes Polri memiliki hubungan yang bermakna dengan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS). Kontrol suhu udara dalam ruangan merupakan faktor risiko untuk terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS) dengan p value < 0,001, RP=4,98, untuk kontrol ventilasi dengan p value <0,001 dan RP=14,4 dan kontrol kelembaban dengan p value 0,004 dan RP=7,385. serta pencahayaan dengan p value 0,001 dan

RP=9,33. Kontrol suhu udara, ventilasi, kelembaban, pencahayaan yang tidak memenuhi syarat memberikan risiko untuk terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS). Kontrol ventilasi yang baik dan pencahayaan dalam ruangan yang baik serta kelembaban yang tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu kering merupakan salah satu faktor pencegahan untuk terjadinya *Sick Building Syndrome* (SBS) pada personil di Laboratorium Forensik Kabareskrim Mabes Polri.

Hasil uji beda dengan **Mann-Whitney U Test** dapat dilihat bahwa jumlah kuman dan jamur justru lebih sedikit pada kasus atau kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS) sedangkan dalam ruangan dimana tidak ada kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS) jumlah kuman dan jamur agak lebih tinggi, meskipun tidak ada perbedaan yang signifikan antara keduanya. Hal ini menunjukkan bahwa bahan kimia, gas dan bahan peledak serta debu yang berasal dari bahan peledak justru merupakan satu faktor yang utama dalam menyebabkan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS).

Analisis multivariat untuk hubungan kontrol kualitas udara dalam Ruangan (Indoor) dengan kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS) dalam Gedung Laboratorium Forensik, Mabes Polri menunjukkan bahwa umur yang muda dan kontrol ventilasi yang tidak baik merupakan faktor risiko untuk kejadian *Sick Building Syndrome* (SBS).

## BAB VI

### SIMPULAN DAN SARAN

#### SIMPULAN

1. Suhu udara rata-rata 24,4<sup>0</sup>C, Kelembaban rata-rata 54,5% dan Intensitas kebisingan terukur rata-rata 54dB.
2. Umur median (min-max) untuk SBS 28 (23-46 tahun) dan non SBS 38 (23-50 tahun), lama kerja perhari sebagian besar ≤ 8 jam (39,4% pada SBS dan 50% pada non SBS, masa kerja ≤ 5 tahun pada SBS 30,6 % dan non SBS 25%.
3. Ada hubungan antara umur dengan kejadian SBS dengan *p value* 0,03, usia muda lebih besar risikonya untuk terjadinya SBS.
4. Kontrol suhu udara dalam ruangan, kontrol ventilasi, kontrol kelembaban dan pencahayaan yang tidak baik merupakan faktor risiko terjadinya SBS dengan RP 4,98; 14,4; 7,385; 9,33.
5. Kontrol kebisingan, Pemeliharaan kebersihan ruangan, Perbaikan kondisi gedung, pembersihan filter AC dalam ruangan, penyimpanan reagen dan cara penyimpanan barang bukti (penutupan) tidak ada hubungan yang bermakna dengan kejadian SBS.
6. Jumlah kuman dan jamur tidak ada perbedaan pada kasus SBS dan Non SBS.

Jenis jamur yang ditemukan pada 9 ruangan dalam tiga unit adalah *Aspergillus*, sedangkan dalam 2 ruangan ditemukan *Candida* dan *Aspergillus*.

7. Analisis multivariat menunjukkan umur muda (OR 1,252) dan kontrol ventilasi yang tidak baik (OR 164,558) merupakan faktor risiko terjadinya SBS.

#### SARAN.

1. Bagi Institusi

Kontrol suhu, *blood smear*, kelembaban, ventilasi dan pencahayaan harus selalu dipertahankan dalam kondisi maksimum untuk mengurangi risiko kejadian SBS. Perlu dilakukan spraying dengan desinfectan secara rutin untuk mengurangi kejadian SBS mengingat dalam penelitian ditemukan jumlah kuman yang cukup tinggi . Untuk mengurangi jumlah jamur dalam ruang laboratorium perlu dilakukan pembersihan ruangan secara rutin dan penyimpanan bahan bukti yang berupa bahan organik harus dilakukan dalam tempat tertutup. Kelembaban dalam ruangan dan ventilasi secara cross ventilasi harus dipertahankan secara optimal untuk mengurangi terjadinya dead space sebagai faktor risiko pertumbuhan bakteri dan jamur.

2. Bagi Personil Laboratorium Forensik dan Uji Balistik Mabes Polri

Perlu penggunaan masker pada waktu memeriksa bahan kimia atau bahan peledak mengingat efek toksik yang sangat berbahaya bila kontak dalam jangka waktu lama dengan bahan kimia toksik dan berbahaya.

## DAFTAR PUSTAKA.

1. Americans Lung Assosiation. *Air Quality in Large Buildings*, 2005.
2. Burge, P.S. *Sick Building Syndrome*. Education. BMJ Publishing Group Ltd. Occupational and Evironmental Medicine 2004; 61:185-190.
3. Enviromental Health Center (EHC). *Sick Building Syndrome*. IAQ Fact Sheet: *Sick Building Syndrome*. Enviromental Health Center. A Division of National Safety Caoncil. Washington DC, 2003.
4. Fisk, William J. *Health And Productifity Gains from Better Indoor Enviroments and their Relationship with Building Energy Efficiency*. Annu.REV.Energy Environ 2000.25:537-66.
5. Gorny, Rafa L, et al. *Fungal Fragments as Indoor Air Biocontaminant*. *Applied and Enviromental Microbiology*, July 2002, p.3522-3531, Vol.68, No.7.
6. Adeeb, sarah and David Shooter. *Emission and Evolution of Air borne Microflora in Slaughter Houses*. Original Paper. Indoor and Built Enviroment 2003;12:179-184.
7. Heimlich, Joe E. *Sick Building Syndrome*. Community Development Ohio State University Fact Sheet. Fact Sheet Extensin. Sick Building Syndrome, CDFS-194-97.
8. Kaiser, Manfred. *Haw Indoor Air Quality Affects Your Health, And What You Can Do About It*. McPherson's Printing Group. Melbourne, Australia.
9. Keputusan Menteri Kesehatan Nomor 288 / Menkes / SK / III / 2003 tentang *Pedoman Pengendalian Sarana Dan Bangunan*.

10. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405 / Menkes / SK / XI / 2002 tentang *persyaratan kesehatan lingkungan kerja perkantoran dan industri* (SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>S, dan NH<sub>3</sub>).
11. Mahole, G.et al. 2003. *Development and Application of a Protocol for the Assessment of Indoor Air Quqlity*. Original Paper. Indoor and Built Environment 2003; 12:139-149.
12. National Safety Council (NSC). *Sick Building Syndrome*, 2004.
13. Achmad, Rukaesih. *Kimia Lingkungan*. Edisi 1. Andi Offset. Yogyakarta, 2004.
14. Kuhn, D.M. and M.A. Ghannoum.2003.Indoor Mold, *Toxigenic Fungi, and Strachybotcs Chartarum:Clinical Microbiology Reviews*, January 2003, p.144-172, Vo.16, No.1.
15. Mishra, Vinod.2003. *Effect of Indoor Air Pollution from Biomass Combustion on Prevalens of Asthma in the Eldery*. Enviromental Health Prespective. Volume 111.Number 1, Januari 2003.
16. Effendi, Tadjuddin Noer. *Sumber Daya Manusia Peluang Kerja Dan Kemiskinan*. Cetakan Kedua. PT. Tiara Wacana Yogyakarta, 1995.
17. Muti, Bhisma. *Prinsip dan Metode Riset Epidemiologi*. Jilid Pertama Edisi Kedua.Gajah Mada University. Yogyakarta, 2003.
18. Budiarto, Eko., *Metodologi Penelitian Kedokteran*. Sebuah Pengantar Cetakan I.Penerbit Buku Kedokteran EGC.Jakarta, 2004.
19. Arismunandar W, H. Saito, *Perpindahan Panas*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1997.
20. Arismunandar W, H. Saito, *Penyegaran Udara*, Penerbit Erlangga, Jakarta, 1987
21. Mukono HJ. *Pinsip-Prinsip Dasar Kesehatan Lingkungan Surabaya* : Airlangga University Press, 1999.

22. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Indoor Air Quality Investigation*. Technical Manual. Section III. Chapter 2 U.S. Departement of Labour, 2002.
23. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). *Indoor Air Quality Investigation*. OSHA Technical Manual Section III: Capter 2. U.S. Departement of Labour. Washiongton, DC, 2008.
24. Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999, tentang *Pengendalian Pencemaran Udara*, 1999.
25. Rahman, Abdur et al. 2004. *Analisis Kualitas Lingkungan*. Modul KML 22420. Edisi 5. Laboratorium Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Indonesia. Jakarta.
26. Setyaningsih, Yuliani., 2002. *Hubungan Antara Kualitas Udara Dalam Ruangan berpendingin Sentral dan Sick Building Syndrome*. Thesis. Yogyakarta. Program Pasca Sarjana Universitas Gajahmada.
27. Soemitra, Tata, dan Hendra. *Laporan Akhir Preliminary Survey Bahaya Dan Resiko Kesehatan Di Gedung Perkantoran dan Sekolah Tahun 2004*, Studi di DKI Jakarta, Jawa Tengah, DI Yogyakarta, dan Jatim, Departemen kesehatan RI. Jakarta 2004.
28. Washington Universty School of Medicine Environmental Health & Safety (WUSMEH). *Sick Building Syndrome (SBS)*. Buletin Sick Building Syndrome 2000.
29. Undang-undang Nomor : 1 Tahun 1970 tentang *Keselamatan Kerja*.
30. U.S. Enviromental Protection Agency. Fact Sheet: *Ventilation Aspect Of Indoor Air Quality*. Dept Design & Enviromental Analysis. Corneel Univ.,Ithaca NY 14853, U.S.A, Paper presented at the First asian Indoor Air Quality Seminar. 2006.

31. World Health Organization (WHO). *Guidelines For Air Quality*. Geneve. 1999.



Foto Nomor 1  
Persiapan pengukuran kualitas udara dan lingkungan  
dalam ruangan di ruangan Bahan Peledak Forensik  
Lantai I Puslabfor Bareskrim Polri



Foto Nomor 2  
Persiapan pengukuran kualitas udara dan lingkungan  
dalam ruangan di ruangan Bahan Peledak Forensik  
Lantai I Puslabfor Bareskrim Polri



Foto Nomor 3  
Pengambilan sample udara di ruangan Bahan Peledak  
Forensik Titik Pertama (ruang Laboratorium)Lantai I  
Puslabfor Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 10.15 wib



Foto Nomor 4  
Pengujian tingkat kebisingan di ruangan Bahan Peledak  
Forensik Titik Pertama (ruang Laboratorium)Lantai I  
Puslabfor Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 10.20 wib



Foto Nomor 5  
Pengambilan sample udara di ruangan Bahan Peledak  
Forensik Titik Kedua (ruang Preparasi) Lantai I Puslabfor  
Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 10.30 wib



Foto Nomor 6  
Idem dengan Foto Nomor 5



Foto Nomor 7  
Peralatan Uji sample udara di ruangan Bahan Peledak  
Forensik Lantai I Puslabfor Bareskrim Polri



Foto Nomor 8  
Pengambilan sample udara di ruangan Bahan Peledak  
Forensik Titik Ketiga (ruang Kerja) Lantai I Puslabfor  
Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 11.00 wib



Foto Nomor 9  
Idem dengan foto nomor 8



Foto Nomor 10  
Idem dengan foto nomor 8



Foto Nomor 11  
Pengambilan sample udara di ruangan Senjata Api dan  
Balistik Forensik Titik Pertama (ruang BB)Lantai I  
Puslabfor Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 11.30 wib



Foto Nomor 12  
Idem dengan foto Nomor 11



Foto Nomor 13  
Pengambilan sample udara di ruangan Senjata Api dan  
Balistik Forensik Titik Kedua (ruang Laboratorium)Lantai  
I Puslabfor Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 11.45 wib



Foto Nomor 14  
Pengujian tingkat kebisingan di ruangan Senjata Api dan  
Balistik Forensik Titik Kedua (ruang Laboratorium)Lantai  
I Puslabfor Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 11.50 wib



Foto Nomor 15  
Pengambilan sample udara di ruangan Senjata Api dan  
Balistik Forensik Titik Ketiga (ruang Kerja)Lantai I  
Puslabfor Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 12.15 wib



Foto Nomor 16  
Pengujian tingkat kebisingan di ruangan Senjata Api dan  
Balistik Forensik Titik Ketiga (ruang Kerja)Lantai I  
Puslabfor Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 12.25 wib



Foto Nomor 17  
Pengambilan sample udara di ruangan Metalurgi Forensik  
Titik Pertama (ruang Laboratorium)Lantai I Puslabfor  
Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 13.00 wib



Foto Nomor 18  
Pengujian tingkat kebisingan di ruangan Metalurgi  
Forensik Titik Pertama (ruang Laboratorium)Lantai I  
Puslabfor Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 13.10 wib



Foto Nomor 19  
Pengambilan sample udara di ruangan Metalurgi Forensik  
Titik Kedua (ruang Kerja) Lantai I Puslabfor Bareskrim  
Polri Tanggal 05 November 2009 Pukul 13.30 wib



Foto Nomor 20  
Pengujian tingkat kebisingan di ruangan Metalurgi  
Forensik Titik Kedua (ruang Kerja)Lantai I Puslabfor  
Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 13.40 wib



Foto Nomor 21  
Pengambilan sample udara di ruangan Metalurgi Forensik  
Titik Ketiga (ruang Preparasi) Lantai I Puslabfor  
Bareskrim Polri Tanggal 05 November 2009  
Pukul 13.45 wib



Foto Nomor 22  
Pengujian tingkat kebisingan di ruangan Metalurgi  
Forensik Titik Ketiga (ruang Preparasi) Lantai I Puslabfor  
Bareskrim Polri  
Tanggal 05 November 2009 Pukul 13.50 wib



Foto Nomor 23  
Peralatan Uji Kualitas Udara  
Microbiometer



Foto Nomor 24  
Idem foto nomor 23



Foto Nomor 25  
Peralatan Uji Tingkat Kebisingan Ruangan  
Thermohygrometer HI 9364DN



Foto Nomor 26  
Peralatan Preparasi dari Labkesda



Foto Nomor 27  
Mobil Depkes dalam rangka Uji Kondisi Ruang di  
Departemen Balistik Metalurgi Forensik  
Puslabfor Bareskrim Polri





Foto Nomor 29  
Kondisi penerangan di Ruang Bahan Peledak Forensik  
Departemen Balistik Metalurgi Forensik  
Puslabfor Bareskrim Polri  
Lantai 1

