ISBN : 979-704-339-8

FOSTU
Forum Studi Teknik Tegangan Tinggi
Antar Universitas Semarang

UNDIP
Universitas Diponegoro
Semarang

Seminar Nasional NTK 2005 Teknik Ketenagalistrikan

PROCEEDINGS
SEMINAR NASIONAL
TEKNIK KETENAGALISTRIKAN 2005

SEMARANG, 24 - 25 NOPEMBER 2005

Diselenggarakan oleh :
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Diponegoro

Bekerjasama dengan
Forum Studi Teknik Tegangan Tinggi Antar Universitas
(FOSTU)

didukung oleh :

PT. KRAKATAU STEEL (PERSERO)

PT. PLN (PERSERO)
Distribusi Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta

PT. KRAKATAU DAYA LISTRIK

DAFTAR ISI

Laporan Panitia
Sambutan Ketua Jurusan Teknik Elektro FT Undip
Sambutan Dekan Fakultas Teknik
Sambutan Rektor Universitas Diponegoro
Susunan Panitia
Tim Reviewer Makalah
Daftar Isi

Kelompok A : Kualitas dan Manajemen Energi Listrik

A.1 Skedule Operasi Optimal Sistem Tenaga Listrik
Darjono

A.2 Pendekatan Baru Untuk Penjadwalan beban ekonomis
Hamzah Hilal

A.3 Evaluasi Harmonik pada Sistem Tenaga Listrik (Studi Kasus PT KRAKATAU STEEL)
Suprianto, Tumiran, Hamzah Berahim

A.4 Pemeliharaan SCADA Di PT PLN (Persero) P3B Sumatera UPB SUMBAGUT
H. Syahrial Yus

A.5 Arus Peralihan Gangguan Hubung Singkat Pada Jaringan Transmisi 150 kV Sumatera Barat - Riau
Mukhtaher

A.6 Perbandingan Simulasi Probabilitas Produksi Sistem Tenaga Listrik Metode Segmentasi dan Metode Function Energy Ekuivalent
Hartono

A.7 Metode Prakiraan Produksi Daya Listrik Menggunakan Jaringan syaraf Tiruan Pada PLTA P.B Soedirman
Agus Margiantono, Joko Windarto, Djoko Yogianto

A.8 Profil Mutu Listrik Di GI Krapyak
Djoko Prasetyo , Edy Iskanto

A.9 Perkiraan Lokasi Gangguan Hubung Singkat Pada Saluran Transmisi Ganda Berdasarkan Tegangan dan Arus Kerja Rele Impedansi
Ija Darmana, Anizar Indriani

A.10 Optimasi Penjadwalan Unit Pembangkit Thermal Dengan Dynamic Programming
Anizar Indriani, Ija Darmana

A.11 Kinerja Algoritme Parallel untuk Perhitungan Probabilitas Ketersediaan Energi Dalam Sistem Jaringan Listrik
Djasli Djamarus, Rifki Sadikin

A.12 Penentuan Batas Kestabilan Dinamik Pada Economic Dispatch Pembangkit
Muh. Yusan Naim, Yanuarsyah Haroen, Muhammad Nurdin, Yusra sabri

A.13 Pengaruh Tarif Dasar Listrik PLN terhadap Penghematan Energi
Sulasno

A.14 Studi Awal Perencanaan Sistem Mekanikal Dan Kelistrikan Pembangkit Listrik Tenaga Mini Hidro
Warsito, Abdul Syakur, Agus Adhi N

A.15 Simulasi Tegangan DIP pada Sistem Distribusi Tegangan Rendah Menggunakan Model EMTP
Dwi S Handoyo, Abdul Syakur, Agung Warsito

A.16 Power Quality Contracts dalam Industri Listrik Yang Diregulasi
Adityo Nugroho, Syamsir Abduh

A.17 Mencegah Terjadinya Monopoli dengan Menggunakan Price-Cost pada Pasar Listrik
Juni Purwo Widadi, Syamsir Abduh

A.18 Penentuan Capacity Credit Pada Pembangkit Tenaga Angin Pada Pasaar Listrik Yang Teregulasi
Ferdinandus Julian Aditya, Syamsir Abduh

A.19 Analisis Keandalan Inspeksi Pada Penyulang Distribusi Dengan Menggunakan Rantai MARKOV.
M Cipto Budi H, Syamsir Abduh

A.20 Manajemen Proyek SCADA dan EMS
Solida, Tonny Ferdinanto

A.21 Perhitungan Keandalan Sistem Pembangkit dengan Metode Probabilistik (Studi Kasus : PLTD AMPENAN)
Rosmaliati, Agung Budi Muljono

A.22 Penerapan Model WHOLESALE COMPETITION di Indonesia dan Permasalahannya
Prama Fitra Mudya, Rajbinder Singh, Harlin Agus Saputra, Hendro Rachmadi, Syamsir Abduh

A.23 Sistem Tenaga Listrik Sulsel dan Sultra
M. Ikhsan Asaad

Kelompok B : Teknologi Bahan dan Isolator Pasangan Luar

B.1 Analisa Ketidakmurnian Minyak Trafo Terhadap Kekuatan Isolasinya Pada Berbagai Kondisi Penuaan
Salama Manjang, Adyguna Utina

B.2 Pengaruh Tegangan Impuls Terhadap Kecepatan Perambatan Peluahan pada Permukaan Isolator terpolusi.
Djoko Adi Widodo

B.3 Pengaruh Ketebalan Pelapisan Senyawa Silikon Pada Unjuk Kerja Isolator Keramik Terhadap Berbagai Kondisi Lingkungan
Asep Andang, Suwarno

B.4 Unjuk Kerja Permukaan Isolator Pasangan Luar Polimer Epoxy Resin 20 kV pada Berbagai Kondisi Lingkungan
Melda Latif, Suwarno

B.5 Pengaruh Usia Pakai Terhadap Karakteristik Dielektrik Isolasi Polyvinyl Chloride (PVC)
Suwarno, Charles P. Manurung

B.6 Karakterisasi CPO sebagai alternatif Minyak Trafo di Bawah Penuaan Termal.
Salama Manjang, Baso Sokong

B.7 Pengaruh Usia Pakai Terhadap Karakteristik Thermal Isolasi Polyviniyl Chloride (PVC)
Suwarno

B.8 Perbandingan Nilai Tegangan Tembus Pada Media Isolasi Udara, Minyak Trafo dan Polimer Resin Epoxy
Rofy Rusdianawati ,Abdul Syakur, Mochammad Facta

B.9 Analisis Pencapaian Temperatur Setimbang Pengaruh Jarak Antar Lilitan pada kawat tembaga
Iwa Garniwa, Aji Nurwidianto , Ismail Urip

B.10 Metoda Analisa Numerik untuk Simulasi Distribusi Medan dan Potensial Listrik pada Isolator Tegangan Tinggi Pasangan Luar
Waluyo, Parouli MP, Suwarno

B.11 Analisis Distribusi Temperatur Radial Kabel XLPE Menggunakan Metode Numerik Elemen Hingga.
Salama Manjang, B. Armynah

B.12 Kajian Awal Tentang Karakteristik Polutan pada Daerah Pantai, Kawasan Industri dan Panas Bumi, dan Kemungkinan Pengaruhnya pada Isolator Pasangan Luar
Waluyo, Parouli MP, Suwarno

B.13 Analisa Pengaruh Tingkat Keasaman Hujan Asam Terhadap kegagalan Tegangan Isolator
Hartono , Bambang P , Iwa Garniwa

B.14 Karakteristik Muatan Maksimum Peluahan Sebagian Material Resin Epoksi Dengan Bahan Pengisi Semen Putih Pada Kondisi Kabut Garam
Setia Zaputra , Suwarno

Kelompok C : Petir dan Sistem Proteksinya

C.1 Evaluasi gangguan akibat sambaran petir pada jaringan dan gardu induk menggunakan data petir
Reynaldo Zoro, Ryan Mefiardhi

C.2 Statistik Data Petir dari Sistem Deteksi Petir : Pemanfaatannya sebagai Data Petir Lokal Untuk Pemakaian Engineering?
Reynaldo Zoro, Ryan Mefiardhi

C.3 Pembangkitan Plasma Lucutan Pijar Korona Menggunakan Sumber Tegangan Tinggi DC
Panji Triadyaksa, Anggoro Eko S., Ari Sugiarto SL, Umar Hanafi, Muhammad Nur

C.4 Peningkatan Ketahanan SUTM 20 kV Terhadap Sambaran Petir di PT (PERSERO) PLN Distribusi Jawa Barat dan Banten APJ Bogor
Reynaldo Zoro, Siti Saodah

C.5 Cloud-to-ground and Intracloud - Lightning Discharge Phenomena
Redy Mardiana

C.6 Analisis Distribusi Tegangan Lebih Akibat Sambaran Petir Untuk Pertimbangan Proteksi Peralatan pada Jaringan Tenaga Listrik 20 kV di Yogyakarta
Mursid Sabdullah, T. Haryono, Sasongko P Hadi

C.7 Evaluasi Sistem Proteksi Eksternal dan Analisa Resiko Sambaran Petir pada Bangunan
Reynaldo Zoro, Arief Setyo Wibowo

C.8 Studi Impedansi Impuls Terhadap Pengaruh Perubahan Diameter Dan Panjang Elektroda Pentanahan batang Tunggal
Waluyo, Parouli M. Pakpahan, Bambang Anggoro

C.9 Pengaruh Perubahan Beban terhadap Kinerja Arester ZnO dalam Perlindungan Tegangan-Lebih
B. Agung Ridwan , T. Haryono, Soedjatmiko

C.10 Potensi Penyalaan bahan baker Terhadap Invansi Dari Suatu Kawasan Bermedan Listrik Tinggi
Budi Utama

Kelompok D : Pengukuran Besaran Listrik

D.1 Perancanagan Alat Ukur Impedansi Pembumian
Riana Defi.M.P, Syarif Hidayat

D.2 Pengaruh Resistansi dan Induktansi pada Terminal Output dari Pembangkitan Gelombang Tegangan Impuls.
Riana Defi.M.P, Syarif Hidayat

D.3 Application Of Wavelet Packet Transform Method to Electrical Measurements
Redy Mardiana dan Effrina Yanti Hamid

D.4 Karakteristik Tanah Daerah Yogyakarta dan Sragen Bila Diberi Arus Bolak-Balik Frekuensi 0 s/d 15 MHz sebagai Pertimbangan Sistem Pengetanahan.
Parouli M.P, Bambang Anggoro, Ngapuli I.S., Dicky I.B.

D.5 Korelasi antara Medan Listrik, Medan Magnetik, di bawah SUTT 150 kV dengan Reaksi Sosial Masyarakat yang Berada di Bawah / Sekitar Transmisi Tersebut.
Bambang Anggoro , Gatot , MS, Yayat R

D.6 Beberapa Faktor Penting yang perlu dikaji untuk Melaksanakan Analisa Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL) dalam Pembangunan Transmisi SUTT 150 kV atau SUTET 500 kV.
Bambang Anggoro , Gatot MS, Yayat R

D.7 State Estimation In Power System: Error Measurement Analysis
Irnanda Priyadi

D.8 Penentuan Kuat Medan Listrik Bawah Tanah 150 kV Dengan Hukum Gauss
Anizar Indriani

D.9 Profil Kontur Potensial, Medan Listrik dan Distribusi Tegangan di dalam Tanah Akibat Adanya Arus Injeksi Bolak-Balik 0-200 KHz pada Sistem Pengetanahan Konfigurasi Grid
Bambang Anggoro; Ngapuli IS; Parouli MP; Anton Situmorang

D.10 Pengukuran Partial Discharge (PD) pada bahan isolasi polimer untuk mendeteksi kerusakan isolasi pada peralatan tegangan tinggi dengan Menggunakan Software LabView (TM)
Abdul Syakur, Joko Windarto, Suwarno, Redy Mardiana

D.11 Sistem Pembacaan Jauh Elektronik (SPJ-e) kWh Meter Elektromekanik Satu Phasa Melalui Media *High Frequency Transceiver 2.4 GHz*
Hardian Sakti Laksana

D.12 Analisis Tegangan Induksi Pada Berbagai Posisi Saluran Telepon Akibat Medan Magnet Saluran Tenaga Listrik
Amien Rahardjo, Iwa Garniwa, Irzan Martakusumah

Kelompok E : Elektronika Daya dan Mesin-mesin Listrik

E.1 The Application Of Radial Basis Function (RBF) Learning Method for Induction Motor modeling
Era Purwanto,SATO Yukihiko, Mauridhi HP, Subagio, Agus Darwanto,Gigih Prabowo

E.2 Aplikasi Pembelajaran Mandiri Untuk Fuzzy Logic Control (FLC) Pada Pengaturan Kecepatan Motor Induksi
Era Purwanto,SATO Yukihiko, Mauridhi HP, Subagio, Agus Darwanto,Gigih Prabowo

E.3 Motor Induksi Sebagai Generator (MISG)
M. Isnaeni B.S.

E.4 Mengendalikan Motor Induksi dengan Elektromagnetik Secara Vektor
Herawati. YS

E.5 Penyertaan Fluktuasi Tegangan Beban Dalam Analisis Stabilitas Transien Dengan Menggunakan Metode LYAPUNOV
Hamzah Hilal

E.6 Penentuan Batas Kestabilan Dinamik pada Economic Dispatch Pembangkit
Muh. Yusan Naim, Yanuarsyah Haroen, M Nurdin, Yusra S

E.7 Analisis Rugi-Rugi pada Trafo Daya Akibat Distorsi Harmonik
Iwa Garniwa, Rudy Setiabudy, Budi Sudiarto, Luthfie Effendy

MENGENDALIKAN MOTOR INDUKSI DENGAN ELEKTROMAGNETIK SECARA VEKTOR

Herawati ys.

Tenaga edukatip Kopertis WIL IV dpk Univ Kristen Maranatha Bandung
Email : siti-herawati-aminah @ yahoo.com.
Telp (022)7562782 (rumah). UKM (022) 2012186

Abstrak - Pertumbuhan penduduk tidak seimbang dengan penyediaan energi listrik yang dibangkitkan PLN, apalagi kondisi Negara kita yang sedang krisis segalanya. Sehingga PLN belum menambah pembangkit energi listrik semenjak tahun 1998. Dengan dasar ini, kita harus berfikir bagaimana cara mengoptimalkan daya seadanya, tetapi tetap berkualitas.

Lebih dari 80 persen motor yang dipakai pada Industri menggunakan motor induksi, Motor induksi mempunyai kelebihan, murah harganya tetapi pengendaliannya terbatas. Dengan metoda pengendalian vektor, dapat meningkatkan kinerja motor induksi seperti layaknya motor DC berpenguatan luar. Pengendalian Vektor mampu mengendalikan arus magnetisasi dan arus torsi secara terpisah. Pengendalian secara vektoris menghasilkan keluaran torsi elektromagnetik, arus, tegangan dan kecepatan. yang diperoleh dapat mencapai nilai referensi sistem pengendalian motor induksi tiga phasa. Pengendalian kecepatan dilakukan dengan mengendalikan fluksi melalui arus stator, amplitude dan phasa dari arus stator.

Pengendalian magnet secara vektor ini dibantu perangkat lain berupa inverter pengendali lebar gelombang pulsa PWM (Pulse Width Modulation) . Dalam pengendalian magnet secara vektor diperoleh, tegangan inverter (Vab), arus phasa , torsi elektromagnetik (Te) dan kecepatan putar rotor (ωm).

Pengendalian medan magnet secara vektor diperoleh kecepatan mantap 100 rad/detik dan 110 rad/detik dengan waktu mantap secara cepat 2 detik dan tegangan Vab 780 V, arus phasa sebesar 40 A. Diperoleh torsi elektromagnetik 50 N.m sebagai referensi pada kondisi berbeban ataupun tidak.

Pendahuluan.

Medan elektromagnetik didalam motor induksi merupakan bagian yang dapat dikendalikan secara optimal. Setiap konduktor bila dilalui arus maka akan timbul medan elektromagnetik yang besarnya tergantung pada besarnya arus yang melalui konduktor tersebut, medan elektromagnetik tergantung pada material yang dipakai, dan tergantung pula pada pemodelan penanaman batang konduktor pada celah atau slot atau rumah kumparan . Batang konduktor dapat berupa belitan gelombang atau gelung .

Kuat medan elektromagnetik dapat diperbesar atau diperkecil dengan menggunakan pengendalian bahan magnet permanent. Sehingga fluks yang dibangkitkan akan bervariasi , begitu juga dengan arus dan beban yang dipakai. Untuk menganalisa pengaruh perubahan beban terhadap medan elektromagnet penulis menggunakan Matlab 6.1

Teori dasar

Motor induksi terdiri dari stator, rotor dan celah udara. Stator dari motor induksi akan membangkitkan tegangan total U yang diperoleh dari arus yang melalui konduktor dengan magnet berpemeabilitas tinggi sehingga menghasilkan total fluksi yang dibangkit celah udara pada stator sehingga tegangan total Us :

$$U_{s(s)} = R_s I_{s(s)} + \frac{d\psi_{s(s)}}{dt} \qquad (1)$$

Pada persamaan 1, R_s adalah resistansi per phasa pada stator dan sumbu quadratur dan Ψ_s adalah hubungan total fluks dari kendali vektor pada stator. pada kordinat stator seperti yang dittunjukkan pada persamaan di bawah ini

$$\psi s(s) = LsIs(s) + MIr(s)$$
$$= LsIs(s) + MIr(r)e^{j\theta r} \qquad (2)$$

Jika pada rotor motor induksi dihubung singkat, maka tegangan terminal rotor menjadi nol. maka tegangan rotor ditunjukkan persamaan kordinat rotor berikut seperti pada persamaan (3):

$$U_r = 0 = R_r I_{r(r)} + \frac{d\psi_{r(r)}}{dt} \qquad (3)$$

R_r adalah resistansi rotor per phasa pada sumbu quadratur dan $\Psi_{r(r)}$ adalah hubungan total fluks vektor ruang pada kordinat rotor. $\Psi_{r(r)}$ pada persamaan (4) :

$$\Psi_{r(r)} = LrIr + MIs(s)e^{-j\theta r} \qquad (4)$$

Dengan mensubstitusi persamaan (4) dan mendeferensiasikan , kita dapat menuliskan persamaan

tegangan rotor sebagai berikut seperti pada persamaan (5):

$$0 = R_r I_{r(r)} + \frac{d}{dt}(L_r I_{r(r)} + M I_{s(s)} e^{-j\theta r}) \qquad (5)$$

Persamaan untuk Torsi Elektromagnet untuk Motor Induksi [4]

Torsi diperoleh dari interaksi medan magnet stator dan rotor, sehingga timbul medan putar pergerakan listrik pada motor induksi dengan interaksi medan magnet dan arus listrik. contohnya pada motor DC. Pada mesin ini prinsip kerjanya sama dengan motor AC medan arus yang menghasilkan medan fluks. Kemudian arus jangkar menghasilkan GGL dan fluks mengakibatkan medan elektromagnetik pada jangkar, kutub-kutub bekerja di kwadran I (sudut 90°) dengan acuan medan kutub-kutub utama. Torsi yang dihasilkan oleh motor diperoleh dari gaya yang ditimbulkan antara konduktor magnet permanent stator dan rotor. Hal ini hampir menyerupai medan magnet yang dapat dikendalikan seperti pada motor DC, sikat-sikat ditempatkan pada posisi sudut di mana kedua magnet tersebut terletak tepat pada posisi yang direncanakan. Pada saat perpindahan komutator dan sikat-sikat dijaga tetap pada posisi 90° setiap waktu perputaran rotor. Motor induksi yang ideal juga mempunyai stator dan rotor sebagai sumber magnet sehingga akan diperoleh torsi yang dihasilkan dari fluks sinusoidal yang ditimbulkan, torsi akan proposional dengan sudut sinus antara kutub-kutub stator dan rotor. Hal ini akan mengakibatkan nilai maksimum jika sudut yang diperoleh 90° seperti pada motor DC.

Gaya (F) yang ditimbulkan konduktor rotor menghasilkan torsi mesin merupakan bagian dari hasil interaksi antara arus dan fluks. Jika arus dan fluks diwakilkan dalam vektor kontrol, maka hal ini dapat diekspresikan torsi ke dalam *"cross product"* pada kedua vektor kontrol. *"Cross product"* yang dihasilkan dapat dirumuskan sebagai perkalian vektor secara aljabar. Maka kita dapat melakukan perkalian kedua besaran vektor dan sudut sinus yang dituliskan pada persamaan 6 sebagai berikut:

$$T = K \psi_{r(r)} \times I_{r(r)} \qquad (6)$$

K merupakan suatu konstanta, x adalah kros atau perkalian secara vektor . $\Psi_{r(r)}$ dan $I_{r(r)}$ masing-masing merupakan hubungan fluks dan arus rotor secara vektor dengan acuan kerangka rotor. Hasil perumusan vektor dituliskan sebagai persamaan 7 berikut:

$$T = K\psi_{r(r)} I_{r(r)} \sin\beta \qquad (7)$$

Beta β adalah sudut antara kedua ruang vektor. Sudut ini terukur dari arah vektor yang pertama dan kedua. Arah dari kros produk vektor ini tegak lurus terhadap bidang kedua vektor tersebut, dan sesuai dengan aturan tangan kanan. Arah yang dihasilkan sesuai dengan aturan perputaran sekrup yang menggambarkan perpindahan arah vektor pertama ke vektor kedua. Jika perkalian orde ini dibalik maka akan menghasilkan perkalian kross produk vektor yang berlawanan .

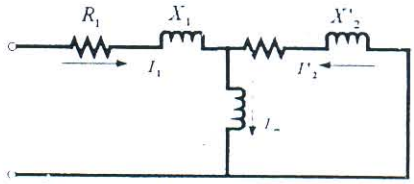
Hasil reaksi stator mempunyai nilai magnitud yang sama dengan persamaan 8 sebagai berikut :

$$T = K\psi_{s(s)} \times I_{s(s)} \qquad (8)$$

Hal ini sama jika kedua vektor berubah ke kerangka acuan yang baru, sudut dan nilai magnitud tidak akan berubah.

Vektor Kontrol untuk Motor Induksi[4]

Kerangka acuan untuk vektor kontrol motor induksi untuk mewakili hubungan total fluks rotor, termasuk fluks mutual dan arus Im seperti pada gambar 1. serta kebocoran fluks rotor X'_2.



Gambar 1. Arah arus dalam kondisi hubungan fluks yang berbeda.

Hubungan total fluks rotor akan dijumlahkan dengan fluks motor induksi sendiri terhadap arus rotor dan fluks bersama terhadap arus stator. Untuk persamaan total fluks rotor seperti pada persamaan 9 dengan kerangka acuan stator sebagai berikut

$$\psi_{r(s)} = L_r I_{r(r)} e^{j\theta} + M I_{s(s)} \qquad (9)$$

L_r adalah induktansi sendiri dari rotor, dengan asumsi tidak ada saturasi magnetik. Faktor $e^{j\theta}$ adalah rotator vektor untuk mengubah kordinat stator.

Kemudian kita mencari arus magnetisasi rotor Imr pada kordinat stator, dan memberikan nilai total fluks rotor dan dikalikan dengan induktansi bersama M, seperti pada persamaan 10:

$$M I_{mr(s)} = \psi_{r(s)} = L_r I_{r(r)} e^{j\theta r} + M I_{s(s)} \qquad (10)$$

Arus magnetisasi rotor (Imr)

$$I_{mr(s)} = \frac{Lr}{M} I_{r(r)} e^{j\theta r} + I_{s(s)}$$

$$= I_{s(s)} + (1+\sigma_r) I_{r(r)} e^{j\theta r} \qquad (11)$$

σ_r adalah faktor kebocoran rotor yaitu:

$$1 + \sigma_r = \frac{L_r}{M} \qquad (12)$$

Arus rotor pada kerangka acuan stator pada persamaan 13:

$$I_{r(s)} = \frac{I_{mr(s)} - I_{s(s)}}{1 + \sigma r} \qquad (13)$$

Persamaan torsi I_{mr} dapat digantikan dengan hubungan fluks dan arus dengan persamaan yang telah diberikan, tetapi pada kordinat stator:

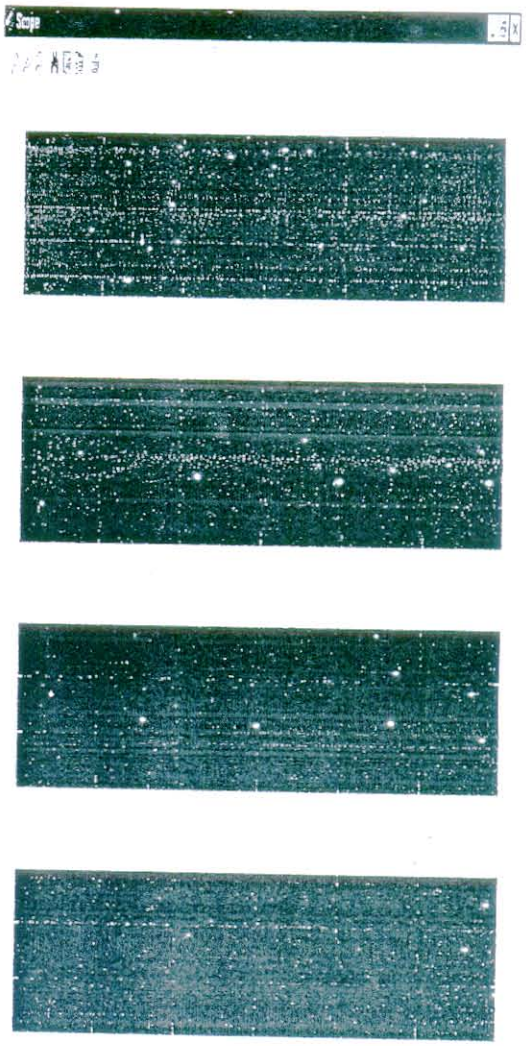
$$T = KMI_{mr(s)} \times \frac{I_{mr(s)} - I_{s(s)}}{1 + \sigma r} \qquad (14)$$

Karena arah vector fluks bersama dan arus sama maka hasil Cross product $I_{mr(s)}$ sama dengan nol, maka persamaan untuk torsi dituliskan sebagai persamaan 15:

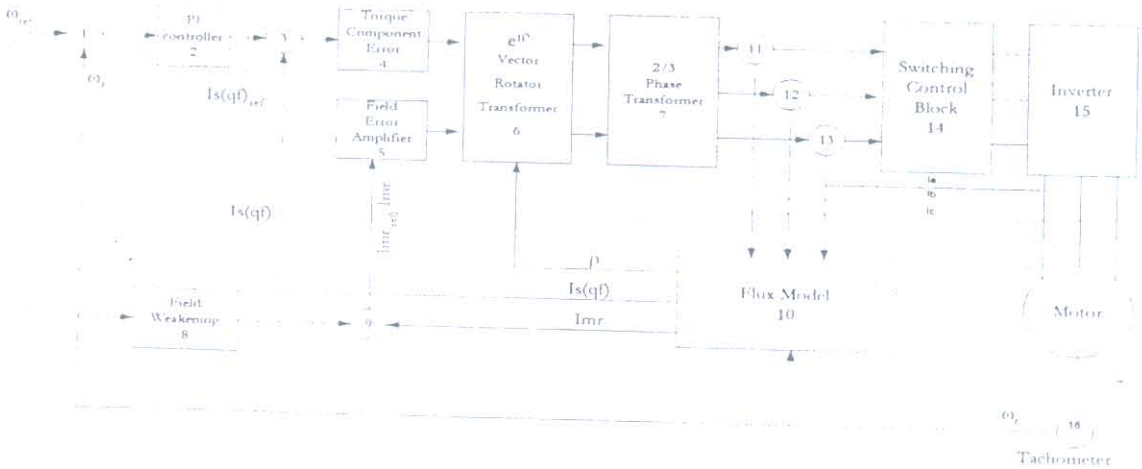
$$T = KMI_{mr(s)} \times \frac{-I_{s(s)}}{1 + \sigma r} \qquad (15)$$

Pemodelan pengendalian fluxi

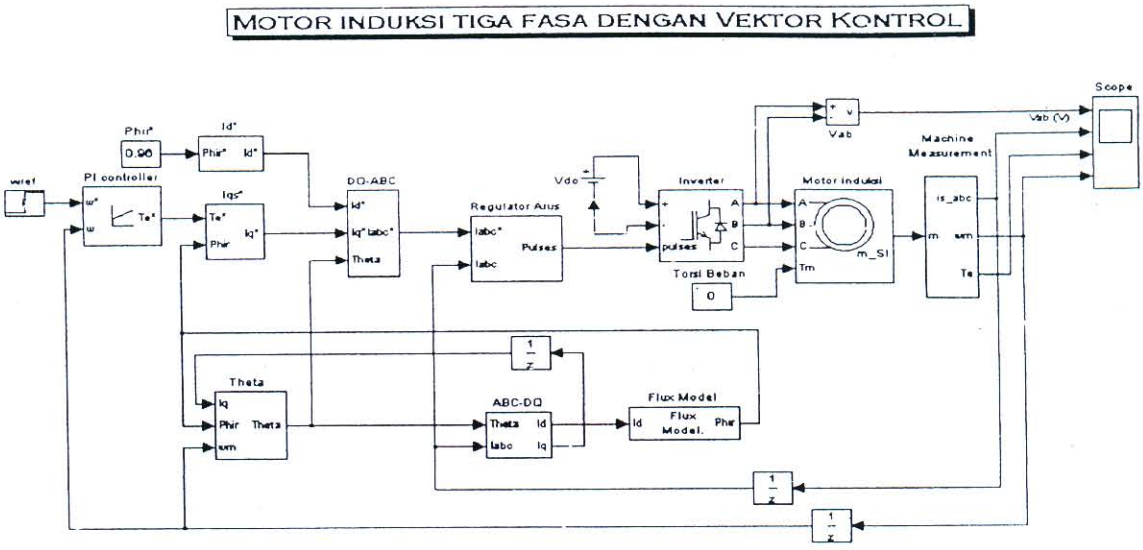
Model motor induksi tiga phasa dengan bentuk penginderaan kecepatan akan disimulasikan di dalam Program Matlab dengan Simulink. Di **bawah ini merupakan bagian-bagian** dari seluruh blok yang kemudian akan diimplementasikan ke dalam bentuk Simulink dengan menggunakan matlab 7.1. Dari persamaan pendekatan park dq. Akan diperoleh penyederhanaan parameter, yang kemudian dilakukan penginderaan parameter tersebut dalam matlab seperti pada gambar 2. Diagram blok pengaturan motor induksi dengan vektor control dari penyuntikan arus pada inverter sedang kinerja dari magnet permanent disimulasikan pada gambar 3. Konsep kontrol vektor magnet secara langsung pada kwadran sumbu kecepatan. Untuk mensimulasikan secara utuh digambarkan pada Gambar 4 Simulink Vektor kontrol motor induksi tiga fasa. Dari gambar 4. disimulasikan sehingga diperoleh gambar karakteristik seperti pada gambar dibawah ini :

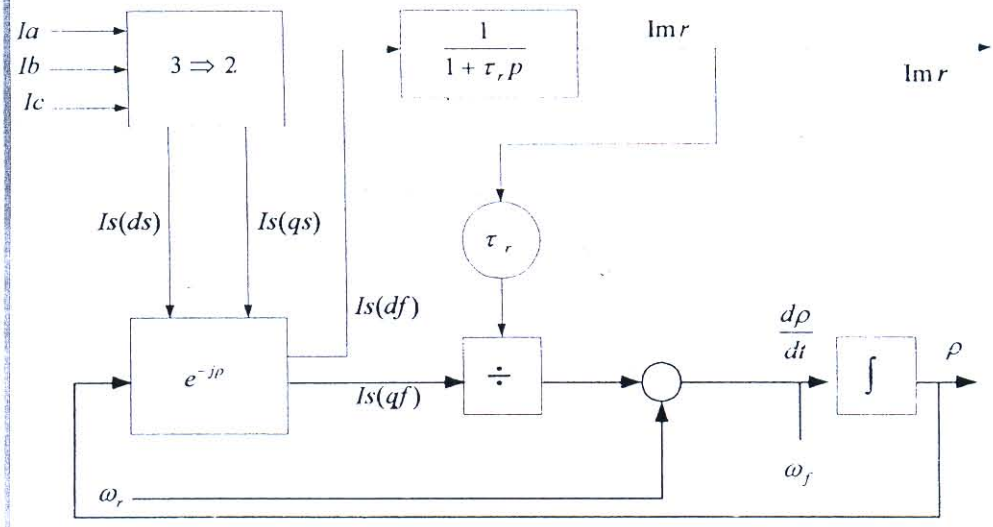


Gambar 5. Kurva karakteristik

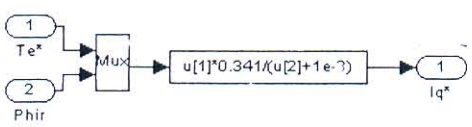


Gambar 2 Diagram blok pengaturan motor induksi dengan vektor control dari penyuntikan arus pada inverter





Gambar 3 Konsep kontrol vector magnet secara langsung pada kwadran sumbu kecepatan



Gambar 4 imulink Vektor kontrol motor induksi tiga phasa

Simulasi motor induksi diatasdilakukan dengan empat kondisi seperti pada tablel dibawah ini :

Tabel .1 Perbandingan dari hasil simulasi masing-masing kondisi

Parameter	Kondisi 1	Kondisi 2	Kondisi 3	Kondisi 4
ωm (rad/s) kecepatan angular pada saat settling time	100	100	110	110
ωp (rad/s) kecepatan angular pada saat peak time	116	121	128	130
ts (s) settling time	2.0	2.0	2.0	1.89
td (s) delay time	0.263	0.269	0.272	0.281
tr (s) rise time	0.624	0.710	0.643	0.652
tp (s) peak time	0.821	0.753	0.862	0.845
Mp (%) Maximum overshoot	0.160	0.210	0.1636	0.1818

Kesimpulan

1. Dari hasil simulasi untuk unjuk kerja motor induksi tiga fasa dengan vektor kontrol fluks ini mempunyai respon yang cepat yaitu pada t = 2,0 detik, hal ini ditunjukkan dengan respon kecepatan referensi yang diberikan (ω_{ref} = 100 rad/s dan 110 rad/s) mendekati dan mencapai nilai kecepatan yang diinginkan pada saat keadaan mantap.
2. Motor induksi menghasilkan nilai torsi elektromagnetis (Te) yang optimum dengan nilai 50 N.m.
3. Fluks yang dihasilkan dapat memberikan keluaran arus fasa a, b, dan c yang sinusoidal pada keadaan mantap yaitu 40 A_{rms}.
4. Motor induksi dengan magnet permanent dapat dikendalikan pada medan stator dan rotor seperti motor dc sesuai dengan kecepatan refrensi.

Daftar pustaka.

[1] Bahran Shahian, Michael Hassul, *"Control System Design Using MATLAB"*, Prentice Hall Inc., 1993.

[2] Doki, S., Takahashi, K., and Okuma, S., *"Slip-Frequency Type and Flux-Feedback Type Vector Control In Discreete-Time System"*, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 44, No. 44. June 1997.

[3] Joachim Holtz, Senior Member IEEE, and Thomas Thimm, *"Identification of the Machine Parameter in a Vector-Controlled Induction Motor Drive"*, IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 27, No. 6 November/December 1999.

[4] Joseph Vithayathil, *"Power Electronics, Priciples and Applications"*, McGraw Hill International Editions, 1993.

[5] Katsihiko Ogata, "Teknik Kontrol Automatik", jilid satu edisi kedua, Prentice Hall Inc., 1997.

[6] Mohan, Undeland, Robins, *"Power Electronics and Machines, Converters, Applications and Designs"*, Second Editions, 1995

[7] Povotny, D. W.; Lipo, T. A., *"Vector Control and Dynamics of AC Drives"*, Oxford Science Publication, 1996.

[8] Rahman, M. A., Discussion on *"An Effective Methode for Rotor Resistance Indentification for High Performance Induction Motor Vector Control"*, Vol. 44, No. 44. June 1997.