

IJCIT

(Indonesian Journal on Computer and Information Technology)

Journal Homepage: <http://ejournal.bsi.ac.id/ejurnal/index.php/ijcit>

Rancang Bangun Sistem Monitoring Iklim Kerja Berbasis IoT Menggunakan Kalman Filter untuk Mengurangi Noise Sensor

M. Khoirul Hasin¹, Moh. Andy Wiranata², Aulia Nadia Rachmat³

^{1,2}Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia

e-mail: khoirul.hasin@ppns.ac.id, andy.wiranata@student.ppns.ac.id²

³Teknik Kesehatan dan Keselamatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Surabaya, Indonesia

e-mail: nadia.rachmat@ppns.ac.id

ABSTRAK

Salah satu teknologi yang diperlukan untuk kepentingan kesehatan dan kinerja pekerja adalah sistem *monitoring* iklim kerja. Kondisi iklim kerja di tempat kerja dapat ditangani dengan pengendalian yang ditentukan setelah melakukan pengukuran iklim kerja. Tujuan dari pengukuran iklim kerja adalah untuk mengetahui Indeks Suhu Bola Basah (ISBB) di tempat kerja telah sesuai atau belum dengan standar yang telah ditetapkan. Standar yang dipakai dalam pengukuran iklim kerja adalah Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/1999 tentang NAB Faktor Fisika di Tempat Kerja. Sistem ini dibuat menggunakan esp8266 sebagai mikroprosesor, sensor suhu serta kelembaban yang digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban pada ruang kerja, serta *wind speed* sensor untuk memonitor kecepatan angin yang berhembus pada ruang kerja dan nilai dari sensor disimpan di *database* dan *dimonitoring* di *website*. Penelitian ini juga menggunakan metode *Kalman Filter* untuk mengurangi *noise* pada *output* sensor sehingga didapatkan nilai keluaran yang lebih stabil. Dari penelitian ini pengukuran pada pembacaan sensor anemometer memiliki rata-rata error sebesar 1,9% karena kurang stabilnya angin yang disalurkan ke sensor dan perbedaan jarak antara alat ukur master dengan alat ukur yang di uji coba. Pembacaan sensor DS18B20 memiliki rata-rata error sebesar 1,3% karena sensor ini digunakan untuk mengukur suhu udara basah memiliki spesifikasi yang berbeda dengan sensor yang ada di alat ukur eksisting. Pembacaan sensor DHT22 memiliki rata-rata error sebesar 0,3% untuk suhu dan 0% untuk kelembapan. Tujuan akhir dari penelitian ini adalah alat ukur iklim kerja berbasis *Internet of Things* yang dapat digunakan di kampus PPNS untuk menunjang *project* dari SIMK3.

Kata Kunci: database, mikroprosesor, iklim kerja, indeks suhu bola basah(isbb), *internet of things*, *website kalman filter*

ABSTRACTS

The monitoring system of work climate is one of the technologies indispensable for the benefit of the performance and health of workers. The conditions of work climate in the workplace can be handled with controlling determined after measuring the work climate. The purpose of measuring of the work climate is to determine whether the "Indeks Suhu Bola Basa" (ISBB) in the workplace is in accordance with the standard rules. The standard used in measuring the work climate is "Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/1999" on NAB of Physical Factors in the Workplace. This system is made using esp8266 as a microprocessor, temperature and humidity sensors to detect temperature and humidity in the workspace, and wind speed sensors to monitor the wind speed that blows in the workspace and the sensor values are



Jurnal ini dapat diakses secara terbuka dan memiliki lisensi CC-BY-SA

(<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>) ©2022 by penulis dan IJCIT

stored in the database and monitored on the website. This study also uses the Kalman Filter method to reduce noise at the sensor output so that output value is obtained more stable. From this study, measurements on the anemometer sensor readings have an average error of 1.9% due to the less stable wind that is channeled to the sensor and the difference in distance between the master measuring instrument and the measuring instrument being tested. The DS18B20 sensor reading has an average error of 1.3% because this sensor is used to measure the temperature of wet air and has different specifications from the sensors in the existing measuring instrument. The DHT22 sensor reading has an average error of 0.3% for temperature and 0% for humidity. The ultimate goal of this research is an Internet of Things-based work climate measurement tool that can be used on the PPNS campus to support the SIMK3 project.

Keywords: database, mikroprosesor, iklim kerja, indeks suhu bola basah(isbb), internet of things, website kalman filter

1. PENDAHULUAN

Tempat kerja adalah tempat di mana seorang karyawan bekerja atau di mana seorang karyawan biasanya masuk karena alasan pekerjaan. Kita mengetahui bahwa memang terdapat potensi bahaya di tempat atau lingkungan kerja yang mempengaruhi/dapat mempengaruhi kesehatan dan keselamatan pekerja. Kesehatan dan keselamatan kerja juga harus diterapkan di tempat kerja. Mesin produksi yang canggih banyak digunakan saat ini, mesin produksi ini mampu menghasilkan output atau produk secara maksimal. Dampak negatif kemajuan teknologi pada bidang industri dapat berpengaruh pada lingkungan kerja. Hal ini disebabkan meningkatnya jumlah dan ragam bahaya di tempat kerja yang dapat menyebabkan penyakit dan kecelakaan akibat kerja.

Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) berarti melindungi pekerja dan aset berharga bagi bisnis dan organisasi, dari penyakit akibat kerja (PAH) hingga kecelakaan kerja (KK). Deklarasi ini dibuat berdasarkan Undang-Undang Republik Indonesia No. 13. Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. Ketentuan tersebut diperlukan untuk menjamin keselamatan, kesehatan dan kenyamanan pekerja dalam melaksanakan tugasnya serta untuk menciptakan tempat kerja yang terhindar dari penyakit dan kecelakaan kerja.

Lingkungan kerja itu sendiri merupakan kombinasi dari suhu, kelembaban, pancaran panas dan kecepatan angin. Lingkungan kerja yang panas disebabkan oleh pembangkitan energi panas yang dilakukan secara langsung atau melalui perantara hingga mencapai tempat kerja. Energi tersebut kemudian menjadi tekanan atau panas, yang semakin menekan pekerja. Kondisi tersebut dapat menurunkan kesehatan pekerja saat bekerja dengan beban kerja kategori

serius. Dalam kondisi tersebut, pekerja membutuhkan lebih banyak energi daripada mereka yang bekerja di tempat kerja yang nyaman dengan suhu sekitar 24°C - 26°C.

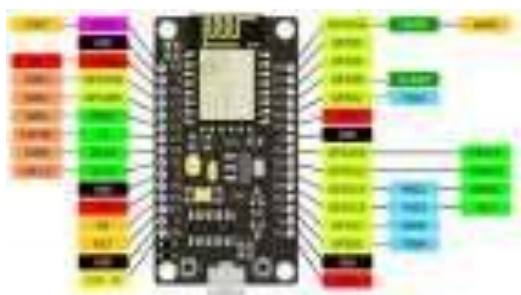
Banyak masalah muncul di lingkungan kerja yang panas dibandingkan dengan lingkungan kerja yang dingin, karena orang lebih mudah melindungi diri dari pengaruh dingin daripada dari panas. iklim kerja panas berpengaruh secara signifikan terhadap kelelahan kerja (Maftuh et al., 2021) ACGIH telah menetapkan standar untuk mengevaluasi lingkungan kerja menggunakan WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*). WBGT Permenakertrans 2011 Edisi 13 disebut ISBB (Indeks Suhu Basah dan Bola). Paparan karyawan terhadap kondisi lingkungan kerja yang panas di atas Nilai Ambang Batas (NAB) yang dapat diterima dapat mengakibatkan penyakit akibat kerja dan kecelakaan kerja. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan melakukan rancang bangun sistem monitoring iklim kerja berbasis IOT menggunakan kalman filter untuk mengurangi noise sensor. Pada penelitian (Maarif et al., 2020) metode Kalman filter digunakan untuk mengurangi noise pada sensor accelerometer. Algoritma Kalman filter dan kontrol PID mampu meningkatkan performa control pada sistem (Prasetio & Kurniawan, 2015) Perancangan dilakukan dalam bentuk alat ukur dengan menggunakan esp8266 (Rahman et al., 2020) sebagai mikroprosesor. Sensor DHT22 adalah sensor suhu dan kelembaban bola lampu kering, sensor DS18B20 adalah sensor suhu bola basah dan sensor suhu bola lampu, dan *wind speed sensor* adalah sensor kecepatan angin. Selain itu, penulis menggunakan metode Kalman Filter untuk menghilangkan atau mengurangi noise sensor. Penulis menggunakan situs web sebagai salah satu media yang terintegrasi untuk menyajikan informasi di Internet. Data yang

dihasilkan oleh monitor dikirim ke database. Selain itu, data yang dikirimkan dapat dipantau menggunakan aplikasi.

Lingkungan kerja (panas) merupakan faktor yang sangat mempengaruhi kinerja sumber daya manusia, tidak hanya terhadap kinerja, tetapi juga terhadap kesehatan dan keselamatan pekerja. Untuk itu diperlukan suatu standar untuk mengukur panas dalam lingkungan kerja dengan menggunakan parameter WGBT index. Metrik lingkungan kerja (panas) dengan parameter indeks suhu basah dan bola meliputi prinsip pengukuran, peralatan, prosedur kerja, penentuan titik pengukuran dan perhitungan. Gambar 1 Diagram skematik sistem SCADA modern.

Internet of Things (IoT) adalah konsep yang ditujukan untuk mentransmisikan data melalui jaringan tanpa perlu campur tangan manusia atau manusia ke komputer. IoT berkembang dari sistem ke internet melalui teknologi nirkabel, konvergensi, dan dinamika mikroelektronika. Data dapat dibagikan dari jarak jauh untuk kontrol internet dan banyak hal lainnya (Ontowirjo et al., 2018). Solusi IoT telah diimplementasikan agar dapat diskalakan dalam aplikasi rumah pintar, seperti implementasi kontrol meteran pintar. IoT mengukur dan menyimpan data dari sensor dan berkomunikasi dengan perangkat lain untuk membuat keputusan dan menjalankan proses. Penerapan konsep IoT dalam penelitian ini merupakan sarana untuk mengukur perangkat yang berkomunikasi dengan internet agar keluaran sensor dapat dipantau secara langsung.

ESP8266 adalah modul WiFi portabel berdaya rendah, murah, dan cocok untuk implementasi IoT. Modul beroperasi pada tegangan 3,3 V dan membutuhkan konsumsi daya 0,5 mW hingga 1 mW. ESP8266 memungkinkan Anda menghubungkan Arduino Anda ke jaringan WiFi atau hotspot (Fauziah Y.Q Ontowirjo, 2018).



Gambar 1. Arsitektur NodeMCU ESP8266

Sensor DHT22 merupakan gabungan sensor suhu dan kelembaban yang keluarannya berupa sinyal digital dan tidak memerlukan komponen tambahan apapun. DHT22 mudah digunakan karena ukurannya yang kecil (Firmansyah, 2018; Rahman et al., 2020). sensor DHT22 menunjukkan kualitas hasil yang baik (Arief Hendra Saptadi, 2014) karena sesuai dengan data sheet sensor bahwa kelembaban yang terukur harus memiliki rentang antara 2%-5% (Puspasari et al., 2020)



Gambar 2. Modul Sensor DHT22

Sensor suhu DS18B20 digunakan untuk mengubah jumlah panas yang diserap menjadi nilai tegangan. Sensor ini memiliki akurasi yang tinggi. Sensor ini terdiri dari buah berkaki tiga. Kaki pertama dihubungkan ke catu daya, kaki kedua sebagai output dan kaki ketiga dihubungkan ke ground (Ontowirjo et al., 2018).



Gambar 3. Modul Sensor DS18B20

Sensor angin menggunakan proses pembuatan presisi khusus, toleransi dimensi yang sangat ketat, presisi permukaan yang sangat tinggi, dan pemrosesan sirkuit internal pelindung, menjadikan seluruh sensor sangat baik dalam kekuatan, tahan cuaca, tahan korosi, dan tahan air, bahan paduan aluminium (Anjasmara et al., 2019).



Gambar 4. Anemometer JI-FS2

Baterai lithium polimer (Li-Po) adalah baterai yang dapat diisi ulang (sel sekunder). Sama halnya seperti baterai Li-Ion, baterai Li-Po menggunakan elektrolit polimer kering bukan cairan. Baterai LiPo yang digunakan memiliki tegangan 3,7V dan berfungsi sebagai sumber tegangan alat ukur lingkungan kerja.



Gambar 5. Baterai

Liquid Crystal Display (LCD) adalah perangkat elektronik yang mampu menampilkan data dalam bentuk karakter, karakter, simbol, atau grafik. Karena ukurannya yang kecil, banyak LCD yang dipasangkan dengan mikrokontroler. LCD hadir dalam bentuk modul dengan pin data, kontrol daya, dan kontrol kontras.



Gambar 6. LCD 16x2

Buzzer merupakan komponen elektronik yang dirancang untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Prinsip kerja buzzer hampir sama dengan speaker, Buzzer juga memiliki kumparan yang terpasang pada diafragma, dan ketika kumparan tersebut diberi energi, maka menjadi elektromagnet. membran, gerakan kumparan menyebabkan membran bergerak bolak-balik, menggetarkan udara dan menghasilkan suara (Sinaulan et al., 2015)



Gambar 7. Profinet

Persamaan kalman filter dikelompokkan menjadi dua bagian: persamaan variasi waktu dan persamaan variasi pengukuran. Persamaan variasi waktu berfungsi untuk mendapatkan nilai prediksi waktu langkah berikutnya. Di sisi lain, persamaan perubahan pengukuran adalah untuk tujuan umpan balik. Menggabungkan pengukuran terbaru dengan estimasi sebelumnya untuk mendapatkan estimasi posterior yang lebih baik. Persamaan variasi waktu memprediksi nilai keadaan dan memperkirakan kovarians untuk langkah waktu k-1 dalam arah k. Persamaan variasi waktu memprediksi nilai keadaan dan memperkirakan kovarians untuk langkah waktu k-1 dalam arah k. Berikut persamaannya:

$$x_k = Ax_{k-1} + Bx_{k-1}$$

$$P_k = AP_{k-1}A^T + Q$$

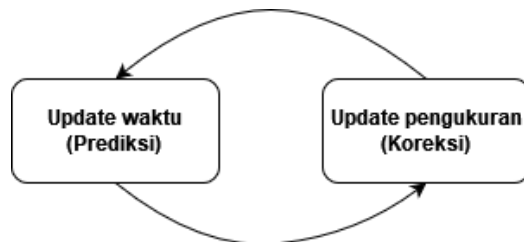
Mengenai persamaan perubahan pengukuran, langkah pertama untuk menentukan adalah menghitung Kalman gain (K_k), nilai proses aktual (x_k) untuk menghitung keadaan pasca-estimasi termasuk nilai hasil pengukuran, dan terakhir kontribusi - Kovariansi kesalahan estimasi oleh persamaan (P_k):

$$K_k = P_k H^T (HP_k H^T + R)^{-1}$$

$$x_k = x_k + (z_k - Hx_k)$$

$$P_k = (1 - K_k H)P_k$$

Ekspresi untuk perubahan waktu dan perubahan pengukuran adalah siklus kalman filter (Firmansyah, 2018). Representasi dari dua persamaan ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Siklus Kalman Filter

2. METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian dimulai dengan mengidentifikasi masalah, dilanjutkan dengan tinjauan literatur tentang mekanisme, perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan. Selanjutnya, sistem berencana untuk mengelola semua sistem yang digunakan dalam penelitian. Setelah itu, kami melanjutkan desain dan produksi mekanisme dan peralatan. Selanjutnya, buat program Arduino untuk ESP8266 dan panel web dan integrasikan dengan mekanik dan perangkat keras. Eksperimen kemudian dilakukan, dan jika eksperimen gagal, integrasi diulang. Sebaliknya, jika hasil tesnya bagus, dianalisis dan didiskusikan dan dibuat laporannya. Setelah nilai tersebut tercapai, maka proses penelitian dinyatakan selesai.

3. PEMBAHASAN

3.1. Konsep sistem

Gambar 9 menjelaskan konsep sistem untuk penelitian ini. Konsep sistem yang diterapkan adalah monitoring, yaitu. H. disini user hanya bisa melakukan pengamatan pada meteran, tapi tidak bisa melakukan setting apapun pada meteran. Oleh karena itu, disini meteran berperan sebagai satu kesatuan input dimana data yang diproses dalam meteran kemudian dikirim ke panel monitoring dan data yang diterima disimpan di database server. Pengguna dapat melakukan pengamatan melalui panel pemantauan dan mengunggah data ke database untuk meninjau dan menganalisis pengaruh lingkungan kerja terhadap tingkat kelelahan pekerja di ruang tersebut.

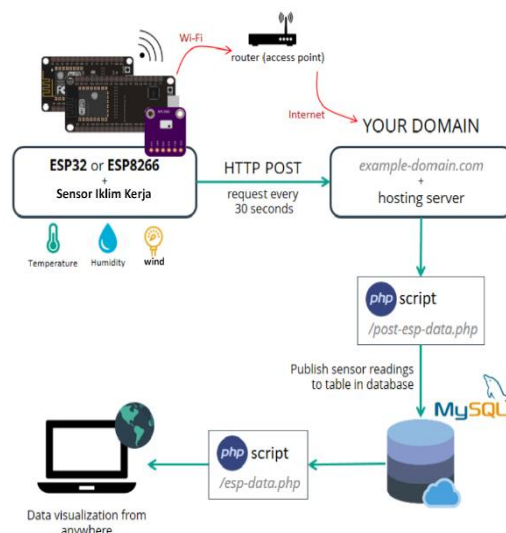
3.2. Diagram Alur

Pada tahap ini, pengerjaan sistem "Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Iklim Kerja Berbasis *Internet of Things* Menggunakan Metode *Kalman Filter* untuk mengurangi *noise sensor*" ditunjukkan pada Gambar 10. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10, menghidupkan sakelar memulai pengoperasian alat ini. Saat sakelar dihidupkan, sensor anemometer DS18B20, DHT22 melakukan proses pengukuran suhu, kelembapan, dan kecepatan angin. Meter menerima data, kemudian disaring oleh filter Kalman untuk meminimalkan kesalahan, kemudian data yang disaring ditampilkan pada layar LCD 16x2 dan dikirim ke website, dan data tersebut disimpan dalam

database. Jika salah satu parameter sensor DS18B20, DHT22 dan anemometer setelah transmisi memiliki nilai ambang batas lebih besar dari regulasi PERMENAKER, buzzer akan menyala sesuai dengan program yang dibuat. Jika keluaran sensor terbaca $DS18B20 > NAV$ maka buzzer akan menyala 2x flip-flop. Saat nilai output sensor $DHT22 > NAB$, buzzer berkedip 3x seperti flip-flop. Jika nilai keluaran sensor anemometer $> NAV$, buzzer akan berkedip 4x flip-flop.

3.3 Diagram Sistem

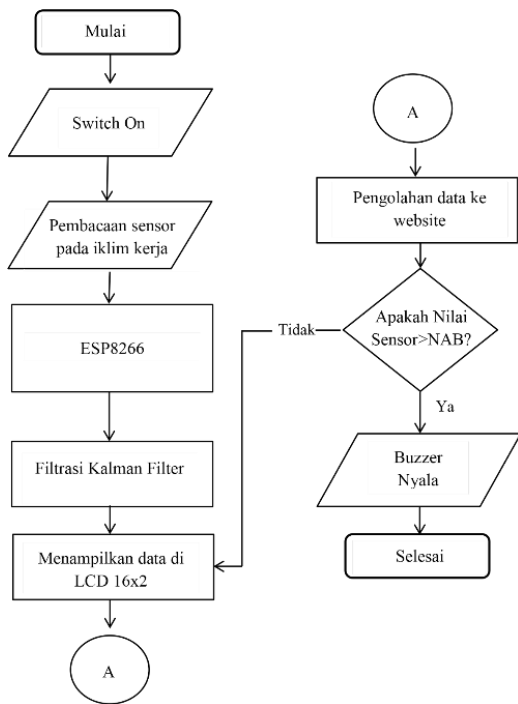
Berdasarkan Gambar 11, sistem monitoring memiliki 3 input yaitu DHT22, DS18B20 dan anemometer sebagai nilai parameter sesuai NAV yang telah ditentukan dan 2 output berupa 1 LCD 16x2 dan 1 buzzer. Pada saat sistem bekerja, data sensor aktif dikirim ke mikrokontroler ESP8266 ke base station, yang digunakan untuk memproses keluaran sistem pemantauan, dan data yang diproses disimpan dalam database. Di blok keluaran, sistem membaca database sensor di situs web secara real time melalui panel instrumen dan ditampilkan oleh LCD 16x2 meteran. Semua sensor dan aktuator diintegrasikan ke dalam alat yang diproduksi dan dapat dipantau melalui dasbor.

**Gambar 9.** Konsep Sistem

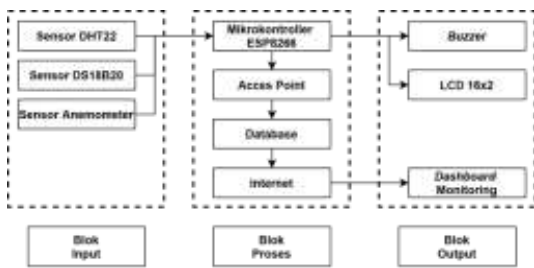
3.4. Rancang Bangun Sistem

Pada Gambar 12 penelitian ini menggunakan sistem berbasis IoT sebagai perancangan sistem yang terdiri dari sensor DHT22, DS18B20 dan anemometer menggunakan ESP8266 untuk koneksi WiFi,

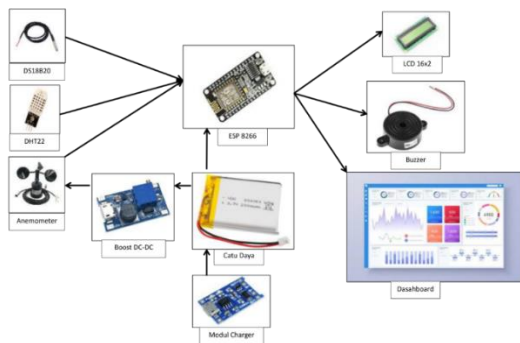
kemudian alat tersebut memiliki layar LCD 16x2 dan Buzzer sebagai aktuator dan dashboard untuk pemantauan platform.



Gambar 10. Flowchart alur kerja sistem



Gambar 11. Diagram Sistem



Gambar 12. Rancang monitoring iklim kerja

3.5. Perancangan Perangkat Lunak

Bahasa pemrograman Arduino adalah bahasa C yang digunakan dalam AVR (Alf and Vegard's Risc processor). Fungsi yang harus ada di Arduino adalah setup dan loop. Fungsi setup berjalan 1 (satu kali) saat Arduino berjalan, sedangkan fungsi loop berjalan terus menerus. Selain kedua fungsi tersebut, kita bisa membuat fungsi lain yang bisa dipanggil baik di layout maupun di fungsi loop. Secara umum, kode yang digunakan terbagi menjadi 2 (dua) bagian, yaitu bagian yang mengumpulkan data dari sensor, dan bagian yang mengolah data menggunakan filter Kalman. Implementasi filter Kalman untuk sensor suhu, kelembaban dan kecepatan angin yang disimpan pada Arduino dan prosesnya dinyatakan dengan persamaan diferensial linier:

$$x_k = Ax_{k-1} + Bu_{k-1} + w_k$$

$$x_k = x_{k-1} + w_k$$

Dengan pengukuran z R1, yaitu:

$$z_k = Hx_k + v_k$$

$$z_k = x_k + v_k$$

Keadaan x tidak berubah dari satu langkah ke langkah berikutnya (A=1), tidak ada input kontrol (u=0), dan pengukuran yang bercampur noise langsung didapatkan dari keadaan x (H=1). Persamaan update waktu menjadi:

$$x_k = x_{k-1}$$

$$P_k = P_{k-1} + Q$$

Dan persamaan update pengukuran menjadi:

$$K_k = P_k(P_k + R)$$

$$x_k = x_k + K(z_k - x_k)$$

$$P_k = (1 - K_k)P_k$$

dengan menganggap varian noise proses sangat kecil (misal Q =10⁻⁸) dan x_{k-1} = 0, berasumsi bahwa nilai sebenarnya dari nilai konstan acak tersebut terdistribusi normal. Pemilihan P₀ = 0, berarti yakin bahwa nilai awal estimasi keadaan x₀ = 0. Jika terdapat ketidakpastian pada nilai x₀, maka bisa memilih P₀ ≠ 0 (misal P₀ = 1) dan filter pada akhirnya akan konvergen. Untuk kovarian noise pengukuran (misal R = 10⁻⁵) yang merupakan nilai varian eror sebenarnya. Proses pengambilan data melalui port serial dengan bantuan software "PLC-DAQ for excel" yang dapat diunduh secara gratis. Data yang diambil

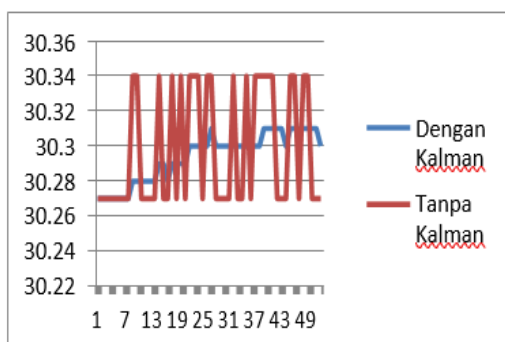
setiap 1 (satu) kali proses yaitu antara 100 - 2700 data, dimana untuk setiap data ditetapkan selama 0,5 s

3.6. Pengujian JI-FS2

Pengujian sensor anemometer bertujuan untuk mengkalibrasi sensor kecepatan angin yang digunakan dalam penelitian ini. Kalibrasi sensor digunakan untuk menentukan konversi nilai keluaran ADC ke nilai kecepatan angin (m/s). pada percobaan ini menggunakan delay selama 3 detik dan lama pengukuran 30 detik.

3.6. Pengujian DS18B20

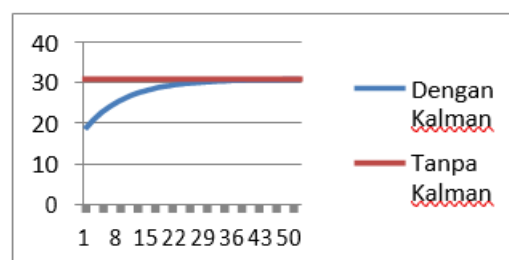
Pengujian sensor suhu DS18B20 bertujuan untuk menguji keluaran sensor serta untuk membaca nilai error jika dibandingkan dengan termometer akuarium. Pada pengujian sensor suhu DS18B ini nilai yang diamati adalah keluaran suhu yang terbaca oleh sensor dengan rentang suhu 21°C - 30°C dengan kenaikan setiap 1°C. Pengujian dilakukan dengan cara memasukkan sensor suhu DS18B20 dan termometer akuarium ke dalam tangki yang berisi air. Hasil pengujian sensor suhu DS18B20. pada percobaan ini menggunakan delay selama 3 detik dan lama pengukuran 30 detik. Hasilnya bisa dilihat pada Gambar 13.



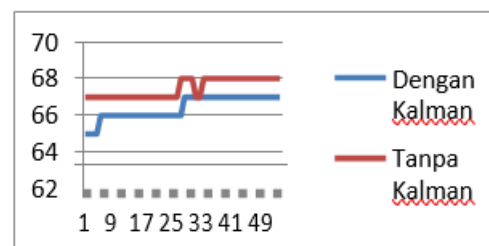
Gambar 13. Grafik Perbandingan Output sensor DS18B20 Kalman Filter

3.7. Pengujian DHT22

Sensor DHT22 adalah sensor gabungan dari sensor suhu (*temperature*) dan kelembaban (*humidity*) yang outputnya berupa sinyal digital dan tidak membutuhkan komponen tambahan. DHT22 memiliki ukuran yang kecil sehingga mudah digunakan. Hasilnya bisa dilihat pada Gambar 14 dan 15.



Gambar 14. Grafik Perbandingan Output sensor suhu Kalman Filter



Gambar 15. Grafik Perbandingan Output sensor kelembapan Kalman Filter

3.8. Pengujian Software

Pengujian *Interface dashboard* bertujuan untuk memastikan *dashboard* yang dirancang bisa berjalan sesuai dan dapat dijalankan sesuai perancangan awal. Terbagi menjadi 2 halaman yaitu *dashboard* monitoring dan *database*.

a. Dashboard Monitoring

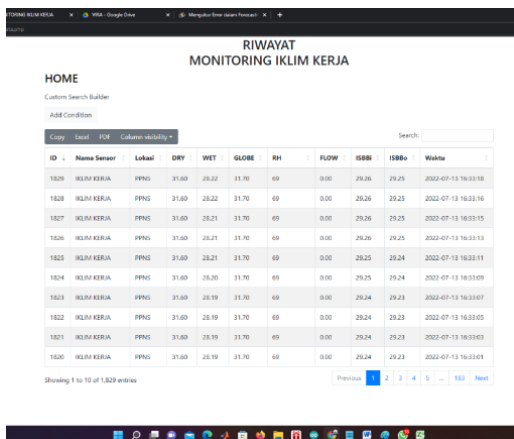
Halaman ini berisi tentang nilai sensor berupa grafik dan bisa dimonitoring secara *realtime* dan sudah terhubung dengan *website* terdiri dari grafik suhu udara basah, suhu udara kering, kelembaban, dan kecepatan angin. Dalam *dashboard* terdapat keterangan tanggal dan waktu sehingga bisa dijadikan acuan dalam pengambilan data. Serta database yang bisa dilihat untuk mengambil data yang sudah terecord. Lihat pada Gambar 16.

b. Database

Pada halaman ini nilai yang sudah dikirim ke *dashboard* akan terekam dan hasilnya bisa dilihat sewaktu waktu. Pada halaman ini ada fungsi pdf untuk menyimpan data dalam bentuk pdf dan fungsi *copy* untuk menyalin data ke *clipboard*. Lihat pada Gambar 17.



Gambar 16. Tampilan Dashboard Monitoring



Gambar 17. Tampilan Database

3.9. Pengujian Sistem

Pada pengujian kali ini saya mencoba menjalankan alat ukur dan mensinkronasikan data yang muncul dengan dashboard monitoring dan database agar sistem bisa berjalan diperlukannya akses internet untuk esp8226 yang akan mengirim data ke database dan nantinya data yang telah dikirim bisa dimonitoring secara realtime agar kedepannya bisa membantu terciptanya SIMK3 PPNS yang bisa terintegrasi dengan IoT. Gambar 18 ini merupakan tampilan dari alat yang sudah terintegrasi dengan dashboard monitoring.



Gambar 13. Tampilan Dashboard dan alat ukur yang sudah terintegrasi

4. KESIMPULAN

Keberhasilan penerapan Sistem Monitoring Iklim Kerja Berbasis Internet of Things Menggunakan Metode Kalman Filter untuk mengurangi noise sensor pada lingkungan kerja mencapai 100%, dimana kondisi setiap sensor secara realtime dapat diawasi dan dikontrol sehingga membuat sistem lebih efisien serta data yang sudah diukur bisa direkam sistem untuk mempermudah proses audit kedepannya. Penerapan metode Kalman Filter untuk mengurangi noise sensor pada Sistem Monitoring Iklim Kerja Berbasis Internet of Things sudah sesuai dengan tujuannya. Nilai output sensor DHT22 sudah stabil tidak perlu menggunakan Kalman Filter, sedangkan DS18B20 dan JL-FS2 perlu menggunakan Kalman Filter dengan R=10 dan Q=0.1 untuk membuat pergerakan naik turunnya suhu udara basah dan kecepatan angin lebih halus atau mengurangi noise pada sensor.

Pembacaan sensor anemometer memiliki rata-rata error sebesar 1.9% karena kurang stabilnya angin yang di salurkan ke sensor dan perbedaan jarak antara alat ukur master dengan alat ukur yang di uji coba. Pembacaan sensor DS18B20 memiliki rata-rata error sebesar 1,3% karena sensor ini digunakan untuk mengukur suhu udara basah memiliki spesifikasi yang berbeda dengan sensor yang ada di alat ukur eksisting. Pembacaan sensor DHT22 memiliki rata-rata error sebesar 0,3% untuk suhu dan 0% untuk kelembapan. Selain itu, sistem dapat terintegrasi dengan baik dan dapat dimonitoring melalui website secara realtime. Untuk penelitian selanjutnya, dapat memilih spesifikasi sensor yang lebih sesuai dengan kebutuhan agar lebih akurat dan presisi untuk melakukan pengukuran. Selain itu bisa menerapkan metode lain untuk meningkatkan presisi dan keakuratan pada alat ukur

5. REFERENSI

Anjasmara, R., Suhendra, T., & Yunianto, A. H. (2019). Implementasi Sistem Monitoring Kecepatan Angin, Suhu, dan Kelembaban Berbasis Web di Daerah Kepulauan. *Journal of Applied Electrical Engineering*, 3(2), 29–35. <https://doi.org/10.30871/JAEE.V3I2.1485>

Firmansyah, V. (2018). Aplikasi Kalman Filter Pada Pembacaan Sensor Suhu Untuk Pemantauan Kondisi Ruang Laboratorium. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*, 8(01), 1–7.

- <https://doi.org/10.24198/JMEI.V8I01.16624>
- Arief Hendra Saptadi. (2014). Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22. *JURNAL INFOTEL*, 6(2), 49–56. <https://doi.org/10.20895/INFOTEL.V6I2.16>
- Maarif, A., Puriyanto, R. D., & Hasan, F. R. T. (2020). Robot Keseimbangan Dengan Kendali Proporsional-Integral-Derivatif (PID) dan Kalman Filter. *IT Journal Research and Development*, 4(2). [https://doi.org/10.25299/ITJRD.2020.VO14\(2\).3900](https://doi.org/10.25299/ITJRD.2020.VO14(2).3900)
- Maftuh, M., Haryanti, T., Ayudia Johar, S., korespondensi, A., Letjend Sujono Humardani No, J., Bendosari, K., Sukoharjo, K., & Tengah, J. (2021). Pengaruh Iklim Kerja Panas Terhadap Kelelahan Kerja pada Operator Steam di PT. XYZ Boyolali. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 2(2), 141–147. <https://doi.org/10.15294/JPPKMI.V2I2.52432>
- Ontowirjo, F. Y. Q., Poekoel, V. C., Manembu, P. D. K., & Robot, R. F. (2018). Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruang Pengering Berbasis Web. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(3), 331–338. <https://doi.org/10.35793/JTEK.7.3.2018.23638>
- Prasetio, B. H., & Kurniawan, W. (2015). Uji Performansi Ensemble Kalman Filter Untuk Mengurangi Noise Pengukuran Sensor Pada Robot. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 2(2), 96–101. <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/view/139>
- Puspasari, Fitri, Satya, T. P., Oktiwati, U. Y., Fahrurrozi, I., & Prisyanti, H. (2020). Analisis Akurasi Sistem sensor DHT22 berbasis Arduino terhadap Thermohygrometer Standar. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 16(1), 40–45. <https://doi.org/10.12962/J24604682.V16I1.5776>
- Rahman, F., Sriwati, S., Nurhayati, N., & Suryani, L. (2020). Rancang Bangun Sistem Monitoring dan Kontrol Suhu pada Mesin Penetas Telur Otomatis Berbasis Mikrokontroler ESP8266. *ILTEK*, 15(01), 5–8.
- Sinaulan, O. M., Rindengan, Y. D. Y., & Sugiarto, B. A. (2015). Perancangan Alat Ukur Kecepatan Kendaraan Menggunakan ATmega 16. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(3), 60–70. <https://doi.org/10.35793/JTEK.4.3.2015.8257>