

PRESTASI KERDJA
DAN
IKLIM TROPIK

PIDATO PENGUKUHAN

DIUTJAPKAN PADA WAKTU PENGRESMIAN PEMANGKUAN
DIJABATAN GURU BESAR DALAM ILMU FAAL
PADA FAKULTET KEDOKTERAN DI DJAKARTA
DARI UNIVERSITET INDONESIA
PADA
TANGGAL 24 APRIL 1954

OLEH

SOETARMAN

STAKAAN
SITAS NEGERI
G

242

DE

D

DJAMBATAN/1954.

Jang terhormat
Sdr. Menteri Perhubungan,
Sdr.². para Kurator Universitas Indonesia,
Sdr. Presiden Universitas Indonesia
Sdr. Wakil Presiden Universitas Indonesia,
Sdr.². para Profesor, Lektor dan Asisten,
Sdr.². Mahasiswa,
Para Hadlirin jang budiman !

"Le Moteur humain", motor manusia, adalah istilah jang dipakai oleh sardjana J. AMAR sebagai perumpamaan dari pada tubuh manusia dalam mempersoalkan faal pekerdjaannya. Perumpamaan ini ternyata dapat dibenarkan. Dalam membandingkan proses² pembentukan tenaga dan pemakaiannya antara tubuh manusia dan mesin ada banjak persesuaian. Pada tubuh manusia maupun pada mesin mungkin lah ditjari hubungan antara djumlah energi jang terdapat pada zat pembakar (bahan makanan) semula dan energi jang pada achir pekerdjaan dapat ditemukan kembali sebagai usaha dan panas. Disamping persesuaian² ini, seperti dapat kita harapkan, tidak sedikit pulalah perbedaan². Djustru perbedaan² inilah jang menempatkan motor manusia pada tingkatan jang djauh lebih tinggi dari pada mesin. Jang paling penting diantaranya adalah tjara tubuh membebaskan diri dari panas jang berkelebihan.

Pengertian tentang masaalah ini kita peroleh lambat-laun dari beberapa penjelidik diberbagai-bagai negara. Dalam karangannya "Mémoire sur la Chaleur" (1783) LAVOISIER dan LAPLACE menjimpulkan, bahwa pernapasan adalah pembakaran, sekalipun pelahan, jang dapat disamakan dengan pembakaran arang. Seterusnya ia menjarankan, bahwa panas jang dibebaskan senantiasa mengganti panas jang hilang dari tubuh kita. Pada tahun 1842 JUSTUS VON LIEBIG menerbitkan analisisnya tentang soal ini, jang inti-sarinja berbunji sbb. : „Reaksi antara zat² makanan dengan oksigen jang beredar dalam darah seluruh tubuh adalah sumber dari pada panas tubuh." Lima tahun kemudian dikemukakanlah oleh H. VON HELMHOLTZ dalil ke-

kekalan tenaga, jang djuga berlaku untuk pertukaran tenaga dalam tubuh. Bagaimanapun djuga hubungan dinamik antara tenaga dan usaha (arbeid) merupakan dasar untuk pengertian peristiwa² jang berhubungan dengan usaha manusia. Lain dari pada itu kenjataan bahwa pembakaran zat makanan didalam kalorimeter dan didalam tubuh manusia memberi angka² djumlah kalor (panas) jang sama, sangat menguatkan pendapat, bahwa kedua proses itu tidak berlainan.

Tiada bedanja dengan mesin, maka dalam usahanja tubuh manusia tidak mempergunakan seluruh kalor atau tenaga jang ia bebaskan dari zat makanan. Hanja l.k. duapuluh prosenlah ia masukkan kedalam usaha, sehingga 80% merupakan tenaga atau kalor jang berkelebihan. Sebagaimana halnja dengan mesin, kalor jang berkelebihan ini tiada berguna. Tubuh oleh karenanja menjadi panas. Sampai suhu jang tertentu ini tidak mengapa, bahkan prestasi oleh karenanja bertambah (phase "Warming-up"). Akan tetapi kemudian panas itu menghambat usaha, sedangkan pada suhu 42° C. hidup tidak dapat lagi dipertahankan.

Pendengar² jang terhormat !

Dari beberapa penjelidikan pada manusia kita mengetahui bahwa tubuh jang tidak bekerdja sama sekali masih membakar zat sebanjak l.k. 1500 kg. kal. didalam 24 djam. Berat tubuh bangsa Indonesia adalah rata² 55 kg. Dengan memperhitungkan "hydrothermis equivalent" 0.83, maka tubuh seberat 55kg sanggup menyerap kalor sama banjak dengan 46 kg air (0.83×55). Kalor sebanjak 1500 kg. kal. jang dilepaskan oleh tubuh dalam 24 djam itu akan memanaskannja 33° C. atau tiap satu djam l.k. 1½° C. Seperti tadi sudah saja singgung, tubuh manusia tidak sanggup bertahan pada suhu lebih dari 42° C. Maka andai-kata pada satu saat seluruh kalor jang 1500 kg. kal. tadi tidak dapat dikeluarkan dari tubuh, orang akan mati didalam 3 — 4 djam sadja. Pada orang jang bekerdja berat, jang membakar zat dua kali lebih banjak, detik penghabisannja tentulah akan tertjapai dua kali lebih tjepat pula. Bahwasanja hal jang demikian berbahaja itu sangat djarang terdjadi disebabkan karena tubuh

manusia mengenal beberapa djalan untuk membebaskan diri dari panas berkelebihan itu. Tiga perempat abad jang lalu sudah dinjatakan oleh ahli PETTENKOFER dalam uraiannya "Populäre Vorträge" (1877) sbb. : „Kita bisa menganggap diri kita sebagai benda jang panas dan basah, dikelilingi oleh udara jang sedjuk. Benda demikian itu melepaskan panasnja dengan tiga djalan : (1) pantjaran (radiatie), (2) penguapan air dan (3) hantaran (conductie). Tiga tjara mengeluarkan kalor ini sangat menguntungkan tubuh untuk mempertahankan suhu jang tertentu, karena memberi kemungkinan suhu diatur menurut kebutuhan dan keadaan". Sekianlah PETTENKOFER. Dalam pada ini saja duga, bahwa jang dimaksudkan oleh PETTENKOFER dengan hantaran tidaklah semata-mata hantaran kalor melalui benda² jang tinggal diam seperti batu atau logam jang kebetulan bersentuhan dengan tubuh, akan tetapi djuga hantaran melalui udara jang bergerak. Hantaran demikian biasanja disebut orang edaran (convection). Dengan pendjelasan ini maka pernyataan PETTENKOFER itu terbukti tepat dan tegas.

Agar kalor dapat meninggalkan tubuh dengan djalan pantjaran, hantaran maupun edaran perlulah bahwa benda² maupun udara jang mengelilinginja bersuhu lebih rendah dari pada tubuh itu sendiri (34°C.). Suhu udara di Djakarta (Kwitang) adalah sbb. :

	Suhu rata ² (°C.)	Suhu tertinggi rata ² (°C.)	Suhu tertinggi mutlak (°C.)
Beberapa tahun sebelum/dan 1933	26.2	29.5	35.8 (1925)
Tahun 1950	26.8	31.2	34.4
1951	27.0	31.4	35.6
1952	27.1	31.5	33.8
1953	27.3	32.0	36.3

Dari daftar ini tampaklah, bahwa pada umumnja hawa di Djakarta masih memungkinkan pembebasan kalor itu. Akan tetapi angka² tertinggi menundjukkan, bahwa ada kalanja batas 34° C.

dilampaui. Selanjutnja tidak boleh dilupakanlah bahwa diberapa bagian kota dimana peredaran udara terhalang oleh gedung² dsb. suhu udara bisa meningkat tinggi, sedangkan dinding² dan djalan² aspal memantjarkan panas djuga.

Udara jang telah panas dan dinding atau djalan² jang memantjarkan kalor menghalang-halangi dikeluarkannja kalor dari tubuh, bahkan menambah kalor kepadanya. Orang bisa mati karena „pukulan panas” (heatstroke). Pada saat jang demikian itulah maka masih terbuka djalan jang ketiga : ialah menguapkan peluh dari permukaan kulit. Apabila kulit kita menjadi panas, maka persjaraan kita mengatur agar peluh mulai keluar. Laksana air didalam kendi tinggal sedjuk karena air jang merembas dari pada dindingnja menguap pada permukaan luar, demikian djuga badan kita tinggal dingin karena peluh jang menguap pada permukaan kulit.

Dalam tahun 1764 TILLET dan DUHAMEL menulis saran-nja jang berkepala : "Sur les degrés de chaleur auxquels les hommes et les animaux sont capables de résister" dan mentjeritakan bahwa seorang pembakar roti bertahan sampai 12 menit dalam dapur (oven) jang 264°F. (129°C.) panasnja. Dalam tahun 1775 BLAGDON membenarkan pertjobaan tadi, dan menambahkan, bahwa orang berpakaian lengkap dapat menahan hawa setinggi 250°F. (121°C.) selama 15 menit, sedangkan sepotong daging bestik, seperti para kaum ibu tentu maklum, sudah matang sama sekali didalam 13 menit sadja. Menguapnja peluhlah menjebabkan orang dapat bertahan didalam dapur tadi dengan tiada akibat buruk.

Pendengar² jang terhormat !

Tadi telah saja uraikan bahwa iklim di Djakarta masih dapat memberi kemungkinan hilangnya kalor dari tubuh kita dengan tjara pantjaraan, hantaran maupun edaran. Kalor jang masih berlebihan lagi dapat dibebaskan dengan tjara menguapkan peluh. Akan tetapi agar peluh dapat menguap perlulah bahwa udara disekitar kita tjukup kering untuk menerima uap baru. Dan disinilah kita mendjumpai kesukaran² lagi. Iklim di hampir seluruh

Indonesia terkenal sebagai iklim tropik jang lembab, dengan angka² kelembaban udara jang rata² tidak kurang dari 70%.

Angka rata² kelembaban udara (%) di Indonesia

Djakarta	83		
Medan	84	Kota ² dipegunungan :	
Makasar	80	Bandung	80 Takengon 80
Kupang	72	Bukittinggi	81
Manokwari	85	Bogor	81
Ambon	83	Malang	82

Dengan angka rata² jang setinggi sampai 85% itu kita mengetahui bahwa tidak djaranglah angka sebenarnya mentjapai 100%. Dari perangkaan tahun² 1950-1953 ternyata tidaklah ada bulan jang bebas dari kelembaban setinggi 95 — 100%. Lebih² udara didalam kamar tidak djarang meningkat sampai 100%. Dalam udara jang kenjang demikian itu keringat tidak bisa menguap. Benar kita berpeluh basah kujup, akan tetapi keringat jang tidak menguap tidak bermanfaat sama sekali. Tidak heranlah kita kalau dalam hawa jang panas dan basah itu orang merasa tidak enak, „gerah” kata orang Djakarta. Lebih-lebih pada orang jang bekerdja, kalor jang berkelebihan bertambah banjak dan merupakan beban panas jang luar biasa. *Akibat dari pada panas jang bertimbun-timbun itu adalah turunnja prestasi kerdja.*

Dari pemeriksaan WYNDHAM dan kawan²nja di Afrika Selatan dalam soal ini saja dapat menjadikkan angka² sbb. : Prestasi kerdja dalam penjelidikan ini diukur dengan angka berapa kali sebuah beban dapat diangkat oleh seorang pekerdja, jang baru habis bekerdja selama 4 djam. Beban jang diberikan adalah dua matjam, hingga merupakan usaha jang sedang (2.8 kg. kal./menit) dan usaha jang berat (4.2 kg. kal. /menit). Ternjatalah kedua-duanja prestasi ini turun terus menerus apabila suhu udara dinaikkan (kelembaban 100%, edaran udara 0.75 m/sek.); sedangkan dalam usaha jang lebih berat prestasi turun lebih lekas.

Prestasi kerdja jang dipengaruhi suhu :

Suhu udara ° C.	Djumlah pengangkatan beban (maksimum)	
	usaha sedang	usaha berat
28	723	820
32	425	270
36	285	220

Djika kita telitii perangkaan itu sederadjat demi sederadjat maka ternjatalah bahwa *kenaikan suhu lembab 1° C. sudah dapat menurunkan prestasi kerdja dari 3% sampai 25%*. Sungguh djumlah jang patut diperhatikan oleh para ahli ekonomi.

Karena perhatian seluruh masjarakat, muda dan tua, pada saat ini sedang diarahkan kepada Asiade jang akan datang, maka sudah selajaknja djika dalam hubungan uraian saja ini saja ingin menjinggung sedikit prestasi didalam dunia sport. Menurut pandangan saja tidak adillah djika prestasi² misalnja pada lari djarak djauh jang ditjapai di Manila nanti (kalau perlumbaan itu diadakan) dibandingkan setjara mutlak dengan prestasi² jang ditjapai di Helsinki. Dalam prestasi demikian itu, dimana *keuletan* memegang peranan jang amat penting, nistjajalah iklim jang panas lembab seperti terdapat di Manila ikut mempengaruhi hasil jang ditjapai.

Aspek lain dari pada prestasi jang turun ini, jang mungkin mengedjutkan para pendengar, ialah kalau saja tundjukkan kepada Sdr². beberapa hasil jang diperoleh dalam penjelidikan N.H. MACKWORTH (1950) di London mengenai *kwalitet* prestasi dan pengaruh hawa. Diantaranja ia menghitung djumlah kesalahan² pada dua matjam test: 1. menerima berita² radio-gram, 2. mengerdjakan sesuatu perintah jang diberikan dengan djalan code (sandi).

Pada matjam pemeriksaan jang pertama, dilihatnja bahwa mulai dengan kesalahan rata² antara 15 dan 20% pada suhu udara 85/75°F. (masing² tjatatan termometer kering dan basah), angka kesalahan itu meningkat mendjadi 21% pada suhu

95/85°F., 34% pada suhu 100/90°F., akhirnya mentjapai 40% pada suhu 105/95°F. Angka² dalam test jang kedua bergerak sematjam : kesalahan² 21% pada suhu 85/75°F., menjadi 28% pada suhu 95/85°F. dan 42% pada suhu 105/95°F. Pemimpin² Angkatan Laut hendaknya suka memperhatikan, bahwa suhu udara 105/95°F. (40.8/35° C.) jang agak ekstrem itu tidak jarang diukur didalam kamar mesin kapal laut.

Lagi satu aspek lain dari pada pengaruh suhu terhadap hasil pekerjaan : Dari karangan BEDFORD (Environmental warmth and its measurement, 1946) saja ambil angka² *ketjelakaan* jang terjadi pada pekerja² pertambangan dan dihubungkannya dengan suhu udara setempat. Untuk keperluan kita, saja ambil angka² untuk pekerja² jang berusia 40 tahun saja. Pada suhu udara dibawah 70° F. (21.1°C.) maka pada tiap 1000 pekerja tiap tahun terjadi ketjelakaan antara 150 dan 200 kali, pada suhu udara antara 70 dan 79°F. (21 — 26°C.) angka² itu bergerak antara 200 dan 250, pada suhu 80° F. (26.7°C.) keatas (suhu udara seperti di Djakarta), angka ketjelakaan naik lagi sampai antara 250 dan 300 kali.

Dari pengalaman²nja disebuah pabrik amunisi selama Perang dunia I, BEDFORD mengambil kesimpulan, bahwa jumlah ketjelakaan jang paling rendah didapatkannya antara suhu 65 dan 69°F. (18.3 — 20.6°C, Bukittinggi !) Diatas maupun dibawah daerah tsb. jumlah ketjelakaan itu naik, masing² dengan 40 dan 35%. Sungguh benar apa jang dikatakan DE WAART : *„In een warme omgeving is de gezondheid en daarmee het optimale prestatievermogen of de „efficiency“ van de mens een kwestie van regeling van de lichaamstemperatuur.“*

Pendengar² jang budiman !

Penjelidikan² jang saja sebut-sebut tadi dilakukan pada orang² bangsa jang berlainan dari bangsa Indonesia. Tidak berlainan saja pada bentuk, warna kulit dan lain² sifat fisik tubuhnya, akan tetapi juga berlainan dalam tjara kehidupannya, makanan dan pakaiannya. Sampai berapa djauhkah hasil² penyelidikan pada bangsa² asing tadi dapat kita pergunakan ? Tidakkah bang-

sa Indonesia sudah mentjapai tingkat akklimatisasi jang menjesuaikan reaksi² tubuhnja dengan alam jang ada disini ?

Pemeriksaan² mengenai prestasi kerdja bangsa Indonesia se pandjang pengetahuan saja belum diadakan. Pemeriksaan didalam kamar panas di Singapura oleh ADAM, ELLIS dan LEE (1953) menundukkan bahwa dua orang bangsa India dan satu orang bangsa Malaja lebih tahan bekerdja di hawa panas lembab dari pada pelaut² bangsa Inggeris; sebaliknya dalam udara panas kering mereka kurang bertahan. Sangat menarik hati adalah kurangnya bangsa² Asia tadi mengeluarkan keringat djika dibandingkan dengan bangsa Inggeris. Sekalipun penjelidikan ini baru pada tingkat orientasi, orang sudah berhasil melihat perbedaan², namun perbedaan² jang tidak mustahil bisa djuga ditjapai oleh bangsa lain apabila terus menerus tinggal hidup di iklim panas lembab itu. Dari penjelidikan WYNDHAM dan kawan²nja (1952) kita dapat kesan bahwa tingkat akklimatisasi sesuatu bangsa mudah diubah mendjadi mirip dengan bangsa lain. Dari lain² pemeriksaan ternyata bahwa perbedaan kelamin tidak menjebabkan perbedaan² dalam soal akklimatisasi dan daja menahan suhu tinggi.

Maka kesimpulan jang dapat kita ambil dari penjelidikan² dilain negara dan benua pada berbagai-bagai bangsa adalah bahwa pengaruh iklim terhadap manusia lebih erat berhubungan dengan tingkat akklimatisasi, kebiasaan, tjara penghidupannya, pakaiannya dan makanannya, dari pada dengan perbedaan kelamin atau ras. Dengan pertimbangan² ini maka banjaklah peladjaran² jang dapat kita ambil dari penjelidikan² itu, dengan memperhatikan bahwa *ada tanda² bangsa kita mempunyai tingkat akklimatisasi jang khusus terhadap hawa tropik jang panas lembab.*

Sardjana CLARENCE A. MILLS dalam bukunya "Medical Climatology" (1939) membagi iklim² didunia menurut pengaruhnya terhadap daja hidup (vitaliteit) dan kegiatannya (energie). Ia mendasarkan pembagian itu atas pendapatnja, bahwa suhu rata² jang kurang dari atau melebihi daerah-suhu 38 — 64°F. (3.3 — 17.8°C.) mempunyai pengaruh melemahkan energi sesuatu

bangsa. Suhu jang terbaik bagi kehidupan bangsa adalah antara 38° — 64° F. tadi, daerah jang disebut "optimum". Lain dari pada itu makin besar perubahan suhu sehari-hari makin besar pulalah daja perangsangnja terhadap potensi manusia. Seterusnya ia memperhitungkan pula suhu udara setahun, jang didapatkan dari angka² maksimum dan minimum sehari². Tiap² faktor tadi diberinja angka penilaian setjara sistem tertentu. Djumlah dari pada angka² penilaian itu memberi index daja-penggiat iklim ("index of climatic stimulation"). Dimana index of climatic stimulationnja tidak melebihi 3.0 (daerah tropik) energi dan daja tjipta manusia sangat rendah, orang seakan-akan djatuh kembali dalam kantjah kehidupan vegetatif, suatu kehidupan pasif, seperti tumbuh²-an. Makin tinggi index itu, makin besarliah kegiatan manusia, akan tetapi baru pada index 12,0 (Eropa Tengah, U.S.A., Punjab, New Zealand, N.S.W. Australia, Afrika Selatan, Andes) kegiatan meningkat mendjadi suatu pendorong kuat untuk berusaha. Dimana index melebihi 18.0 manusia seolah-olah mendidih karena energi jang meluap (Canada, Himalaja, Tasmania, Andes).

Daerah tropik jang mempunjai iklim panas lembab, seperti Indonesia, Filipina, Malaja, Indo Tjina, Birma, Pantai Malabar India, Selong, Pantai Guinea, Lembah Kongo, Lembah Amazone, Amerika Tengah (berikut Yucatan) ternjata seluruhnja termasuk daerah jang index climatic stimulationnja sangat rendah (di bawah 3.0). Benarkah daerah² ini berpenduduk bangsa² jang kurang energi dan daja tjiptanja ?

Pendengar² jang terhormat, marilah kita bersama-sama menjtoba memberi djawaban kepada pertanjaan ini. Manakala djawaban itu nanti ternjata kurang menjenangkan rasa kebangsaan kita, anggaplah djawaban itu sebagai suatu diagnosa dari pada suatu penjakit bangsa kita jang harus kita tjoba sembuhkan bersama-sama pula.

Sedjawat BAHDER DJOHAN belum selang berapa lama dalam pidato peresmiannja mengatakan : Pada saat ini umumnja didaerah tropik tidak ditemukan peradaban jang dianggap tinggi, tetapi penjelidikan membuktikan bahwa dizaman jang lampau