BAB III

PERANCANGAN SISTEM

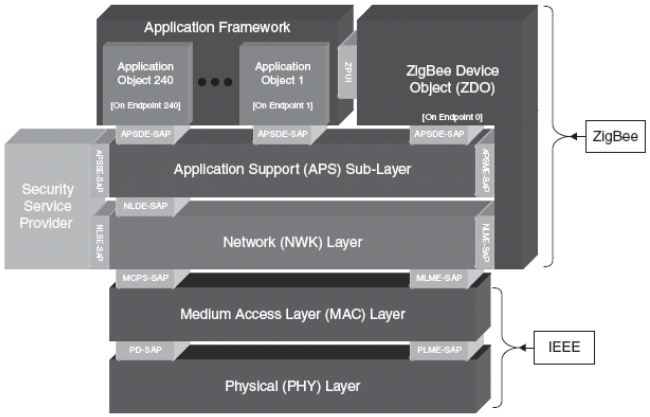
3.1 Analisis Sistem

Spesifikasi 802.15.4/*ZigBee* telah dibuat dan dikelola oleh *IEEE*. Spesifikasi ini mendefinisikan *physical* (*PHY*) dan *Media Access Control (MAC) layer* dari personal area, low-power dan wireless network.

IEEE 802.15.4 didefinisikan sebagai berikut :

- Mekanisme untuk menemukan jaringan.
- Mekanisme untuk membentuk dan bergabung dengan jaringan.
- Mekanisme untuk mengubah saluran.
- Mekanisme untuk mendeteksi gangguan dan "noise" pada saluran tertentu
- Metode pengiriman paket data menggunakan *CSMA-CA* untuk menghindari tabrakan.

Berikut ini adalah diagram arsitektur ZigBee standar, terlihat hampir di setiap teknis diskusi tentang ZigBee. Perhatikan bagaimana lapisan MAC dan PHY berada di bawah pengendalian *IEEE*, sedangkan yang lainnya berada di bawah pengendalian ZigBee (Gambar 3.1).



Gambar 3.1 IEEE 802.15.4/ ZigBee

Tugas dari PHY *(Physical)* layer adalah menerjemahkan paket-paket data dari serangkaian byte ke RF spektrum, dan kembali lagi. MAC (medium access) layer memungkinkan sebuah jaringan dapat dibentuk, dapat dibagikan untuk saluran serta cara yang cukup handal untuk data yang akan ditransfer (*single-hop*). ZigBee menetapkan semua lapisan MAC dan PHY di bagian paling atas, termasuk *NWK Layer (Network Layer), APS (Application Support Layer), ZDO (ZigBee Device Object),* dan security layers. ZigBee mampu menyediakan jaringan mesh dan multi-hop, meningkatkan keandalan pengiriman paket data, dan menentukan aplikasi- aplikasi untuk interoperabilitas.

ZigBee tidak menggunakan semua spesifikasi *802.15.4 MAC/PHY*, hanya sebagian kecil saja. Hal ini memungkinkan stack vendor untuk menawarkan solusi yang lebih mudah (kurang RAM dan flash) dengan menyediakan MAC terbatas untuk tumpukan ZigBee dari vendor tersebut. Sebagai contoh, ZigBee tidak menggunakan salah satu metode *beaconing 802.15.4*. ZigBee bersifat asinkron *(asynchronous).* Setiap node dapat melakukan pengiriman data setiap saat. Hanya *CSMA-CA (Carrier-Sense Multiple-Access with Collision Avoidance),* sebuah level MAC yang mampu mencegah node saling berkomunikasi atau mengirim dan pemanggilan data satu sama lain.

IEEE 802.11 menggunakan *CSMA/CA* (*Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance)* untuk mengakses media. Pada metoda ini apabila suatu station atau MH ingin mengirimkan data, mula-mula ia akan melakukan pengecekan terhadap media. Apabila media yang akan digunakan sibuk, maka ia akan menunda proses transmisi datanya. Tapi jika sebaliknya, maka ia dapat menggunakan media tersebut untuk mengirimkan datanya. Apabila terdapat dua node yang mencoba untuk mengakses node yang sama dalam waktu yang bersamaan, maka tabrakan dapat terjadi. Namun demikian, untuk menghindari tabrakan terdapat mekanisme *RTS/CTS (Ready To Send/Clear To Send)*. Ketika sebuah station memiliki kesempatan untuk mengirimkan data, maka sebelumnya ia akan mengirimkan *short message* yang disebut dengan RTS. Kemudian node tujuan akan membalas message ini dengan mengirimkan CTS. Setelah itu station pengirim dapat mulai mengirimkan datanya. Karena tabrakan tidak dapat

dideteksi oleh pengirim, maka penerima akan mengirimkan ACK untuk setiap paket yang diterimanya.

Secara lengkap mekanisme CSMA/CA dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Ketika paket akan dikirim, terminal terlebih dahulu mendeteksi kanal. Jika kanal tidak sibuk selama periode *DIFS (Distributed Coordination Function Interframe Space)* maka terminal segera mengirimkan paket.
- Jika kanal sibuk sebelum periode DIFS berakhir, maka terminal akan menunggu sampai kondisi tidak sibuk.
- Setelah kanal tidak sibuk maka terminal mengeset nilai random back off time. Setelah itu terminal kembali mendeteksi kanal. Bila kanal tidak sibuk selama periode DIFS maka terminal akan melakukan decrement back off time pada saat kanal tetap dalam keadaan tidak sibuk. Bila kanal sibuk, proses decrement akan berhenti dan akan mulai lagi setelah kanal tidak sibuk selama periode DIFS.
- Ketika nilai back off time bernilai 0, maka terminal mulai mengirimkan data. Jika terminal mendeteksi bahwa proses pengiriman gagal, maka terminal akan melakukan meknisme pengiriman ulang yaitu dengan membangkitkan random back off time dan menuggu kanal tidak sibuk selama periode DIFS.
- Setelah proses pengiriman berhasil, ada beberapa hal yang harus dilakukan oleh terminal, yaitu :
  - Mengembalikan nilai CW (Content Window) menjadi CW minimum.
  - Status terminal kembali pada keadaan awal.
  - Siap untuk melakukan proses pengiriman data.

ZigBee juga membuat beberapa modifikasi sedikit dengan standar 802.15.4. Salah satunya adalah model keamanan. MAC mendefinisikan sesuatu yang disebut *CCM (Counter with CBC-MAC)*. CCM membutuhkan keamanan yang berbeda untuk setiap lapisan. Karena kendala kinerja pada prosesor kecil, namun tidak untuk ZigBee. Model keamanan ZigBee disebut CCM (sedikit modifikasi dari keamanan CCM MAC).

Mode CCM berfungsi untuk mengenkripsi dan menjaga keaslian data. CCM merupakan rangkaian pertama yang menggunakan *integrity protection* pada *payload data* dan *header* dengan menggunakan CBC-MAC kemudian mengenkripsi *payload data.*

Salah satu daerah yang lebih menarik dimana ZigBee berbeda dari spesifikasi 802.15.4 adalah batas waktu untuk tanggapan sinyal. Permintaan dan tanggapan sinyal-sinyal (*beacon*) tidak ada hubungannya dengan apakah jaringan adalah jaringan beaconing atau tidak.

Sinyal hanyalah sebuah paket yang berisi informasi tentang node dan jaringan. Hal inilah yang digunakan ZigBee untuk menemukan sebuah jaringan. Pada jaringan yang padat, dengan 30 atau lebih dari semua node dalam jangkauan pendengaran, default time-out 802.15.4 atas permintaan sinyal tidak memberikan cukup waktu untuk semua node untuk merespon.

3.2 Forming, Joining dan Rejoining ZigBee Networks

Sebelum node ZigBee dapat berkomunikasi pada jaringan, maka lebih baik harus membentuk jaringan baru atau bergabung dengan jaringan yang sudah ada. Hanya *Coordinator ZigBee* yang dapat membentuk sebuah jaringan dan hanya *ZigBee Router* dan *ZigBee End-Device* yang dapat bergabung dengan jaringan. Banyak vendor stack menawarkan kemampuan untuk memiliki node yang ditunjuk sebagai *ZC (ZigBee Cordiantor), ZR (ZigBee Router),* atau *Zed (ZigBee End-Device)* pada waktu kompilasi (untuk menyimpan kode dan RAM) atau pada saat run-time (untuk mengurangi bagian-bagian OEM-diproduksi).

Setiap node memulai dengan 64-bit alamat IEEE yang ditugaskan oleh OEM selama manufaktur. Selama proses bergabung dengan jaringan, masing-masing node diberi alamat pendek 16-bit (*NwkAddr*) untuk digunakan saat berkomunikasi ke node lain di dalam sebuah jaringan. Alamat 16-bit digunakan untuk hampir semua komunikasi, mengurangi protokol *over-the-air* dan meninggalkan lebih banyak ruang untuk aplikasi payload.

3.2.1 Forming Networks

Proses pembentukan jaringan adalah tentang bagaimana cara menentukan sebuah pengenal yang khusus untuk setiap jaringan, disebut PAN ID (*Personal Area Network)*. Selain itu proses pembentukan jaringan juga memilih salah satu dari enam belas saluran 802.15.4 yang berfungsi untuk mengoperasikan jaringan.

Pada saat ZC *(ZigBee Coordinator)* telah membentuk jaringan, maka jaringan langsung terbentuk. Selama proses pembentukan, satu paket dikirim over-the-air pada masing-masing saluran. Jika tidak ada jaringan ZigBee lainya yang berada di saluran, maka paket data hanya terlihat oleh ZigBee sniffer :

Seq No	MAC Dst	Protocol	Packet Type
1	0xffff	IEEE 802.15.4	Command: Beacon equest

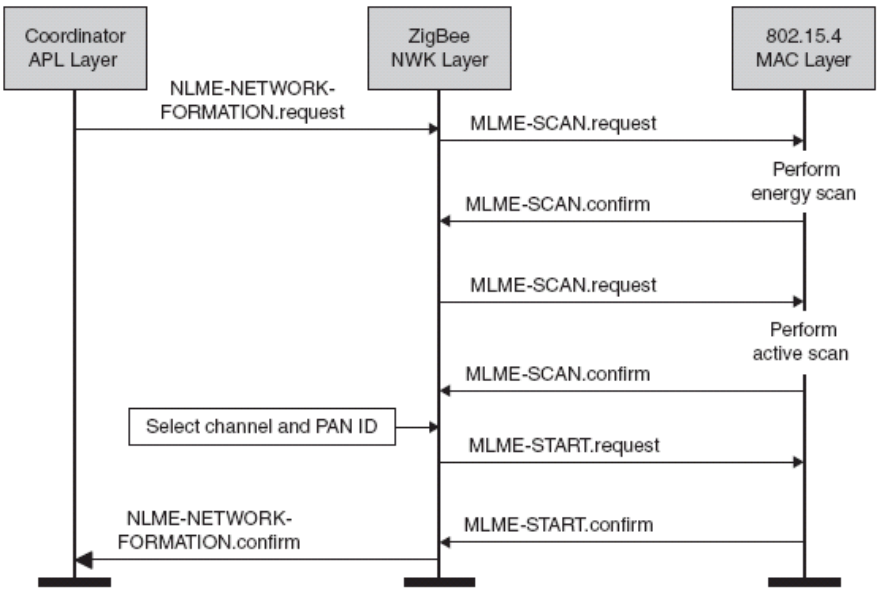
Sebuah Koordinator ZigBee memiliki tugas sebagai berikut :

- Membentuk jaringan.
- Menetapkan saluran 802.15.4 pada jaringan yang akan beroperasi.
- Mendirikan *Extended and Short PAN ID* untuk jaringan.
- Memutuskan di stack profile mana yang akan digunakan (mengkompilasi atau pilihan run-time).
- Bertindak sebagai *Trust Center* untuk *Secure Applications and Network*.
- Bertindak sebagai penengah untuk *End-Device-Bind* (pilihan commissioning option).
- Bertindak sebagai router untuk mesh routing.
- Bertindak sebagai puncak pohon *(tree)*, jika pohon routing diaktifkan.

Koordinator node ZigBee yang benar-benar sudah memutuskan kapan waktunya untuk membentuk sebuah jaringan dari yang mengatur saluran dan dari yang mengatur PAN ID. Aplikasi yang dijalankan di ZC bisa apa saja termasuk gateway yang terhubung ke Internet,kotak controller, termostat, lampu, atau meteran listrik. Kemungkinannya tak terbatas. Ketika kekuasaan diterapkan ke

perangkat yang berisi Koordinator ZigBee, segera mungkin akan langsung membentuk jaringan, atau mungkin menunggu untuk beberapa saat (seperti tekan-tombol atau perintah dari prosesor host) sebelum membentuk jaringan. Bahkan mungkin memeriksa untuk melihat apakah jaringan di luar sana sudah siap, dan memutuskan untuk menjadi *Router ZigBee* daripada *Coordinator* jika node lain telah membentuk jaringan yang dikehendaki.

Namun saat aplikasi diimplementasikan, pada beberapa waktu ZigBee Koordinator akan membentuk jaringan. Proses ini ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. ZigBee Forming a Network

Perhatikan bahwa pertama ada *NLME-NETWORK-FORMATION.request*. Hal tersebut diawali oleh ZDO, yang pada gilirannya diberitahu untuk membentuk suatu jaringan dengan aplikasi. Dalam *Freescale'sBeeStack*, pembentukan jaringan untuk *ZDO* sangat sederhana. Pertama, pembentukan kode jaringan langsung pada *power-up*. Kedua, pembentukan jaringan dengan menekan tombol (walaupun hal ini bisa dilakukan pada setiap keadaan), seperti terlihat pada kode fragmen di bawah ini :

```
/* form network immediately upon power-up */
void BeeAppInit(void)
{
  ZDO_Start(gStartSilentRejoinWithNvm_c);
}
/* form network on key-press */
void BeeAppHandleKeys (key_event_t keyEvent)
{
  switch(keyEvent)
  {
  case gKBD_EventSW1_c:
  ZDO_Start(gStartWithOutNvm_c);
  break;
  }
}
```

Berikutnya, seperti terlihat pada Gambar 3.2, Pada ZigBee memanggil lapisan MAC untuk melakukan dua scan nyaitu scan sebuah energi, dan scan aktif. Scan energy adalah digunakan untuk menentukan saluran-saluran paling tenang dari set saluran tertentu dalam APS informasi dasar variabel, apsChannelMask. Scan energi berlangsung sekitar setengah detik pada setiap saluran dan hanya sebuah "*moment-in-time*" check. Saluran ini bisa saja benar-benar memiliki noisy selama satu jam sebelumnya, dan proses ini tidak akan mendeteksi itu. Scanning pada semua 16 channel membutuhkan waktu sekitar 8 detik. Selanjutnya, Aktif scan yang hanya diikuti sebuah permintaan sinyal MAC oleh nol atau lebih sinyal tanggapan, digunakan untuk menemukan jaringan lain apa saja yang ada di sekitarnya. Aktif scan memastikan ZigBee tidak membentuk jaringan di PAN ID yang sama seperti jaringan lain yang sudah di sekitarnya. Aktif scan juga membutuhkan waktu tunggu dari sinyal tanggapan potensial node lain.

Berikutnya dalam Gambar 3.2, di dalam kotak diberi label "Select Channel and PAN ID", maksudnya adalah setelah menerima informasi tentang bagaimana

saluran yang noisy, dan jaringan yang sudah ada, maka aplikasi bebas untuk memilih channel dan PAN ID. Sama halnya dengan *Freescale*. *Freescale* adalah untuk memilih saluran yang belum berisi PAN ID ditentukan oleh aplikasi. Fungsi yang melakukan ini adalah *SelectLogicalChannel()* dan *SelectPanId(),* ditemukan dalam file *AppStackImpl.c*. Fungsi ini dapat digantikan oleh apa saja yang tepat untuk aplikasi.

Basis variabel informasi *NWK, nwkPanID*, menentukan ID PAN, yang secara default adalah 0xffff. Aplikasi ini dapat juga menentukan nwkPanID untuk hal yang lain dari 0x0000 melalui 0x3fff, jika tujuannya adalah untuk memilih PAN tertentu daripada ID yang acak. Dua bit atas dicadangkan untuk penggunaan selanjutnya. Nomor *Extended PAN ID* adalah 64-bit yang unik, biasanya diatur ke dalam alamat MAC dari *Coordinator ZigBee*, tapi bisa apa saja yang telah diatur oleh proses *commissioning*.

Dalam solusi *Freescale, nwkPanID, apsUseExtendedPANID*, dan *apsChannelMask* variabel stack dapat ditetapkan pada saat run-time dengan menggunakan *NLME-SET.request* dan *APSME-SET.request function*. tumpukan lainnya memiliki cara yang sama untuk mengatur mereka :

NlmeSetRequest(gNwkPanId_c, 0x1234);

ApsmeSetRequest(gApsUseExtendedPANID_c, aMyExtendedPANID);

ApsmeSetRequest(gApsChannelMask_c, aMyChannelMask);

Simpul ZC dapat memastikan saluran dan PAN yang dipilih ID dengan memanggil *NlmeGetRequest().*

Kode untuk mendapatkan PAN ID yang dipilih dan channel tampak seperti berikut dalam platform Freescale :

zbPanId_t aPanId;

zbChannel_t channel;

Copy2Bytes(aPanId, NlmeGetRequest(gNwkPanId_c));

channel _ NlmeGetRequest(gNwkLogicalChannel_c);

3.2.2 Joining Networks

ZigBee Router (ZRs) dan ZigBee End-Devices (ZEDs) membentuk sebuah jaringan. ZRs biasanya mmbutuhkan listrik, dan listening paket ke rute. ZEDs biasanya mengunakan baterai.

ZigBee Router bertanggung jawab untuk :

- Mencari dan bergabung dengan jaringan yang benar.
- Ikut serta dalam proses routing, termasuk menemukan dan mempertahankan rute.
- Membiarkan perangkat lain untuk bergabung dengan jaringan (jika memungkinkan, penggabungan diaktifkan).

ZigBee End-Devices bertanggung jawab untuk :

- Menemukan dan bergabung dengan jaringan yang benar.
- Parents melihat apakah ada pesan yang dikirim saat keadaan sleep.
- Mencari parent baru jika link ke parent lama hilang (NWK bergabung)
- Sebagian besar waktu sleep untuk menghemat baterai jika tidak digunakan oleh aplikasi.

Joining a network adalah proses menemukan jaringan dan node apa yang ada di sekitarnya,dan kemudian memilih salah satu dari mereka untuk bergabung. Asosiasi ini diterima oleh jaringan yang akan bergabung akan dan node yang telah bergabung akan memiliki alamat pada jaringan yang baru tersebut.

Respon sinyal dikeluarkan oleh semua Router ZigBee dan Koordinator pada saluran di mana permintaan sinyal dikeluarkan, terlepas dari PAN ID. Jadi, misalnya, jika sebuah sinyal permintaan dikirim pada channel 15, semua node router (termasuk ZigBee Koordinator) pada channel 15 menanggapi saluran dengan respon sinyal, seperti yang terlihat dalam penangkapan parsial di bawah ini. PemberitahuanPAN beberapa ID dan alamat singkat :

```
SrcPAN     MACSrc     MACSeq     Protocol Type
-------------------------------------------------------------------
0x1aaa     0x0001     05         Beacon: AP: 1, Nwk RC: 1, Nwk EDC: 1
0x1bbb     0x0000     188        Beacon: AP: 0, Nwk RC: 1, Nwk EDC: 1
0x1aaa     0x0000     200        Beacon: AP: 1, Nwk RC: 1, Nwk EDC: 1
```

Sinyal mengandung cukup banyak informasi tentang jaringan ZigBee, termasuk PAN ID, extended PAN ID, join enable, dan apakah node memiliki kapasitas (ruang) untuk router atau End-Device untuk bergabung. Untuk itu, node mencari terlebih jaringan untuk bergabung, mencari aplikasi dan jika tidak dapat menemukan itu, maka akan meninggalkan jaringan dan mencoba lagi.

Kolom pertama, kontrol frame MAC akan selalu bernilai 0x8000 pada sebuah sinyal. Security enabled bit akan selalu 0, bahkan dalam jaringan yang aman seperti ZigBee menggunakan lapisan keamanan NWK (bukan lapisan keamanan MAC). Kolom berikutnya, urutan nomor adalah rolling counter. Source PAN ID dan short address dari node akan selalu hadir. Dalam hal ini short address adalah 0x0000 (koordinator ZigBee).

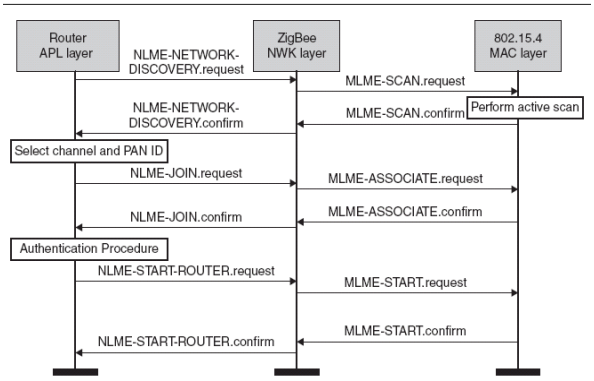
Kolom berikutnya adalah spesifikasi superframe, yang menunjukkan apakah izin bergabung diaktifkan pada node ini (lihat Asosiasi Izin bit). Jika tidak, maka node tidak akan menerima penggabungan. Sisanya, bidang payload MAC akan selalu sama untuk semua node ZigBee. Perhatikan bahwa perintah sinyal adalah 0xf, yaitu non-beaconed. ZigBee bukanlah sebuah beaconing jaringan, dan dijamin tidak mendukung slot waktu. Sebaliknya, ZigBee adalah asynchronous, dengan router selalu diaktifkan untuk route packets, menggunakan CSMA-CA untuk menghindari tabrakan pada jaringan.

Informasi layer jaringan mengikuti MAC payload dan termasuk yang ZigBee stack profil (0x01 atau 0x02) didukung oleh node ini, dan apakah kapasitas untuk menerima Router atau End-Device. Dalam profil stack 0x01, jumlah node yang dapat bergabung menjadi simpul khusus sebagai seorang child adalah 20 (6 router dan 14 end device).

ZRs dan ZEDs bergabung dengan node tertentu, bukan dengan jaringan pada umumnya yang menggunakan 64-bit alamat MAC untuk sumber dan alamat tujuan permintaan asosiasi MAC. Pengabungan Simpul disebut *child.* Permintaan menerima asosiasi simpul disebut *paren*t.

ZigBee Router dan Koordinator ZigBee dapat menjadi induk dari node lain, tapi ZigBee End-Devices tidak akan pernah menjadi parent. ZEDs selalu menjadi children.

Perlu diketahui bahwa parent/child tidak ada hubungannya dengan mesh routing. Router apa pun dapat rute melalui router lain dalam rentang pendengaran pada jaringan yang sama. Semua ZigBee Router (dan ZC) saling terkait dalam hal ini. Jika parent router atau keluar (bahkan mungkin meninggalkan jaringan) tidak merugikan apa-apa untuk rute. Router ZigBee tidak rute melalui jaringan lain, mereka hanya rute dalam PAN ID dan saluran yang sama.Proses penggabungan untuk Router ZigBee atau ZigBee End-Device digambarkan dalam ZigBee spesifikasi, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. ZigBee Joining a Network

Dalam solusi Freescale, izin bergabung dengan perintah yang tersedia melalui :

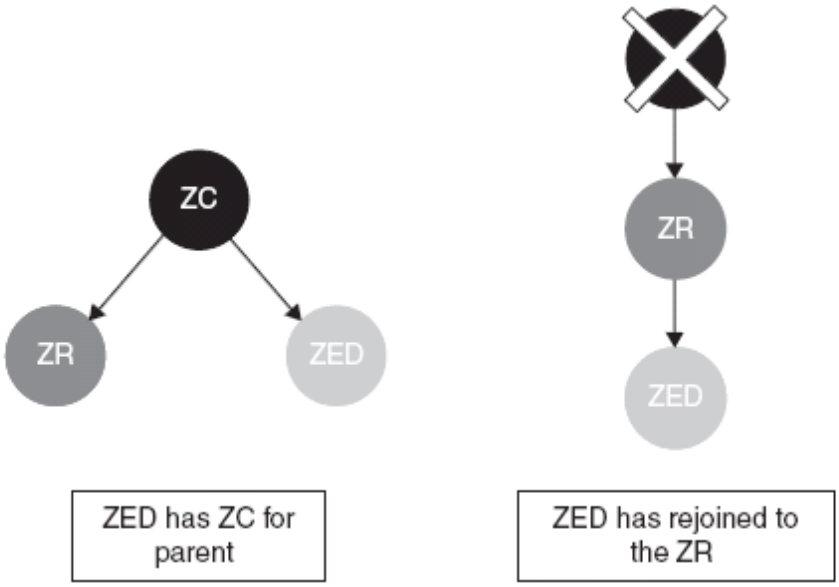
```
/* turn permit joining on or off locally */
void APP_ZDP_PermitJoinRequest
    (
    uint8_t iPermitFlag /* 0x00 = off, 0xff = on */
    );
/* turn permit joining on or off remotely */
void ASL_Mgmt_Permit_Joining_req
(
        zbCounter_t *pSequenceNumber,
        zbNwkAddr_t aDestAddress, /* usually gaBroadcastZCnZR */
        zbCounter_t permitDuration, /* 0x00 _ off, 0xff _ on */
        uint8_t TC_Significance /* TC will not authenticate */ );
```

3.2.3 Rejoining Networks

Rejoining Networks (penggabungan kembali) jaringan diasumsikan bahwa node telah bergabung kembali dengan sebuah jaringan, bahwa node memiliki tepat PAN ID, extended PAN ID, Security Key, dan short address. Ada beberapa alasan mengapa sebuah node mungkin perlu bergabung kembali pada sebuah jaringan :

1. Sebuah ZED telah kehilangan kontak dengan induknya.
2. Power telah berputar, dan banyak node-node dalam jaringan bergabung kembali "diam".
3. Bergabung dengan jaringan akan aman jika permit-joining tidak aktif.

ZEDs selalu berkomunikasi langsung dengan induk mereka. Jika induk tidak lagi merespon, anak (child) harus menemukan orang tua baru untuk tetap berkomunikasi di dalam jaringan.



Gambar 3.4 ZED Rejoins to a New Parent

Dalam gambar 3.4 *ZED Rejoin*, ZR adalah sebuah HA On / Off Switch, dan Zed adalah HA On / Off Light. Jaringan ini awalnya dibentuk di segitiga tiga node biasa. Saklar ZR terikat pada cahaya Zed. Zed menyadari bahwa tidak ada yang dapat lagi berkomunikasi dengan parent dan saat bergabung kembali (Rejoin)

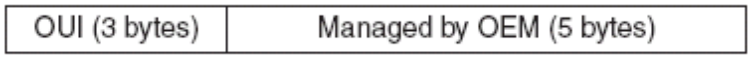
dengan prosedur, menentukan ZR sebagai orangtua yang baru dan mengumumkan new short address ke jaringan.

3.3 ZigBee Address Assignment

Pengalamatan sangat penting dalam jaringan. Mirip dengan alamat kantor pos, alamat setiap node harus unik untuk ZigBee atau jaringan lainnya. Bayangkan jika alamat rumah anda tidak unik? maka akan sangat sulit untuk mencarinya. ZigBee menggunakan dua alamat yang unik untuk setiap node : alamat lama (IEEE atau alamat MAC) dan alamat singkat (NwkAddr).

Alamat lama atau juga sering disebut IEEE/MAC address, ditetapkan oleh produsen perangkat yang menggunakan radio 802.15.4 (bukan produsen chip). Alamat unik lama mengidentifikasi widget dari semua 802.15.4 widget lainnya di dunia. Bahkan, 64 bit (8 byte) dari ruang alamat yang besar 123.853 cukup untuk mencakup perangkat untuk setiap meter persegi di bumi. Ruang alamat IEEE cukup mengejutkan, dikendalikan oleh IEEE.

Setiap alamat IEEE unik mengidentifikasi beberapa node lain yang ada di dunia ini. Tiga byte atas (24 bit) disebut Organizational Unique Identifier (oui), dan lima byte bawah (40 bit) dikelola oleh Pabrik Pembuat Peralatan Asli (OEM), seperti ditunjukkan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 64-bit MAC Address

Short Address ditetapkan oleh ZigBee pada saat sebuah node bergabung kedalam jaringan ZigBee, dan tidak ada hubungannya dengan alamat IEEE. ZigBee menggunakan salah satu dari dua skema alamat untuk menetapkan alamat singkat :

- Cskip
- Stokastik (random)

Tugas alamat Cskip tersedia dalam profil stack 0x01. Sebuah simpul jaringan bergabung memilih sendiri alamat. Kemudian mengirimkan

pengumuman ke jaringan untuk melihat apakah ada node lain yang telah memiliki alamat tersebut. Jika ada maka node memilih alamat lain. Jika tidak maka node terus berada di alamat itu.

Stokastik menangani tersediaan dalam stack 0x02 profil (stackprofil disebut ZigBee Pro). Dalam profil stack 0x01, alamat ditugaskan dengan hubungan parent-child yang membentuk simetris pohon. Skema pengalamatan untuk stack 0x01 profil dihitung menggunakan sejumlah nomor untuk setiap kedalaman (jumlah hop dari Koordinator ZigBee), disebut Cskip (anakskip).

3.4 ZigBee Paket Routing

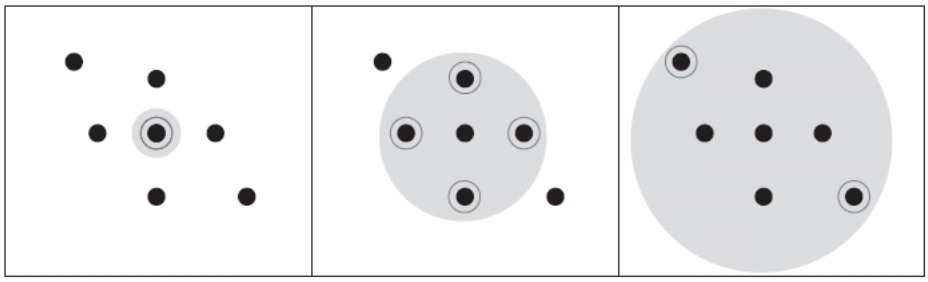
ZigBee menggunakan berbagai metode untuk routing paket dari satu node ke node :

- Broadcasting (dari satu node ke banyak node)
- Mesh routing (unicast dari satu node lain)
- Pohon routing (unicast dari satu node ke node yang lain, stack profil 0x01 saja)
- Sumber routing (unicast dari satu node ke node yang lain, stack profil 0x02 saja)

Broadcasting adalah memungkinkan satu node untuk mencapai node lain dengan permintaan data tunggal. Sangat efisien (dalam hal waktu, bandwidth, dan memori sumber daya) dalam sekali route didirikan. Paket yang dikirim dalam topologi mesh sehingga node pengirim dapat mengetahui apakah paket telah diterima. Mesh rute didistribusikan yang mengurangi overhead packet over-the-air. ZigBeemesh dapat mengirimkan paket sampai 30 hops away. Pohon routing hanya tersedia di Stack Profil 0x01.

3.4.1 Broadcasts

Ketika sebuah node memulai siaran, pesan akan diulang oleh semua tetangga router dari simpul tersebut, sampai radius tertentu dari pusat siaran, seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3.6. Area abu-abu pada gambar di bawah ini merupakan siaran karena memperluas melintasi jaringan, seperti riak dalam kolam. Setiap node yang menerima siaran itu decrements radius, dan jika ada jari-jari kiri, menambahkan siaran ke Tabel Transaksi Broadcast (BTT) dan mengulanginya. Jika sebuah node menerima siaran dengan radius di set ke 1, maka itu akan berlalu siaran sampai ke aplikasi tersebut, tapi tidak akan mengulanginya. Ini radius ditetapkan dari 0x01 ke 0xff, untuk menunjukkan jarak maksimum yang sebenarnya. Siaran dalam gambar atas harus telah dikirim dengan radius sekurang-kurangnya 3 untuk node di atas untuk memiliki mengulanginya.



Gambar 3.6 Broadcasts Expand

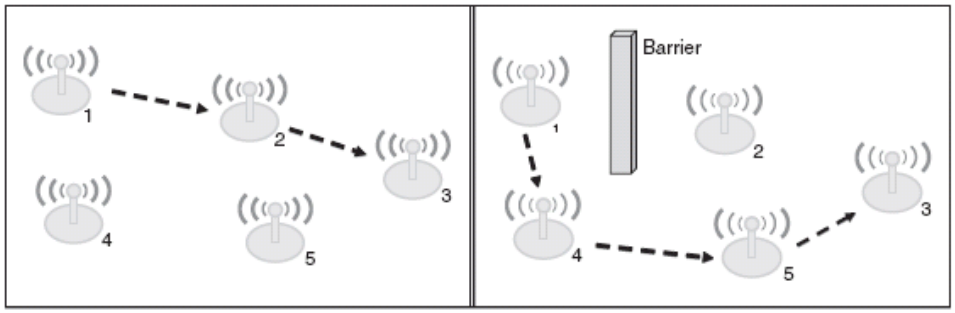
Berikut ini adalah capture dari siaran over-the-air dalam penyelesaian :

Time	MACSrc	MACDst	NWKSrc	NWK Seq	R	NWKDst	Packet Type
31 +00.110	0x143e	0xffff	0x143e	12	5	0xffff	ZDP:EndDeviceAnnce
32 +00.022	0x0000	0xffff	0x143e	12	4	0xffff	ZDP:EndDeviceAnnce
33 +00.049	0x0001	0xffff	0x143e	12	3	0xffff	ZDP:EndDeviceAnnce
34 +00.090	0x143e	0xffff	0x143e	12	5	0xffff	ZDP:EndDeviceAnnce
35 +00.102	0x143e	0xffff	0x143e	12	5	0xffff	ZDP:EndDeviceAnnce
36 +00.030	0x0000	0xffff	0x143e	12	4	0xffff	ZDP:EndDeviceAnnce
37 +00.150	0x0001	0xffff	0x143e	12	3	0xffff	ZDP:EndDeviceAnnce
38 +00.013	0x0000	0xffff	0x143e	12	4	0xffff	ZDP:EndDeviceAnnce

Broadcasting mentransmisikan dari satu node ke banyak node, sampai seluruh jaringan. Broadcast sangat hemat karena mereka mengkonsumsi banyak bandwidth dan sumber daya. Namun Broadcast lambat dibandingkan dengan unicasts.

3.4.2 Mesh Routing

Konsep meshing ZigBee sederhana tapi kuat. Sebuah rute ditemukan dari satu node dalam jaringan lain. Rute ini melewati sejumlah node intermediate (sampai dengan 30 hop di ZigBee Pro). Jika sesuatu terjadi untuk rute dari waktu ke waktu, seperti simpul turun atau bagian blok dari rute terhalang, maka rute baru secara otomatis ditemukan di sekitar hambatan (noisy), seperti yang ditunjukkan padaGambar 3.7.



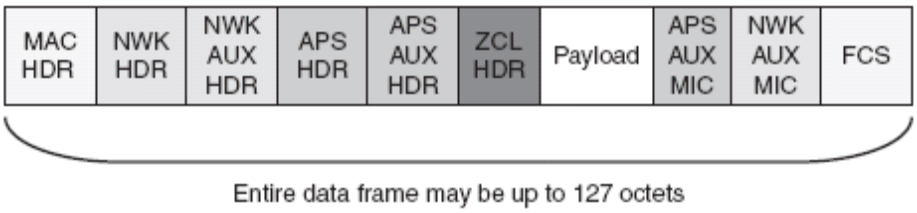
Gambar 3.7 Mesh Networking Automatically Reroutes Packets

Dalam sebuah mesh ZigBee :

- Algoritma ini didasarkan pada On Demand publik Advanced Ad-hoc-Distance vector (AODV).
- Semua router adalah teman.
- Rute Setiap simpul di distribusikan dalam rute melacak hop berikutnya untuk rute dalam tabel routing.
- Rute searah (rute masing-masing harus menemukan cara untuk bidirectional komunikasi).
- Rute gagal dikomunikasikan kembali kepada node yang pertama kali berasal, memungkinkan untuk menemukan rute baru.

3.5 ZigBee Over-the-Air Frames

frame over-the-air semua Aliansi ZigBee berfungsi untuk pengujian kompatibilitas. Frame tertentu dikirim over-the-air dan balasan tertentu yang diharapkan.Memahami over-the-air frame juga sangat membantu dalam debugging jaringan. Ada berbagai lapisan yang terlibat dalam paket over-the-air yang diberikan, termasuk MAC, NWK, APS, ZCL, dan data. Over-the-air, lapisan ini membuat serangkaian byte, pembingkaian (di kedua sisinya) sisanya dari byte dalam paket. Itulah sebabnya disebut bingkai.Bingkai lapisan berikutnya yang lebih tinggi selalu dalam bingkai lapisan dibawahnya over-the-air. Jadi frame NWK berada di dalam frame MAC, kerangka APS adalah dalam rangka NWK, dan sebagainya. Sebuah ZigBee penuh paket data dapat berisi semua frame berikut (MAC, NWK, APS,dan ZCL), seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Frame Data ZigBee