

Peningkatan Efisiensi dan Performa Motor Listrik Berbasis PID dan Fuzzy

Hendry, Febriadi Butar Butar, Jonli Candra Situmorang, Richard MT Sitorus Pane, Antonius H Silaen, Okky Valdano, Solly Aryza

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia
Jalan Gatot Subroto Km 4,5 Medan, Sumatera Utara, Medan, Indonesia
Email: jonlicandrasitumorang17@gmail.com

Abstrak

Paper ini membahas masalah kontrol frekuensi tegangan terbangkit pada *Generator set* dengan kondisi beban berubah. Frekuensi tegangan pembangkit sangat berhubungan dengan kecepatan putaran penggerak utama. Generator set yang telah digunakan pada penelitian ini memiliki penggerak utama ini menggunakan sistem bahan bakar karburator dan memiliki kapasitas 1KVA. Peraturan posisi sikat ini sangat dapat mempengaruhi kinerja dari suatu motor listrik. Maka dengan memposisikan letak sikat pada komutator akan mendapat efisiensi dan torsi yang baik dari motor DC tersebut, sehingga torsi dapat bekerja lebih baik lagi. Pada tulisan kali ini, penulis telah menganalisis perbandingan antara pengaruh posisi sikat terhadap efisiensi dan torsi pada motor DC kompa panjang dengan motor DC kompon pendek. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dianalisis, ditemukan sudut sikat sebesar 30° disebelah kanan dari posisi tengah. Ini telah menghasilkan efisiensi dan torsi tertinggi pada masing-masing jenis motor DC yang sudah di uji. Motor listrik merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah Energi Listrik menjadi Energi Mekanik. Energi Mekanik ini digunakan memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah dan juga digunakan di industri. Motor listrik sering juga dikatakan dengan “kuda kerjanya industri” karena menggunakan motor-motor yang memakai 70% beban listrik total dari industri. Tujuan dari diujinya performance dari motor listrik 3 fasa ini adalah memperoleh kurva performa daya, torsi dan efisiensi.

Kata Kunci: Generaator Set Motor Listrik, PID, Fuzzy

1. PENDAHULUAN

Sistem pembangkit listrik adalah sebuah sistem yang memiliki kompleksitas dan urgensitas yang cukup tinggi. Ini disebabkan sistem pembangkit listrik dapat memenuhi kebutuhan listrik. Motor listrik juga merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini sering digunakan, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor listrik digunakan juga di rumah dan di industri. Berbagai macam sistem pembangkit listrik memiliki prinsip yang sama dalam hal pengaturannya. Parameter frekuensi berubah terhadap pengaruh pembebanan tegangan terbangkit. (Kundur P., 1994)

Motor DC sangat banyak digunakan dalam bidang industri. Penggunaan motor DC sering kita jumpai seperti motor penggerak beban mekanik. Motor DC yang sering digunakan pada industri-industri memiliki ukuran kapasitas daya yang juga relatif besar yang sesuai dengan beban mekanis dan juga jumlah produksi yang diinginkan. Karena itu sebuah motor DC juga harus mempunyai efisiensi dan torsi yang cukup tinggi (Ananda S. A., 2003).

Motor listrik adalah sebuah perangkat elektromagnetis yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Contoh penggunaan energi mekanik ini, misalnya, memutar impeller pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dll. Motor induksi tiga fasa banyak digunakan oleh dunia industri karena memiliki beberapa keuntungan (Dodot, 2009). Beberapa keuntungan yang dapat diperoleh dalam menggerakkan motor-motor induksi 3 fasa seperti, stuktur motor 3 fasa lebih ringan hingga dibandingkan dengan motor arus searah (DC) yang memiliki daya yang sama, karena harga satuan relatif lebih murah dan lebih hemat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Motor Listrik

Istilah motor listrik ditemukan pertama sekali oleh Thomas Davenport adalah seorang pandai besi divermont yang membuat motor listrik Amerika pertama pada Tahun 1834,25 februari 1837 paten pertama untuk motor listrik (Ananda S. A., 2003). Motor listrik adalah sebuah mesin elektromagnetis yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi gerak (mekanik) dengan menggunakan medan listrik dan mempunyai ruang diantara stator dan rotor. Pada bagian dari silinder yang tidak berputar dan terletak pada bagian luar, bagian silinder ini disebut dengan stator. Stator terbuat dari besi yang bundar dengan berlaminasi dan mempunyai alur-alur untuk tempat meletakkan kumparan. Motor listrik mempunyai beberapa keuntungan, keuntungan tersebut adalah Konstruksi motor yang sangat kuat dan sederhana terutama motor dengan rotor sangkar. Harganya yang relatif murah dan keahwalannya atau kualitasnya yang tinggi. Efisiensi pada keadaan normal dan tidak ada sikat sehingga rugi gesekan kecil dan juga biaya pemeliharaannya yang rendah.

Motor Listrik 3 fasa ini juga mempunyai kerugian, dan kerugian tersebut adalah Kecepatannya yang sulit untuk dikendalikan. Power faktor yang begitu rendah pada beban ringan. Arus start yang biasanya 5 – 7 kali pada saat arus nominal.

Prinsip kerja dari motor listrik ini adalah, Karena kumparan pada rotor ini merupakan kumparan rangkaian yang tertutup, maka tegangan induksi akan menghasilkan arus. Dalam medan magnet akan menimbulkan gaya dengan adanya arus pada rotor. Apabila torsi diawal yang dihasilkan oleh gaya pada rotor cukup besar untuk memikul torsi beban, maka rotor akan berputar searah dengan arah medan putar stator. Untuk mendapatkan tegangan induksi E_2 , maka diperlukan perbedaan antara kecepatan medan putar stator (n_s) dengan kecepatan putar rotor (n_r). Jika $n_s = n_r$, induksi terjadi pada tegangan dan arus tidak akan mengalir pada rotor, jika itu terjadi tidak ada torsi yang dapat dihasilkan. Torsi suatu motor

akan terjadi jika $n_s > n_r$. Dari cara kerja yang didapatkan motor tiga fasa disebut juga dengan motor tak serempak atau asinkron.

Motor DC sangat banyak digunakan dalam perindustri dan juga pada rumah tangga, yang pada umumnya motor ini memiliki ukuran kapasitas daya yang relatif cukup besar dan sesuai dengan beban mekanis dan juga jumlah produktivitas yang kita inginkan. Oleh karena itu sebuah motor DC harus memiliki efisiensi dan torsi yang tinggi. Motor DC yang banyak kita jumpai adalah motor DC penguatan kompon. Motor DC penguatan kompon mempunyai dua jenis, diantaranya adalah motor DC penguatan kompon panjang dan motor DC penguatan kompon pendek. (Ananda S. A., 2003).

Motor DC adalah mesin yang mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanis yang berupa putaran. Berdasarkan fisiknya motor DC secara umum terdiri atas bagian yang diam dan bagian yang berputar. Pada bagian yang diam (stator) merupakan tempat diletakkannya kumparan medan yang berfungsi untuk menghasilkan fluksi magnet. (Ananda S. A., 2003)

2.2 Perancangan Metode System PID dan Fuzzy

Perancangan controller PID dilakukan secara analitik. Pencarian parameter controller Kp yang akan disesuaikan dengan model plant. Parameter controller PID yang sudah didapatkan dapat digunakan untuk batasan pada perancangan mekanisme penalaan parameter PID. Logika Fuzzy melakukan penalaan parameter PID dengan cara fokus pada kondisi beban. Kondisi beban ini dapat diketahui dengan melalui arus yang mengalir pada beban. Jika terjadi perubahan pada beban, arus yang juga mengalir pada beban akan berubah juga.

Pada plant generator set, beban yang berubah-ubah akan terjadi perubahan model matematika plant, hali ini sesuai dengan hasil penelitian. Jadi untuk mendapatkan respon dengan spesifikasi dengan yang kita inginkan dengan $\tau = 1s$, kita memerlukan mekanisme penalaan parameter PID. Parameter controller PID yang diatur oleh logika fuzzy diantaranya Kp , τ_i , N dan τ_d .

Bentuk Fungsi keanggotaan masukan dan keluaran pada dasarnya ada pada parameter PID yang telah didapatkan dengan kondisi beban minimal, nominal, dan maksimal. Perancangan dilakukan pada saat fungsi dari keanggotaan masukan, fungsi dari keanggotaan keluaran dan rule-base.

1. Fungsi keanggotaan masukan logika fuzzy dibatasi hanya jumloah beban saja, karena beban dipakai pada sistem menggunakan switching yang berarti tidak terjadi perubahan secara terus menerus.
2. Fungsi keanggotaan Keluaran dari sistem fuzzy berupa nilai untuk penalaan parameter Kp , τ_i , N dan τ_d . perancangan fungsi keanggotaan keluaran sistem fuzzy didasarkan pada hasil perancangan controller PID pada kondisi beban minimal dan maksimal.

Terdapat tiga nilai-nilai linguistik pada setiap fungsi dari keanggotaan, yaitu kecil, sedang, dan besar. Secara umum kontroler PID-fuzzy dapat dengan cepat mengatasi perubahan frekuensi akibat perubahan beban. (Passino, 1998) (Kundur P., 1994)

2.3 Pengujian Controller PID-Fuzzy parameter tetap dengan Beban Berubah

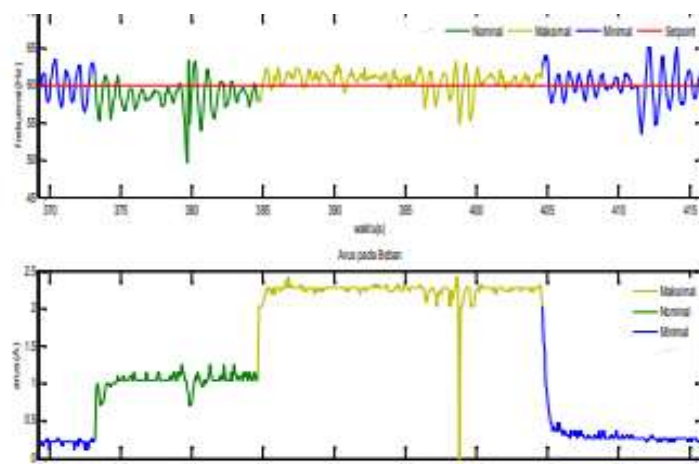
Pada bagian ini dilakukan pengujian perubahan beban. Melalui pengujian ini dapat diketahui kemampuan controller PID-fuzzy terhadap pengurangan beban dan penambahan beban dengan jumlah tertentu. Pembebanan dilakukan pada kondisi steady-state. Pada bagian ini hasil respon dari frekuensi tegangan terbangkit generator set terhadap perubahan beban, arus beban untuk menunjukkan perubahan beban dan parameter PID untuk menunjukkan perubahan parameter PID terhadap perubahan beban.

Terlihat perubahan beban dari kondisi minimal, maksimal dan kembali lagi ke minimal. Pada saat terjadi perubahan beban, frekuensi mengimbangi perubahan frekuensi tersebut. Akan tetapi, parameter PID sesuai dengan arus pada beban dengan adanya penalaan parameter PID, respon sistem terhadap pembebanan lebih cepat namun terjadi osilasi yang cukup sering. Hasil dari frekuensi tegangan terbangkit generator set dapat mengikuti set-point ketika pembebanan. Ketika terjadi penurunan beban , terjadi peningkatan frekuensi dan dapat diatasi dengan cepat oleh sistem. Akan tetapi, terjadi osilasi di sekitar set-point. Selain dikarenakan respon kontroler yang terlalu besar, osilasi juga disebabkan oleh adanya gangguan dari sistem sendiri. Sehingga saat respon sistem menuju set- point terjadi osilasi kembali untuk mengatasi gangguan yang terjadi. (Passino, 1998).

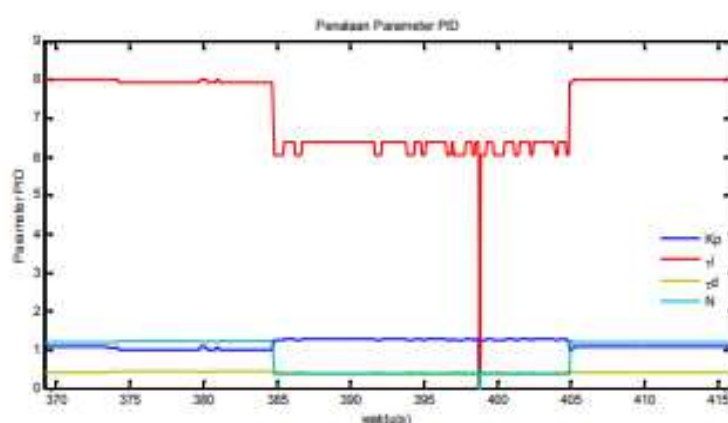
3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dilakukan pengujian perubahan beban. Melalui pengujian ini dapat diketahui kemampuan controller PID-fuzzy terhadap pengurangan beban dan penambahan beban dengan jumlah tertentu. Pembebanan dilakukan pada kondisi steady-state. Pada bagian ini ditunjukan respon dari frekuensi tegangan terbangkit generator set terhadap perubahan beban, arus beban untuk menunjukkan perubahan beban dan parameter PID untuk menunjukkan perubahan parameter PID terhadap perubahan beban. Pada Gambar 1 dan 3 terlihat perubahan beban dari kondisi minimal, nominal, maksimal dan kembali lagi ke minimal. Pada saat terjadi perubahan beban, frekuensi mengimbangi perubahan frekuensi tersebut. Akan tetapi, respon dari frekuensi tegangan terbangkit terlihat sering berosilasi.

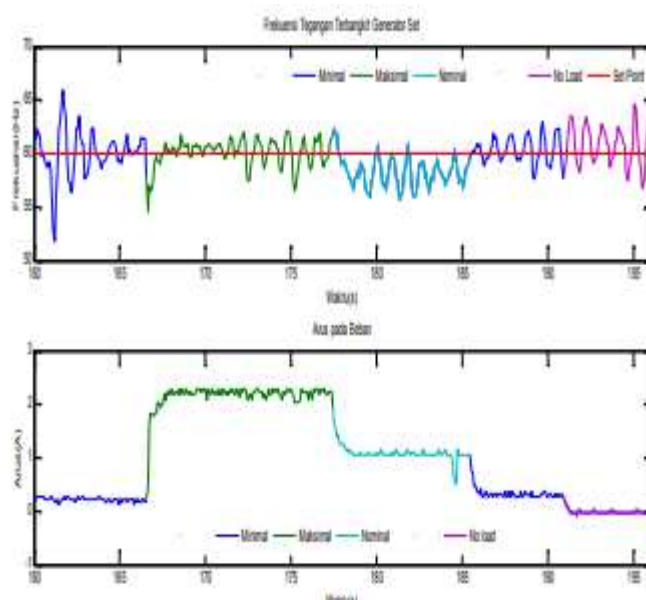
Pada gambar 2 dan terlihat penalaan parameter PID sesuai dengan arus pada beban. Dengan adanya penalaan parameter PID, respon sistem terhadap pembebanan lebih cepat namun terjadi osilasi yang cukup sering. Respon dari frekuensi tegangan terbangkit generator set dapat mengikuti set-point ketika pembebanan. Ketika terjadi penurunan beban , terjadi peningkatan frekuensi dan dapat diatasi dengan cepat oleh sistem. Akan tetapi, terjadi osilasi di sekitar set-point. Selain dikarenakan respon kontroler yang terlalu besar, osilasi juga disebabkan oleh adanya gangguan dari sistem sendiri. Sehingga saat respon sistem menuju set- point terjadi osilasi kembali untuk mengatasi gangguan yang terjadi (Passino, 1998).



Gambar 1. Respon dan Frekuensi kontroler PID dan FUZZY



Gambar 2. Respon dan frekuensi kontroler PID dan FUZZY



Gambar 3. Respon dan frekuensi kontroler PID dan FUZZY

4. KESIMPULAN

Dari pembahasan diatas dapat disimpulkan bahwa genset akan mengalami perubahan frekuensi pada saat terjadi perubahan beban. Kontroller dapat mengatasi perubahan frekuensi ini dengan mengendalikan throttle sesuai dengan beban yang terhubung dengan generator set. Melalui pembahasan kontroler PID-fuzzy didapatkan bahwa respon dari frekuensi tegangan terbangkit sering mengalami osilasi, Kontroller PIDfuzzy dapat dengan cepat mengatasi perubahan frekuensi. Efisiensi dan torsi pada motor DC kompon panjang dan juga pada motor DC kompon pendek meningkat dengan seiring bergerraknya posisi sikat dari posisi tengah kearah posisi kanan. Pada setiap jenis motor DC yang diuji, efisiensi dan torsi tertinggi diperoleh pada posisi sikat +30° yaitu pada motor DC kompon panjang dengan jumlah 47,316 % dan 6,747 N-m, sedangkan

pada motor DC kompon pendek sebesar 46,843 % dan 7,099 N-m. Pada posisi sikat dan beban yang sama, efisiensi yang dihasilkan motor DC kompon. Sedangkan pengujian motor listrik 3 fasa pada rangkaian star, keluaran daya dan torsi maksimal akan diperoleh pada saat putaran 2846 rpm, dengan masing-masing 1032 W dan 3,464 Nm. Pengoperasian motor pada putaran daya dan torsi maksimal tidak memberikan efisiensi maksimal. Efisiensi yang dihasilkan pada torsi dan daya maksimal adalah 54,99%, sedangkan efisiensi puncak dapat dicapai pada putaran 2941 rpm sebesar 72,68% dengan keluaran torsi dan daya masingmasing sebesar 1,504 Nm dan 463,14 W.

REFERENCES

- Ananda, S. A. (2003). *Studi Karakteristik Motor DC Penguat Luar Terhadap Posisi Sikat*. SURABAYA: Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- Ananda, S. A. (2003). *Studi Karakteristik Motor DC Penguat Luar Terhadap Posisi Sikat*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri, Universitas Kristen Petra.
- Dodot. (2009). *Motor Listrik Arus Bolak-balik*. [Http://masdodot.files.wordpress.com/2009/03/02-bab-05-motor-listrik-ac.pdf](http://masdodot.files.wordpress.com/2009/03/02-bab-05-motor-listrik-ac.pdf).
- Kundur P. (1994). *Power System Stability and Control*. USA: McGraw-Hill.
- P., K. *Power System Stability and Control*.
- Passino, M. Y. (1998). *Fuzzy Control*. USA: Addison Wesley Longman.