

Penerapan Indeks Suhu Bola Basah (ISBB) Sebagai Upaya Pencegahan Terjadinya *Heat strain* akibat paparan *Heat Stress* (Tinjauan Kesesuaian adopsi standar American Conference of Governmental Industrial Higienists/ACGIH)

Ashitra Megasari, S.KM*; Anda Iviana Juniani, ST*

*Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya - Institut Teknologi Sepuluh Nopember

**Dipresentasikan di Seminar Nasional
Teknologi Lingkungan III**

Jurusan Teknik Lingkungan FTSP Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
Selasa, 27 September 2005

ABSTRACT

Workers are exposed by various physical condition at the work place, one of them is hot work microclimate. Human being are considered as a homeoterm creature which means that they could maintain their core temperature about 36⁰C-37⁰C despite the changes of environment temperature, but this statement not automatically means that human could do this mecanism in every condition. Extrim hot environment temperature could affect their core temperature. This is mostly the problem faced by industry that involved hot process in their production activity.

In the effort to solve this problem, our government has declare a regulation which adopted the WBGT (Wet Bulb Globe Temperature Index) recommended by the ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) without any scientific study to compare the contents as it should be done because of different condition between Indonesia and USA.

The ACGIH has continuously improves their recommendation of the standard by research study, to achieve best practices and to avoid miscalculation between the standard and the real condition at the workplace. In 2005, ACGIH has launch new recommendation, that if our government inherently adopt this standard, should also continuously renew the regulation as the ACGIH has done

This is actually big problem for us to face, because this mistake could end up a fatality and this paper will give an explanation about this discrepancy of our goverment regulations theoretically.

Key words : Heat stress, Treshold Limit Value (TLV), Wet Bulb Globe Temperature Index (WBGT)

A. PENDAHULUAN

Tempat kerja adalah tiap ruangan atau lapangan, tertutup, terbuka, bergerak ataupun tetap dimana tenaga kerja bekerja, atau yang sering dimasuki tenaga kerja untuk keperluan suatu usaha dimana terdapat sumber-sumber bahaya (UU 1/1970 tentang Keselamatan Kerja). Sumber bahaya yang ditemukan di tempat kerja sangat beragam, salah satunya adalah bahaya kondisi fisik berupa iklim kerja panas. Kondisi ini hampir pasti ditemui di industri di Indonesia seperti industri besi dan pengecoran logam baja, batu bata dan keramik, konstruksi, pertambangan, kaca dan gelas, tekstil, dll. Namun sangat disayangkan hingga saat ini masih belum terlihat upaya maksimal untuk mengatasi hal tersebut. Padahal Indonesia telah memperhatikan permasalahan keselamatan kerja sejak tahun 1969, yaitu awal dari REPELITA pertama. Namun sampai saat ini program ini terlihat belum populer dalam komunitas bisnis, tenaga kerja maupun masyarakat secara umum (Erwin D,2004)

Negara Indonesia merupakan negara tropis dengan ciri utamanya adalah suhu dan kelembaban yang tinggi, kondisi awal seperti ini seharusnya sudah menjadi perhatian karena iklim kerja yang panas dapat mempengaruhi kondisi pekerja. Karena iklim kerja panas merupakan beban bagi tubuh ditambah lagi apabila pekerja harus mengerjakan pekerjaan-pekerjaan fisik yang berat, dapat memperburuk kondisi kesehatan dan stamina pekerja.

Respon-respon fisiologis akan nampak jelas terhadap pekerja dengan iklim kerja panas tersebut, seperti peningkatan tekanan darah dan denyut nadi seperti hasil penelitian Saridewi (2002) yang menyatakan bahwa terdapat perbedaan peningkatan tekanan darah yang signifikan pada tenaga kerja sebelum dan sesudah terpapar panas, yang jelas sekali akan memperburuk kondisi pekerja. Selain respon tekanan darah dan denyut nadi, sistem termoregulator di otak (*hypothalamus*) akan merespon dengan beberapa mekanisme kontrol seperti konduksi, konveksi, radiasi, dan evaporasi dengan tujuan untuk mempertahankan suhu tubuh sekitar 36°C -37°C. Namun apabila paparan dibiarkan terus menerus akan menyebabkan kelelahan (*fatigue*) dan akan menyebabkan mekanisme kontrol ini tidak lagi bekerja yang pada akhirnya akan menyebabkan timbulnya efek "heat stress" (Erwin D,2004)

Untuk mengatasi permasalahan dengan kondisi ini, Menteri Tenaga Kerja RI mengeluarkan standar NAB (Nilai Ambang Batas) untuk lingkungan fisik di tempat kerja, yang salah satunya adalah NAB untuk iklim kerja dengan menggunakan ISBB (Indeks Suhu Bola Basah) adopsi WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature Index*) yang dikeluarkan ACGIH (*American Conference of Governmental Industrial Hygienists*). ACGIH merupakan sebuah organisasi sosial profesional non pemerintah dari Amerika Serikat yang bergerak dalam bidang kesehatan kerja dan lingkungan kerja. Namun sayangnya adopsi ini tidak didahului dengan penelitian yang memadai, sehingga tidak ada pembuktian secara ilmiah bahwa penerapan NAB ini sesuai dengan kondisi pekerja dan lingkungan di Indonesia. Selain itu adopsi yang dilakukan tersebut juga tidak lengkap sehingga ada beberapa keterangan maupun panduan penting yang tertinggal padahal hal itu merupakan satu kesatuan yang tidak dapat dipisahkan

Permasalahan tidak berhenti sampai disitu, hal penting yang sampai saat ini belum terlihat dilakukan oleh pemerintah Indonesia khususnya Depnaker adalah melakukan upaya untuk memperbaiki standar tersebut agar lebih sesuai untuk diaplikasikan di Indonesia. Padahal perumus standar ini yaitu ACGIH selalu melakukan perbaikan terus menerus terhadap standar yang dikeluarkan, bahkan untuk tahun 2005 ini sudah diterbitkan perubahan yang sangat mendasar terhadap penerapan NAB tersebut. Sehingga ISBB yang kita pakai saat ini semakin dipertanyakan kehandalannya dalam mengatasi permasalahan iklim kerja panas

Makalah ini akan melihat dan membandingkan NAB yang dikeluarkan pemerintah Indonesia dengan NAB yang sama yang dikeluarkan oleh ACGIH. Sekaligus akan membahas mengenai pembaruan standar yang dikeluarkan oleh ACGIH pada tahun 2005

B. KEPMENAKER NO.51 TAHUN 1999 TENTANG NAB FAKTOR FISIKA DI TEMPAT KERJA

Pemerintah Indonesia dalam hal ini Departemen Tenaga Kerja mengeluarkan KepMen/Kep-51.Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja yang didalamnya mengatur tentang Nilai Ambang Batas untuk iklim kerja panas.

Beberapa definisi yang terdapat dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja KepMen/Kep-51.Men/1999 (Pasal 1) adalah sebagai berikut :

1. Iklim kerja : hasil perpaduan antara suhu, kelembaban, kecepatan gerakan udara, dan panas radiasi dengan tingkat pengeluaran panas dari tubuh tenaga kerja sebagai akibat pekerjaannya
2. Nilai Ambang Batas (NAB) : standar faktor tempat kerja yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan, dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 jam sehari atau 40 jam seminggu
3. Indeks Suhu Bola Basah (ISBB) : parameter untuk menilai tingkat iklim kerja yang merupakan hasil perhitungan antara suhu udara kering, suhu basah alami, dan suhu bola
4. Suhu udara kering : suhu yang ditunjukkan oleh termometer suhu kering
5. Suhu Basah Alami : suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola basah alami
6. Suhu Bola : suhu yang ditunjukkan oleh termometer bola

Apabila kondisi iklim kerja mengakibatkan gangguan terhadap tingkat pengeluaran panas dari tubuh tenaga kerja, maka akan terjadi *heat strain* yang merupakan efek dari *heat stress* atau tekanan panas.

C. ISBB SEBAGAI NILAI AMBANG BATAS (NAB)

Pada pasal 2 di Kep-51.Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja, tertulis bahwa NAB iklim kerja menggunakan parameter ISBB seperti tercantum pada lampiran KepMen dibawah ini :

Tabel 1. lampiran Kep-51.Men/1999 tentang NAB Iklim Kerja ISBB yang diperkenankan

Pengaturan waktu kerja setiap jam		ISBB (°C)		
		Beban kerja		
Waktu kerja	Waktu istirahat	Ringan	sedang	berat
Kerja terus menerus (8 jam sehari)	-	30.0	26.7	25.0
75%	25%	30.6	28.0	25.9
50%	50%	31.4	29.4	27.9
25%	75%	32.2	31.1	30.0

ISBB untuk pekerjaan diluar ruangan dengan panas radiasi :

$$\text{ISBB} = 0.7 \text{ suhu basah alami} + 0.2 \text{ suhu bola} + 0.1 \text{ suhu kering}$$

ISBB untuk pekerjaan didalam ruangan tanpa panas radiasi :

$$\text{ISBB} = 0.7 \text{ suhu basah alami} + 0.3 \text{ suhu bola}$$

Catatan :

- Beban kerja ringan membutuhkan kalori 100-200 Kkal/jam
- Beban kerja sedang membutuhkan kalori > 200-350 Kkal/jam
- Beban kerja berat membutuhkan kalori > 350-500 Kkal/jam

D. ISBB SEBAGAI ADOPSI STANDAR ACGIH

Keputusan Menteri seperti yang dijelaskan diatas, dikeluarkan berdasarkan adopsi dari rekomendasi ACGIH mengenai WBGT sebagai NAB untuk iklim kerja di Amerika Serikat. Pemerintah mengadopsi ketentuan tersebut, tanpa didahului dengan studi mendalam untuk melihat kesesuaian dengan kondisi di Indonesia. Padahal ACGIH telah jelas menyebutkan bahwa standar WBGT ini tidak dapat diadopsi oleh negara dengan perbedaan kondisi pekerjaan, ukuran tubuh, dan kebiasaan konsumsi makanan dengan Amerika Serikat

ISBB pada Kep-51.Men/1999 tersebut berlaku pada semua pekerja dan tempat kerja tanpa terkecuali. Ada beberapa ketidakjelasan dalam penentuan NAB tersebut diantaranya adalah sebagai berikut :

- Tidak diperhitungkan mengenai tenaga kerja yang belum beraklimatisasi terhadap lingkungan kerjanya
- Tidak diperhitungkan jenis pakaian yang dipakai oleh pekerja selama bekerja, padahal pakaian berpengaruh terhadap proses pengeluaran panas oleh tubuh
- Tidak dijelaskan tentang pengaturan keselamatan apabila kondisi ISBB lingkungan kerja lebih tinggi dari ketetapan tersebut
- Tidak ada penjelasan tentang petunjuk pelaksanaan yang benar dari ketetapan tersebut

Ketimpangan terjadi disebabkan karena penentuan NAB berdasar adopsi langsung dari standar ACGIH tersebut tidak dilakukan secara sempurna, beberapa informasi dan panduan penting dari standar tersebut tidak disertakan dalam penetapan NAB ISBB dalam KepMen tersebut. Tabel 2 dibawah ini akan menggambarkan standar WBGT sebagai NAB asli yang dikeluarkan oleh ACGIH (1992) seperti yang dikutip Erwin D (2004):

Tabel 2. paparan panas WBGT yang diperkenankan sebagai NAB (dalam $^{\circ}\text{C}$ WBGT*)

Pengaturan waktu kerja setiap jam		WBGT ($^{\circ}\text{C}$)		
		Beban kerja		
Waktu kerja	Waktu istirahat	Ringan	sedang	berat
Kerja terus menerus (8 jam sehari)	-	30.0	26.7	25.0
75%	25%	30.6	28.0	25.9
50%	50%	31.4	29.4	27.9
25%	75%	32.2	31.1	30.0

* Untuk pekerja yang **belum beraklimatisasi**, NAB tersebut harus **dikurangkan 2.5 $^{\circ}\text{C}$**

Beberapa panduan lain yang harus diperhatikan, selain yang disebutkan diatas (ACGIH,1992) :

1. Suplemen berupa air dan garam

Penyediaan air putih dan garam harus dilakukan agar pekerja dapat memperoleh masukan cairan sebagai pengganti cairan yang hilang, dengan ketentuan minum air putih setiap 15-20 menit sekali (@ 150 ml). Temperatur air minum harus dijaga pada 10-15 $^{\circ}\text{C}$, dan ditempatkan ditempat yang mudah dijangkau oleh pekerja tanpa meninggalkan pekerjaannya

Pekerja disarankan untuk lebih banyak mengkonsumsi garam pada makanan mereka (untuk pekerja dengan diet rendah garam, harus berkonsultasi dengan ahlinya), dan ditempat kerja disediakan air minum bergaram dengan konsentrasi 0.1% (1 gram NaCl dalam 1 L air, atau 1 sendok makan garam setiap 15 *quarts* air minum)

2. Pakaian kerja

Beberapa koreksi untuk jenis pakaian yang digunakan oleh pekerja, untuk penentuan WBGT-nya, dapat dilihat pada tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Koreksi faktor pakaian terhadap WBGT ($^{\circ}\text{C}$)

Tipe pakaian	Koreksi WBGT
Summer work uniform	0
Cotton coveralls	-2
Winter work uniform	-4
Water barrier, permeable	-6

3. Aklimatisasi dan kebugaran

Aklimatisasi adalah serangkaian pengaturan fisiologis dan psikologis yang dilakukan seorang individu pada minggu pertama dirinya terpapar lingkungan yang panas, untuk beradaptasi terhadap tekanan panas. NAB ini berlaku terhadap pekerja yang sehat secara fisik. Perhatian ekstra harus diperhatikan apabila tenaga kerja yang terpapar panas belum beraklimatisasi dan tidak dalam kondisi fisik yang sehat

4. Efek terhadap kesehatan

Efek kesehatan paling buruk yang dapat terjadi akibat tekanan panas adalah *heat stroke*, karena dapat menimbulkan kematian. *Heat exhaustion*, *heat cramps*, *heat disorders* adalah efek-efek lain yang dapat terjadi.

Pekerja yang sedang hamil dan terpapar panas, apabila suhu inti tubuhnya mencapai lebih dari 39°C , dapat menyebabkan kecacatan pada bayi. Sebagai tambahan, suhu inti tubuh lebih dari 38°C dapat mengakibatkan kemandulan baik bagi pria maupun wanita.

5. Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD)

Apabila diperlukan dalam pekerjaannya pemakaian APD, dan peralatan atau perlengkapan lain yang ditujukan untuk melindungi pekerja dari bahaya lain, maka nilai WBGT tersebut harus dikoreksi. Nilai WBGT pada tabel 2 tersebut merupakan penaksiran dan tidak dimaksudkan untuk peniadaan monitoring fisiologis

Paparan dengan temperatur lebih tinggi dari tabel 2 diatas, masih dipekenankan dengan pengawasan dan surveilens medis yang ketat, dan ada rekomendasi bahwa pekerja yang bersangkutan memiliki toleransi yang lebih tinggi terhadap panas. Pekerjaan harus dihentikan bila suhu tubuh inti pekerja sampai pada 38°C

Penjelasan penting berupa pedoman diatas, tidak terdapat dalam Kep-51.Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja yang dikeluarkan pemerintah, sehingga pelaksanaannya pun tidak akan sesuai dengan yang diharapkan, karena akan terjadi perbedaan pemahaman terhadap peraturan tersebut.

E. STANDAR IKLIM KERJA ACGIH TAHUN 2005

Tahun 2005, ACGIH telah mengeluarkan tambahan dan pembaruan standar WBGT. Pembaruan ini didasarkan dari riset berkelanjutan yang dilakukan ACGIH untuk mendapatkan kesempurnaan standar yang mereka keluarkan.

Beberapa pembaruan yang dibahas dalam makalah ini antara lain seperti yang tercantum pada tabel-tabel berikut ini :

Tabel 4. Penambahan nilai WBGT terhadap setelan pakaian kerja

Tipe pakaian	Penambahan WBGT ($^{\circ}\text{C}$)*
Summer work uniform	0
Cloth (woven material) overalls	+3.5
Double-cloth overalls	+5

* these values must not be used for encapsulating suits or garments that are impermeable or

highly resistant to water vapor or air movement through fabrics

Tabel 5. paparan panas WBGT yang diperkenankan sebagai NAB (WBGT in °C)

Work demands	Acclimatized				Unacclimatized			
	Light	Moderate	Heavy	Very heavy	Light	Moderate	Heavy	Very heavy
100% work	29.5	27.5	26	-	27.5	25	22.5	-
75% work, 25% rest	30.5	28.5	27.5	-	29	26.5	24.5	-
50% work, 50% rest	31.5	29.5	28.5	27.5	30	28	26.5	25
25% rest, 75% work	32.5	31	30	29.5	31	29	28	26.5

Catatan:

1. Untuk *demand category* lihat tabel 6
2. Bila lingkungan kerja dan istirahat berbeda, perhitungan rata-rata waktu perjam (*hourly time-weighted average/TWA*) harus dilakukan. Apabila pekerjaan bervariasi dalam setiap jamnya, perhitungan TWA juga harus dilakukan
3. Nilai pada tabel diatas berlaku untuk waktu kerja 8 jam sehari, 5 hari seminggu dengan waktu istirahat pada umumnya. Bila waktu kerja bertambah, konsultasikan dengan ahli hygiene industri
4. Nilai kriteria untuk pekerjaan terus menerus dan 25% istirahat untuk kerja sangat berat tidak diberikan, mengingat efek fisiologis (tanpa melihat WBGT) pekerjaan tersebut pada tenaga kerja yang memiliki kondisi kesehatan kurang baik

Tabel 5 diatas memperlihatkan bahwa telah terjadi perubahan mendasar terhadap NAB iklim kerja dengan parameter WBGT yang dikeluarkan ACGIH pada tahun 2005 ini. Salah satunya adalah pembagian kerja menjadi 4 kategori, dan pembagian pekerja berdasarkan aklimatisasi.

Tabel 6. Beberapa contoh aktivitas dalam kategori kecepatan metabolisme

Categories	Example activities
Resting	Sitting quietly Sitting with moderate arm movements
Light	Sitting with moderate arm and leg movements Standing with light work at machine or bench while using mostly arms Using a table saw Standing with light or moderate work at machine or bench and some walking about
Moderate	Scrubbing in a standing position Walking about with moderate lifting or pushing Walking on level at 6 km/hr while carrying 3 kg weight load
Heavy	Carpenter sawing by hand Shovelling dry sand Heavy assembly work on a noncontinuous basis Intermittent heavy lifting with pushing or pulling (e.g., pick-and-shovel work)
Very heavy	Shovelling wet sand

Tabel 7. Pedoman batasan *heat strain*

Parameter	pengukuran
Denyut nadi	Selama beberapa menit, denyut nadi melebihi 180 detak permenit (DPM) setelah dikurangkan umur pekerja dalam tahun (180-umur)
Suhu tubuh inti	Suhu tubuh inti lebih dari 38.5°C untuk pekerja terseleksi dan teraklimatisasi, dan suhu tubuh inti lebih dari 38°C untuk pekerja tidak terseleksi dan tidak aklimatisasi
Denyut nadi	Proses normalnya kembali denyut nadi setelah pekerjaan puncak lebih dari 110 DPM
Gejala sakit	Kelelahan, pusing, mual, kemerahan pada wajah

Pekerja berada pada resiko tinggi apabila:

1. Berkeringat dalam jumlah besar selama berjam-jam
2. Kehilangan berat badan setelah satu *shift* lebih besar dari 1.5% dari berat badan total
3. Ekskresi sodium dalam urin selama 24 jam kurang dari 50 mmoles

Pedoman pada tabel 7 diatas dipakai sebagai monitoring gejala dan tanda pekerja terkena *heat stress* berlebih. Untuk tujuan surveilens, indikasi-indikasi tersebut perlu diberikan sebagai kontrol terhadap paparan panas.

Upaya manajemen *heat stress* juga diberikan dalam standar baru ACGIH, yang dibagi menjadi *general controls* dan *job spesific controls*, seperti contoh dibawah ini:

GENERAL CONTROLS

- Menyediakan instruksi yang jelas secara verbal dan tertulis, program pelatihan rutin, serta informasi lain tentang *heat stress*
- Menyarankan minum air putih dingin walaupun sedikit (sekitar 150 ml) setiap 20 menit
- Pemberian ijin pada pekerja untuk membatasi paparan panas terhadap dirinya, dan menganjurkan teman sekerja mendeteksi tanda dan gejala *heat strain*
- Dll

JOB-SPESIFIC CONTROLS

- Mempertimbangkan kontrol teknik untuk mengurangi kecepatan metabolisme, menyediakan pergerakan udara general, mengurangi proses panas dan pelepasan uap air, serta perlindungan/penyekatan sumber panas
- Mempertimbangkan kontrol administratif
- Mempertimbangkan penggunaan Alat Pelindung Diri

F. KESIMPULAN

1. NAB iklim kerja panas dengan parameter ISBB dikeluarkan Depnaker melalui adopsi NAB iklim kerja panas dengan parameter WBGT yang dikeluarkan ACGIH. Pembaruan terus menerus dilakukan oleh ACGIH untuk memperbaiki standar WBGT, sehingga tahun 2005 ini telah terbit standar baru. Hal ini berbeda dengan Depnaker yang masih menggunakan standar lama dari ACGIH
2. NAB yang dikeluarkan oleh Depnaker dikeluarkan tanpa adanya pedoman pelaksanaan praktis, sehingga banyak menimbulkan pertanyaan dan kebingungan dalam penerapannya
3. Penelitian tentang NAB untuk iklim kerja yang benar-benar sesuai untuk diterapkan di Indonesia hampir belum pernah dilakukan, untuk mengadopsi standar negara lain dibutuhkan kajian mendalam terhadap semua aspek yang harus dipertimbangkan untuk diterapkan di Indonesia. Hal ini menyebabkan tidak dapat diketahuinya kehandalan ISBB dalam menyelesaikan permasalahan iklim kerja panas di Indonesia

G. SARAN

1. Penelitian mengenai ketetapan NAB iklim kerja yang sesuai dengan kondisi di Indonesia harus dilakukan. Karena penelitian semacam ini membutuhkan biaya besar, diperlukan kerja sama dengan berbagai pihak terkait
2. Pemerintah harus mengeluarkan pedoman sederhana mengenai peraturan dan ketetapan yang dikeluarkan, untuk menjamin pelaksanaan dilakukan dengan mudah dan benar

DAFTAR PUSTAKA

- ACGIH, 2005. **Threshold Limit Value fo Physical dan Chemical Substances and Biological Exposure Indices**, ACGIH-USA
- ACGIH, 1992. **Threshold Limit Value fo Physical dan Chemical Substances and Biological Exposure Indices**, ACGIH-USA
- Depnaker RI, 1999. **Keputusan Menteri Tenaga Kerja KepMen/Kep-51.Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja**
- Depnaker RI, 1970. **Undang-Undang No.1/1970 tentang Keselamatan Kerja**
- Erwin Dyah, 2004. **WBGT As The Threshold Limit Value of Heat Stress in The Work Place**, Bagian Kesehatan Kerja, FKM-UNAIR
- Maya Saridewi, 2002. **Pengaruh Iklim Kerja Terhadap Tekanan Darah Tenaga Kerja (Studi pada Stasiun Ketel dan Stasiun Diffuser Pabrik Gula Kedawung Pasuruan)**, **Skripsi**, FKM-UNAIR