

ANALISIS DAYA TAHAN BATERAI DAN AKURASI PENGUKURAN SENSOR SUHU DAN KELEMBABAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL UNTUK MESIN PENGERING GABAH

Bimo Ajie Nugroho¹⁾, Sidiq Syamsul Hidayat¹⁾, Amin Suharjono¹⁾

¹⁾Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Semarang
E-mail : benaya.bimo2012@gmail.com

Abstract

Wireless sensor network technology is currently growing rapidly, the use of this technology penetrated almost to all sector. Because wireless sensor network is a technology that uses sensors to sensing on an object, and simplify user to monitoring them. In this research will foster the development of a wireless sensor network is used to monitor the temperature and humidity on a grain dryer machine and analyzed on battery life and the accuracy of the measurement of temperature and humidity sensors on the system. System work in zigbee network and put 8 unit end-node that has been equipped with a sensor on the machine grain dryers to then detect the temperature and humidity and transmit data to the coordinator node and then data readable by user, so that the temperature and moisture of the grain drying machine can continuously controlled and can be produced with good quality grain is grain with 14% moisture. To ensure the performance and feasibility of the system, will be tested battery life with POWERBANK capacity of 2400mAh as a power supply system in order to be able to know the length of time working on the system, then test the accuracy of the sensors by comparing the sensor SHT11 and DHT11 to Hygrotermometer basically produced by the factory to know the accuracy of the sensor used, while also testing the data transmission for all operating grain dryers machines so that can know the feasibility of the system performance during all operating.

Keywords : *battery life, SHT11, DHT11, Hygrothermometer*

Abstrak

Teknologi jaringan sensor nirkabel saat ini sedang berkembang dengan pesat, penggunaan teknologi ini merambah hampir ke semua bidang. Hal ini dikarenakan jaringan sensor nirkabel merupakan sebuah teknologi yang memanfaatkan sensor-sensor untuk melakukan pemindaian pada suatu objek sehingga dapat memudahkan pengguna untuk melakukan monitoring pada objek tersebut. Pada penelitian ini akan di angkat sebuah pengembangan dari jaringan sensor nirkabel yang dimanfaatkan untuk melakukan monitoring suhu dan kelembaban pada sebuah mesin pengering gabah dan dilakukan analisa pada daya tahan baterai dan akurasi pengukuran sensor suhu dan kelembaban pada sistem. Sistem kerja dari sistem ini adalah dengan menggunakan jaringan zigbee dan menempatkan 8 buah end node yang telah dilengkapi dengan sensor pada mesin pengering gabah untuk kemudian mendeteksi suhu dan kelembaban dan mengirimkan data-data tersebut pada node koordinator untuk kemudian data tersebut dibaca oleh pengguna, sehingga suhu dan kelembaban dari mesin pengering gabah dapat terus terkontrol dan dapat dihasilkan gabah dengan kualitas yang baik yaitu gabah dengan kelembaban 14%. Untuk memastikan kinerja dan kelayakan sistem, akan dilakukan pengujian daya tahan baterai powerbank dengan kapasitas 2400mAh sebagai catu daya sistem agar dapat di ketahui lama waktu kerja dari sistem, kemudian pengujian akurasi sensor dengan membandingkan sensor SHT11 dan DHT11 yang digunakan terhadap sensor hygrotermometer yang diproduksi oleh pabrik agar dapat diketahui akurasi dari sensor yang digunakan, selain itu juga dilakukan pengujian pengiriman data selama mesin pengering gabah beroperasi sehingga dapat diketahui kelayakan kinerja dari sistem selama beroperasi.

Kata kunci: *daya tahan baterai, SHT11, DHT11, Hygrotermometer*

PENDAHULUAN

Dalam proses pengeringan gabah, gabah dengan kualitas yang baik memiliki kelembaban dibawah 14% [1]. Sedangkan untuk mencapai kelembaban gabah 14%, dibutuhkan suhu tempat sekitar rata-rata 40-50°C [2]. Pada era modern saat ini, mengeringkan gabah dapat digunakan alat mesin pengering gabah karena pengeringan gabah dengan cara tradisional memiliki banyak kelemahan seperti contohnya perubahan iklim, namun mesin pengering gabah yang telah ada saat ini memiliki harga yang mahal, sehingga petani terbebani oleh harga dari mesin pengering gabah tersebut. Hal itu menjadi dasar penelitian mengenai mesin pengering gabah dengan teknologi pemanasan gabah dengan dibantu sensor suhu dan kelembaban.[3]. Dari penelitian mengenai mesin pengering gabah tersebut menjadi dasar untuk melakukan penelitian jaringan sensor nirkabel untuk mesin pengering gabah, supaya suhu dan kelembaban dari mesin pengering gabah dapat di pantau terus-menerus.

Dengan teknologi jaringan sensor nirkabel tersebut dapat membantu penginderaan suatu objek dengan lebih fleksibel, karena dengan teknologi ini dapat dilakukan pengindraan suatu objek dengan banyak sensor yang diletakkan ditempat – tempat yang berbeda yang biasa disebut dengan node. Dimana node sensor tersebut akan mengirim data secara nirkabel ke penerima dan data tersebut dapat dibaca oleh pengguna [4].

Tujuan dari dilakukannya analisa daya tahan baterai adalah untuk mengetahui lama waktu kerja dari sistem yang dibangun agar dapat dipastikan sistem dapat bekerja selama mesin pengering gabah beroperasi, dan analisa akurasi pengukuran sensor agar dapat diketahui tingkat akurasi sensor pada sistem terhadap sensor yang diproduksi oleh pabrikan, sehingga dapat dipastikan kelayakan pengukuran sensor pada sistem monitoring suhu dan kelembaban untuk mesin pengering gabah.

Manfaat dari penelitian yang dilakukan dapat dapat dihasilkan alat monitoring suhu dan kelembaban yang lebih akurat untuk mesin pengering gabah, sehingga dapat dihasilkan gabah dengan kualitas yang baik.

JARINGAN SENSOR NIRKABEL

Konsep dasar yang digunakan pada jaringan sensor nirkabel adalah pemindaian dengan sensor, kemudian diolah dengan mikroprosesor, dan dikirimkan melalui radio dan jaringan sensor nirkabel memiliki karakteristik konsumsi daya yang relatif kecil [5]. Jaringan sensor nirkabel merupakan sebuah infrastruktur yang tersusun dari pengukuran, perhitungan, dan pemrosesan yang dapat memberikan suatu informasi kepada pengguna tentang pengukuran suatu instrumentasi, observasi, dan reaksi terhadap lingkungan sekitar [6]. Jaringan sensor nirkabel dalam penelitian ini menggunakan perangkat Xbee yang mengusung teknologi zigbee yang bekerja dalam frekuensi 868 MHz, 915 MHz, dan 2,4 GHz. Dan memiliki transfer data maksimal 250 Kbps. Teknologi zigbee dikategorikan dalam perangkat dengan penggunaan daya rendah dan teknologi ini menggunakan basis standar IEEE 802.15.4 [7]. Hubungan antara zigbee dan IEEE adalah zigbee merupakan jaringan area rumah yang didesain secara khusus untuk menggantikan perkembangan kendali remote individu dan standar teknologi yang mengalami kebutuhan paling banyak terhadap monitoring remote dan pengendalian dan penginderaan aplikasi jaringan, sedangkan IEEE 802.15.4 adalah standar baru yang mendefinisikan untuk LR- WPAN yang menyediakan biaya murah dan solusi yang sangat lengkap. Target aplikasi adalah Wireless Sensor Network (WSN), mainan interaktif, otomasi rumah dan pengendalian *remote* [8]. Sebuah sensor

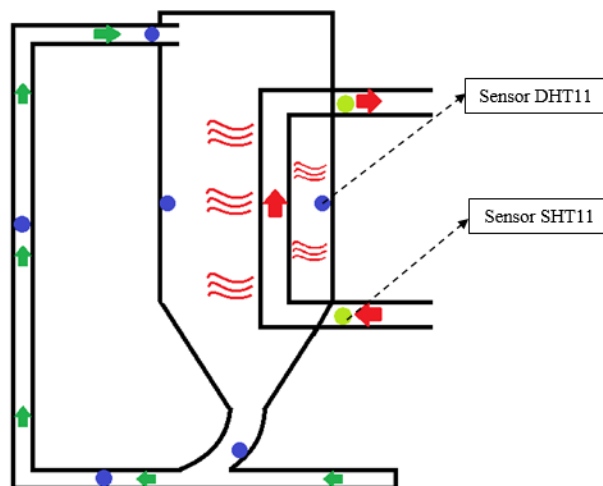
node terdiri dari komponen pengendali (kontroler), sensor/aktuator, memori, perangkat komunikasi dan catu daya (power supply). Karena komponen-komponennya tersebut maka sensor node pada WSN ini disebut juga dengan smart/intelligent sensor [9]

Jaringan sensor nirkabel sudah banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang, salah satu contoh pengaplikasian jaringan sensor nirkabel adalah pada penelitian tugas akhir yang berisi tentang rancang bangun sistem pengukuran suhu dan kelembaban berbasis jaringan sensor nirkabel yang bertujuan untuk membuat alat pengukur suhu dan kelembaban berbasis jaringan sensor nirkabel, yang dimaksudkan untuk memberikan informasi suhu dan kelembaban pada sebuah ruangan. Sehingga output yang diinginkan yang berupa monitoring suhu dan kelembaban ruang secara realtime dengan cepat dan akurat dapat tercapai. Dari hasil pengujian, alat pengukur suhu dan kelembaban berbasis jaringan sensor nirkabel dapat bekerja dengan baik dengan rentang suhu 29-55°C, sensor suhu dan kelembaban DHT11 juga memberikan respon dan akurasi yang tidak kalah dengan sensor Hygro Thermometer yang digunakan sebagai pembandingan, hal tersebut dapat dilihat dari nilai rata-rata error yang sangat kecil sekali yaitu kurang dari 0.5 % baik dari pembacaan suhu maupun kelembaban. [10]

Dalam membangun jaringan sensor nirkabel ini diperlukan sensor untuk melakukan pemindaian suhu dan kelembaban. Sensor yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor DHT11 yang memiliki rentang pengukuran suhu 0°C - 50°C, kelembaban 20% - 90%. Sensor ini merupakan sensor dengan kalibrasi sinyal digital yang mampu memberikan informasi suhu dan kelembaban. Sensor ini tergolong komponen yang memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik. Sensor ini termasuk elemen resistif dan perangkat pengukur suhu NTC. Memiliki kualitas yang sangat baik, respon cepat, dan dengan harga yang terjangkau [11]. Sensor lain yang digunakan adalah sensor SHT11 yang memiliki rentang pengukuran suhu -40°C – 123.8°C, kelembaban 0% - 100%. Data yang diterima mikrokontroler dari SHT11 berupa data serial, karena SHT11 memiliki ADC (Analog to Digital Converter) sehingga data yang dikirim sudah berupa data digital [12].

PERANCANGAN SISTEM

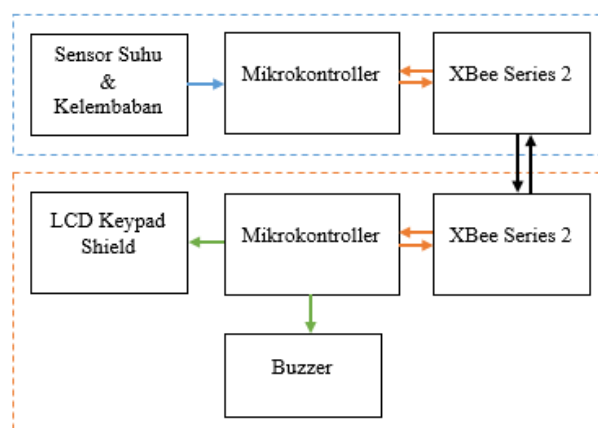
Pada perancangan pembuatan sistem ini berisi tentang perancangan dari sistem yang akan dibangun, arsitektur dari sistem, realisasi dari sistem. Perancangan sistem dari penelitian ini digambarkan oleh gambar 1 pada perancangan ini menggunakan topologi star, setiap *end node* terhubung langsung dengan node koordinator. *End node* diletakkan pada mesin pengering gabah sejumlah 8 buah dengan konfigurasi 6 buah *end node* menggunakan sensor DHT11, mikrokontroler DFRobot leonardo dan XBee S2, sedangkan 2 buah *end node* yang lain menggunakan sensor SHT11, mikrokontroler arduino fio dan XBee S2. Penggunaan sensor yang berbeda untuk menyesuaikan spesifikasi untuk melakukan pekerjaan pembacaan data. Sensor DHT11 diletakkan pada ruang mesin pengering gabah yang memiliki suhu kerja sekitar 32-60°C, diketahui sensor DHT11 dapat bekerja pada suhu 0-80°C. Sedangkan sensor SHT11 diletakkan pada blower mesin pengering gabah, sensor SHT11 dapat bekerja pada suhu -40-120°C, peletakan sensor dijelaskan oleh gambar 1. Setiap *end node* yang telah dipasang pada mesin pengering gabah akan mengirimkan informasi pada node koordinator, dan operator mesin pengering gabah dapat melihat informasi tersebut pada LCD Shield.



Gambar 1. Perancangan Sistem

Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem yang akan dibangun dijelaskan oleh diagram blok pada gambar 2



Keterangan

- Input
- Output
- ↔ Komunikasi Serial
- ↔ Komunikasi Wireless

Gambar 2. Arsitektur Sistem

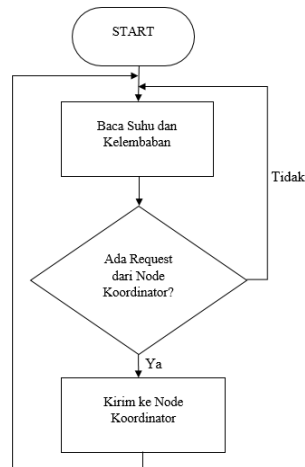
Diagram alir Sistem

Sistem yang dibangun dalam penelitian ini adalah untuk menampilkan informasi suhu dan kelembaban dari mesin pengering gabah sehingga dapat diketahui informasi secara *real time*. Diagram alir sistem dibagi mejadi dua bagian antara lain:

a. Diagram alir *End node*

Diagram alir *end node* dijelaskan pada gambar 3. Secara umum kerja dari *end node* yaitu membaca data suhu dan kelembaban dengan jeda pembacaan yang telah diatur

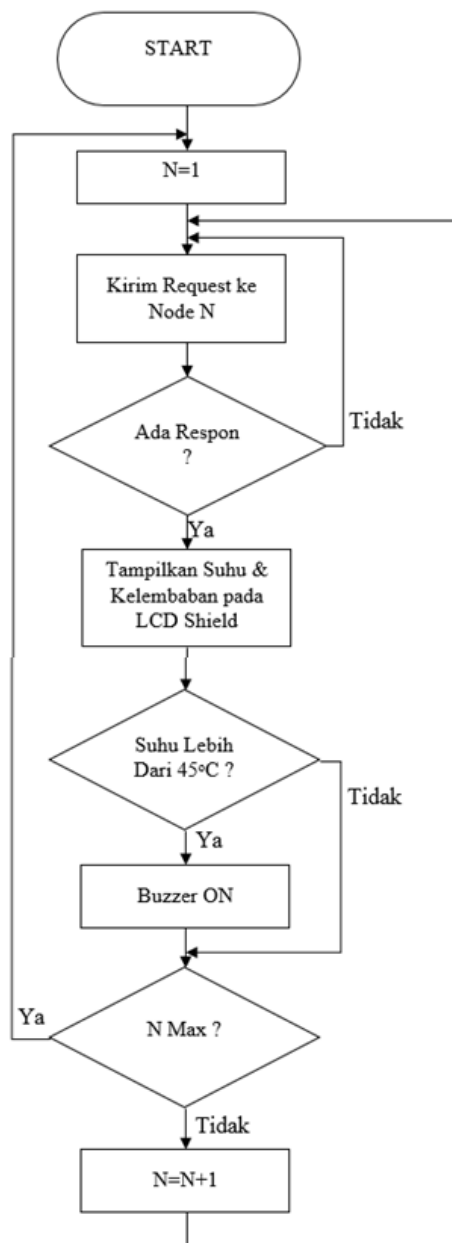
secara terus menerus, kemudian saat ada *request* dari node koordinator, data suhu dan kelembaban terakhir yang dibaca dikirimkan ke node koordinator.



Gambar 3. Diagram alir *End node*

b. Diagram alir Node koordinator

Diagram alir node koordinator dijelaskan pada gambar 4, secara umum node koordinator bekerja dengan meminta informasi suhu dan kelembaban ke node-node yang telah terpasang pada mesin pengering gabah, kemudian informasi tersebut ditampilkan pada LCD Shield, apabila informasi yang diterima terdapat suhu yang lebih dari 45°C secara otomatis buzzer akan aktif untuk memberi peringatan pada operator mesin pengering gabah.



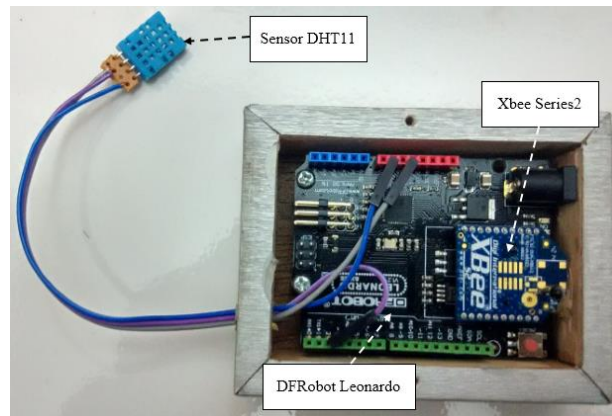
Gambar 4. Diagram alir Node koordinator

Realisasi Sistem

Realisasi sistem pada penelitian ini, akan buat perangkat keras dari sistem monitoring suhu dan kelembaban untuk mesin pengering gabah berbasis jaringan sensor nirkabel. Perangkat keras yang dibangun pada sistem ini antara lain:

a. *End node* 1, 2, 3, 4, 5, dan 6

Realisasi sistem pada *end node* 1,2,3,4,5, dan 6 merupakan hasil dari integrasi dari komponen mikrokontroler DFRobot Leonardo, sensor DHT11, dan Xbee Series2 yang dapat dilihat pada gambar 5, dibungkus dengan sebuah *box* berbahan kayu berukuran 9,2x7,2x3Cm. Rangkaian *end node* ini akan di pasang pada ruang pada mesin pengering gabah yang dilalui oleh aliran gabah.

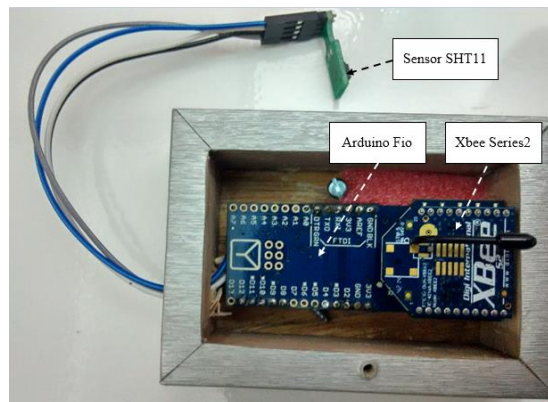


Gambar 5. *End node 1-6*

Sensor suhu dan kelembaban DHT11 dipasang pada ruang mesin pengering gabah karena sensor ini memberikan respon dan akurasi yang tidak kalah dengan sensor hasil pabrikan Hygrothermometer. Nilai eror yang dihasilkan sangat kecil yaitu kurang dari 0,5% baik dari pembacaan suhu maupun kelembaban [10].

b. *End node 7 dan 8*

Realisasi sistem pada *end node 7* dan *8* merupakan hasil dari integrasi dari komponen mikrokontroler Arduino Fio, sensor SHT11, dan Xbee Series2 seperti pada gambar 6, dibungkus dengan sebuah box berbahan kayu berukuran 8,5x5x3,5Cm. Rangkaian *end node* ini akan dipasang pada bagian pemanas mesin pengering gabah yang memiliki suhu lebih dari 60°C.

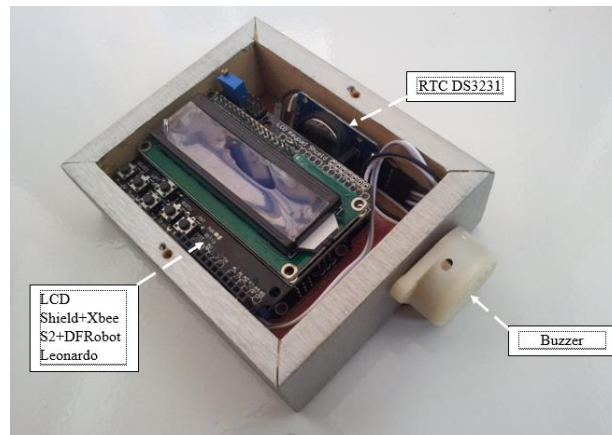


Gambar 6. *End node 7 dan 8*

c. *Node koordinator*

Realisasi sistem pada node koordinator merupakan hasil integrasi komponen yang hampir serupa dengan node 1,2,3,4,5, dan 6 namun terdapat perbedaan dari keduanya, karena pada node koordinator bukan salah satu dari node sensor sehingga node koordinator tidak memerlukan sensor dalam rangkaianannya, melainkan terdapat tambahan hardware berupa LCD Shield untuk menampilkan informasi data yang diterima dari *end node*, buzzer untuk memberikan peringatan pada operator mesin pengering gabah saat suhu sudah menyetuh batas suhu maksimal ruang mesin pengeirng gabah, RCT DS3231 sebagai modul pencacah waktu, dan dibungkus dengan

sebuah box berbahan kayu berukuran 11,2x9,2x3,8Cm seperti yang terlihat pada gambar 7.



Gambar 7. Node koordinator

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Daya Tahan Baterai

Pengujian daya tahan baterai pada komunikasi zigbee ini dilakukan dengan menggunakan *power bank* 2400mAh dengan keluaran 5,3 volt kemudian masing-masing disalurkan pada *end node* sehingga dapat diketahui berapa lama *end node* dapat bertahan dengan menggunakan catu daya dari *power bank* tersebut. Tujuan dari dilakukan pengujian daya tahan baterai ini tidak lain untuk mengetahui lama waktu kerja *end node* dengan menggunakan catu daya dari *power bank* sebesar 2400 mAh sehingga diketahui kelayakannya saat diterapkan pada mesin pengering gabah yang bekerja antara 6-8 jam [3]. Pengujian ini dilakukan dengan 4 model skenario antara lain:

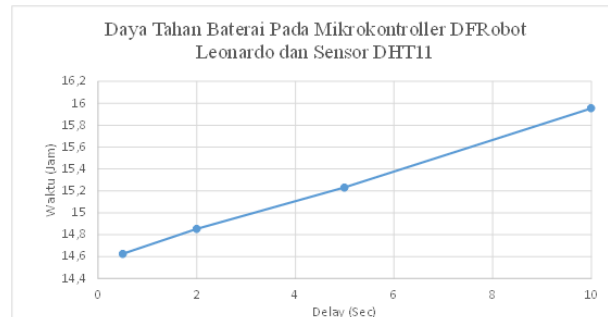
A. 6 buah mikrokontroller DFRobot Leonardo, sensor DHT11, dan Xbee Series 2

Tabel 1 menjelaskan hasil data yang diperoleh dengan melakukan pengujian penggunaan daya *end node* melalui rangkaian mikrokontroller DFRobot Leonardo, sensor DHT11, dan Xbee Series 2, dengan menggunakan rangkaian tersebut dapat diperoleh hasil penggunaan daya paling lama yaitu 15,95 jam dengan *delay* 10 detik, namun dalam pengujian ini dengan menggunakan periode pengiriman 5 detik node koordinator tidak dapat menampilkan data yang diterima dari *end node*. Sehingga dengan periode 10 detik yang memiliki daya tahan penggunaan baterai paling lama, sistem tidak dapat bekerja dengan optimal karena pengiriman data dengan periode terlalu lama mengakibatkan node koordinator tidak dapat menerima data dari *end node*. Dari rangkaian ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan daya terbaik didapatkan pada periode *delay* 2 detik karena memiliki waktu kerja yang lebih lama dibandingkan dengan *delay* 0,5 detik.

Tabel 1. Pengujian daya tahan baterai dengan 6 buah mikrokontroller DFRobot Leonardo, sensor DHT11, dan Xbee Series 2

DELAY (Sec)	WAKTU (Jam)						AVERAGE
	NODE 1	NODE 2	NODE 3	NODE 4	NODE 5	NODE 6	
0,5	14,6	14,63333	14,61667	14,61667	14,65	14,63333	14,625
2	14,81667	14,85	14,85	14,83333	14,86667	14,9	14,8527778
5	15,16667	15,31667	15,21667	15,28333	15,2	15,21667	15,2333333
10	15,93333	15,98333	15,88333	16,01667	15,96667	15,95	15,9555556

Gambar 8 menjelaskan tentang hasil daya tahan baterai dengan mikrokontroller DFRobot Leonardo dan Sensor DHT11 yang memiliki daya tahan baterai semakin lama seiring periode *delay* pembacaan data yang lebih besar.



Gambar 8. Daya tahan baterai pada mikrokontroller DFRobot Leonardo dan Sensor DHT11

B. 2 buah mikrokontroller DFRobot Leonardo, sensor SHT11, dan Xbee Series 2

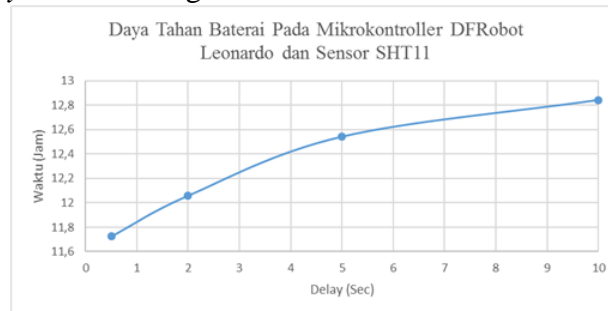
Skenario pengujian ini menggunakan mikrokontroller DFRobot Leonardo sensor SHT11, dan Xbee Series 2. Dijelaskan pada Tabel 2, dengan menggunakan sensor yang berbeda dari skenario A hasil yang diperoleh berbeda pula. Hasil ditunjukkan dari setiap periode pengiriman data pada node koordinator yang menghasilkan waktu kerja lebih singkat. Setiap *end node* menghabiskan daya sedikit lebih besar dibandingkan dengan *end node* pada skenario A, pada tabel 2 dengan *delay* 10 detik tercatat rata-rata daya tahan baterai hanya 12,84 jam, berbeda dengan skenario A yang mencatat waktu 15,95 detik. Dengan menggunakan sensor SHT11 sistem dapat bekerja dengan optimal pada *delay* 0,5 detik. Sehingga untuk menggunakan sensor SHT11 diperlukan *delay* pengiriman data sebesar 0,5 detik, karena dengan *delay* lebih besar mengakibatkan data yang dikirim ke node koordinator tidak dapat ditampilkan pada LCD Shield, hal tersebut mengakibatkan pengguna tidak dapat membaca data suhu dan kelembaban yang dikirim dari *end node*.

Tabel 2. Pengujian daya tahan baterai dengan 2 buah mikrokontroller DFRobot Leonardo, sensor SHT11, dan Xbee Series 2

DELAY (sec)	WAKTU (Jam)		
	NODE 1	NODE 2	AVERAGE
0,5	11,7	11,75	11,725
2	12,08333	12,03333	12,0583333
5	12,58333	12,5	12,5416667
10	12,8	12,88333	12,8416667

Pada skenario ini hasil rata-rata daya tahan baterai dengan menggunakan mikrokontroller DFRobot Leonardo dan sensor SHT11 sama dengan skenario A, hal ini ditunjukkan oleh gambar 9 bahwa *delay* berpengaruh pada daya tahan baterai, artinya semakin besar *delay* yang digunakan untuk membaca data semakin besar pula daya

tahan baterai yang dimiliki, walaupun pada praktiknya hasil perbedaan waktu yang diperoleh antar *delay* berbeda dengan skenario A.



Gambar 9. Daya tahan baterai pada mikrokontroller DFRobot Leonardo dan Sensor SHT11

C. 2 buah mikrokontroller Arduino Fio, sensor DHT11, dan Xbee Series 2

Skenario selanjutnya menggunakan mikrokontroller yang berbeda dengan skenario A dan skenario B, pada pengujian ini menggunakan mikrokontroller arduino fio yang memiliki dimensi yang lebih kecil dan prosesor yang lebih kecil dibandingkan DFRobot Leonardo. Dengan prosesor yang lebih kecil akan didapatkan daya tahan baterai yang lebih lama dibandingkan mikrokontroller dengan prosesor yang lebih besar. Hal tersebut dibuktikan pada tabel 3 yang menunjukkan dengan menggunakan mikrokontroller arduino fio menghasilkan daya tahan baterai yang jauh lebih lama apabila dibandingkan dengan menggunakan mikrokontroller DFRobot Leonardo meskipun menggunakan sensor yang sama seperti pada skenario A. Waktu terlama yang didapatkan pada skenario ini adalah pada pengujian dengan *delay* 10 detik yaitu 26,99 detik rata-rata, yang berbeda jauh dengan pengujian pada skenario A yang mencatat waktu terlama dengan hasil 15,95 detik. Pada pengujian ini dengan menggunakan sensor yang sama seperti pengujian pada skenario A penggunaan *delay* diatas 2 detik mengakibatkan data yang dikirim dari *end node* ke node koordinator terganggu, karena data yang dikirim tidak dapat ditampilkan pada LCD Shield, sehingga penggunaan *delay* terbaik diraih pada *delay* 2 detik dengan catatan waktu ketahanan baterai 25,2 detik seperti ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Pengujian daya tahan baterai dengan 2 buah mikrokontroller Arduino Fio, sensor DHT11, dan Xbee Series 2

DELAY (Sec)	WAKTU (Jam)		
	NODE 7	NODE 8	AVERAGE
0,5	24,9	24,95	24,925
2	25,2	25,25	25,225
5	26,01667	26	26,0083333
10	27,01667	26,96667	26,9916667

Hasil daya tahan baterai yang diraih dengan mikrokontroller Arduino Fio dan sensor DHT11 menunjukkan hasil yang sama seperti pengujian skenario A dan skenario B, *delay* berpengaruh pada daya tahan baterai, semakin besar *delay* maka semakin lama ketahanan baterai seperti ditunjukkan pada gambar 10.



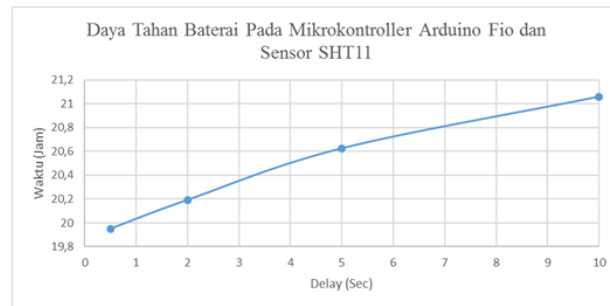
Gambar 10. Daya tahan baterai pada mikrokontroller Arduino Fio dan Sensor DHT11
D. 2 buah mikrokontroller Arduino Fio, sensor SHT11, dan Xbee Series 2

Pengujian pada skenario ini menggunakan mikrokontroller Arduino Fio, sensor SHT11, dan Xbee Series 2. Pada pengujian ini didapatkan hasil daya tahan baterai paling lama dengan *delay* 10 detik yaitu 21,05 jam seperti dijelaskan oleh tabel 4. Hal ini menunjukkan dengan sensor SHT11 didapatkan hasil daya tahan baterai yang lebih singkat dibandingkan dengan menggunakan sensor DHT11 seperti pada skenario C yang meraih 26,99 jam, perbedaan ini begitu signifikan. Hal sama juga terjadi seperti pengujian skenario A dengan sensor DHT11 dan skenario B dengan SHT11. Pengujian dengan sensor DHT11 menghasilkan ketahanan baterai lebih lama dibandingkan dengan pengujian menggunakan sensor SHT11. Pada pengujian ini sama seperti pada skenario pengujian B yang menggunakan sensor SHT11 juga, dimana *delay* maksimal untuk data dari *end node* dapat diterima oleh node koordinator adalah 0,5 detik, lebih dari itu data tidak dapat diterima oleh node koordinator, sehingga data tidak dapat ditampilkan pada LCD Shield dan dibaca oleh pengguna. Hal ini menyimpulkan bahwa waktu kerja terbaik dicatat pada 19,95 jam.

Tabel 4. Pengujian daya tahan baterai dengan 2 buah mikrokontroller Arduino Fio, sensor SHT11, dan Xbee Series 2

DELAY (Sec)	WAKTU (Jam)		
	NODE 7	NODE 8	AVERAGE
0,5	19,73333	20,16667	19,95
2	20,16667	20,21667	20,1916667
5	20,58333	20,66667	20,625
10	21,05	21,06667	21,0583333

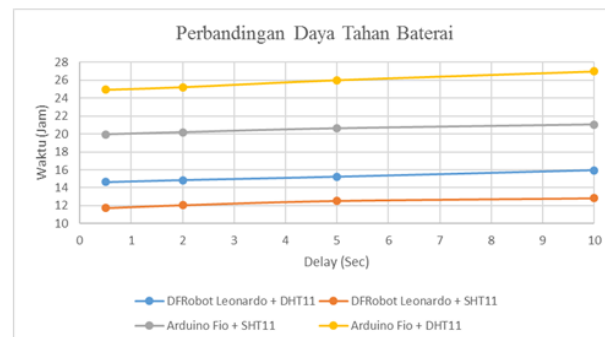
Sama seperti pengujian skenario A, skenario B, dan skenario C ditunjukkan pada gambar 11 dimana *delay* berpengaruh pada daya tahan baterai, semakin besar *delay* maka semakin besar daya tahan baterai.



Gambar 11. Daya tahan baterai pada mikrokontroler Arduino Fio dan Sensor SHT11

Kesimpulan dari pengujian daya tahan baterai ditunjukkan oleh gambar 12 dimana ketahanan baterai terlama diraih pada skenario C dengan rangkaian mikrokontroler arduino fio, sensor DHT11, dan Xbee Series 2. Selanjutnya adalah skenario D dengan rangkaian mikrokontroler arduino fio, sensor SHT11, dan Xbee Series 2. Kemudian rangkaian mikrokontroler DFRobot Leonardo, sensor DHT11, dan Xbee Series 2. Dan terakhir adalah rangkaian mikrokontroler DFRobot Leonardo, sensor SHT11, dan Xbee Series 2.

Secara keseluruhan penggunaan mikrokontroler dengan prosesor yang lebih kecil membuat ketahanan baterai lebih awet, dan penggunaan sensor SHT11 lebih boros daya dibandingkan dengan sensor DHT11 karena sensor SHT11 menggunakan protokol serial sinkron yang membutuhkan daya lebih untuk membangkitkan *clock generator* dari mikrokontroler, sedangkan sensor DHT11 menggunakan protokol serial asinkron.



Gambar 12. Perbandingan daya tahan baterai dari 4 skenario

Dari pengujian daya tahan baterai yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan bahwa dengan powerbank 2400 mAh sistem dapat memenuhi kebutuhan waktu kerja mesin pengering gabah.

Pengujian Akurasi Sensor

Pengujian akurasi sensor dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari sensor DHT11 dan sensor SHT11 yang digunakan pada sistem. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor DHT11 dan sensor SHT11 terhadap Hygrothermometer.

Pengujian ini dilakukan dengan menempatkan sensor DHT11, sensor SHT11, dan Hygrothermometer di sebuah oven yang kemudian dipanaskan secara bersamaan.

Kemudian ketiga sensor ini akan melakukan pemindaian suhu dan kelembaban ruang oven yang memiliki rentang suhu 33°C – 66,8°C, dengan demikian dapat diketahui akurasi dari pengukuran sensor DHT11 dan sensor SHT11 terhadap Hygrothermometer. Sehingga dapat diketahui kelayakan pengukuran dari kedua sensor yang digunakan dalam sistem untuk melakukan pengukuran suhu dan kelembaban mesin pengering gabah.

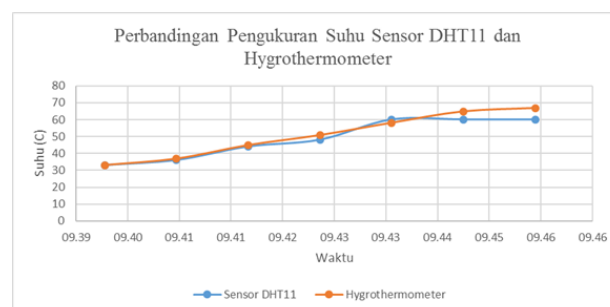
Hasil Pengukuran Sensor DHT11 dan Hygrothermometer

Setelah dilakukan pengujian pengukuran antara sensor DHT11 dan Hygrothermometer dengan cara menempatkan sensor DHT11 dan Hygrothermometer pada sebuah oven kemudian memanaskan oven tersebut, hasilnya dijelaskan pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengukuran sensor DHT11 dan Hygrothermometer

No	Waktu	Sensor DHT11		Hygrothermometer		Error	
		Suhu (C)	Kelembaban (%)	Suhu (C)	Kelembaban (%)	Suhu %	Kelembaban %
1	09.40	33	45	33,1	46	0,30	2,17
2	09.41	36	78	36,9	75	2,44	4,00
3	09.42	44	72	44,9	71	2,00	1,41
4	09.43	48	53	50,8	53	5,51	0,00
5	09.44	60	34	58,1	34	3,27	0,00
6	09.45	60	21	64,8	21	7,41	0,00
7	09.46	60	10	66,8	10	10,18	0,00
Rata - Rata						4,44	1,80

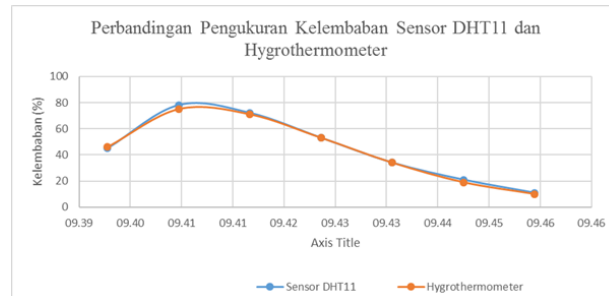
Dari pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa sensor DHT11 mampu bekerja dengan baik dalam rentang suhu 33,1°C – 58,1°C, hal tersebut dibuktikan dari hasil error tertinggi dari pengukuran suhu dari sensor DHT11 yang menunjukkan nilai 5,51% pada suhu 50,8°C. Namun saat suhu Oven meningkat diatas 60°C, sensor DHT11 mulai menunjukan error pengukuran yang berarti. Hal ini terlihat jelas saat suhu mencapai 64,8°C sensor DHT11 mendapatkan error pengukuran hingga 4,8°C, dan saat suhu meningkat hingga 66,8 pengukuran sensor DHT11 mendapatkan nilai error hingga 6,8°C. Hal ini merupakan suatu hal yang wajar karena berdasarkan datasheet, batas kerja dari sensor DHT11 berada pada rentang suhu 0°C - 50°C saja. Pada pengukuran kelembaban sensor DHT11 mendapatkan nilai yang baik, hal ini ditunjukan dari error rata – rata pengukuran sensor DHT11 yang mendapatkan nilai persentase 1,80% dengan nilai error pengukuran kelembaban tertinggi 4% pada kelembaban 75%.



Gambar 13. Perbandingan pengukuran suhu sensor DHT11 dan Hygrothermometer

Dari hasil pengukuran suhu sensor DHT11 yang ditunjukkan secara grafik pada gambar 13 menunjukkan bahwa sensor DHT11 dapat mengimbangi pengukuran Hygrothermometer hingga suhu 60°C. namun diatas suhu 60°C persentase eror pengukuran suhu dapat terlihat begitu jelas.

Dengan demikian sensor DHT11 layak digunakan sebagai sensor dalam sistem monitoring suhu mesin pengering gabah, karena sensor DHT11 digunakan untuk melakukan pengukuran suhu ruang mesin pengering gabah yang memiliki suhu kerja maksimal 50°C.



Gambar 14. Perbandingan pengukuran kelembaban sensor DHT11 dan Hygrothermometer

Pada pengukuran kelembaban sensor DHT11 dapat dilihat dalam bentuk grafik pada gambar 14, bahwa sensor DHT11 dapat mengimbangi pengukuran Hygrothermometer meskipun terdapat eror pengukuran kelembaban hingga 1,80%. Hal ini membuktikan bahwa sensor DHT11 layak digunakan sebagai sensor kelembaban mesin pengering gabah.

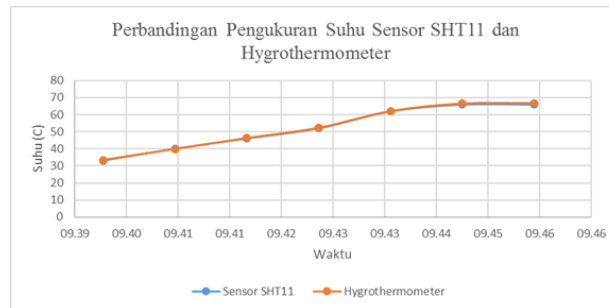
Hasil Pengukuran Sensor SHT11 dan Hygrothermometer

Setelah dilakukan pengujian pengukuran antara sensor SHT11 dan Hygrothermometer dengan cara menempatkan sensor SHT11 dan Hygrothermometer pada sebuah oven kemudian memanaskan oven tersebut, hasilnya dijelaskan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Sensor SHT11 dan Hygrothermometer

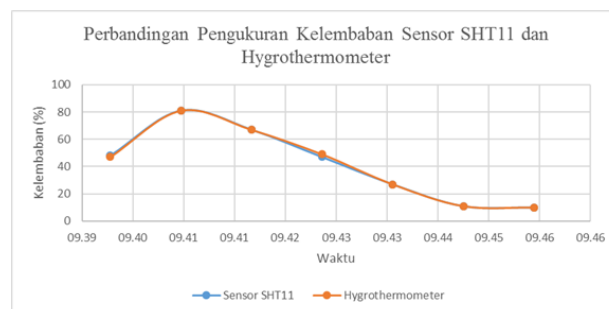
No	Waktu	Sensor SHT11		Hygrothermometer		Error	
		Suhu (C)	Kelembaban (%)	Suhu (C)	Kelembaban (%)	Suhu %	Kelembaban %
1	09.40	33	48	33,4	47	1,20	2,13
2	09.41	40	81	39,9	81	0,25	0,00
3	09.42	46	67	46,3	67	0,65	0,00
4	09.43	52	47	52,3	49	0,57	4,08
5	09.44	62	27	62,1	27	0,16	0,00
6	09.45	66	11	66,6	11	0,90	0,00
7	09.46	66	10	66,8	10	1,20	0,00
Rata - Rata						0,70	0,89

Hasil pengukuran dari sensor SHT11 menunjukkan nilai yang lebih baik dibandingkan dengan pengukuran sensor DHT11. Dijelaskan pada tabel 6 bahwa persentase eror pengukuran suhu dari sensor SHT11 adalah 0,70% dan persentase dari eror pengukuran kelembaban adalah 0,89%. Dengan rentang suhu 33,4°C – 66,8°C sensor SHT11 dapat bekerja dengan baik, eror suhu dalam pengujian ini menunjukkan tidak lebih dari 1°C, dan untuk eror pengukuran kelembaban juga tidak lebih dari 2%. Hal tersebut didukung oleh data dari datasheet sensor SHT11 yang memiliki rentang pengukuran suhu -40°C – 123,8°C, dan rentang pengukuran kelembaban 0 – 100%.



Gambar 15. Perbandingan pengukuran suhu sensor SHT11 dan Hygrothermometer

Hasil pengukuran suhu dari SHT11 secara grafik ditunjukkan oleh gambar 15, pada pengujian pengukuran suhu SHT11 hasil yang didapatkan sangat baik, karena pengukuran dari sensor SHT11 dapat mengimbangi pengukuran Hygrothermometer dengan rentang pengukuran suhu 33,4°C – 66,8°C. Hal ini menunjukkan bahwa sensor SHT11 layak digunakan sebagai sensor suhu dalam sistem monitoring mesin pengering gabah.



Gambar 16. Perbandingan pengukuran kelembaban sensor SHT11 dan Hygrothermometer

Hasil yang sama diperoleh oleh sensor SHT11 pada pengukuran kelembaban. Pengukuran kelembaban sensor SHT11 secara grafik ditunjukkan pada gambar 16. Sensor SHT11 dapat mengimbangi pengukuran Hygrothermometer dengan rentang pengukuran kelembaban 10 – 81%. Hal ini membuktikan bahwa sensor SHT11 layak digunakan sebagai sensor kelembaban dalam sistem monitoring mesin pengering gabah.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan pembuatan sistem yang telah dilakukan serta analisis dari hasil pengujian, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Delay berpengaruh terhadap daya tahan baterai, semakin besar *delay* maka semakin lama daya tahan baterai
2. Penggunaan mikrokontroler dengan prosesor yang lebih kecil membuat daya tahan baterai lebih baik, hal tersebut dibuktikan dengan penggunaan Arduino Fio sebagai mikrokontroler sistem mendapat hasil daya tahan baterai lebih baik dibandingkan dengan menggunakan mikrokontroler DFRobot Leonardo. Namun demikian keduanya masih dapat memenuhi kebutuhan dari sistem

karena memiliki catatan daya tahan baterai diatas sistem kerja dari mesin pengering gabah yang bekerja 6 – 8 jam.

3. Sensor DHT11 dan sensor SHT11 layak digunakan sebagai sensor suhu dan kelembaban dalam sistem monitoring mesin pengering gabah, karena kedua sensor ini dapat mengimbangi pengukuran dari Hygrothermometer

DAFTAR PUSTAKA

- Z. Mardiah and S. D. Indrasari, “Karakterisasi Mutu Gabah, Mutu Fisik, dan Mutu Giling Beras Galur Harapan Padi Sawah,” pp. 149–156, 1991.
- Sutrisno, B. Raharjo, D. Soetijono, and K. H. Steinmann, “Prospek Pengembangan Box Dryer Bbs Di Lahan Pasang Surut Sumatra Selatan.” 2007.
- S. S. Hidayat, T. Prasetyo, A. Suharjono, and M. Anif, “Application of Supervised Learning in Grain Dryer Technology Recirculation Type Cooperated with Wireless Sensor Network,” pp. 24–27, 2014.
- M. H. Arrosyid and E. Sunarno, “Implementasi Wireless Sensor Network Untuk Monitoring Parameter Energi Listrik Sebagai Peningkatan Layanan Bagi Penyedia Energi Listrik,” *Politek. Elektron. negeri surabaya Inst. Teknol. sepuluh Nop.*, 2009.
- J. L. Hill, “System Architecture for Wireless Sensor Networks,” *Spring*, p. 186, 2003.
- K. Sohraby, D. Minoli, and T. Znati, *Wireless Sensor Networks: Technology, Protocols, and Applications*. 2006.
- F. Shanin, *ZigBee and IEEE 802.15.4 Protocol Layers*. 2008.
- R. Kurnia and Asriyadi, “Unjuk kerja protokol zigbee pada jaringan wsn,” pp. 1–10, 2014.
- B. Sugiarto, “Perancangan Sistem Pengendalian Suhu pada Gedung Bertingkat dengan Teknologi Wireless Sensor Network,” *J. Ilm. Tek. mesin*, vol. 4, no. 1, pp. 62–68, 2010.
- Y. fredian dwi Saputro, S. S. Hidayat, and A. Suharjono, “Rancang Bangun Sistem Pengukuran Suhu Dan Kelembaban Berbasis Jaringan Sensor Nirkabel (JSN),” *Tugas Akhir, Politek. Negeri Semarang*, 2015.
- H. Susanto, R. Pramana, S. T. Mt, M. Mujahidin, and S. T. Mt, “Perancangan Sistem Telemetry Wireless Untuk Mengukur Suhu Dan Kelembaban Berbasis Arduino Uno R3 Atmega328p Dan Xbee Pro,” *Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Marit. Raja Ali Haji*, 2013.
- F. Z. Rachman, “Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel Menggunakan Zigbee Pada Monitoring Tabung Inkubator Bayi,” no. 2, 2016.