

BAB II

LANDASAN TEORI

Dalam bab ini ,akan diperkenalkan latar belakan teoritis dari elemen utama perangkat hardware dan protocol yang digunakan dalam implantansi proyek tugas akhir ini. Pertama kita memperkenalkan konsep generator sinkron. Struktur dan teori sinkronisasi dalam system tenaga disajikan dalam dua bagian. Di bagian berikutnya kita membahas kerusakan pada system generator,pada bagian empat menggambarkan metode sinkronisasi dan Controller Area Network (CAN) yang digunakan dalam transfer data.

2.1 Generator Sinkron

Pada bagian ini kami menjelaskan konstruksi mekanikal dan operasi listrik dari generator AC yang kita sebut sebagai alternator atau generator sinkron.

2.1.1 definisi

Arus bolak-balik (ac) generator biasanya disebut sebagai sinkron generator atau alternator.

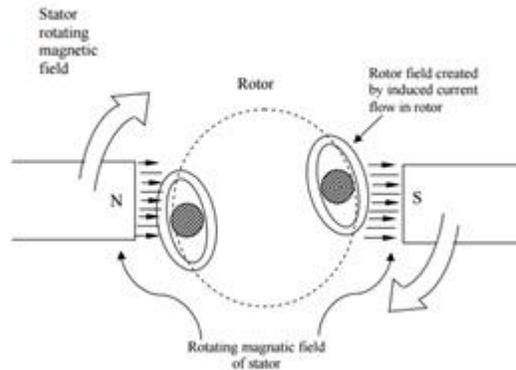
Sebuah mesin sinkron, apakah itu adalah generator atau motor, beroperasi dikecepatan sinkron, yaitu, pada kecepatan di mana medan magnet yang diciptakan oleh kumpulan kumparan berputar. Seperti yang ditunjukkan pada persamaan 2.1 ekspresi untuk sinkron kecepatan N, diputaran per menit (rpm) (Bhag S. Guru, Hiiseyin R. Hiziroglu, 2001)

$$N = 120 f / P \quad (2.1)$$

Dimana f adalah frekuensi dalam hertz (Hz) dan P adalah jumlah kutub di mesin. Dengandemikian, untuk generator sinkron 4-tiang untuk menghasilkan listrik pada 50 Hz, kecepatan rotasi harus 1.500 rpm. Di sisi lain, motor sinkron 4-tiang yang beroperasi dari sumber 50-Hz berjalan pada 1500 rpm

2.1.2 Konstruksi dari mesin sinkron

Sebuah mesin sinkron terdiri dari stator, yang merupakan tempat konduktor, dan rotor, yang menyediakan bidang yang diperlukan seperti pada Gambar 2.1



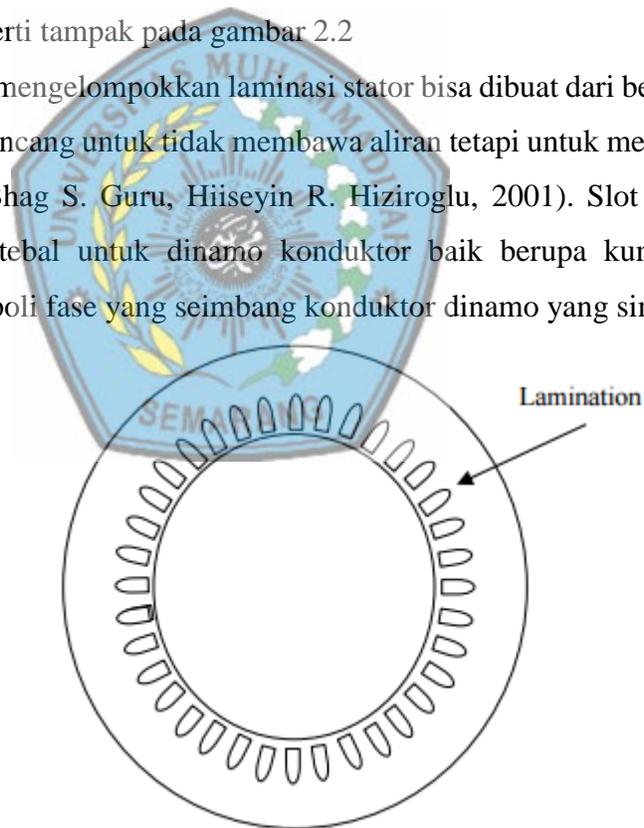
Gambar.2.1

Sepasang Kutub dalam pola tertentu yang menghubungkan utara ke selatan medan gaya

2.1.1.1 Stator

Stator atau Dinamo terdiri dari bahan yang dibungkus bahan baja yang sangat tipis untuk mengurangi rugi-rugi inti seperti tampak pada gambar 2.2

Bingkai stator memegang dan mengelompokkan laminasi stator bisa dibuat dari besi cor atau pelat baja ringan. Bingkai stator dirancang untuk tidak membawa aliran tetapi untuk mendukung secara mekanik generator sinkron (Bhag S. Guru, Hiiseyin R. Hiziroglu, 2001). Slot di dalam stator adalah sebagai rumah yang tebal untuk dinamo konduktor baik berupa kumparan ataupun gulungan. Untuk membentuk poli fase yang seimbang konduktor dinamo yang simetris diatur.



Gambar 2.2 Konstruksi Stator

Ada beberapa catatan yang harus dipertimbangkan (Bhag S. Guru, Hiiseyin R. Hiziroglu, 2001):

- Emf induksi per fase generator sinkron besar dalam kilo volt (kv)
- Sebuah kapasitas penangan daya di Mega volt ampere (Mva)

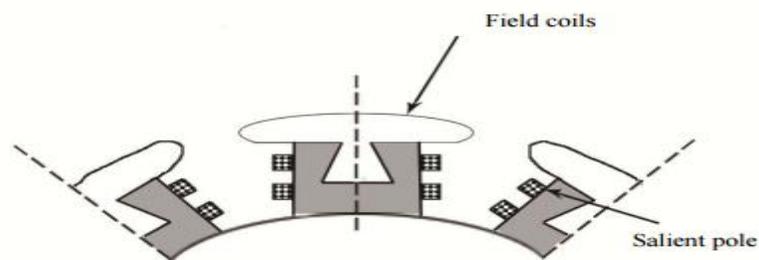
Panjang aksial generator dapat dibagi menjadi dua bentuk tergantung pada kecepatan generator . untuk generator lambat kecepatan panjang aksial stator pendek. Generator ini mempunyai banyak kutub dan dibiarkan terbuka pada kedua ujungnya untuk dapat melakukan pendinginan mandiri (self cooling). Generator seperti ini biasanya dipasang di pembangkit listrik tenaga air. Di sisi lain, untuk kecepatan tinggi pembangkit yang mempunyai dua atau empat kutub panjang aksial bisa berkali lipat diameternya.

Selain generator lambat (Slow speed) , generator kecepatan tinggi (high speed) juga dibutuhkan untuk menutup sirkulasi udara pada pendinginan dan memastikan benar benar tertutup. Hal ini digunakan ketika rotor digerakkan oleh gas atau uap turbin.

2.1.1.2 Rotor

Rotor terdiri dari kutub yang sama dengan jumlah kutub stator aliran arusnya Dc ,gulungan medan ini biasanya menerima aliran dari generator dc 115- atau 230 V. Rotor digerakkan oleh penggerak utama pada kecepatan sinkronnya . Dc generator dapat didorong oleh penggerak generator sinkron maupun dengan motor listrik terpisah .Oleh karena itu agar dapat menghasilkan aliran konstan per kutub dc generator harus memiliki lilitan lapisan ganda untuk membawa arus dc.

Rotor bisa berbentuk silinder atau jenis kutub yang menonjol. Generator dengan kecepatan rendah,medium,cepat menggunakan rotor yang kutub yang menonjol karena hilangnya windage kecil pada kecepatan ini. (Bhag S. Guru, Hiiseyin R. Hiziroglu, 2001) Kutub rotor terdiri dari perangkat yang memproyeksikan kutub dilaminasi. Setiap kutub dirancang sehingga cocok menjadi niche berbentuk baji atau melesat ke roda magnetik yan disebut laba laba . Kumparan diletakkan disekaliling kutub seperti gambar 2.3 . Kutub harus bergantian dalam polaritas.

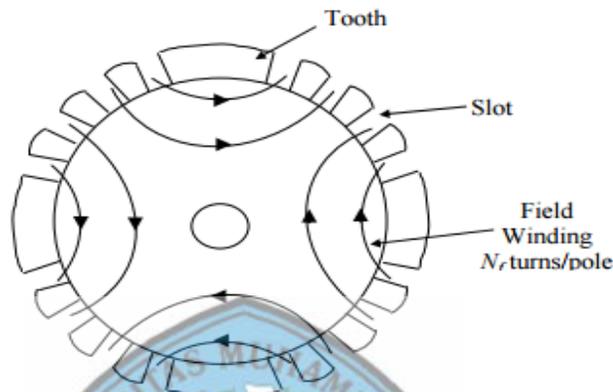


Gambar. 2.3 Kutub rotor yang menonjol (A salient pole rotor)

Gambar (2.3) Sebuah kutub rotor menonjol ,di sisi lain kecepatan tinggi turbo generator menggunakan rotor silinder. Rotor silinder terbuat dari silinder baja padat yang ditempa dengan halus dengan sejumlah slot dipinggiran luarnya . Slot ini dirancang untuk mengakomodasi

kumparan medan seperti ditunjukkan gambar (2.4). Penggunaan silinder dapat mempunyai manfaat seperti berikut (Bhag S. Guru, Hiiseyin R. Hiziroglu, 2001):

1. Hasilnya operasi yang tenang dengan kecepatan yang tinggi.
2. Menyediakan keseimbangan yang lebih baik dari kutub rotor (salient pole rotor)
3. Mengurangi kerugian windage



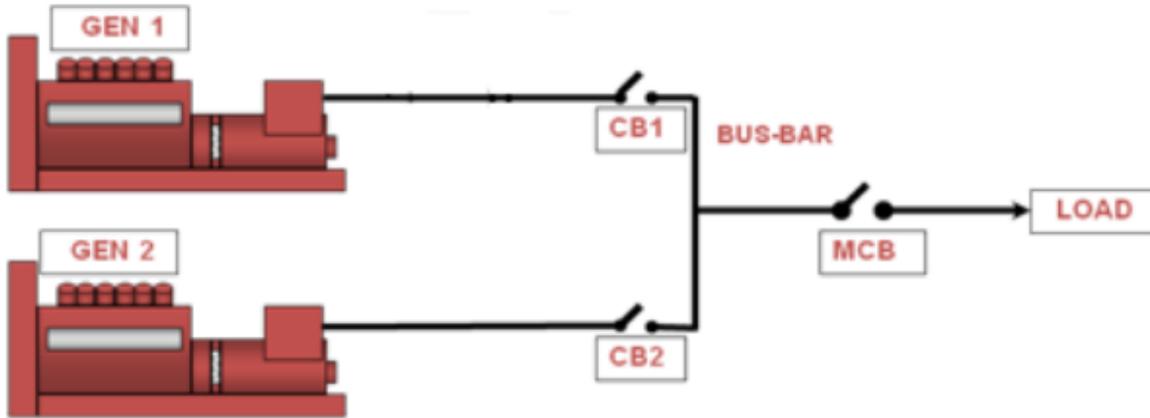
Gambar 2.4 Rotor berbentuk silindris

2.2. Sinkronisasi

Generator dapat dihapus atau dihubungkan dari layanan karena beberapa factor seperti variasi beban ,pemeliharaan dan keadaan darurat. Setiap generator dihubungkan ke power system harus disinkronkan sebelum interkoneksi breaker dapat ditutup.

Definisi

Sinkronisasi dalam bentuk yang paling sederhana adalah proses menghubungkan listrik dan pencocokkan pada generator ganda satu sama lain seperti ditunjukkan gambar 2.5 .Tepatnya sinkronisasi adalah suatu tindakan untuk mencocokkan besarnya tegangan,sudut phase,dan frekuensi dari generator pertama dengan variable generator kedua.



Gambar.2.5 Pengkoneksian dua generator

Untuk menggambarkan definisi sinkronisasi kita menggunakan fungsi volt, komponen yang disediakan oleh generator tersebut adalah sebagai berikut :

$$V = A \cos (\omega t + \Theta) \quad (2,2)$$

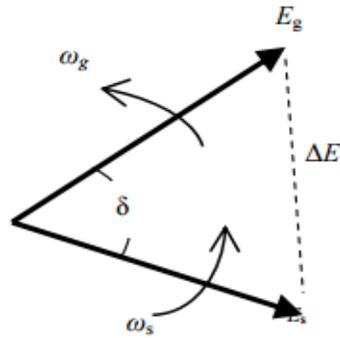
Jika tegangan dari generator pertama adalah $A_1 \cos (\omega_1 t + \Theta_1)$ dan tegangan dari generator kedua adalah $A_2 \cos (\omega_2 t + \Theta_2)$, kemudian jika kita menghubungkan dua generator dalam satu bus . Komponen tegangan masing masing harus sama seperti yang disebutkan dalam definisi di atas ini menyiratkan bahwa

$$A_1 \cos (\omega_1 t + \Theta_1) = A_2 \cos (\omega_2 t + \Theta_2) \quad (2,3)$$

Dari persamaan 2,3 kita dapatkan

$A_1 = A_2$	amplitude
$\omega_1 = \omega_2 \rightarrow$	$f_1 = f_2$ frekuensi
$\Theta_1 = \Theta_2$	phase

Ini mengkonfirmasi kondisi definisi di atas. Untuk membahas ketidakcocokan kondisi, Gambar 2.6 adalah representasi vektor dari variabel yang terkait dengan sinkronisasi. generator tegangan pertama E_s dan kecepatan (frekuensi) ω_s ditetapkan oleh daya sistem. Selama proses sinkronisasi, frekuensi dari dua generator dapat berbeda satu sama lain.



Gambar.2.6 Sinkronisasi variable

Jika generator kedua diasumsikan pada kecepatan yang lebih tinggi daripada generator pertama, tegangan generator kedua misalnya akan berputar. Vektor tetap pada diagram tegangan generator pertama di arah yang berlawanan, frekuensi slip ($\omega_s - \omega_g$) menjadi perbedaan antara generator pertama, frekuensi generator kedua. Sudut fase δ dan perbedaan tegangan ΔE antara dua generator akan bervariasi di slip frekuensi.

Dari pembahasan di atas, kita mendapatkan bahwa: idealnya, generator pertama dan generator kedua baik tegangan di kedua sisi pemutus sinkronisasi terbuka harus sama besarnya dan frekuensi juga fase keselarasan sempurna pada closure breaker instant. (Reimert, Donald, 2006)

Sebuah sinkronisasi yang sempurna mengakibatkan tidak ada transien system listrik, maka tidak ada tekanan pada generator. Dalam prakteknya kedua system listrik dan mekanik dapat bertoleransi terhadap penyimpangan kecil dari sinkronisasi yang sering tidak selaras dengan frekuensi dan tegangan.

2.3 Kegagalan dalam Sinkronisasi

Kegagalan dalam sinkronisasi dapat disebabkan dari transien listrik dan mekanik yang merusak generator, penggerak utama, generator step up (GSU), transformator, system power. (Reimert, Donald, 2006)

2.3.1 Masalah Sistem

Seiring dengan torsi sementara pada system mekanik akan terjadi osilasi daya listrik (Michael J. Thompson, 2011). Osilasi akan meningkat jika generator sinkronisasi dengan system yang lemah. Generator merupakan sumber daya reaktif yang besar dan dinamis. Jika tegangan

generator lebih rendah dari tegangan sistem, dan terhubung . Sistem tidak dapat memasok daya reaktif untuk menahan tegangan sampai generator meningkatkan tegangan, tegangan generator dapat menyebabkan dip tegangan untuk daya system local.

Situasi benar-benar dapat menjadi lebih buruk jika generator mengatur tegangan selama sinkronisasi. Begitu generator disinkronisasi dengan sistem, generator bisa segera mundur eksitasi untuk mencoba membawa tegangan turun ke *set point*, mengakibatkan kondisi yang ekstrim. Medan magnet lemah dapat mengakibatkan generator tidak menarik ke sinkron atau menarik kembali keluar dari sinkronisme lama setelah sinkronisasi.

2.3.2 Kerusakan Generator

Ketika generator terhubung ke sistem daya, listrik dan sistem mekanik terikat bersama-sama. Sebelum menutup pemutus generator yang selama sinkronisasi, kecepatan sudut dari medan magnet berputar dan oleh karena itu frekuensi tegangan induksi pada stator diatur oleh kecepatan rotor (Michael J. Thompson,2011).

Ketika breaker ditutup frekuensi sistem daya mengatur berputar pada medan magnet. Rotor dan penggerak utama akan dipaksa untuk mencocokkan kecepatan dan posisi untuk menjadi identik dengan sistem daya. Jika kecepatan dan posisi rotor yang erat cocok pada saat generator terhubung ke sistem daya, torsi transien diperlukan untuk membawa rotor dan penggerak utama dalam sinkron diterima.

Dua situasi dapat terjadi jika ada ketidaksesuaian antara kecepatan Generator dan kecepatan sistem daya:

Pertama Jika posisi, yang diukur dengan perbedaan sudut antara masuk dan berjalan tegangan, dekat dan kecepatan sudut (frekuensi) adalah secara signifikan off, yang diukur dengan slip antara tegangan masuk dan berjalan, akan ada torsi besar sementara pada sistem mekanis untuk mempercepat atau mengurangi kecepatan massa berputar untuk mencocokkan sistem daya kecepatan sudut.

Kedua Jika posisi rotor juga off (tegangan perbedaan sudut fase besar), dapat menjadi torsi transien lebih tinggi diperlukan untuk *snap* rotor dan penggerak utama posisi ke tahap dengan sistem daya. Torsi transient ini dapat menyebabkan kelelahan sesaat atau kumulatif kerusakan pada generator dan penggerak utama atas kehidupan sistem.

Perhatikan bahwa generator standard memungkinkan untuk slip atau tergelincir dari perspektif mekanis, itu terjadi untuk membatasi sinkronisasi dari nol ke positif, slip untuk mengurangi guncangan pada system mekanik karena mendorong *train lash*. Dapat dibersihkan di drive train mekanik yang menyebabkan bergerak maju dan sebaliknya torsi.

Ketika penggerak utama menjalankan generator sebelum sinkronisasi seluruh lash drive train terdiri dari arah maju. Jika generator berjalan sedikit lebih cepat dari sistem, generator dan penggerak utama akan melambat, dan lash terdiri dalam arah yang benar. Jika generator berjalan lebih lambat dari sistem, harus mempercepat, dan tekanan drive-train sekarang harus bergeser ke arah berlawanan.

Akhirnya, arus sesaat yang terkait dengan rusaknya sinkronisasi dapat melebihi tiga fase tugas kesalahan melesat bahwa generator dan transformator harus dirancang untuk menahan. Tekanan besar dalam generator dan gulungan transformator yang disebabkan oleh lonjakan arus dapat merusak gulungan dan terkait pemblokiran mengarah kekegagalan .

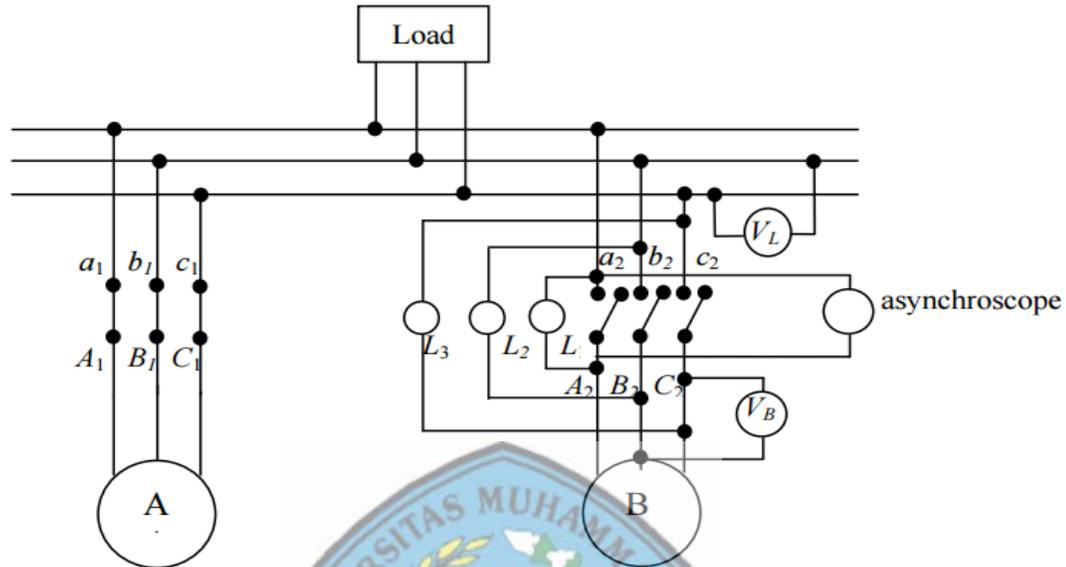
2.4 Metode Sinkronisasi

Metode sinkronisasi dapat diklasifikasikan ke dalam dua kategori umum, sinkronisasi manual dan sinkronisasi otomatis (Reimert, Donald, 2006). Selama sinkronisasi manual, operator memiliki kontrol penuh atas kecepatan generator dan tegangan, dan setelah memenuhi kondisi sinkronisasi, ia memulai perintah pemutus penutupan. Dalam bentuk sederhana, sinkronisasi manual benar dilakukan oleh operator. Jenis metode sinkronisasi ini cukup sederhana. Namun, kelemahan utama dari metode ini adalah bahwa ia memerlukan operator terlatih di kontrol untuk mencegah kerusakan mahal untuk komponen sistem karena perintah sinkronisasi yang tidak benar.

Dalam banyak kasus, beban dalam system meningkat berdasarkan permintaan acak dan mereka memerlukan koneksi langsung dari siaga generator set darurat. Ini permintaan perhatian segera memasukkan penggunaan personil operasi dan manual sinkronisasi, yang karenanya membawa kita ke sinkronisasi otomatis. Dengan sinkronisasi otomatis, monitor frekuensi otomatis, tegangan dan sudut fase, memberikan sinyal koreksi untuk tegangan pencocokan dan pencocokan frekuensi, dan memberikan pemutus penutupan kontak output.

2.4.1 Manual Sinkronisasi

Perangkat sinkronisasi telah hadir sejauh sinkronisasi lampu gelap yang digunakan di awal penggunaan pembangkit paralel.



Gambar 2.7 diagram pengkabelan untuk operasi paralel dari dua alternator

Metode ini menggunakan tiga lampu terhubung seperti fase pemutus terbuka dan dua voltmeter yang mengukur tegangan pembangkit pertama, dan yang lain untuk mengukur tegangan generator kedua untuk memenuhi kondisi pertama paralelisasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7

Kondisi lain yang sesuai dengan urutan fase, oposisi tegangan, dan frekuensi dapat ditentukan dengan menggunakan lampu pijar. Lampu akan menyala maksimum ketika generator keluar dari fase (180 perpindahan) dan akan padam ketika dua tegangan berada di fase (nol derajat perpindahan) dengan besaran yang identik.

Biasanya, terlihat bahwa tegangan lampu adalah jumlah dari tegangan fase individual. Langkah-langkah procedural untuk menempatkan generator masuk untuk diparalelkan dengan menjalankan hal berikut ;

Langkah 1 : Penggerak utama mesin mulai masuk, generator mendekati kecepatan rata-ratanya

Langkah 2 : Dengan menyesuaikan arus medan, tegangan terminal yang masuk tersebut, mesin dibuat sama dengan generator berjalan. Lampu sirkuit akan berkedip pada tingkat yang sama

dengan perbedaan frekuensi dua generator. Sambungan yang benar dari fase menghasilkan sinkronisasi yang terang dan memblokir lampu. Jika dua hal ini tidak terjadi maka itu berarti dua dari garis yang terhubung salah dan harus ditukar.

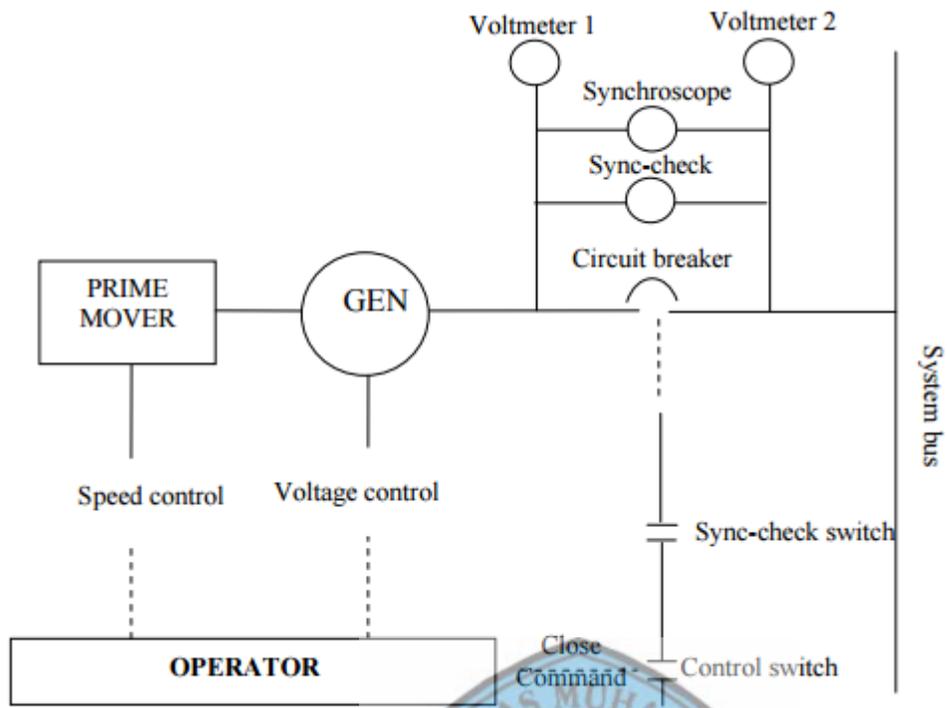
Langkah 3 : Penyesuaian lebih lanjut dari input penggerak utama sekarang diperlukan, sampai lampu berkedip pada tingkat yang sangat rendah , lampu berdenyut sebagai generator tegangan diputar sehubungan dengan tegangan system pada slip frekuensi.

Langkah 4 : Penyesuaian akhir operator akan dimulai dekat pemutus ketika lampu yang gelap menunjukkan kecocokan tegangan dan fase keselarasan.

Jelas sistem ini tidak sempurna, seluruh operasi sinkronisasi tergantung pada operator, selain itu ada tegangan minimum ke lampu *luminescence* yang berarti bahwa tidak ada cahaya tidak terjadi tegangan nol. Ada juga delay antara inisiasi sinyal yang dekat dengan breaker penutup yang sebenarnya. Metode lampu gelap sinkronisasi adalah sebuah desain yang murah. Namun potensial kerusakannya lebih besar out- of- fase closure atau pengurangan pelayanan karena closure yang lebih keras berulang telah menyebabkan pengembangan skema sinkronisasi lebih aman.

Praktek alternative untuk mengawasi sinkronisasi manual dengan melindungi fungsi untuk mencegah out-of-fase closures yang akan dihasilkan dari kesalahan operator. Fungsi pelindung yang mutakhir dengan parameter settable diperlukan sebagai bagian dari skema sinkronisasi manual. Tegangan dihasilkan dari penurunan transformer yang potensial (dalam aplikasi tegangan tinggi) untuk sinyal input pada perangkat ini.

Perangkat sinkronisasi manual seperti tampak pada gambar 2.8 . Sinkronisasi panel meter yang digunakan untuk memberikan informasi pada operator . Perangkat metering biasanya termasuk bus individual dan frekuensi generator meter untuk mencocokkan frekuensi, bus individual, dan generator a-c ,voltmeter untuk mencocokkan tegangan,asynchroscope dan dua lampu indicator.



Gambar 2.8 Sinkronisasi Manual

Frekuensi dan fase sudut antara dua system ditentukan oleh pengamatan dari synchroscope yang ditunjukkan gambar 2.9



Gambar 2.9 Synchroscope

Synchroscope adalah sumber informasi dari multiple parameter, ini menunjukkan jika ada tingkat slip (perbedaan frekuensi antara generator dan bus) jika generator frekuensi melebihi frekuensi system , indicator pada lingkup akan berputar searah jarum jam. Jika frekuensi generator dibawah system power rotasi akan berlawanan arah.

Seperti yang terlihat pada gambar 2.9 posisi jam 12 menunjukkan nol derajat perbedaan fase sudut. Posisi sesaat dari pointer menunjukkan perbedaan fase sudut antara bus dan tegangan generator. Objek proses sinkronisasi untuk menutup pemutus pembangkit di nol derajat sudut fase untuk meminimalkan aliran transien daya ketika pemutus ditutup.

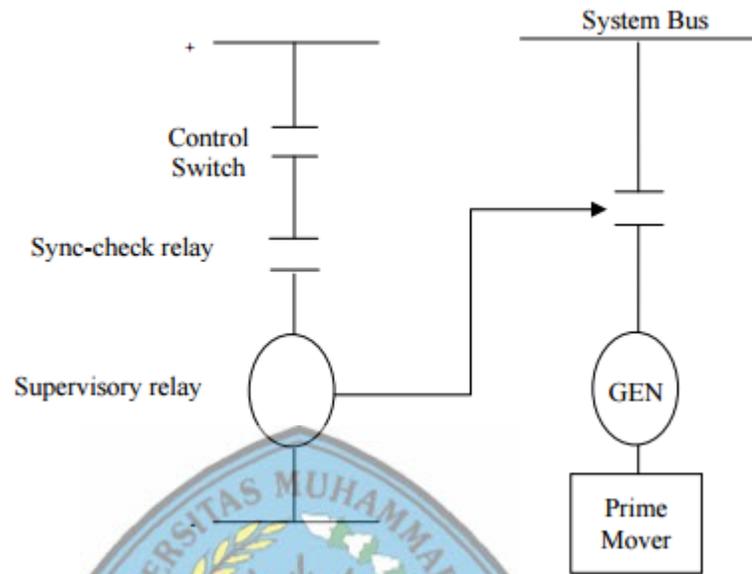
Kecepatan rotasi merupakan indikasi perbedaan frekuensi (slip) antara dua system . Posisi lingkup juga menunjukkan fase sesaat perpindahan antara dua tegangan. Pada posisi 12:00,tegangan berada dalam fase . Di posisi 2:00,dua tegangan akan menjadi $360 \times 2 / 12 = 60^\circ$. Dianjurkan operator memulai menutup penutupan ketika nilai absolut dari pergeseran fasa kurang dari 10° ini berarti bahwa indicator synchroscope adalah antara satu sepertiga dari jarak 12:00 sampai 11:00 dan sepertiga jarak 12:00-01:00 ($10/360 \times 12 = 0.33$) (Reimert, Donald, 2006).

Dalam skema sinkronisasi manual murni , operator mulai melakukan tanpa pengawasan , memberi perintah ke pemutus dari saklar control breaker. Desain operator ini jarang digunakan (hampir punah). Saat ini, minimal penutupan mode manual diawasi oleh relay sync-cek (perangkat 25) secara seri dengan saklar control seperti yang terlihat pada gambar 2.9. Sinkronisasi cek estafet mengukur sudut fase antara generator dan system tegangan. Relay akan menutup kontak hanya ketika tegangan berada dalam batas sudut preset yang biasanya 10° atau kurang, kedua sisi di fase posisi untuk aplikasi pembangkit dan slip dalam batas yang telah ditetapkan Desain ini mempertahankan control operator atas penutupan dan mencegahnya membuat out of fase penutupan kotor.

Relay pengawasan membentuk sebuah operasi yang harus sama sebelum pemutus sirkuit dapat ditutup untuk parallel alternator. Parameter dan beberapa typical range nya tercantum dibawah ini . Relay pengawasan tidak menutup kontak outputnya sampai semua parameter sudah sesuai dengan batas-batas berikut :

Parameter	Range
Slip Frekuensi	0.1 hertz

Fase sudut (phase angle) 0° sampai 10°
Tegangan 4 vol

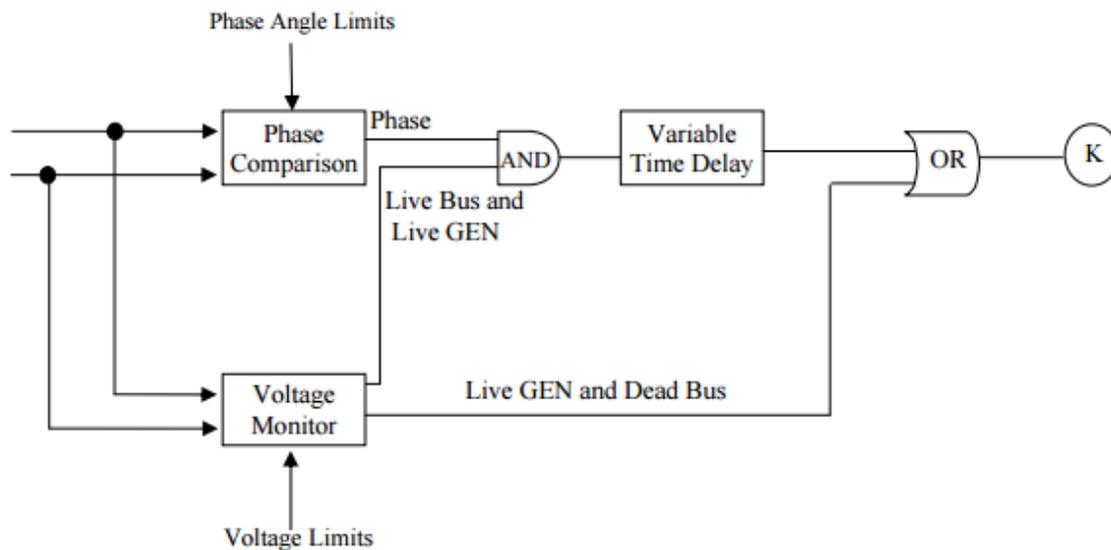


Gambar 2.10
Breaker closure dengan control pengawasan

Kontak output relay ditempatkan secara seri dengan saklar control operator. Penutupan pemutus sirkuit hanya terjadi ketika :

1. Operator manual mencoba untuk menutup pemutus sirkuit, dan
2. Pengawasan kontak relay ditutup

Ini diilustrasikan pada gambar 2.10 , sebuah diagram blok fungsional dari tipe relay pengawasan ditunjukkan pada gambar 2.11



Gambar 2.11 Synch-block diagram

Sistem manual menggunakan dua jenis sync-check relay. Pertama adalah elektromekanis relay sync-check menggunakan prinsip disk industry, dengan dua set kumparan yang bekerja pada disk. Operasi torsi sebanding dengan jumlah vector dari dua tegangan input yang dihasilkan oleh satu set kumparan. Set kumparan lain menghasilkan penahan torsi sebanding dengan perbedaan tegangan vector. Perakitan tersebut termasuk menahan pegas dan menarik magnet.

Elektromekanis relay sync-check tidak harus diterapkan sehingga kedua input terus berenergi. Hal ini mengakibatkan getaran yang akan dari waktu ke waktu merusak relay. Sebaliknya satu input estafet harus dihubungkan melalui kontak dengan sinkronisasi switch (Perangkat 43).

Tipe kedua adalah solid-state dan teknologi mikroprosesor. Tipe ini memungkinkan pengembangan algoritma untuk memantau sejumlah tegangan dan ketentuan frekuensi yang berlaku untuk sinkronisasi yang aman, yang paling penting dari tipe ini adalah perhitungan slip langsung diberikan oleh banyak relay berbasis mikroprosesor.

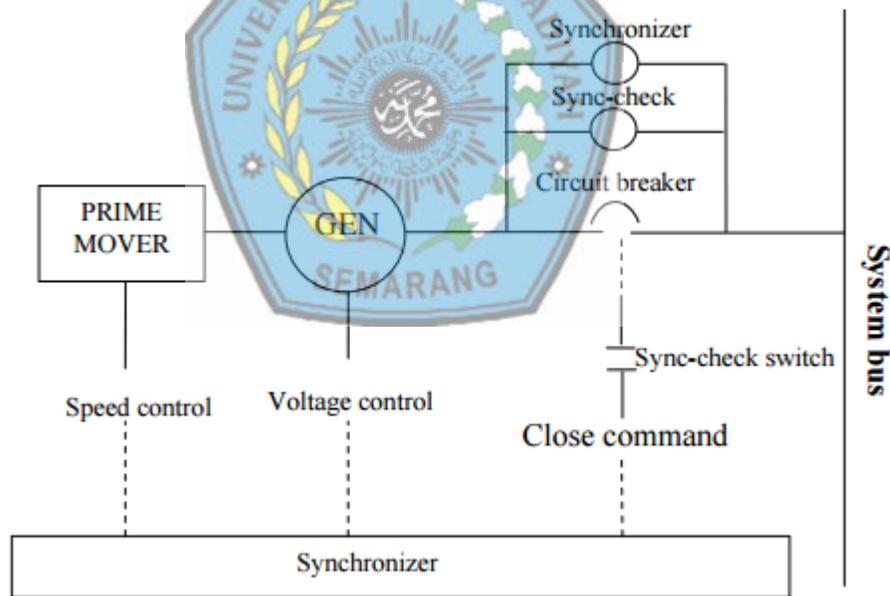
2.4.2 Sinkronisasi Otomatis

Pada 40 tahun pertama dari Industri listrik, sinkronisasi dipercayakan ke operator terlatih dan berketerampilan. Tanggungjawab tersebut tidak akan didelegasikan ke skema otomatis

yang bisa menyebabkan malfungsi dan memulai kerusakan out-of-phase closure. Namun, generator ukurannya meningkat dan desainnya menjadi lebih efisien baik system listrik dan system mekanik menjadi kurang cocok pada sinkronisasi manual. Hal tersebut tercermin dari batas yang ketat sekarang ditempatkan di sudut penutupan, perbedaan tegangan dan slip frekuensi oleh produsen.

Kompleksitas juga meningkat secara significant, menempatkan lebih banyak tuntutan pada staff pelaksana dan mengalihkan operator dari tindakan sinkronisasi. Perubahan dan kerusakan akibat beberapa kesalahan tindakan operator menyebabkan evolusi sinkronisasi ,peralatan dari operator terbatas dikendalikan sepenuhnya menjadi sinkronisasi otomatis , skema yang sekarang sudah umum.

Maksudnya adalah bahwa system otomatis lebih disukai dan system manual hanya akan digunakan ketika system otomatis tidak tersedia. Namun dalam prakteknya metode benar-benar digunakan tergantung pada rencana individu dan dalam beberapa kasus menemui tingkat kesulitan dengan perangkat sinkronisasi otomatis.



Gambar 2.12 Sinkronisasi Otomatis

Sinkronisasi otomatis melakukan semua pemantauan dan fungsi control yang diperlukan untuk menyingkronkan generator dan menutup pemutus tanpa keterlibatan operator. Seperti pada gambar 2.12 operator mengontrol startup awal dan percepatan awal dari generator. Generator mempercepat tegangan naik, sekitar 70% sampai 80% nilai tegangan sinkronisasi otomatis mampu mengukur frekuensi generator dan mengontrol sinkronisasi tersebut.

Sinkronisasi otomatis memberi perintah dan mengatur tegangan untuk menemui slip, tegangan yang besar dan batas sudut fase yang ditetapkan dalam sinkronisasi. Ketika menjalankan parameter dalam batas-batas yang telah ditetapkan sinkronisasi memberi perintah untuk mendekat ke sinkronisasi breaker.

Pada sudut yang dihitung, sinkronisasi mengeluarkan perintah lebih dekat, Sinkronisasi antisipatif membutuhkan beberapa system minimum untuk beroperasi. Sinkronisasi dapat beroperasi dengan slip serendah 0.0001 hz, ini setara dengan satu revolusi sinkronisasi di 2.8 h. Kecepatan pencocokkan akurasi ini biasanya tidak tercapai. Meskipun mendekati cocok sangat ideal untuk sinkronisasi tanpa hambatan, pada penutupan slip breaker akan tertunda sekitar 5 menit untuk 10° tegangan generator harus melakukan perjalanan untuk mencapai di fase posisi. Dalam rangka untuk mempercepat penutupan breaker sebagian besar mencegah sinkronisasi untuk memerintahkan tegangan dalam batas penutupan agar dapat diterima tetapi slip sangat rendah (Reimert, Donald, 2006).

Sinkronisasi otomatis mencakup berbagai parameter batas penutupan settable untuk menjamin keamanan sinkronisasi. Dalam kasus sinkronisasi tidak berfungsi dalam batasi ini tentu tidak berguna. Untuk mencegah kerusakan dari jenis kegagalan, breaker memerintahkan dari sinkronisasi otomatis yang biasanya diawasi oleh relay sync-check seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.11. Ini seperti relay sync-check yang mengawasi manual sinkronisasi.

2.5 CAN Protokol

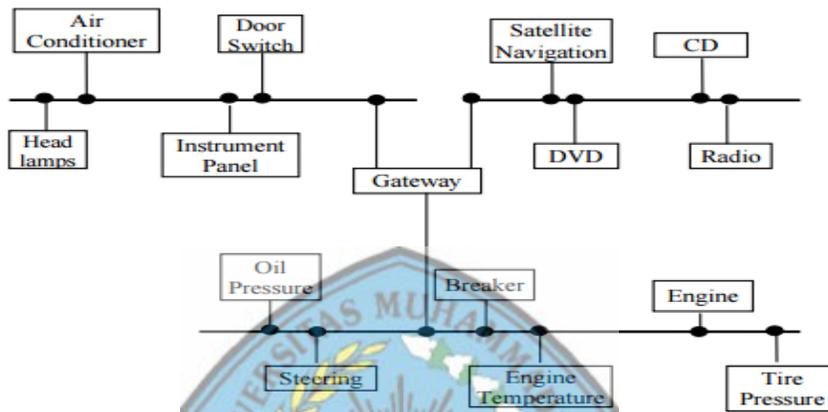
Controller Area Network (CAN) adalah protocol komunikasi serial bus, yang telah dikembangkan oleh Bosch (produsen peralatan listrik di Jerman) di awal tahun 1980-an. Tak lama setelah itu CAN standard ISO – 11898 dan ISO 11.519 dan telah diadopsi sebagai protocol standard untuk di kendaraan di jaringan industry otomotif (IEEE Standard C50.12-2005).

Protocol CAN memainkan peran penting diberbagai bidang dalam aplikasi seperti control jaringan tertanam termasuk otomatisasi industry, aplikasi medis, otomatisasi bangunan, mesin tenun, dan mesin produksi. CAN menawarkan protocol komunikasi yang efisien antara komponen system control seperti sensor, actuator,controller, dan node lain dalam aplikasi real time.

Protocol CAN memiliki banyak fitur lebih dari bus lain sehingga RS232 RS485 dan bus parallel. Hal ini sederhana, dapat diandalkan, kinerja tinggi, multimaster, fleksibel. *Remote Transit Request* (RTR) dapat mendeteksi kesalahan dan beberapa perangkat dapat terhubung ke bus pada

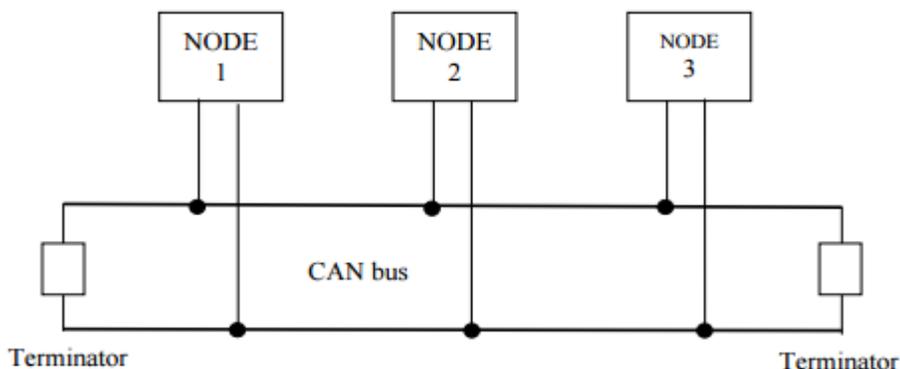
waktu yang sama. Selain itu protocol CAN didasarkan pada topologi bus serial dan hanya dua kabel yang dibutuhkan untuk komunikasi melalui bus CAN.

Setiap perangkat dalam bus dapat mengirim atau menerima data. Oleh karena itu, satu perangkat dapat mengirim data setiap saat sementara pihak yang lain mendengar atau menerima. Transmisi diprioritaskan sehingga jika dua atau lebih perangkat mencoba untuk mengirim data pada saat yang sama, yang satu dengan prioritas yang tertinggi adalah diizinkan untuk mengirimkan datanya.



Gambar 2.13 Type CAN bus yang diaplikasikan pada kendaraan bermotor

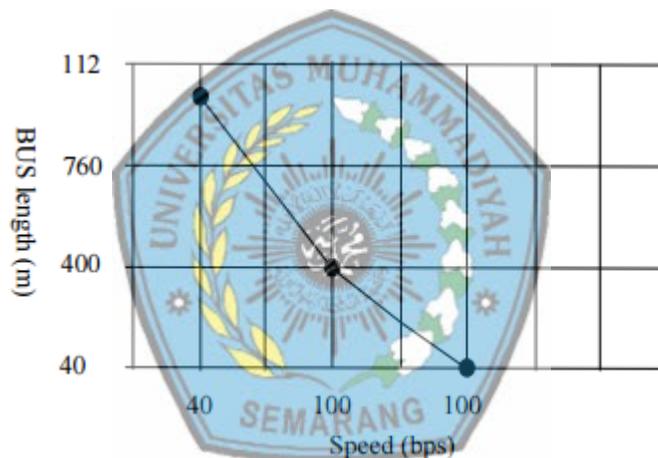
Contohnya bisa dilihat dari protocol CAN dalam aplikasi kendaraan khusus di gambar 2.13 di mana biasanya ada lebih dari satu bus CAN yang beroperasi diberbagai kecepatan. Perangkat lebih lambat seperti control pintu, control iklim, modul informasi pengemudi, dapat dihubungkan dengan kecepatan bus yang lambat.



Gambar 2.14 Contoh CAN bus

Perangkat membutuhkan respon cepat, seperti ABS system pengereman anti penguncian, modul control transmisi, modul throttle elektronik terhubung ke CAN bus lebih cepat. Gambar

2.14 menunjukkan CAN bus dengan tiga node. Protocol CAN didasarkan pada CSMA/CD AMP (Carrier-Sense Multiple Access / Collision Detection with Arbitration on Message Priority) protocol. CAN Protocol memecahkan tabrakan masalah, di mana hanya yang tertinggi node prioritasnya diberikan hak untuk mengirim data (IEEE Standard C50.12-2005). CAN protocol dapat diklasifikasi ke dalam dua tipe dasar: 2.0 A dan 2.0 b. CAN 2.0 A adalah standard sebelumnya dengan 11 bit identifier, sementara CAN 2.0b adalah baru diperpanjang standard dengan 29 bit identifier. ISO – 11898 CAN bus menetapkan perangkat pada bus harus mampu mendorong kabel empat puluh meter di 1 Mb/s. Panjang bus lebih lama biasanya dapat dicapai dengan menurunkan kecepatan bus. Gambar 2.15 menunjukkan variasi panjang bus dengan kecepatan komunikasi. Misalnya dengan panjang bus seribu meter kita bisa memiliki kecepatan maksimum 40kb/s (IEEE Standard C50.12-2005)



Gambar 2.15 Kecepatan CAN bus dan Panjang bus

2.5.1 CAN bus termination (penghentian CAN bus)

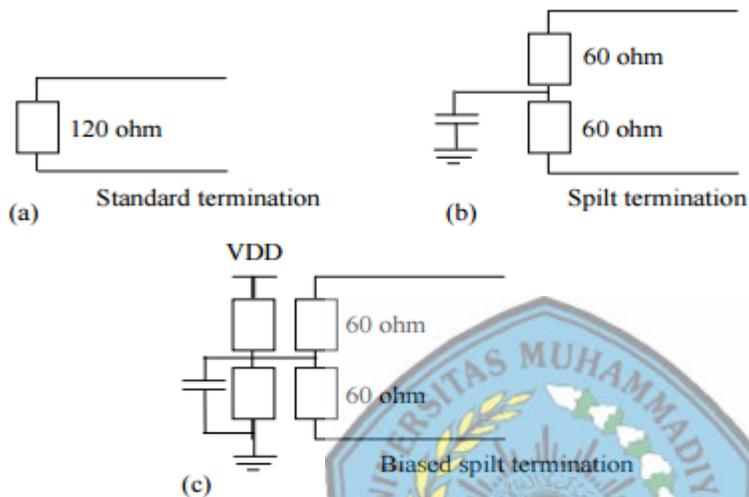
Sebuah Can bus dihentikan untuk meminimalkan refleksi sinyal di bus. ISO – 11.898 mengharuskan bus memiliki impedansi karakteristik 120 ohm.

Salah satu metode berikut dapat menghentikan bus[12]:

- a. Standard pemutusan (Standard termination)
- b. Pemisahan pemutusan (Split termination)
- c. Bias pemisahan pemutusan (biased split termination)

Pada standard penghentian, metode terminasi yang paling umum, 120 ohm resistor digunakan pada setiap akhir dari bus, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.16 (a). Penghentian split, ujung bus dibagi dan satu resistor 60 ohm digunakan seperti yang digunakan pada gambar 2.16 (b).

Terminasi pemisahan memungkinkan untuk mengurangi emisi dan metode ini mendapatkan popularitas. Bias pemisahan pemutusan mirip dengan membagi pemutusan kecuali bahwa tegangan rangkaian pembagi dan kapasitor digunakan di kedua ujung bus. Metode ini meningkatkan kinerja EMC dari bus (gambar 2.16(c)).

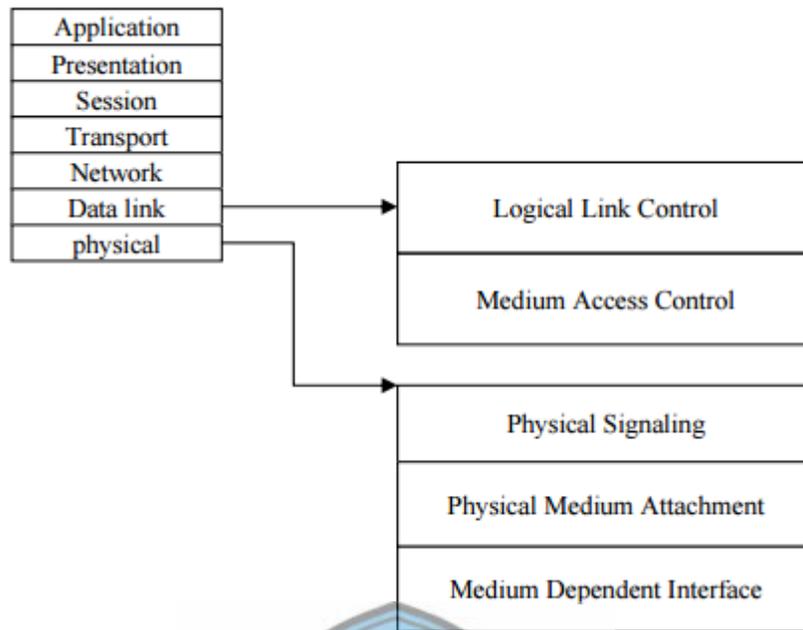


Gambar 2.16 Metode Termination Bus

2.5.2 CAN Layers Bus (Lapisan Bus)

Banyak jaringan protocol dijelaskan menggunakan tujuh lapis Open System Interconnection (OSI) model. Protocol CAN termasuk lapisan data link dan lapisan fisik OSI model referensi (gambar 2.17) Data Link Layer (DLL) terdiri dari Logica Link Control (LLC) dan Medium Access Control (MAC) . LLC mengelola overload pemberitahuan, penerimaan filtering, dan pemulihan pengelolaan. MAC mengelola enkapsulasi data, bingkai coding, deteksi kesalahan, dan serialisasi / deserialisasi dari data . Lapisan fisik terdiri dari physical Signaling layer (PSL) physical medium attachment (PMA), and the Medium Dependent Interface (MDI).

PSL mengelola sedikit encoding/decoding dan sedikit waktu. PMA mengelola driver/karakteristik penerima dan MDI adalah koneksi dan kabel .



2.17 CAN dan model OSI

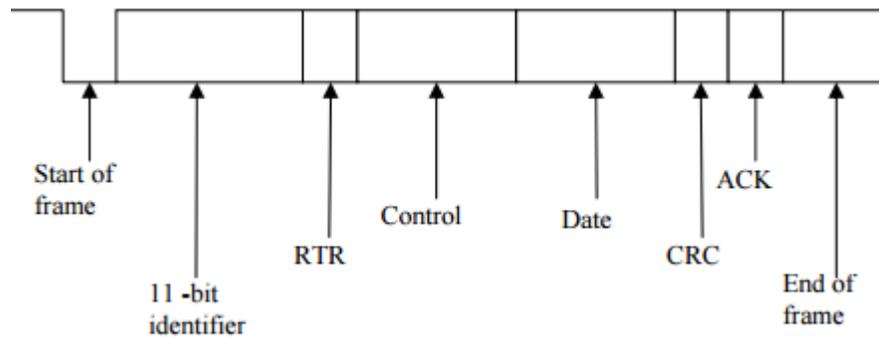
2.5.3 CAN bus frames

Pada dasarnya ada empat pesan frame dalam CAN : data, remote,error dan overload. Data dan frame remote perlu diatur oleh pengguna . Dua lainnya yang ditetapkan oleh hardware CAN .

2.5.3.1 Data Frame

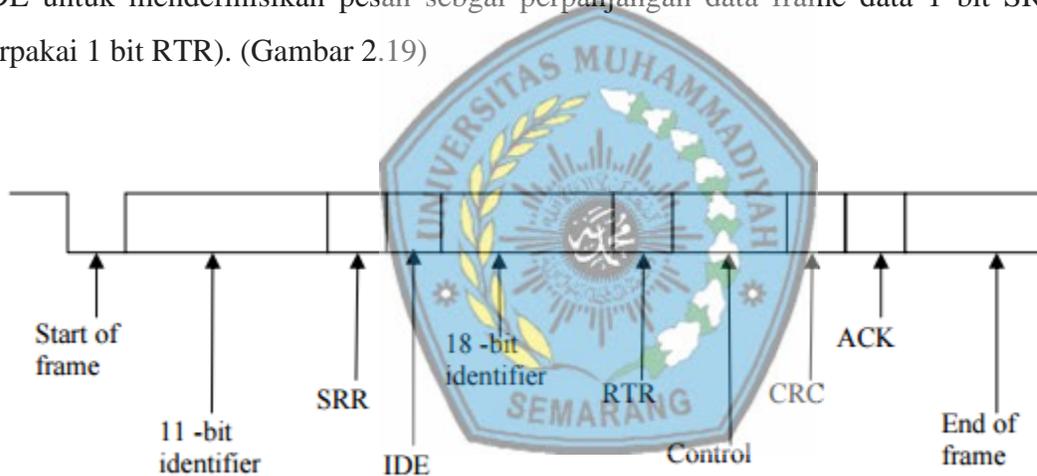
Ada dua format untuk data frame: standar (memiliki ID 11-bit) dan diperpanjang (memiliki ID 29-bit). Perangkat transmisi menggunakan frame data untuk mengirim data ke perangkat penerima, dan frame data frame yang paling penting ditangani oleh pengguna. Gambar 2.18 menunjukkan data frame struktur. Sebuah frame data standar dimulai dengan awal frame Start Of Frame (SOF) bit, yang diikuti oleh identifier 11-bit dan permintaan transmisi jarak jauh Remote Transmission Request (RTR) bit.

Identifier dan RTR membentuk bidang arbitrase 12 bit . bidang control lebar 6 bit menunjukkan berapa banyak byte data pada data lapangan. Data lapangan dapat menjadi 0-8 byte ,bidang data diikuti oleh bidang CRC yang memeriksa apakah penerima urutan bit rusak .



Gambar 2.18 Standard Data Frame

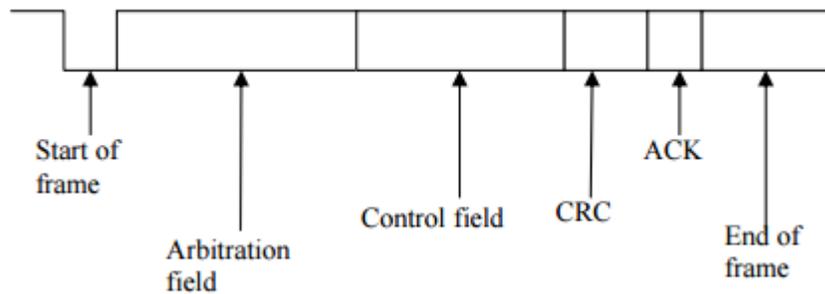
Bidang ACK adalah 2 bit dan digunakan oleh pemancar untuk menerima pengakuan frame valid dari setiap penerima. Kesimpulannya dengan akhir 7 bit dari frame (EOF) lapangan. Dalam sebuah frame data diperpanjang, arbitrase bidang adalah 32 bit lebar (29 bit identifier 1 bit IDE untuk mendefinisikan pesan sebagai perpanjangan data frame data 1 bit SRR yang tidak terpakai 1 bit RTR). (Gambar 2.19)



Gambar 2.19 Extended Data Frame

2.3.5.2 Remote Frame

Unit penerima menggunakan data frame remote untuk meminta transmisi pesan dari unit pemancar. Ini terdiri dari enam bidang (gambar 2.20) mulai dari frame, bidang arbitrase, control bidang, bidang CRC, bidang ACK dan yang terakhir frame field. Sebuah remote frame sama seperti frame data kecuali bahwa ia tidak memiliki data lapangan.



Gambar 2.20 Remote Frame

2.5.3.3 Error Frame

Hardware CAN menghasilkan dan mengirimkan frame error, dan menggunakannya untuk menunjukkan ketika kesalahan telah terjadi selama transmisi. Sebuah error frame terdiri dari error flag dan error delimiter. Ada dua jenis error flag : aktif yang terdiri dari 6 bit dominan dan pasif yang terdiri dari 6 bit resesif. Error delimiter terdiri dari 8 bit resesif.

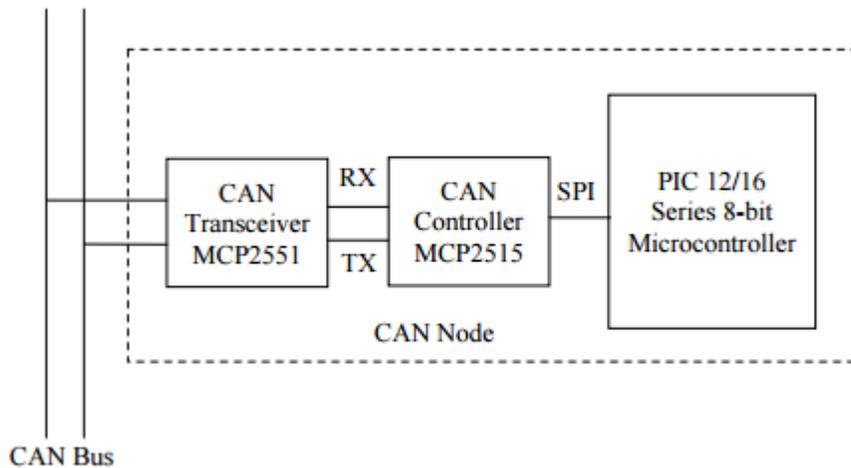
2.5.3.4 Overload Frame

Unit penerima menggunakan overload frame untuk menunjukkan bahwa unit tersebut belum siap untuk menerima frame. Frame ini terdiri dari overload flag dan overload delimiter. Overload flag terdiri dari 6 dominan bit dan memiliki struktur yang sama dengan active error flag. Overload delimiter terdiri dari 8 bit resesif dan memiliki struktur yang sama dengan error delimiter dari frame error.

2.5.3 PIC Microcontroller CAN Interface

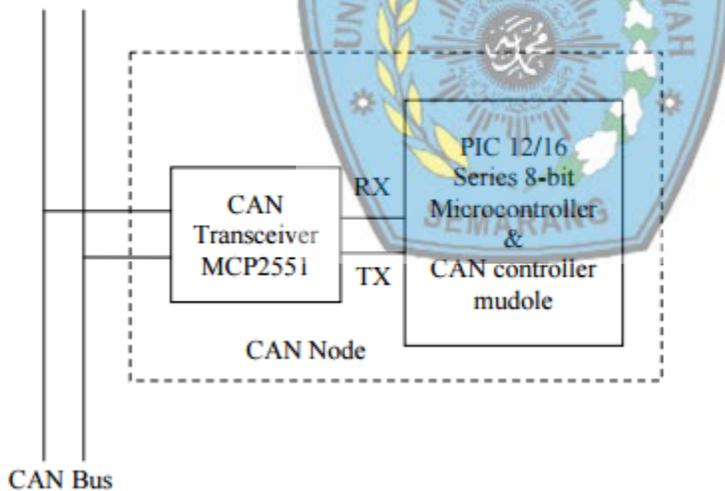
Pada Umumnya, macam type dari PIC microcontroller dapat digunakan dalam CAN berdasarkan proyek tetapi beberapa PIC microcontroller telah dibangun dalam CAN modules yang dapat menyederhanakan desain mesin berbasis CAN, tetapi hardware tambahan dan software yang diperlukan membuat desain mahal dan juga lebih kompleks.

Gambar 2.21 menunjukkan diagram blok dari PIC berbasis microcontroller bus CAN aplikasi, menggunakan PIC16 atau PIC12 jenis microcontroller dibangun dengan CAN modul. Microcontroller terhubung ke bus CAN menggunakan MCP2515 CAN eksternal controller chip dan bus transeiver chip MCP2551 CAN. Konfigurasi ini cocok untuk upgrade cepat desain yang sudah ada menggunakan microcontroller PIC.



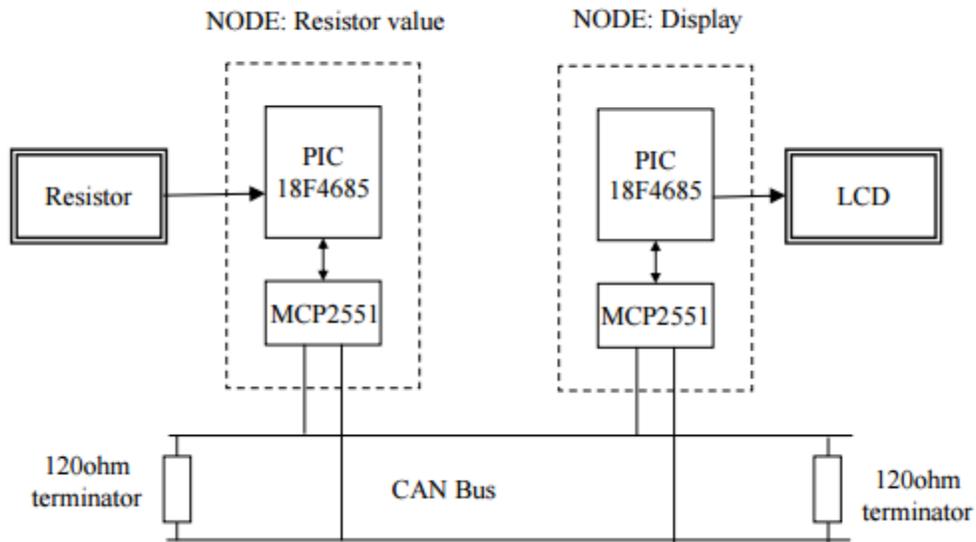
Gambar 2.21 CAN node dengan PIC Microcontroller

Untuk CAN bus baru yang berdasarkan desainnya lebih mudah menggunakan microcontroller PIC dengan dibangun dalam CAN modul. Seperti ditunjukkan dalam gambar 2.22 perangkat tersebut termasuk bangun CAN controller hardware pada chip. Semua yang dibutuhkan untuk membuat simpul CAN adalah menambahkan CAN transceiver chip.



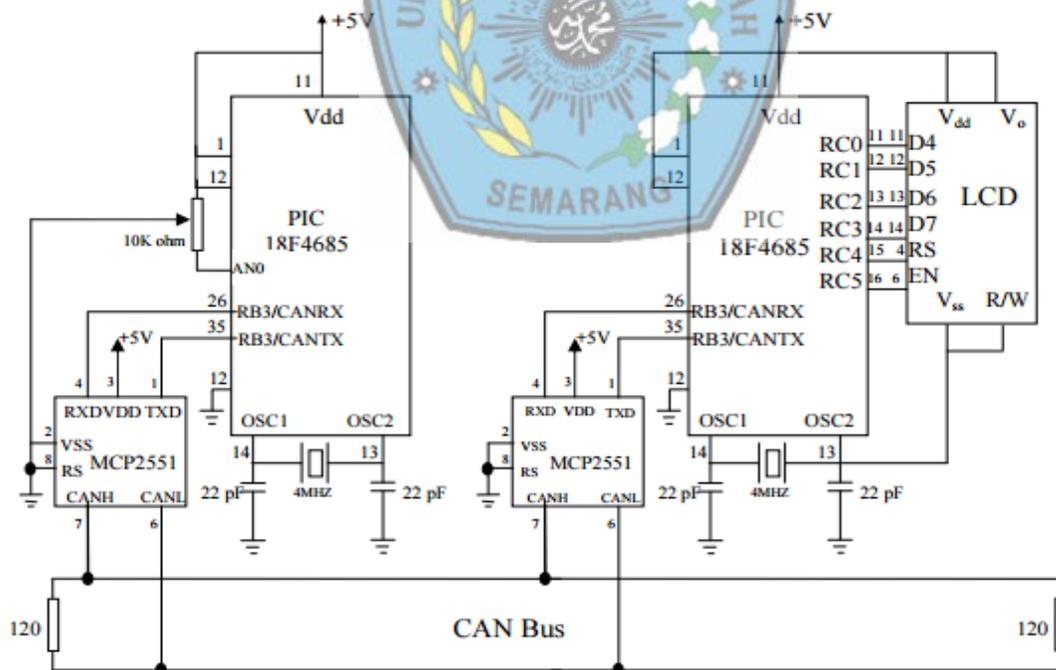
Gambar. 2.22 CAN node dengan integrasi CAN modul

Berikut ini adalah contoh dua node berbasis bus CAN sederhana, blok diagram dari contoh yang ditunjukkan pada gambar 2.23 contoh ini terdiri dari dua CAN node. Satu node (disebut display node) meminta nilai resistansi setiap detik dan menampilkannya pada LCD. Proses ini diulang terus menerus. Node yang lain (disebut detector node) membaca nilai resistansi.



Gambar. 2.23 Contoh CAN block diagram

Contoh rangkaian diagram pada gambar 2.24 ,dua CAN terhubung bersama menggunakan dua meter kabel twisted pair , diakhiri dengan 120 ohm resistor di setiap akhir.



Gambar 2.24 Contoh Diagram Circuit

Collector Processor

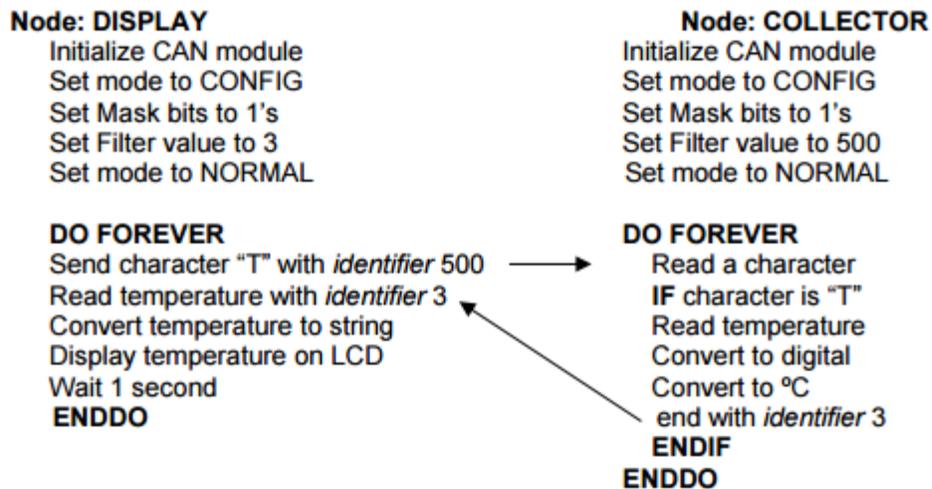
Collector Processor terdiri dari microcontroller PIC18F4685 dengan bangun modul CAN dan chip transceiver MCP2551. Analog input AN0 dari microcontroller terhubung ke resistor variable 10k ohm. Resistor dapat memberikan kisaran 0 ohm untuk 10k ohm dan menghasilkan tegangan analog berbanding lurus dengan output resistor (yaitu output adalah 0.5 mV/ohm). Misalnya di 5 k ohm tegangan output 2.5 V.

Output CAN (RB2/CANTX dan RB3/CANRX) dari microcontroller terhubung ke TXD dan RXD input dari MCP2551 jenis CAN chip transceiver. CAHN dan CANL output dari chip ini terhubung langsung ke kabel twisted yang terminate di CAN bus. MCP2551 adalah chip 8 pin yang mendukung kecepatan data hingga 1 Mb/s ,chip dapat melaju hingga 112 node . Sebuah resistor eksternal yang terhubung ke pin 8 dari chip mengontrol naik turunnya CANH dan CANL sehingga interferensi elektromagnetik dapat dikurangi . Sebuah tegangan referensi sama dengan VDD/2 adalah output dari pin 5 dari chip terhubung ke TX.

Display Processor

Seperti Collector processor, processor display terdiri dari PIC18F4685 microcontroller dengan CAN module dan sebuah MCP2551 chip transceiver . Output CAN (RB2/CANTX dan RB3/CANRX) microcontroller dihubungkan ke TXD dan input RXD dari MCP2551. Pin CANH dan CANL dari transceiver chip dihubungkan ke CAN bus. Sebuah HD4478 tipe LCD dihubungkan ke PORTC microcontroller ke display nilai suhu. Daftar program ini dalam dua bagian seperti pada gambar 2.25 : Program display dan Program collector . Cara kerja dari system sebagai berikut :

- a. Display processor meminta nilai resistor arus dari processor collector atas CAN bus.
- b. Collector processor membaca tegangan di AN0, menghitung nilai resistor, dan mengirim ke Display processor pada CAN bus.
- c. Display processor membaca nilai resistor dari CAN bus dan kemudian menampilkannya ke LCD.
- d. Proses ini diulangi setiap detik



Gambar 2.25 Cara kerja kedua node

Bab ini menggambarkan latar belakang teoritis pada komponen sinkronisasi dan topic yang berhubungan di mana sesi satu menampilkan konstruksi mekanis dari sinkronisasi generator. Sesi 2 mendefinisikan / menjabarkan proses sinkronisasi dan cara kerjanya. Sesi ketiga menjelaskan bahaya pada generator dan kerusakan pada system kasus asynchronous . sesi empat menjabarkan daftar metode sinkronisasi dan membahasnya dengan detail.

