

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Pembelajaran merupakan kegiatan penyampaian informasi yang diciptakan untuk memfasilitasi pencapaian tujuan yang spesifik (Wulandari dkk, 2015 : 375). Salah satu fasilitas yang dapat mempermudah untuk mencapai tujuan pembelajaran adalah dengan media pembelajaran. Media pembelajaran merupakan komponen sumber belajar yang mengandung materi instruksional di lingkungan siswa yang memotivasi siswa untuk belajar (Wati, 2016 : 3). Lebih lanjut lagi menurut Munadi (2013 : 7) menyebutkan bahwa “media pembelajaran adalah segala sesuatu yang dapat menyampaikan dan menyalurkan pesan dari sumber secara terencana sehingga tercipta lingkungan belajar yang kondusif dimana penerimanya dapat melakukan proses belajar secara efisien dan efektif”. Dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran dapat menjadi sarana untuk menyampaikan materi dari pengajar kepada peserta didik sehingga proses pembelajaran dapat berlangsung efisien dan efektif. Dengan adanya media pembelajaran ini akan menarik perhatian peserta didik karena mereka dapat melihat dan merasakan secara langsung alat yang digunakan sehingga mereka lebih paham dan termotivasi untuk belajar mengenai materi yang disampaikan. Hal ini akan menciptakan suasana pembelajaran yang kondusif baik bagi pengajar maupun peserta didik.

b. Kegunaan Media Pembelajaran

Proses pembelajaran akan lebih efisien dan efektif jika digunakan media pembelajaran dalam proses penyampaian materinya. Peserta didik akan lebih memahami dan lebih jelas menggambarkan kegunaan tentang materi yang disampaikan. Sadiman dkk (2014 : 17-18) mengemukakan kegunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar sebagai berikut:

- 1) Dapat memperjelas penyajian pesan materi agar tidak terlalu verbalistik (kata-kata atau lisan belaka).
- 2) Media pembelajaran dapat mengatasi keterbatasan ruang, waktu dan daya indera, seperti :
 - a) Objek materi yang dipelajari terlalu besar.
 - b) Objek materi yang dipelajari terlalu kecil.
 - c) Gerakan yang terlalu lambat atau terlalu cepat.
 - d) Kejadian atau peristiwa di masa lampau yang tidak dapat diulang kembali.
 - e) Objek materi terlalu kompleks atau terlalu rumit.
 - f) Konsep yang terlalu luas untuk dijelaskan.
- 3) Media pembelajaran yang tepat dan beragam dapat mengatasi sikap pasif peserta didik. Dalam hal ini berguna untuk :
 - a) Meningkatkan gairah atau motivasi belajar peserta didik.
 - b) Dapat membuat interaksi langsung antara peserta didik dengan realita dan lingkungan.
 - c) Memungkinkan terjadinya pembelajaran secara mandiri.

- 4) Menyetarakan kurikulum dan materi pendidikan dengan peserta didik walaupun dari latar belakang yang berbeda-beda, seperti :
 - a) Memberikan perangsang yang sama.
 - b) Memberikan pengalaman yang sama.
 - c) Menimbulkan persepsi yang sama.

Dari berbagai macam kegunaan media pembelajaran yang telah disebutkan diatas, dapat disimpulkan bahwa kegunaan media pembelajaran akan memperjelas dan mempermudah materi yang disampaikan secara efektif dan efisien sehingga dapat memotivasi peserta didik walaupun mereka memiliki karakter yang berbeda-beda.

c. Pemilihan Jenis Media Pembelajaran

Media pembelajaran akan berfungsi dengan baik jika dipilih sesuai dengan kebutuhan peserta didik dan tujuan pembelajaran. Dalam pemilihan ini terdapat beberapa faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan media pembelajaran. Seperti faktor tujuan pembelajaran, karakteristik peserta didik, jenis rangsangan belajar, keadaan lingkungan, kondisi kelas dan luas jangkauannya (Sadiman dkk, 2014 : 84). Lebih lanjut lagi menurut Dick dan Carey (1978) yang dikutip oleh Sadiman dkk (2014 : 86) menyebutkan 4 faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan media pembelajaran yaitu :

- 1) Ketersediaan sumber setempat, artinya media tidak terdapat pada sumber-sumber yang ada (harus dibeli atau dibuat sendiri).
- 2) Pertimbangkan biaya pembuatan, tenaga dan fasilitasnya.

- 3) Perhatikan tingkat keluwesan, kepraktisan, dan ketahanan media pembelajaran agar dapat digunakan dimanapun dan kapanpun.
- 4) Efektifitas biaya dalam jangka waktu yang panjang.

Dengan mempertimbangkan berbagai macam faktor yang telah disebutkan diatas, pemilihan jenis media akan dapat dipilih secara tepat dan sesuai. Jenis media pembelajaran sendiri ada berbagai macam jenisnya. Berdasarkan faktor pemilihan media pembelajaran diatas, penelitian ini menggunakan 2 jenis media pembelajaran yaitu media objek dan media cetak.

1) Media Objek

Media objek dapat memberikan pengalaman langsung kepada peserta didik terhadap kenyataa atau lingkungan sekitar. Obyek yang sesungguhnya atau benda model yang mirip sekali dengan benda yang sesungguhnya akan memberikan rangsangan yang amat penting bagi siswa dalam mempelajari tugas yang menyangkut keterampilan psikomotorik (Anderson, 1987 : 183). Dapat dikatakan bahwa media objek merupakan media yang berbentuk tiga dimensi yang menyerupai model aslinya yang dapat meningkatkan kemampuan belajar peserta didik. Dalam penelitian ini yang dikatakan media objek adalah alat yang digunakan untuk praktikum.

2) Media Cetak

Menurut Anderson (1987 : 163) media cetak berarti bahan bacaan yang diproduksi secara professional, seperti buku, majalah, dan buku petunjuk. Media ini menghasilkan atau menyampaikan materi seperti buku dan visual melalui proses mekanis atau fotografis. Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan media cetak adalah *manual book* dan *jobsheet* praktikum. *Manual book* berisi tentang informasi dan spesifikasi dari alat media objek yang disajikan dalam bentuk cetakan tulisan yang memuat pendahuluan, fungsi, cara penggunaan, K3 dan rangkaian skematik. Sedangkan *jobsheet* praktikum berisi teori dasar materi dan langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan praktikum.

d. Pengembangan Media Pembelajaran

Media pembelajaran dapat tepat sasaran jika dikembangkan dengan baik sesuai prosedur pengembangan. Pembuatan media pembelajaran harus dilakukan dengan perencanaan yang teliti dan dipersiapkan dengan baik. Menurut Sadiman dkk (2014 : 100) urutan sistematis dalam mengembangkan media pembelajaran yaitu :

- 1) Menganalisis kebutuhan dan karakteristik peserta didik.
- 2) Membuat tujuan pembelajaran.
- 3) Membuat materi secara terperinci.
- 4) Mengembangkan alat pengukur keberhasilan.
- 5) Membuat naskah media.
- 6) Melakukan tes dan revisi.

Dengan mengikuti langkah pengembangan sesuai prosedur diatas, maka media pembelajaran yang dibuat dapat berfungsi dengan baik dan sesuai tepat sasaran. Dalam penelitian ini pengembangan meliputi media objek dan media cetak. Media objek merupakan alat untuk mempelajari tentang konsep *Wireless sensor network* (WSN) menggunakan NRF24L01 secara langsung. Media cetak berupa *manual book* dan *jobsheet* Praktikum. *Manual book* berisi tentang informasi dan spesifikasi dari alat media objek, sedangkan *jobsheet* Praktikum berisi panduan pengguna dalam melakukan praktikum menggunakan media objek. Tujuan penelitian ini untuk merancang media pembelajaran *Wireless sensor network* (WSN) menggunakan NRF24L01, mengimplementasikan rancangan media pembelajaran *Wireless sensor network* (WSN) menggunakan NRF24L01 dan menguji kinerja media pembelajaran *Wireless sensor network* (WSN) menggunakan NRF24L01.

e. Evaluasi Media Pembelajaran

Evaluasi dilakukan untuk mengetahui ketercapaian tujuan-tujuan pembelajaran yang telah dibuat dengan cara mengujicobakan secara langsung ke pengguna. Menurut Sadiman dkk (2014 : 182) terdapat dua macam bentuk evaluasi yaitu evaluasi formatif dan evaluasi sumatif. Evaluasi formatif adalah proses mengumpulkan data tentang efektifitas dan efisiensi bahan-bahan pembelajaran yang bertujuan untuk mengetahui pencapaian tujuan-tujuan pembelajaran yang telah dibuat sebelumnya. Hasilnya akan digunakan untuk memperbaiki dan menyempurnakan media pembelajaran agar lebih efektif dan efisien. Sedangkan evaluasi sumatif merupakan langkah lanjutan dari evaluasi formatif. Yaitu untuk

mengetahui apakah media pembelajaran layak digunakan dan untuk mengetahui apakah benar-benar efektif seperti yang dilaporkan. Dalam melakukan tahap evaluasi ini, penelitian lebih menekankan evaluasi formatif dengan menggunakan kuesioner.

Menurut Walker dan Hess (1984) dalam Arsyad (2011 : 175-176) evaluasi media pembelajaran dapat dilakukan melalui kriteria yang berdasarkan kualitas yang meliputi :

- 1) Kualitas isi dan tujuan, yang memiliki indikator berupa ketepatan, kepentingan, kelengkapan, keseimbangan, minat/perhatian, keadilan, kesesuaian dengan situasi siswa.
- 2) Kualitas instruksional, yang memiliki indikator berupa kesempatan belajar, memberikan bantuan belajar, kualitas motivasi, fleksibilitas instruksional, hubungan dengan program pembelajaran lainnya, kualitas sosial interaksi instruksionalnya, kualitas tes dan penilaiannya, memberi dampak bagi siswa, memberi dampak bagi guru dan pembelajarannya.
- 3) Kualitas teknik, yang memiliki indikator berupa keterbacaan, mudah digunakan, kualitas tayangan/tampilan, kualitas penanganan jawaban, kualitas pengelolaan programnya, kualitas pendokumentasiannya.

Evaluasi media pembelajaran perlu memperhatikan kriteria-kriteria yang digunakan sebagai variabel penelitian. Variabel penelitian ini termuat dalam instrumen penelitian yang digunakan sebagai alat ukur untuk mengukur kelayakan produk. Kriteria yang dimaksud menurut Zaini (2017) adalah :

- 1) Kualitas isi atau materi yang mencakup kesesuaian antara media dengan silabus, tujuan, kejelasan, relevansi dengan mata pelajaran, kelengkapan materi, keruntutan materi, kebenaran materi, kedalaman materi, kelengkapan media, kesesuaian materi dengan media, tingkat kesulitan, aspek kognitif, aspek afektif, dan aspek psikomotorik.
- 2) Tampilan yang mencakup bentuk, tata letak komponen, warna, keterbacaan, kerapian, ketepatan pemilihan komponen, dan daya tarik.
- 3) Kualitas teknik yang mencakup kinerja rangkaian, kemudahan penggunaan, tingkat keamanan, keterbaruan, dan penyajian.
- 4) Kemanfaatan yang mencakup memudahkan, memperjelas, dan mempercepat proses kegiatan belajar, serta memberikan dan menumbuhkan motivasi belajar.

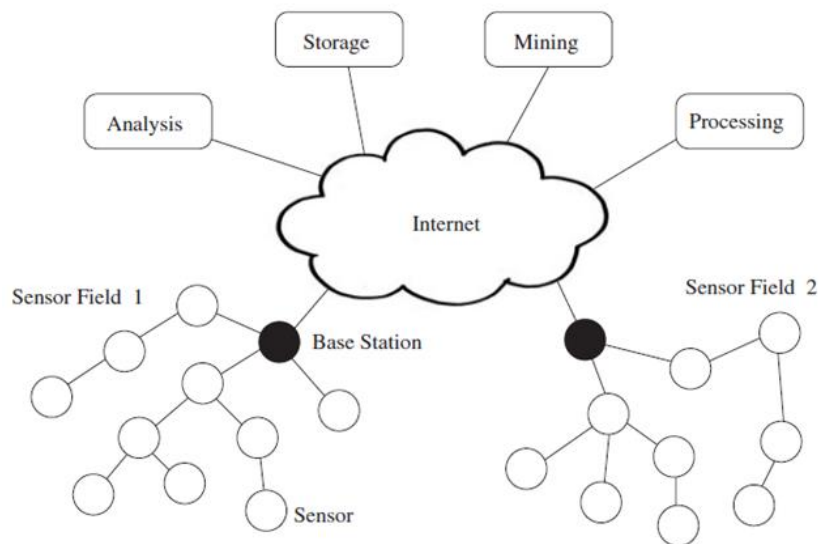
2. *Wireless sensor network* (WSN)

a. Pengertian *Wireless sensor network* (WSN)

Teknologi *Wireless sensor network* (WSN) sejatinya telah ada sejak lama, tepatnya pada masa peperangan di tahun 1950 antara Amerika dengan Uni Soviet. Pada masa itu teknologi WSN disebut dengan SOSUS (Sound Surveillance System) digunakan pihak Amerika untuk memantau dan mendeteksi adanya kapal selam pengintai milik Uni Soviet. Seiring dengan perkembangan teknologi yang semakin maju, WSN tidak hanya digunakan pada bidang militer saja. Teknologi ini sekarang banyak digunakan untuk untuk pengambilan informasi jarak jauh tanpa harus berada di tempatnya.

Menurut Pratama dan Suakanto (2015 : 50) menyebutkan bahwa “*Wireless sensor network* (WSN) merupakan salah satu jenis dari jaringan wireless terdistribusi, yang memanfaatkan teknologi *Embedded System* (sistem benam) dan seperangkat *node* sensor, untuk melakukan proses sensor, monitoring, pengiriman data, dan penyajian informasi ke pengguna melalui komunikasi *wireless*”. Sedangkan menurut Firdaus (2014 : 2) menyebutkan bahwa “*Wireless sensor network* (WSN) adalah kumpulan sejumlah *node* yang diatur dalam sebuah jaringan kerja sama yang mana setiap *node* memiliki kemampuan pemrosesan yang dapat mengakomodasi berbagai sensor dan aktuator”.

Teknologi WSN ini terdiri dari beberapa kumpulan *node* sensor yang tersebar dan mempunyai cakupan wilayah yang luas yang disebut dengan area sensor yang mana memiliki banyak parameter yang dapat dideteksi. *Node* sensor ini telah dilengkapi dengan berbagai macam komponen sehingga dapat melakukan *sensing*, perhitungan, dan dapat saling berkomunikasi. Sehingga pengguna memperoleh informasi yang dibutuhkan untuk melakukan pengukuran, observasi, dan dapat memberikan memberikan reaksi kepada suatu *event* (kejadian) dan fenomena pada lingkungan tertentu. Komunikasi pengiriman data antar *node* sensor dilakukan secara horizontal (sesama *node* sensor) maupun vertikal (dengan *node* koordinator/*sink node*) tanpa menggunakan kabel sebagai media transmisinya (*wireless*).



Gambar 1. Ilustrasi WSN (Yusuf, 2014)

b. *Node Wireless sensor network (WSN)*

Menurut Pratama dan Suakanto (2015 : 75) *node* pada *Wireless sensor network* (WSN) dibedakan menjadi tiga macam, yaitu *node* sensor, *node* router, dan *node* koordinator/*sink node*. Ketiga *node* ini akan saling bekerja sama membentuk suatu jaringan pada sistem WSN. Berikut tiga *node* pada WSN :

1) *Node* Sensor

Node sensor merupakan *node* yang difungsikan untuk melakukan proses sensor atau pengambilan data terhadap lingkungan disekitarnya yang selanjutnya akan dikirimkan ke *node* router atau *node* koordinator. *Node* sensor juga merupakan *end device* dari keseluruhan sistem WSN. Dalam *node* sensor ini terdapat berbagai macam komponen yang mendukung untuk melakukan proses pengambilan dan pengiriman data. Umumnya terdiri dari sensor, kontroler,

memori, *power supply* dan modul komunikasi. Modul komunikasi yang digunakan harus dilengkapi dengan mode *transmitter* dan *receiver* sehingga dapat melakukan komunikasi antar *device* secara dua arah yang berbasis komunikasi tanpa kabel (*wireless*).

2) *Node Router*

Node router dalam sistem WSN memiliki fungsi untuk menentukan rute pengiriman data dari sumber asal (pengirim) ke alamat tujuan (penerima). *Node router* harus bisa menerima dan mengirim data dari *node sensor* ke *node sensor* lainnya ataupun dari *node sensor* ke *node koordinator*. Dengan kata lain *node router* menjadi tempat penampungan sementara data dari *node sensor* untuk selanjutnya akan dikirim ke *node koordinator*. Dalam implementasinya, *node router* juga dapat difungsikan sebagai *node sensor*. Sehingga memiliki tugas mengambil data dan menentukan rute pengiriman data. Komponen penyusunya juga sama dengan *node sensor*, yang membedakan hanya program yang dimasukan dalam *node router* lebih kompleks.

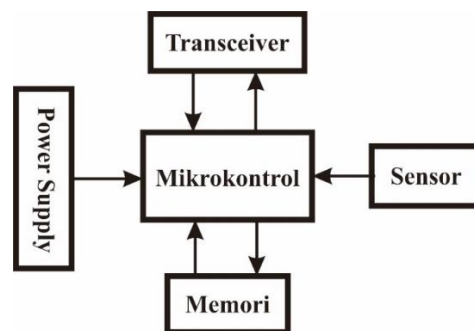
3) *Node Koordinator (Sink Node)*

Dalam sistem WSN terdapat *node* yang disebut dengan *node koordinator/sink node*. *Node* ini berfungsi sebagai pengumpul semua data sorsoring dari banyak *node sensor* maupun *node router*. Dengan kata lain *node koordinator* merupakan muara dari sistem WSN yang selanjutnya dapat dihubungkan dengan sistem yang lain seperti internet. Dikarenakan fungsinya untuk penyimpanan data, sehingga diperlukan memori untuk menyimpan data

tersebut. *Node* ini juga berfungsi untuk mengatur keseluruhan sistem WSN, sehingga *node* ini harus mampu menerima dan mengirim data serta mengatur aktivitas dari *node* sensor maupun *node* router. Komponen penyusunnya diatur sedemikian rupa sehingga dapat menampilkan informasi ke pengguna untuk selanjutnya dapat diambil tindakan berdasarkan informasi tersebut.

c. Komponen WSN

Komponen penyusun WSN terbagi menjadi 5 bagian, yaitu transceiver, mikrokontroler, power supply, memori, dan sensor (Firdaus, 2014 : 5). Transceiver merupakan bagian yang terdiri dari komponen transmitter dan receiver. Tugasnya untuk mengirim dan menerima data dari *node* satu ke *node* lainya. Mikrokontroler berfungsi untuk melakukan pemrosesan data dan kontrol terhadap *device* lain yang terhubung didalamnya. Power supply berfungsi sebagai sumber energi listrik bagi keseluruhan sistem WSN itu sendiri agar dapat beroperasi dengan baik. Memori berfungsi sebagai tempat penyimpanan data dari banyak *node* sensor. Sensor memiliki tugas untuk melakukan pemindaian terhadap lingkungan untuk kemudian menghasilkan data hasil pengukuran.



Gambar 2. Komponen Utama WSN (Firdaus, 2014)

d. Ciri-Ciri WSN

Teknologi WSN memiliki beberapa ciri yang membedakannya dengan jenis jaringan komputer lainnya. Terdapat 6 buah ciri utama pada WSN yang meliputi minimal dua buah *node* sensor, Self Organizing Network (SON), Self Network Maintenance (SNM), pengiriman data bersifat Broadcast, Multi Hop Routing, dan jarak komunikasi relatif pendek (Pratama dan Suakanto, 2015 : 54). Berikut penjabaran lengkapnya :

1. Minimal Dua Buah *Node* Sensor

Tiap *node* sensor dalam sistem WSN akan saling terhubung satu sama lain baik secara langsung maupun tidak langsung. *Node* sensor ini dapat bekerja secara mandiri karena sudah memiliki kontroler dan sumber energi listrik sendiri. Fungsi dari adanya minimal dua buah *node* sensor dalam sistem WSN adalah untuk melakukan pemindaian (*sensing*) terhadap lingkungan sekitarnya dengan tujuan dan pembagian kerja tertentu untuk selanjutnya dikirim ke pusat koordinator. Sehingga hasil yang didapat lebih baik serta akan memudahkan untuk saling berkomunikasi antar *node*.

2. *Self Organizing Network* (SON)

Self Organizing Network (SON) mempunyai maksud bahwa sistem WSN yang dibuat memiliki kemampuan untuk dapat melakukan perencanaan, konfigurasi, manajemen dan optimasi terhadap jaringan. *Self Organizing Network* (SON) ini dapat dibuat dengan melakukan rekayasa algoritma pemrograman dengan

menganut teknik *Clustering Algorithm*. Sehingga pengiriman data tidak terjadi tabrakan dan data dapat sampai pada tujuan dengan baik.

3. *Self Network Maintenance* (SNM)

Maksud dari *Self Network Maintenance* (SNM) adalah sistem WSN dapat melakukan pemeliharaan, perawatan, dan perbaikan. Sehingga *node* sensor, *node* router, maupun *node* koordinator dapat mengetahui dan merespon apabila terjadi kegagalan seperti data tidak terkirim ke tujuan. Untuk selanjutnya sistem atau pengguna dapat memperbaiki kegagalan tersebut.

4. Pengiriman Data Bersifat *Broadcast*

Data yang dikirimkan bersifat *broadcast* yang berarti pengiriman data dilakukan secara langsung dengan jumlah yang banyak serta dilakukan secara simultan yang ditujukan untuk seluruh *node* sensor. Data yang dikirim masih bersifat mentah yang nantinya akan diproses sesuai dengan perintah yang dikirimkan. Tujuannya agar *node* sensor memperoleh data yang sama dan dapat memilah data yang sesuai. Misalkan broadcast informasi alamat untuk *node* sensor, informasi alamat *node* sensor akan dikirim kesemua *node*. *Node* sensor akan membandingkan alamat yang dikirim dengan alamat diri sendiri. Jika alamatnya sesuai maka data akan diterima, jika tidak sesuai data akan ditolak. Ataupun untuk broadcast penjadwalan pengiriman data agar tidak terjadi *collision data* dalam jaringan WSN.

5. *Multi Hop Routing*

Multi Hop Routing dalam WSN dimaksudkan agar data dapat sampai pada tujuan dengan benar dan jangkauan area menjadi semakin luas. Misalkan terdapat 4 buah *node* sensor (*node* sensor 1, *node* sensor 2, *node* sensor 3, *node* sensor 4) yang disusun secara sejajar (segaris) dengan topologi *cluster tree*. *Node* sensor 4 akan mengirimkan data hasil pemindaian ke *node* koordinator. Maka data tersebut akan melewati *node* sensor 3, *node* sensor 2, *node* sensor 1 terlebih dahulu sebelum sampai pada *node* koordinator. Ketiga *node* sensor ini bertindak sebagai *node* router dengan proses *multi hop routing*.

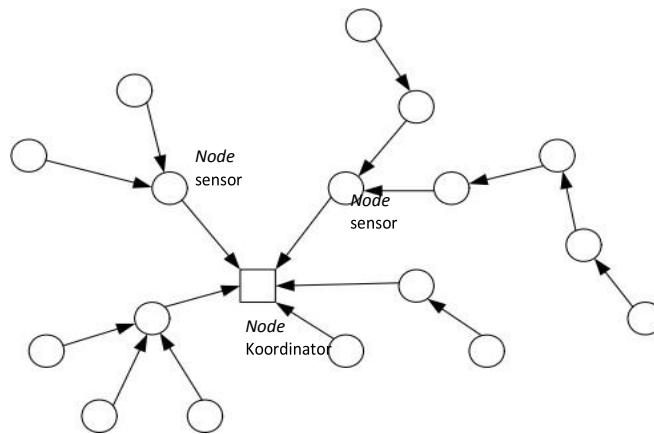
6. Jarak Komunikasi Relatif Pendek

Sistem komunikasi dalam WSN memiliki jarak yang relatif pendek. Hal ini disebabkan karena *node* sensor merupakan perangkat yang kecil dengan energi yang terbatas. Untuk itu jarak antar *node* diletakan agak berdekatan agar memudahkan dan mempercepat proses pengiriman data. Namun WSN dapat juga memperluas area pemindaian dengan menambahkan *node* router tapi dengan konsekuensi pengiriman data menjadi lambat.

e. **Topologi Jaringan**

Topologi jaringan merupakan teknis, cara dan aturan didalam merangkai dan menghubungkan berbagai perangkat ke dalam sebuah jaringan komputer, sehingga membentuk geometris berbentuk desain yang dapat diimplementasikan secara langsung melalui sejumlah perangkat keras penghubung pada jaringan komputer (Pratama dan Suakanto, 2015 : 14). Terdapat beberapa macam topologi jaringan

yang dapat diimplementasikan dalam sistem WSN. Salah satunya adalah topologi jaringan *cluster tree*, dimana setiap *node* terhubung dengan *node* lain yang lebih tinggi dan *node* tersebut terhubung dengan *node* koordinator/*gateway* sehingga berbentuk mirip pohon. Data akan di kirimkan dari *node* terendah ke *node* koordinator/*gateway*.



Gambar 3. Topologi *Cluster tree* (Af'idah dkk, 2014)

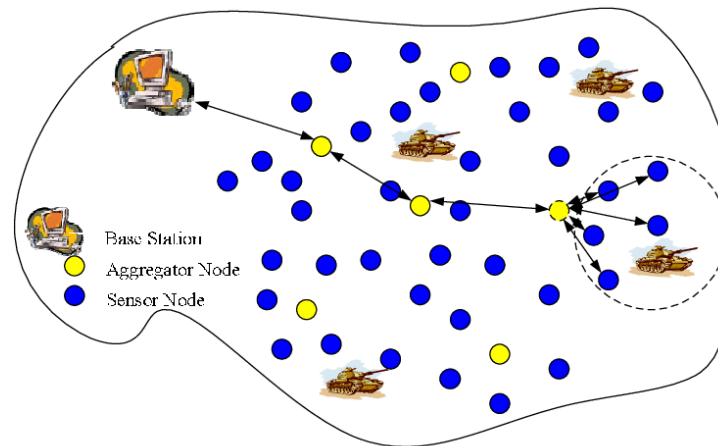
f. Manfaat WSN

Banyak sekali manfaat yang dapat diperoleh dengan penerapan sistem *Wireless sensor network* (WSN) ini. Berikut beberapa manfaat dari WSN :

1) Bidang Militer

Penerapan WSN dalam bidang militer bisa disebut dengan *Military Wireless sensor network* (MWSN). Diharapkan sistem ini dapat menciptakan militer yang tangguh dalam mengendalikan, memantau, mengontrol, bahkan dapat mengambil keputusan terkait dengan kegiatan militer, serta mendeteksi kemungkinan adanya serangan musuh. Sistem WSN dapat ditempatkan pada

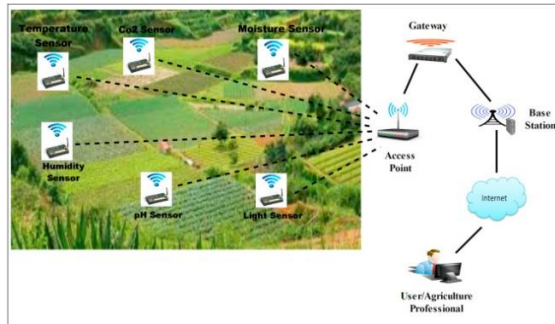
wilayah perbatasan yang minim sinyal seluler dan internet untuk memantau wilayah perbatasan. Caranya dengan menyebar sejumlah *node* sensor dengan koordinat tertentu sehingga jika mendeteksi adanya pergerakan maka dapat diketahui lokasinya secara jarak jauh.



Gambar 4. Penerapan WSN bidang Militer (Tahir dkk, 2008)

2) Bidang Pertanian

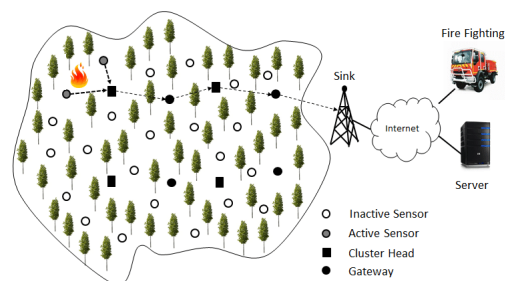
WSN juga dapat diterapkan untuk bidang pertanian, seperti pemantauan kondisi air dan tanah pada lahan pertanian. Data yang diperoleh kemudian akan diolah menjadi informasi yang bermanfaat untuk petani dalam mengambil keputusan terkait dengan pertanian. Dalam *node* sensor terdapat beberapa macam sensor yang dibutuhkan untuk mengukur kadar air dan tanah pada lahan pertanian.



Gambar 5. Penerapan WSN bidang Pertanian (Ali, 2017)

3) Bidang Deteksi Bahaya dan Bencana Alam

Untuk mendeteksi bahaya dan bencana alam dapat dibantu dengan penerapan sistem WSN. Dimana *node* sensor akan mengirimkan deteksi dini bahaya dan bencana sebelum menyebar terlalu luas. Misalkan pada hutan yang memiliki potensi kebakaran hutan yang luas dapat diatasi melalui pemberitahuan yang diberikan oleh sistem WSN. *Node – node* sensor disebar di titik yang rawan terjadi kebakaran. Sensor ini bertugas untuk mendeteksi jika ada percikan api atau asap yang berpotensi menandai terjadinya kebakaran. Sehingga bencana kebakaran dapat diantisipasi sejak dini dan mengurangi banyak kerugian yang ditimbulkan.



Gambar 6. Penerapan WSN bidang Deteksi Bahaya dan Bencana Alam (Alkhatib, 2014)

3. NRF24L01

Modul nirkabel NRF24L01 adalah sebuah modul komunikasi *wireless*/nirkabel yang memanfaatkan gelombang RF 2,4GHz ISM (*Industrial, scientific and medical*). Modul ini menggunakan antarmuka SPI (*Serial peripheral Interface*) untuk berkomunikasi. NRF24L01 mengintegrasikan pengirim lengkap 2.4GHz RF, RF pengumpul dan mendukung antarmuka SPI kecepatan tinggi untuk kontroler aplikasi. NRF24L01 memiliki solusi terkait daya berupa daya ultra rendah yang memungkinkan daya tahan baterai. Modul nirkabel NRF24L01 memiliki 8 buah pin, diantaranya: VCC (3,3V DC), GND, CE, CSN, MOSI, MISO, SCK, dan IRQ. Dapat digunakan untuk komunikasi dua arah yaitu mengirim (*transmitter*) dan menerima (*receiver*).



Gambar 7. NRF24L01 (Anonim, 2018)

Modul ini memungkinkan terjadinya hubungan jaringan yang luas yang dapat membentuk sistem seperti *wireless sensor network* (WSN). Namun tidak dapat berdiri sendiri, melainkan harus ditambahkan kontroler untuk menangani jalur komunikasinya. NRF24L01 dapat membuat topologi jaringan *cluster tree*. Dimana setiap *node* terhubung dengan *node* lain yang lebih tinggi.

RF24Network Topology:

Lines — = Data Connections
 Addresses are assigned in groups of 5:
 In the following chart, "n" = 01 to 05

Example:
 Node 00 transmits a message to Node 02125. The message will pass through nodes 05, 025, 0125, then to 2125.

Example:
 Node 00(Master) wants to send a message to nodes 011, 021, and 051. The messages pass through node 01, but the message to node 051 fails. Node 051 has a dead battery.

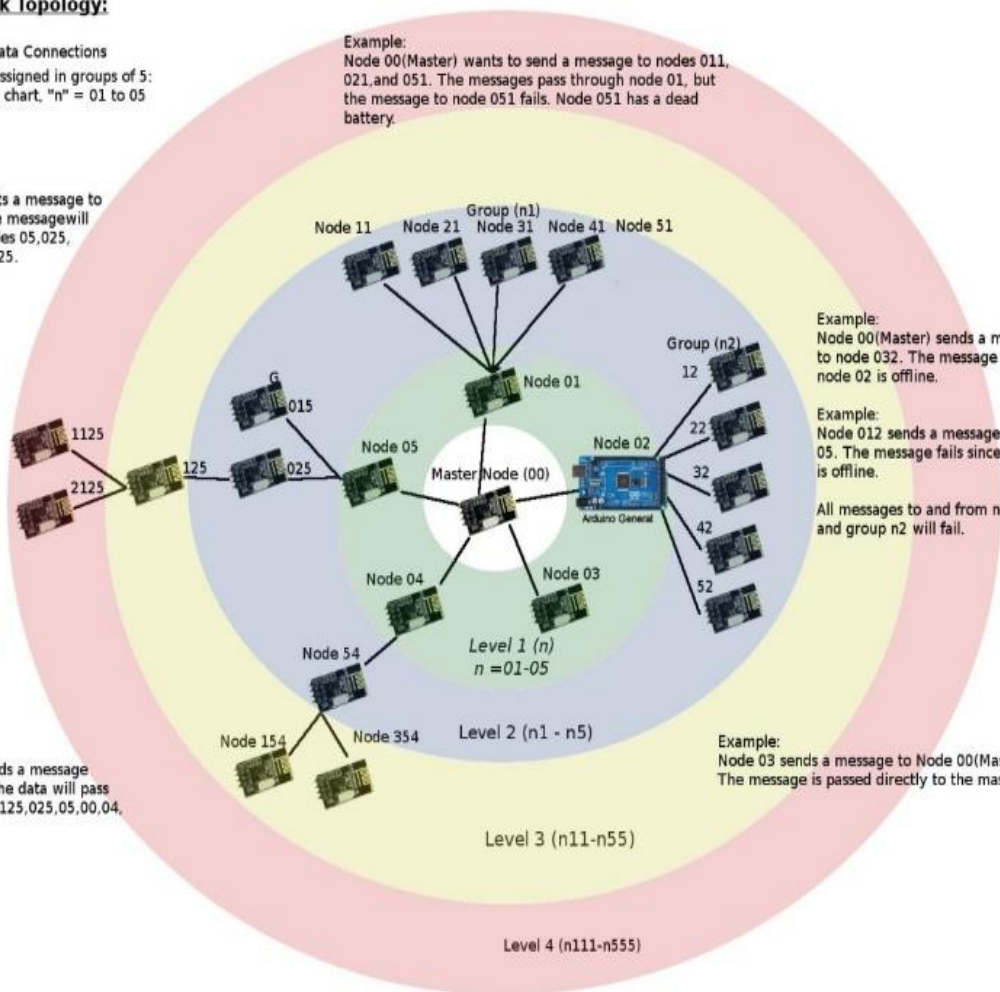
Example:
 Node 00(Master) sends a message to node 032. The message fails since node 02 is offline.

Example:
 Node 012 sends a message to Node 05. The message fails since node 02 is offline.

All messages to and from node 02 and group n2 will fail.

Example:
 Node 03 sends a message to Node 00(Master). The message is passed directly to the master.

Example:
 Node 1125 sends a message to node 054. The data will pass through nodes 125, 025, 05, 00, 04, then to 054.



Gambar 8. Topologi jaringan NRF24L01 (Heesch, 2018)

Dalam satu layer modul dapat menghubungkan 6 buah NRF24L01, dimana tiap modul memiliki alamat masing-masing (**bilangan oktal**). Alamat 00 ditujukan untuk *node* koordinator dan alamat 01-05 ditujukan untuk *node* sensor. Jika ingin menambah jaringan, maka harus melalui salah satu modul yang berfungsi sebagai *node* sensor untuk membuat layer baru. Sehingga akan terbentuk alamat baru tergantung jalur yang dipilih.

4. Mata Kuliah Komunikasi Data dan *Interface*

Dalam Prodi Pendidikan Teknik Elektronika S1 UNY, terdapat Mata Kuliah Komunikasi Data dan *Interface* yang merupakan mata kuliah pilihan yang diambil mahasiswa sesuai dengan konsentrasi penjurusan yang dipilih. Mata kuliah ini memiliki bobot 2 SKS. Berdasarkan silabusnya, mata kuliah ini mempelajari tentang pengantar dan praktik antar muka komputer, penggolongan *interface*, *interface to external signals & device* (*memory interface*, I/O: PPI, UART, I2C, USB, ADC *interface*, *keyboard interface*, *printer & TTY interface*, *display interface*), mempelajari chip mikrokontroler (AVR, ARM dan MiniComp/Raspberry), serta sistem akuisisi data (Elektronika, 2017). Berikut merupakan kompetensi dasar dari silabus mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* yang berhubungan dengan materi *Wireless sensor network* (WSN) :

Tabel 1. Silabus Mata Kuliah Komunikasi Data dan *Interface*

Minggu Ke -	Kompetensi Dasar	Materi Dasar	Strategi Perkuliahan
5	Mampu mengolah data hasil komunikasi	Pengolahan data serial, manipulasi, interpretasi data datalogger	Praktikum, pelaporan, Tanya jawab, diskusi
7	Mampu mentransfer data via perangkat wireless	Tranfer data melalui perangkat wireless	Praktikum, pelaporan, Tanya jawab, diskusi
11	Mampu mengimplementasikan <i>Wireless sensor network</i>	Komunikasi Wireles	Praktikum, pelaporan, Tanya jawab, diskusi

5. Komponen *Input*

a. Potensiometer (Analog)

Potensiometer adalah salah satu jenis resistor yang nilai resistansinya dapat diatur sesuai dengan kebutuhan rangkaian elektronika ataupun kebutuhan pemakainya. Sehingga potensiometer tergolong kedalam sensor analog. Potensiometer merupakan keluarga resistor yang tergolong dalam kategori variable resistor. Secara struktur, potensiometer terdiri dari 3 kaki terminal dengan sebuah shaft atau tuas yang berfungsi sebagai pengaturnya.



Gambar 9. Potensiometer (Saroaha, 2017)

Potensiometer dapat diaplikasikan sebagai sensor putaran sudut dengan memanfaatkan perubahan wiper potensiometer sesuai dengan sudut yang diinginkan. Jenis potensiometer yang mudah digunakan untuk dijadikan sebagai sensor putaran sudut adalah potensiometer *rotary*. Hal ini dikarenakan bentuk fisik dan sifatnya yang linear sehingga memudahkan untuk digunakan sebagai sensor putaran sudut.

b. Sensor *Flame* (Analog)

Sensor *Flame* atau biasa disebut sensor api adalah sebuah sensor yang dapat mendeteksi nyala api yang berada di sekitarnya. Cahaya yang dihasilkan oleh nyala api sebagian besar terdiri atas radiasi panang gelombang inframerah yang memiliki panjang gelombang antara 760nm – 1100nm. Sensor ini menggunakan *infrared* sebagai trandusernya dan memiliki sudut pembacaan kondisi nyala api hingga 60°. Tegangan kerja dari sensor ini berkisar antara 3,3 – 5 VDC. Memiliki dua buah *output* yaitu *output* digital dan analog, dengan sensitifitas pembacaan yang dapat diatur dengan potensiometer yang ada didalamnya.



Gambar 10. Sensor *Flame* (Anonim, 2019)

Cara kerja dari sensor ini adalah menggunakan metode optik untuk mendeteksi nyala api. Dimana optik ini berupa *infrared* (IR) yang berfungsi untuk mendeteksi penyerapan cahaya api dengan panjang gelombang tertentu. Sensor ini dapat membedakan antara spektrum cahaya yang dihasilkan api dengan cahaya lain seperti cahaya lampu. Semakin dekat nyala api dengan sensor, nilai yang dihasilkan semakin besar begitupula sebaliknya.

c. Sensor Cahaya LDR (Analog)

LDR atau *Light Dependent Resistor* adalah sebuah komponen elektronika yang termasuk ke dalam jenis resistor yang nilai resistansinya (nilai tahanannya) akan berubah apabila intensitas cahaya yang diserap juga berubah. LDR terbuat dari Cadmium Sulfida, bahan ini dihasilkan dari serbuk keramik. Biasanya Cadmium Sulfida disebut juga bahan photoconductive, apabila konduktivitas atau resistansi dari Cadmium Sulfida bervariasi terhadap intensitas cahaya.

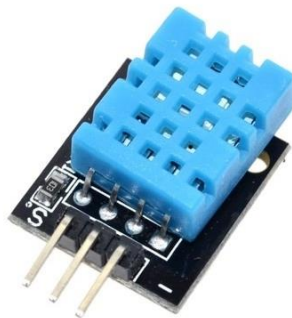
Karakteristik LDR yaitu, jika intensitas cahaya yang diterima rendah maka hambatan juga akan tinggi yang mengakibatkan tegangan yang keluar juga akan tinggi begitu juga sebaliknya disinilah mekanisme proses perubahan cahaya menjadi listrik terjadi, sehingga LDR tergolong kedalam sensor analog. Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa.



Gambar 11. LDR (Anonim, 2019)

d. Sensor Suhu dan Kelembaban DHT11 (Digital)

Sensor DHT11 adalah sensor digital yang dapat mengukur suhu dan kelembaban udara di sekitarnya. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP (*On Time-Programmable*) program memori, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya. DHT11 ini termasuk sensor yang memiliki kualitas yang baik dinilai dari respon pembacaan data yang cepat dan kemampuan anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, dengan spesifikasi : *Supply Voltage* : +5 V, *Temperature range* : 0-50 °C *error of* ± 2 °C, *Humidity* : 20-90% RH $\pm 5\%$ RH error.

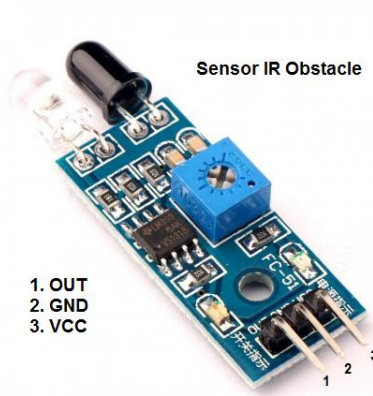


Gambar 12. DHT11 (Anonim, 2019)

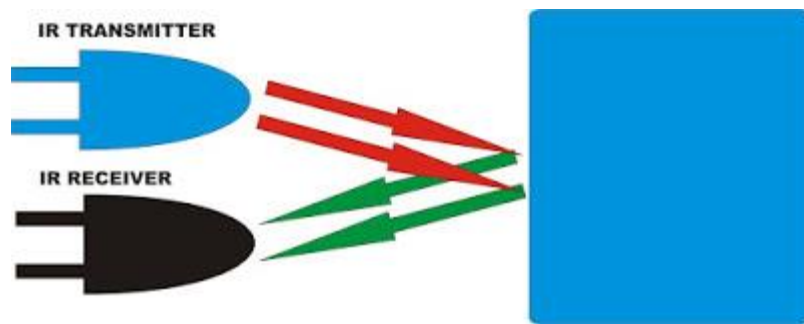
e. Sensor IR *Obstacle* (Digital)

Sensor IR *Obstacle* atau sensor halangan merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek yang ada didepan. Jarak yang dapat dideteksi antara 2 – 30 cm dengan sudut deteksi sekitar 35°. Untuk komponen

pendeteksi objek menggunakan IR *transmitter* dan IR *receiver*/phototransistor. *Tranmitter* bertugas mengirimkan inframerah ke rintangan atau objek kemudian akan dipantulkan dan diterima oleh *receiver*. Terdapat juga Op-Amp LM363 yang berfungsi sebagai komparator antara resistansi IR *receiver* dan resistansi trimpot pengatur sensitivitas. Memiliki satu buah terminal *output* digital dengan tegangan kerja antara 3,3 – 5 VDC.



Gambar 13. Sensor IR *Obstacle* (Anonim, 2019)



Gambar 14. Cara kerja sensor IR *Obstacle* (Anonim, 2019)

Cara kerjanya adalah ketika sensor dihubungkan dengan sumber tegangan, komponen IR *emitter* akan membangkitkan gelombang cahaya inframerah yang akan

mengenai objek yang masih dalam jangkauan. Kemudian cahaya inframerah tersebut dipantulkan kembali oleh objek dan diterima oleh IR *receiver*. Saat terkena cahaya inframerah pantulan objek tadi, resistansi IR *receiver* akan mengecil sehingga *output Op-Amp* menjadi “HIGH” (5 VDC) dan menghidupkan LED sensor. *Output Op-Amp* ini juga terhubung dengan pin “OUT” yang dapat dihubungkan ke perangkat lainya.

f. Sensor Gerak PIR (Digital)

Sensor gerak PIR (*Passive Infra-Red*), merupakan sebuah sensor piroelektrik yang mendeteksi perubahan gerakan dengan menggunakan inframerah (radiasi panas) yang dipancarkan dari berbagai benda yang memiliki tingkat pancaran yang berbeda. Gerakan yang dideteksi adalah gerakan yang terjadi di sekitar sensor *Infra-Red* saja.



Gambar 15. PIR (Anonim, 2019)

Tiga pin PIR menunjukkan fungsi masing-masing pin diantaranya pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari sensor (3-6Vdc), pin 2 (tengah) digunakan sebagai tegangan keluaran atau *Vout*. Sedangkan untuk pin 3 merupakan pin sumber tegangan netral atau ground (0 volt). Jangkauan pendeteksian sensor PIR

ini dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu dari pengaturan sensitivitas dari sensor, ukuran dan suhu dari benda yang ada didekat atau di depan penampang sensor, serta keadaan sekitar sensor termasuk suhu dan sumber cahaya.

Cara kerja sensor ini berawal dari sinar infra merah yang tertangkap oleh sensor pyroelektrik yang kemudian diubah/menimbulkan arus listrik. Arus inilah yang akan menimbulkan tegangan analog dan dibaca oleh sensor. Kemudian sinyal tersebut akan dikuatkan oleh penguat dan dibandingkan oleh komparator dengan tegangan referensi tertentu. *Output* sensor merupakan data digital sehingga dapat berlogika 0 dan 1, jika 0 maka sensor tidak mendeteksi pergerakan benda begitu sebaliknya jika 1 maka sensor mendeteksi pergerakan benda.

6. Komponen Pemrosesan

a. Arduino Uno

Arduino Uno adalah papan mikrokontrol yang menggunakan prosesor Atmega328P sebagai komponen utamanya. Perangkat ini memiliki fungsi sebagai pengendali utama atau otak dari sebuah sistem yang akan dibuat. Arduino Uno memudahkan dalam melakukan prototyping, memprogram mikrokontrol, atau membuat alat-alat pintar yang berbasis mikrokontrol. Karena dalam Arduino Uno telah terdapat berbagai macam fitur yang cukup lengkap. Menggunakan IC Atmega328P sehingga memiliki pin *input/output* digital sebanyak 14 pin (6 diantaranya dapat difungsikan sebagai pin PWM) dan pin *input* analog sebanyak 6 pin. Serta memiliki *clock speed* sebesar 16 MHz. Arduino Uno juga dilengkapi

dengan koneksi USB tipe B sehingga mudah dihubungkan dengan komputer untuk melakukan proses programing. Proses pemrograman ini dilakukan dengan software Arduino IDE yang menggunakan basis bahasa pemrograman C.



Gambar 16. Arduino UNO (Arduino, 2019)

Berikut merupakan spesifikasi Arduino UNO :

Tabel 2. Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontrol	Atmega328P
Tegangan kerja	5V
<i>Input Voltage(recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limit)</i>	6-20V
Digital I/O Pins	14 (<i>of which 6 provide PWM output</i>)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3 V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (Atmega328P) <i>of which 0.5 KB used by bootloader</i>
EEPROM	1 KB (Atmega328P)
Clock Speed	16 MHz
Communication	Serial, I2C, SPI
Dimensi Ukuran	68,6 mm x 53,3 mm

b. Arduino Nano

Arduino Nano juga merupakan salah satu keluarga dari mikrokontrol arduino yang menggunakan IC ATmega328 SMD. Memiliki fungsi yang sama dengan papan mikrokontrol arduino yang lain yaitu sebagai pengendali utama atau otak dari sebuah sistem yang akan dibuat. Perangkat ini memiliki dimensi yang lebih kecil dari pada Arduino Uno yaitu hanya sebesar 43,18 mm x 18,54 mm. Namun pin *input/output* digital memiliki jumlah yang sama yaitu 14 pin (6 diantaranya dapat difungsikan sebagai pin PWM), sedangkan untuk pin *input* analog sebanyak 8 pin. Arduino Nano ini dilengkapi dengan USB tipe mikro B untuk dihubungkan dengan komputer saat melakukan pemrograman. Sama seperti jenis arduino yang lain, Arduino Nano juga menggunakan software Arduino IDE yang basis bahasa pemrograman C untuk melakukan pemrograman.



Gambar 17. Arduino Nano (Arduino, 2019)

Berikut merupakan spesifikasi dari Arduino Nano :

Tabel 3. Spesifikasi Arduino Nano

Mikrokontroler	Atmega328P SMD
Tegangan kerja	5V
<i>Input Voltage(recommended)</i>	7-12V
<i>Input Voltage (limit)</i>	6-20V
Digital I/O Pins	14 (<i>of which 6 provide PWM output</i>)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	8
DC Current per I/O Pin	40 mA
Flash Memory	32 KB (Atmega328P) <i>of which 0.5 KB used by bootloader or 16 KB (ATmega168)</i>
EEPROM	1 KB (Atmega328P SMD)
<i>Clock Speed</i>	16 MHz
<i>Communication</i>	Serial, I2C, SPI
Dimensi Ukuran	43,18 mm x 18,54 mm

7. Komponen Output

a. LCD I2C 20x4

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan perangkat elektronik yang dapat menampilkan tulisan menggunakan kristal cair sebagai bahan penyusunnya. Ada berbagai ukuran LCD yang biasanya ditulis dengan kolom x baris, seperti LCD 20x4. LCD tersebut berarti memiliki 20 kolom dan 4 baris untuk menampilkan tulisan maupun simbol. Selain itu fitur yang dimiliki juga dilengkapi dengan back light, 192 karakter yang tersimpan, dapat diamati dengan mode 4 ataupun 8-bit, dan terdapat karakter generator program.



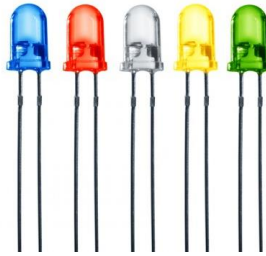
Gambar 18. LCD I2C 20x4 (Anonim, 2019)

LCD yang digunakan sudah dilengkapi dengan modul I2C, sehingga untuk mengendalikan LCD melalui komunikasi I2C (Inter Integrated Circuit) atau TWI (*Two Wire Interface*). Jalur data dan kontrol LCD dikendalikan secara paralel sehingga memakan banyak pin pada kontroler. Pemanfaatan modul I2C LCD ini dapat mengatasi masalah tersebut, karena penggunaan pin berkurang menjadi 4 pin saja yaitu VCC, GND, SDA (Serial Data), dan SCL (Serial *Clock*). Modul ini menggunakan chip IC PCF8574 produk yang berasal dari NXP sebagai kontrolernya. IC tersebut adalah sebuah 8 bit I/O untuk I2C bus yang pada dasarnya sama dengan shift register. Untuk penggunaan modul I2C bersama dengan LCD hanya perlu menyambungkan pin SDA dan SCL ke pin digital mikrokontroler.

b. LED

Light Emitting Diode (LED) adalah komponen yang dapat memancarkan cahaya. Struktur LED sama dengan dioda. Untuk mendapatkan pancaran cahaya pada semikonduktor, dopping yang dipakai adalah gallium, arsenic, dan fosforus. Jenis dopping yang berbeda akan menghasilkan warna cahaya yang berbeda. Bentuk

LED bermacam-macam, ada yang bulat, persegi empat dan lonjong. LED adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). LED merupakan salah satu jenis dioda, sehingga hanya akan mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabil diberikan tegangan listrik dengan konfigurasi forward bias. Berbeda dengan dioda pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED cukup rendah yaitu maksimal 20 mA. Apabila LED dialiri arus lebih besar dari 20 mA maka LED akan rusak, sehingga pada rangkaian LED dipasang sebuah resistor sebagai pembatas arus.



Gambar 19. LED (Anonim, 2019)

c. Motor DC

Motor DC adalah motor yang bergerak berputar 360 derajat, biasanya disebut dinamo dan biasanya digunakan sebagai penggerak roda. Apabila kutub positif dan negatif sumber yang dipasang ditukar maka motor DC akan berputar berlawanan arah dari arah putar sebelumnya (Andrianto, H., & Darmawan, A. 2017: 131). Salah satu cara pengendalian motor DC menggunakan PWM atau *Pulse Width Modulation*. PWM adalah sebuah teknik untuk mendapatkan nilai analog dengan menggunakan cara digital. PWM berupa gelombang kotak yang terdiri atas sinyal

ON dan OFF. Durasi waktu lamanya sinyal disebut dengan pulse width (Dinata, Y.M. 2015: 99). Menggunakan pengendalian PWM pada motor DC untuk menghasilkan variasi kecepatan yaitu dengan mengubah lebar pulsa ON.



Gambar 20. Motor DC (Anonim, 2019)

d. Modul SD Card

Modul SD Card adalah modul yang dapat dihubungkan pada sistem mikrokontrol yang berfungsi untuk membaca dan menulis data pada memori kartu Micro SD dengan antarmuka komunikasi SPI. Bekerja pada rentang tegangan 3,3 VDC atau 5 VDC yang dapat digunakan salah satunya. Dengan bantuan modul ini data dapat disimpan di Micro SD sehingga data tersimpan dengan baik walaupun tidak mendapat tegangan (bersifat *non-volatile*). Memiliki arus kerja sebesar 80 mA dan berukuran 42 x 24 x 12 mm.



Gambar 21. Modul SD Card (Anonim, 2019)

B. Penelitian yang Relevan

Terdapat beberapa hasil penelitian yang relevan sebagai pembanding dengan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian yang dilakukan oleh Nidzom & Suprianto (2016) dengan judul “Pengembangan Media *Trainer Wireless sensor network* Berbasis Mikrokontroller Atmega 16 Sebagai Sistem Monitoring Suhu Dan Arus Pada Trafo Jaringan Distribusi Teknik Elektronika Industri SMKN 1 Blitar”. Pembahasan yang dilakukan adalah tentang pengujian *trainer* yang memungkinkan siswa untuk belajar kontrol secara *wireless* dan implementasi WSN pada kehidupan nyata. Uji validasi media *trainer* sebesar 88% yang dikategorikan Sangat Baik. Uji validasi modul mendapatkan persentase sebesar 78,67% yang kategorikan Baik. Hasil uji coba terhadap siswa menunjukkan bahwa kelayakan *trainer* sebesar 86,17% yang dikategorikan Sangat Baik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *trainer wireless sensor network* berbasis mikrokontroller atmega 16 sangat layak untuk digunakan sebagai media dalam pembelajaran.
2. Penelitian yang dilakukan oleh Putra (2015) dengan judul “Media Pembelajaran Instrumentasi Sensor dan Kendali untuk Siswa Kompetensi Keahlian Teknik Otomasi Industri di SMK Negeri 2 Depok Yogyakarta”. Pembahasan yang dilakukan adalah tentang media pembelajaran yang memungkinkan siswa belajar memahami cara kerja sensor terhadap objek yang dideteksi serta memahami proses kendalinya. Hasil uji kelayakan media sebesar 89,21% dari ahli materi, 91,5% dari

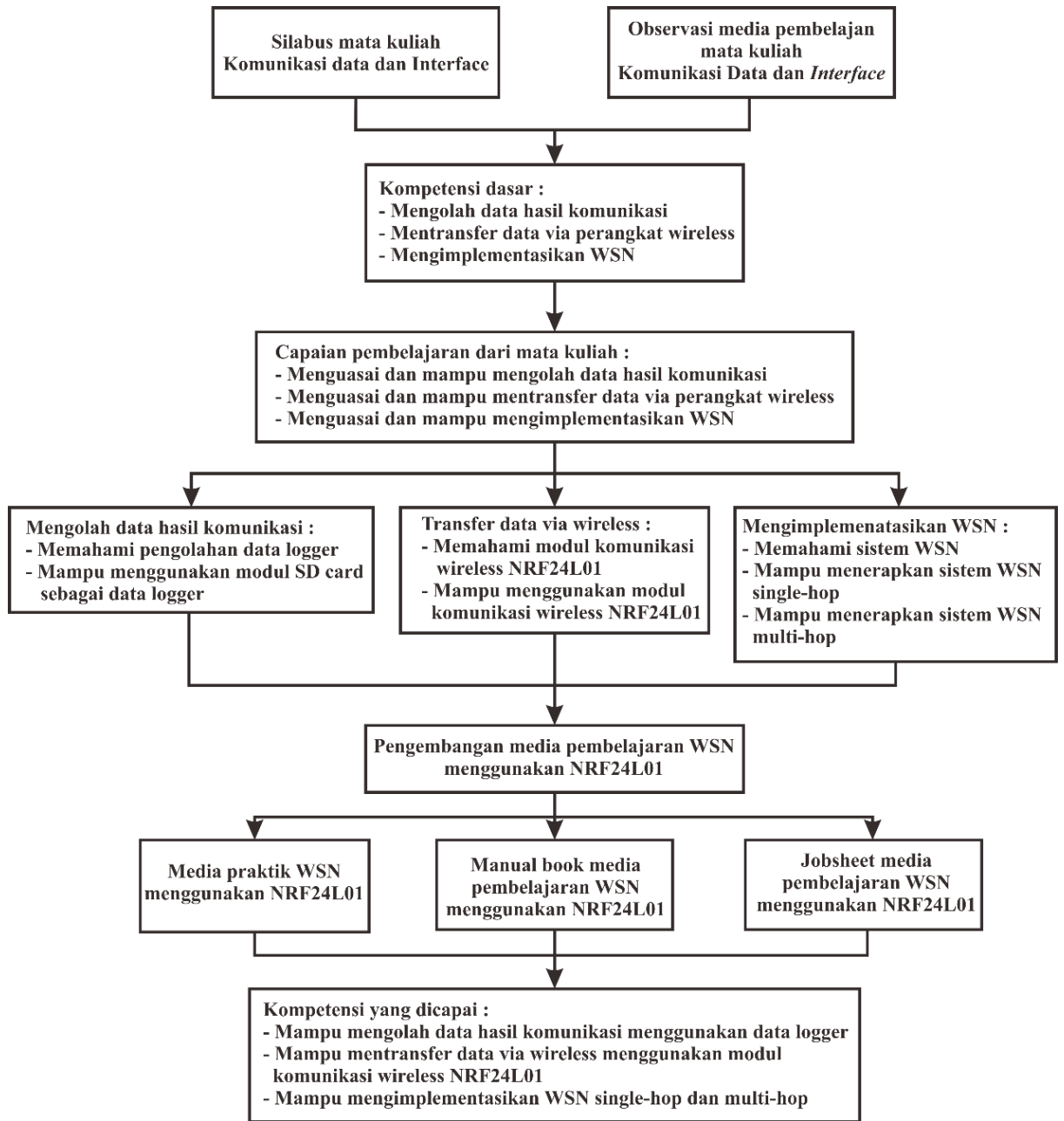
ahli media, dan 82,12% dari hasil uji coba pada siswa. Sehingga media pembelajaran ini dikategorikan Sangat Layak digunakan.

3. Penelitian yang dilakukan oleh Af'idah dkk, (Jurnal Teknologi UNDIP 2014) dengan judul “Perancangan Jaringan Sensor Nirkabel (JSN) Untuk Memantau Suhu Dan Kelembaban Menggunakan NRF24L01”. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *node* sensor bekerja dengan baik berdasarkan fungsi dan kehandalan sistem. Hal ini ditunjukkan dengan *node* sensor mampu membaca data suhu dan kelembaban serta mengirimnya ke *node* koordinator. Sedangkan *node* koordinator dapat menerima dan membedakan data dari *node* sensor 1 dan *node* sensor 2. Jangkauan komunikasi paling jauh antar *node* koordinator dan *node* sensor sebesar 98 meter.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Noviasari (2018) dengan judul “Pengembangan *Trainer Visual Servoing* sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Robotika”. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan rancangan, menguji untuk kerja, mengetahui tingkat kelayakan media pembelajaran *Trainer Visual Servoing*, dan menambah media pembelajaran pada mata kuliah robotika prodi Pendidikan Teknik Elektronika jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika FT UNY. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah *Research and Development* (R&D). Hasil penelitian menunjukkan hasil validasi konten dan konstruk dengan 89,48% dari ahli media dan 87,50% dari ahli materi. Hasil pengujian terhadap mahasiswa mendapatkan 85,52%.

C. Kerangka Pikir

Berdasarkan hasil analisis dan pengamatan pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* terdapat beberapa permasalahan yaitu : (1) Belum tersedianya media pembelajaran yang memadai tentang pembelajaran komunikasi *wireless* dan sistem *Wireless sensor network* (WSN), (2) Belum ada media yang dikhususkan untuk pemahaman konsep *Wireless sensor network* (WSN), (3) Mahasiswa mengalami kesulitan dalam memahami konsep komunikasi *wireless* yang dapat menghubungkan banyak perangkat untuk saling berkomunikasi dan bertukar data, (4) Komponen praktikum yang digunakan masih bersifat modular (setiap komponen masih terpisah-pisah), dan (5) Tuntutan penguasaan teknologi *wireless* pada “Industri 4.0”. Oleh karena itu, sangat diperlukan pengembangan media pembelajaran WSN.

Diharapkan setelah melakukan proses ini dapat dihasilkan media pembelajaran WSN agar peserta didik memahami konsep komunikasi *wireless* dan sistem WSN. Sehingga kualitas proses pembelajaran pada mata kuliah Komunikasi Data dan *Interface* akan semakin meningkat. Berikut merupakan bagan kerangka pikir yang digunakan dalam penelitian :



Gambar 22. Kerangka pikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan permasalahan dan kerangka pikir di atas, terdapat beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana analisis kebutuhan media pembelajaran *wireless sensor network* (WSN) pada mata kuliah komunikasi data dan *interface* ?
2. Bagaimana desain media pembelajaran *wireless sensor network* (WSN) pada mata kuliah komunikasi data dan *interface* ?
3. Bagaimana cara menguji unjuk kerja media pembelajaran *wireless sensor network* (WSN) pada mata kuliah komunikasi data dan *interface* ?
4. Bagaimana hasil unjuk kerja media pembelajaran *wireless sensor network* (WSN) pada mata kuliah komunikasi data dan *interface* ?
5. Bagaimana uji validitas media pembelajaran *wireless sensor network* (WSN) oleh ahli materi ?
6. Bagaimana uji validitas media pembelajaran *wireless sensor network* (WSN) oleh ahli media ?
7. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran *wireless sensor network* (WSN) pada mata kuliah komunikasi data dan *interface* ?