

RANCANG BANGUN SISTEM PEMANTAU INDEKS WBGT (*WET BULB GLOBE TEMPERATURE*) DI MEDAN TERBUKA UNTUK MENDUKUNG PELAKSANAAN KEGIATAN PERSONEL TNI AD

Rena Agustien¹⁾, Fajar Kholid²⁾ dan Yuri Ariyanto³⁾
^{1) 2) 3)}Jl. Raya Anggrek No. 1 Junrejo, Batu, Indonesia
Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Angkatan Darat
E - mail : r.agustien09@gmail.com
fajarkholid123@gmail.com

DESIGN OF WBGT (*WET BULB GLOBE TEMPERATURE INDEX MONITORING SYSTEM IN THE OPEN FIELD TO SUPPORT THE IMPLEMENTATION OF INDONESIAN ARMY PERSONNEL ACTIVITIES*

Abstract: *The WBGT index monitoring system is a tool designed to function as a replacement for the existing WBGT (Wet-Bulb Globe Temperature) tool. This research was carried out due to several factors, the first being the high cost of the WBGT tool and the second, namely measuring temperature, humidity, and light intensity in the ranks of the Indonesian Army which is currently still using the manual method. This tool uses 2 kinds of sensors which have 4 related yield parameters to produce index data like in the WBGT tool. The use of each sensor is the DHT21 sensor to measure temperature and humidity, the DS18B20 sensor to measure wet bulb temperature and dry temperature. This research uses a comparative quantitative method where research is carried out by comparing data from device testing results and existing device data. Where the test results show that the average difference between the WBGT HT30 and the tool is 0.69%. Apart from being an alternative for measuring the WBGT index that already exists and is circulating in the Indonesian Army because of its economical view, the designed WBGT tool also has a light indicator and an alarm to give a warning if the WBGT index exceeds a predetermined limit.*

Keywords: *dry temperature, DHT21 sensor, DS18B20 sensor, WBGT*

Abstrak: *Sistem monitoring indeks WBGT adalah suatu alat yang dirancang berfungsi sebagai pengganti alat WBGT (Wet-Bulb Globe Temperature) yang sudah ada. Penelitian ini dilaksanakan dikarenakan adanya beberapa faktor yang pertama yaitu mahalanya alat WBGT dan yang kedua yaitu pengukuran suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya pada jajaran TNI AD saat ini masih menggunakan cara manual. Pada alat ini menggunakan 2 macam sensor yang memiliki 4 parameter hasil yang saling berkaitan untuk menghasilkan data indeks seperti pada alat WBGT. Kegunaan dari masing-masing sensor yaitu sensor DHT21 sebagai pengukur suhu dan kelembaban, sensor DS18B20 sebagai alat pengukur suhu bola basah dan dry temperature. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif komparatif dimana penelitian dilakukan dengan membandingkan data hasil pengujian alat dan data alat yang sudah ada. Dimana dari hasil uji coba menunjukkan rata-rata selisih*

WBGT HT30 dengan alat yang dibuat adalah 0,69%. Selain menjadi alternatif untuk mengukur indeks WBGT yang sudah ada dan beredar di TNI AD karena dari segi ekonomisnya, alat WBGT yang dirancang ini juga memiliki indikator lampu dan alarm untuk memberikan peringatan apabila indeks WBGT melebihi batas yang telah ditentukan.

Kata Kunci: dry temperature, sensor DHT21, sensor DS18B20, WBGT

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat tentunya bisa mendukung untuk mengatasi masalah Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3). Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi lingkungan kerja diantaranya tekanan panas akibat sinar matahari. Tekanan panas juga diartikan sebagai batasan kemampuan penerimaan panas yang diterima pekerja dari kontribusi kombinasi metabolisme tubuh akibat melakukan pekerjaan dan faktor lingkungan (temperatur udara, kelembaban, pergerakan udara, dan radiasi perpindahan panas) dan pakaian yang digunakan (Suma'mur, 2020).

Peningkatan suhu global yang berkelanjutan dan perubahan pola cuaca telah meningkatkan resiko paparan panas berlebihan, yang mengakibatkan dampak kesehatan yang serius seperti heatstroke, dehidrasi, dan kelelahan panas. Berdasarkan Peraturan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2018 tentang keselamatan dan kesehatan kerja lingkungan kerja (PERMENKER RI NOMOR 5 TAHUN 2018, 2018). Oleh karena itu perlu adanya pemantauan kondisi lingkungan termal saat beraktivitas di luar ruangan menjadi sangat

penting untuk melindungi kesehatan dan keselamatan pekerja.

Indeks *Wet Bulb Globe Temperature* (WBGT) telah lama digunakan sebagai standar dalam mengukur risiko panas di lingkungan luar ruangan (Kong & Huber, 2022). Indeks WBGT mempertimbangkan suhu udara, kelembaban relatif, dan radiasi matahari yang menjadi faktor kunci dalam mengevaluasi paparan panas. Namun, alat-alat WBGT yang tersedia umumnya mahal, cenderung rumit dalam pengoperasian, dan tidak selalu praktis untuk digunakan dalam berbagai situasi.

Di lingkungan TNI (Tentara Nasional Indonesia), latihan di luar ruangan merupakan hal yang rutin dilakukan oleh personel militer dalam rangka meningkatkan kemampuan dan kesiapan operasional personel militer. Namun, kondisi lingkungan luar ruangan yang ekstrem seperti suhu udara tinggi, kelembapan yang tinggi, dan paparan sinar matahari yang berlebihan dapat berdampak negatif terhadap kesehatan dan performa personel TNI. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Hartanindya tahun 2022 didapat hasil bahwa adanya faktor paparan tekanan oleh tekanan panas yang memiliki peran signifikan dalam

mempengaruhi kelelahan subjektif pada pekerja (Hartanindya dkk., 2022).

Mekanisme saat ini saat melakukan kegiatan di luar ruangan personel kesehatan akan meletakkan alat pengukur indeks WBGT di tempat pelaksanaan kegiatan. Alat ini diletakkan di bawah sinar matahari langsung. Apabila indeks WBGT melebihi batas yang ditentukan maka personel kesehatan akan segera melaporkan ke personel yang ada di lapangan untuk melakukan tindakan. Personel kesehatan harus selalu memantau ke alat langsung untuk mengetahui indeks WBGT secara berkala. Hal ini tentunya memakan banyak waktu dan menyulitkan personel kesehatan karena tidak adanya indikator indeks WBGT pada alat.

Untuk mengatasi kendala ini, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat pengganti WBGT yang lebih ekonomis dan mudah digunakan untuk monitoring kondisi lingkungan termal di luar ruangan. Alat ini akan memanfaatkan teknologi sensor suhu, kelembaban, radiasi matahari, dan kecepatan angin untuk menghitung indeks WBGT yang mencerminkan tingkat risiko paparan panas berlebihan. Dengan demikian, alat ini diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat dan cepat kepada personel kesehatan, sehingga mereka dapat mengambil tindakan pencegahan yang tepat

dan mengurangi risiko yang dapat merugikan personel.

METODE PENELITIAN

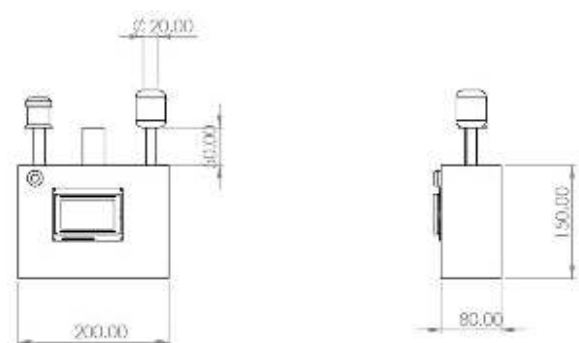
1. Alat dan Bahan

Pada pelaksanaan penelitian ini digunakan beberapa alat dan bahan yang digunakan untuk merancang alat. Alat dan bahan pada perancangan ini antara lain:

- a. Laptop
- b. Arduino Uno
- c. Sensor DHT21
- d. Sensor DS18B20
- e. *Buzzer* DC
- f. Lampu indikator
- g. Lcd 16x2
- h. *Software* Arduino IDE

2. Desain Penelitian

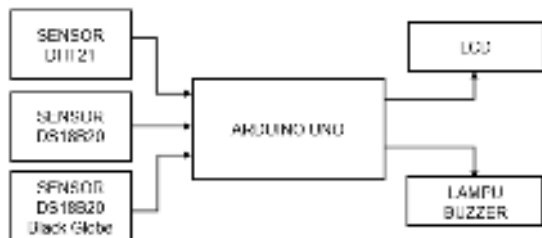
Gambaran alat yang akan dibuat di rancang menggunakan *software Solidwork* seperti gambar berikut:



Gambar 1. Desain alat WBGT
(Sumber: Peneliti)

3. Diagram Blok Sistem yang dibuat

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif komparatif dimana penelitian dilakukan dengan membandingkan data hasil pengujian alat dan data alat yang sudah ada, oleh karena itu hasil dari penelitian ini bukan merupakan sebuah penemuan yang baru. Penelitian ini termasuk terapan (penelitian praktis) untuk mencari solusi dari suatu masalah untuk mengevaluasi masalah praktis agar bermanfaat bagi personel TNI. Penelitian yang dilakukan tidak harus terfokus pada pengembangan teori, ide atau gagasan, melainkan mengutamakan penerapan dari penelitian untuk pelaksanaan kegiatan sehari-hari. Berikut diagram sistem pada penelitian yang dibuat:



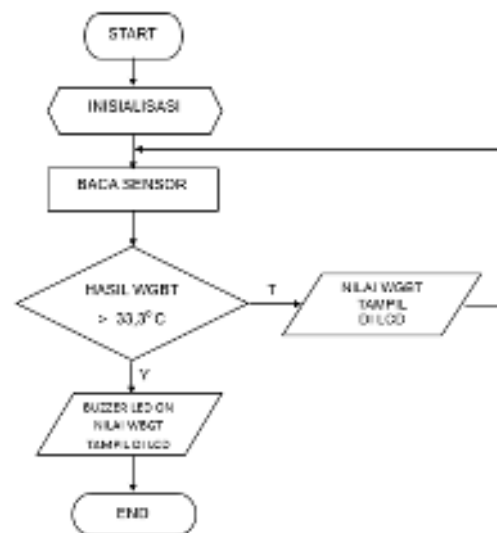
Gambar 2. Diagram Blok Sistem Alat
(Sumber: Peneliti)

Pada *input* DHT21 sebagai sensor kelembaban udara sedangkan DS18B20 *Black Globe* sebagai sensor pengukur *waterproof* sebagai *input* yang dihubungkan ke mikrokontroler. Indeks WBGT masuk ke dalam kategori ekstrem apabila nilainya lebih dari $>33.4^{\circ}\text{C}$ (Victor Bukit dkk., 2020).

Kemudian data akan di proses oleh mikrokontroler apabila nilai WBGT di LCD $>33.4^{\circ}\text{C}$ maka *buzzer* dan lampu indikator akan aktif sedangkan jika nilai WBGT $<33.4^{\circ}\text{C}$ maka *buzzer* dan lampu indikator tidak aktif.

4. Alur Program Penelitian

Alur program yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat di gambar berikut:



Gambar 3. Alur Program Alat
(Sumber: Peneliti)

HASIL PENELITIAN

Salah satu acuan yang digunakan oleh penulis dalam melaksanakan penelitian yaitu dengan cara membaca dan memahami penelitian yang telah dilaksanakan terdahulu. Suatu kondisi dinyatakan sebagai bulan basah yaitu ketika rata-rata curah hujan yang

terjadi lebih dari 200 mm, untuk bulan lembab terjadi jika curah hujan rata-rata antara 100-200 mm, sedangkan untuk bulan kering terjadi jika curah hujan rata-ratanya <100 mm (Gustika Sari C, 2021).

Pada pengujian sensor digunakan alat pengukur WBGT tipe HT30 yang dijadikan sebagai parameter pengujian. Untuk pengujian sensor dan alat HT30 diletakkan di ruangan terbuka seperti gambar berikut:



Gambar 4. Pengujian Sensor
(Sumber: Peneliti)

Setelah pengujian sensor selesai dilakukan perancangan alat dan pemrograman pada sistem agar alat bisa membaca indeks WBGT. Hasil perancangan alat bisa dilihat dari gambar berikut:



Gambar 5. Alat Pengukur Indeks WBGT
(Sumber: Peneliti)

Pada penelitian yang dilakukan berpatokan pada penggunaan nilai indeks WBGT yang dapat dihitung dengan persamaan $WBGT = 0,7T_w + 0,2T_g + 0,1T_a$, yang mana pada persamaan tersebut adalah nilai dari radiasi matahari, suhu bola basah, suhu pada bola hitam dan suhu pada bola kering (Lukmana, 2022). Untuk rentang indeks WBGT berdasarkan kegiatan fisik di luar ruangan adalah sebagai berikut:

BENDERA	Suhu (°C)	RESKO	REKOMENDASI
PUTIH	<27,7	TIDAK ADA	Aktivitas normal
HIJAU	27,7 – 30,5	RENDAH	Aktivitas normal
KUNING	30,6 – 32,1	SEDANG	Hindari beraktivitas terlalu lama, terutama bagi pekerja yang beraktivitas berenergi sepanjang hari
ORANG	32,2 – 33,3	TINGGI	Hindari beraktivitas terlalu lama, terutama bagi pekerja yang beraktivitas berenergi sepanjang hari
HIJAU	>33,3	EKSTREM	Pertimbangan penjadwalan ulang atau istirahat sampai suhu turun

Tabel 1. Kategori Indeks WBGT
(Sumber: Victor Bukit dkk., 2020)

Pengujian alat dilakukan di ruangan terbuka dengan hasil sebagai berikut:

No	WBGT		
	HT30 WBGT (°C)	Alat Yang Dibuat (°C)	Error (%)
1	27,2	27,5	1,10
2	27,8	28,1	0,10
3	26,7	26,9	0,74
4	28,1	28,4	0,10
5	32,4	33,9	1,49

Tabel 2. Data Hasil Pengujian
(Sumber: Peneliti)

PEMBAHASAN

Pada penelitian Perancangan Alat Pengukuran Indeks WBGT di Luar Ruangan merupakan jenis penelitian terapan, karena pada penelitian ini bertujuan untuk memberikan solusi pada kendala-kendala yang ada di lapangan kerja dalam pelaksanaan tugas TNI AD. Perancangan alat ini dilaksanakan berdasarkan kebutuhan organisasi TNI AD khususnya Personel Kesehatan saat melakukan monitoring indeks WBGT. Sehingga dengan alat ini monitoring bisa dilakukan lebih efisien dan bisa mengambil tindakan secara cepat saat ada indikator indeks WBGT melebihi ambang batas pelaksanaan kegiatan untuk meminimalisir resiko *heat stroke* pada personel.

Dapat dilihat pada Tabel 4 untuk data ke-5 pada pengujian alat yang dibuat, didapatkan indeks WBGT hasilnya lebih dari 33,3°C yang masuk ke dalam kategori beresiko ekstrem. Sesuai dengan sistem yang telah dibuat maka lampu dan *buzzer* pada alat akan menyala memberikan peringatan sehingga personel yang bertugas bisa mengambil tindakan dengan cepat.

KESIMPULAN

Data hasil pengujian alat yang dibuat oleh peneliti dan dibandingkan dengan data dari alat pengukur indeks WBGT tipe HT30 di

dapatkan nilai *error* paling tinggi yaitu 1,49% dan nilai *error* paling rendah yaitu 0,10%. Dari hasil pengukuran nilai *error* tersebut alat ini dapat digunakan untuk mendukung personel Kesehatan sebagai alat pemantau indeks WBGT. Berdasarkan pengamatan dan pengujian pada alat dan sistem yang dibuat, pemantauan indeks WBGT bisa dimaksimalkan dengan adanya penggunaan sensor yang memiliki sensitivitas tinggi sehingga tingkat *error* bisa diminimalisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Gustika Sari C. (2021). *Analisis Heat Stress Di Kota Yogyakarta Menggunakan Metode Wet Bulb Globe Temperature (WBGT)*.
- Hartanindya, R. L., Ramdhan, D. H., Keselamatan, D., Kerja, K., & Indonesia, U. (2022). *Analisis Hubungan Indeks Tekanan Panas Dengan Tingkat Kelelahan Kerja Di Proyek Konstruksi Light Rail Transit (LRT) Jabodebek Depo Jatimulya*.
- Kong, Q., & Huber, M. (2022). *Explicit Calculations of Wet-Bulb Globe Temperature Compared With Approximations and Why It Matters for Labor Productivity*. *Earth's Future*, <https://doi.org/10.1029/2021EF002334>
- Lukmana, A. (2022). *Analisis Heat Stress Pada Pekerja Di Tempat Pengolahan*

- Sampah Terpadu (TPST) Piyungan Bantul DIY.* Victor Bukit, A., Nengah Putra, I. A., & Galih Rahardi, F. (2020). *Design Of Temperature And Air Humidity Monitoring Information System Based On Android And IOT (Internet Of Things).*
- Peraturan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 5 Tahun 2018, (2018).
- Suma'mur. (2020). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja (Hiperkes).* Agung Seto.