

Parallel Resonance Fault Current Limiter for DFIG Wind Turbine Transient Stability

Article History:

Received
2 September 2025
Revised
17 November 2025
Accepted
6 December 2025

RULI AMAR MA'RUF, ZULMIFTAH HUDA, HERRI GUSMEDI

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Indonesia
Email : zulmiftah.huda@eng.unila.ac.id

ABSTRAK

Peningkatan penetrasi energi terbarukan, khususnya energi angin dengan Doubly Fed Induction Generator (DFIG), menimbulkan tantangan dalam menjaga kestabilan sistem tenaga. Salah satu solusi mitigasi adalah penerapan Parallel Resonance Fault Current Limiter (PRFCL) yang dapat membatasi arus gangguan dan meredam osilasi selama gangguan besar. Penelitian ini menggunakan simulasi MATLAB/Simulink pada sistem IEEE 9 Bus yang terintegrasi DFIG, untuk mengevaluasi dampak PRFCL terhadap stabilitas transien saat terjadi gangguan tiga fasa ke tanah. Hasil menunjukkan bahwa PRFCL efektif menurunkan deviasi tegangan, daya aktif, dan kecepatan rotor serta mempercepat pemulihan frekuensi. PRFCL juga meningkatkan kemampuan Fault Ride Through (FRT) pada sistem DFIG.

Kata kunci: PRFCL, DFIG, stabilitas transien, gangguan tiga fasa ke tanah, simulasi MATLAB.

ABSTRACT

The increasing penetration of renewable energy, especially wind energy based on Doubly Fed Induction Generator (DFIG), poses challenges in maintaining power system stability. One mitigation approach is the use of a Parallel Resonance Fault Current Limiter (PRFCL), which can limit fault currents and dampen oscillations during major disturbances. This study uses MATLAB/Simulink to simulate a DFIG-integrated IEEE 9 Bus system and evaluate the impact of PRFCL on transient stability during three-phase-to-ground faults. The results show that PRFCL significantly reduces voltage and power deviations, accelerates frequency recovery, and improves the Fault Ride-Through (FRT) capability of DFIG systems.

Keywords: PRFCL, DFIG, transient stability, three-phase to ground fault, MATLAB simulation.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license



1. PENDAHULUAN

Dalam beberapa dekade terakhir, transisi energi global menuju sumber energi terbarukan telah menjadi fokus utama dalam upaya mengurangi emisi gas rumah kaca dan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Energi angin merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang berkembang pesat karena potensi alamnya yang melimpah, biaya operasional rendah, dan dampak lingkungan yang minimal. Di Indonesia, pengembangan pembangkit listrik tenaga bayu mulai mendapatkan perhatian pemerintah, seiring dengan penerapan Rencana Umum Energi Nasional (RUEN) yang menargetkan peningkatan kontribusi energi terbarukan hingga 23% pada tahun 2025 (**ESDM, 2022**).

Salah satu teknologi dalam pembangkitan energi angin adalah *Doubly Fed Induction Generator* (DFIG). Teknologi ini banyak digunakan karena fleksibilitasnya dalam mengatur daya aktif dan reaktif melalui kendali rotor serta kemampuannya untuk bekerja pada kecepatan angin yang bervariasi (**Arindya, 2017**). DFIG menggunakan konverter daya dua arah (*back-to-back converter*) yang hanya mencakup sekitar 30% dari kapasitas daya total, sehingga lebih hemat biaya dibandingkan dengan sistem *full-converter*. Sistem DFIG terdiri dari stator yang langsung terhubung ke *grid* dan rotor yang dikendalikan melalui konverter, memungkinkan kontrol yang efisien terhadap arus rotor, tegangan, dan frekuensi.

Namun, di balik keunggulan teknis tersebut, DFIG juga menghadapi tantangan besar dalam hal kestabilan sistem, terutama ketika terjadi gangguan besar seperti hubung singkat tiga fasa ke tanah (3LG). Pada kondisi tersebut, sistem DFIG rentan terhadap osilasi torsi, deviasi tegangan dan daya yang ekstrem, serta kehilangan sinkronisasi rotor. Hal ini mengakibatkan sistem DFIG tidak mampu memenuhi persyaratan *Fault Ride-Through* (FRT), yaitu kemampuan generator tetap beroperasi selama gangguan sementara terjadi. Gagalnya FRT dapat mengakibatkan pemutusan generator dari sistem dan menurunkan keandalan keseluruhan sistem tenaga (**Ali, dkk, 2025**).

Untuk mengatasi masalah ini, beberapa strategi telah dikembangkan, salah satunya adalah penerapan perangkat pembatas arus gangguan (*Fault Current Limiter*/FCL) (**Hossain & Ali, 2015**). Salah satu jenis FCL yang menjanjikan adalah *Parallel Resonance Fault Current Limiter* (PRFCL), yang bekerja berdasarkan prinsip resonansi paralel antara induktansi (L) dan kapasitansi (C). Ketika terjadi gangguan, frekuensi sistem menurun dan menyebabkan impedansi total PRFCL meningkat tajam. Peningkatan impedansi ini efektif dalam membatasi arus gangguan ke DFIG tanpa mengganggu operasi normal karena nilai impedansi PRFCL minimum pada frekuensi nominal (50 Hz) (**Naderi, dkk, 2014**). Dengan demikian, PRFCL berfungsi sebagai pelindung aktif yang dapat meredam efek transien pada sistem.

Abomahdi et al. (**Abomahdi & Bharadwaj, 2015**) melakukan pemodelan dan simulasi sistem pembangkit berbasis *Doubly Fed Induction Generator* (DFIG) menggunakan MATLAB/Simulink. Dalam penelitiannya, M'zoughi menganalisis bagaimana variabilitas kecepatan angin mempengaruhi dinamika DFIG, khususnya terhadap tegangan terminal dan kecepatan rotor. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa DFIG cukup rentan terhadap gangguan sistem dan memerlukan bahwa DFIG cukup rentan terhadap gangguan sistem dan memerlukan mekanisme kontrol tambahan agar dapat mempertahankan stabilitas operasionalnya.

Radmanesh et al. (**Radmanesh & Fathi, 2019**) mengusulkan PRFCL (*Parallel Resonance Fault Current Limiter*) tipe baru yang mampu berfungsi sebagai pemutus arus gangguan sekaligus membatasi arus hubung singkat secara cepat. Melalui simulasi dan prototipe laboratorium, mereka menunjukkan bahwa PRFCL ini bekerja dengan cepat dalam

memutuskan arus gangguan, menjaga tegangan pada titik PCC tetap stabil, serta memiliki rugi daya yang rendah saat kondisi normal. Penelitian ini membuktikan efektivitas struktur resonansi paralel untuk aplikasi sistem tenaga tegangan tinggi, namun belum diterapkan secara khusus pada sistem tenaga berbasis DFIG.

Mustika et al. (**Mustika, dkk, 2022**) meneliti penggunaan *Superconducting Fault Current Limiter* (SPFCL) tipe bridge untuk meningkatkan stabilitas transien pada sistem tenaga berbasis DFIG. Hasil simulasi menunjukkan bahwa SFCL efektif dalam menahan penurunan tegangan dan daya saat gangguan, serta menjaga kestabilan frekuensi sistem. Namun, studi tersebut belum membandingkan kinerja SFCL dengan jenis pembatas arus lainnya dan belum mengkaji pengaruh lokasi gangguan secara menyeluruh.

Penelitian – penelitian terdahulu yang telah dijelaskan memberikan kontribusi penting dalam pengembangan teknologi pembatas arus gangguan dan analisis stabilitas sistem tenaga berbasis *Doubly Fed Induction Generator* (DFIG). Sebagian besar studi tersebut berfokus pada pemodelan dan evaluasi kinerja sistem tenaga dalam kondisi gangguan, baik dengan menggunakan PRFCL maupun metode pembatas arus lainnya seperti SFCL (**Boghdady, dkk, 2023**). Meski demikian, sebagian besar pendekatan tersebut hanya mengkaji satu titik gangguan atau membahas sistem pembangkit berbasis generator sinkron, sehingga belum menggambarkan kompleksitas respon dinamis sistem DFIG terhadap berbagai skenario gangguan secara menyeluruh.

Hingga saat ini, kajian yang secara komprehensif membandingkan respon sistem tenaga berbasis DFIG terhadap gangguan tiga fasa ke tanah (3LG) di beberapa lokasi bus, baik dalam kondisi tanpa maupun dengan PRFCL, masih terbatas. Padahal, posisi gangguan relatif terhadap titik integrasi DFIG dan PRFCL sangat mempengaruhi besarnya osilasi, deviasi tegangan, serta kemampuan sistem untuk kembali ke keadaan stabil (steady-state) (**Bhargavi, dkk, 2016**). Hal inilah yang menjadi celah penelitian yang ingin diisi melalui studi ini.

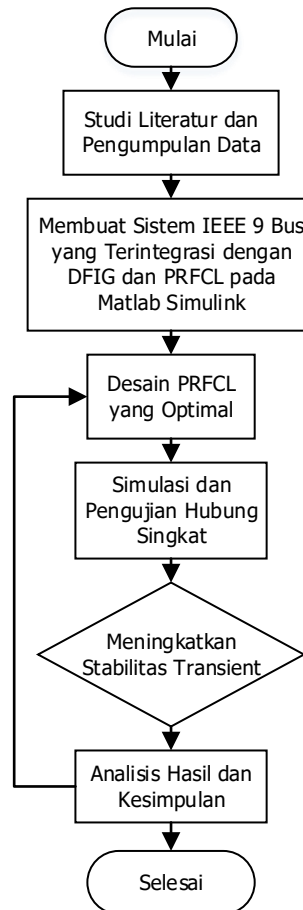
Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam efektivitas penggunaan *Parallel Resonance Fault Current Limiter* (PRFCL) dalam meningkatkan kestabilan transien sistem tenaga berbasis DFIG, dengan mempertimbangkan berbagai variasi lokasi gangguan. Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB/Simulink pada sistem standar IEEE 9 Bus yang telah dimodifikasi untuk mengakomodasi pembangkit DFIG berkapasitas 60 MW dan pemasangan PRFCL pada sisi koneksi ke jaringan.

Melalui pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan kontribusi dalam hal pemahaman karakteristik respon sistem terhadap gangguan besar, mengidentifikasi kelebihan PRFCL dalam mendukung *Fault Ride Through* (FRT) pada sistem tenaga berbasis energi terbarukan, serta menghasilkan rekomendasi teknis terkait penempatan optimal PRFCL dalam perencanaan sistem proteksi. Dengan demikian, hasil studi ini diharapkan dapat mendukung upaya peningkatan keandalan dan resiliensi sistem tenaga listrik nasional, khususnya dalam menghadapi penetrasi pembangkit energi terbarukan berskala besar.

2. METODOLOGI

Gambar 1 menunjukkan diagram alir pelaksanaan penelitian terkait analisis kestabilan transien pada sistem tenaga listrik yang terintegrasi dengan DFIG dan penerapan PRFCL. Penelitian diawali dengan studi literatur dari berbagai referensi untuk mengidentifikasi permasalahan, landasan teori, serta pendekatan yang digunakan dalam penelitian terdahulu. Selanjutnya

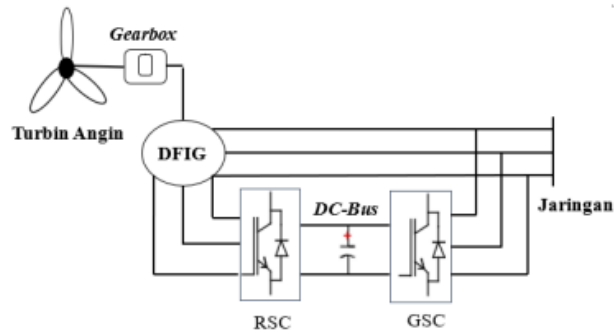
dilakukan perancangan sistem simulasi menggunakan perangkat lunak MATLAB/Simulink, pemodelan DFIG dan PRFCL, penentuan skenario gangguan , serta proses analisis dan interpretasi hasil yang menjadi dasar dalam mengevaluasi pengaruh PRFCL terhadap kestabilan transien sistem.



Gambar 1. Diagram Alir Metode Analisis Transien pada Sistem Tenaga Berbasis DFIG dengan Penerapan PRFCL

2.1 Pemodelan *Doubly Fed Induction Generator* (DFIG)

DFIG merupakan jenis generator induktif yang umum digunakan dalam pembangkit listrik tenaga angin karena kemampuannya untuk beroperasi pada kecepatan variabel serta mengatur daya aktif dan reaktif secara independen. Struktur utama DFIG terdiri dari stator yang langsung terhubung ke jaringan listrik dan rotor yang terhubung melalui konverter daya dua arah (*back-to-back converter*) yang terdiri dari *Rotor Side Converter* (RSC) dan *Grid Side Converter* (GSC) (Mehdipour, Hajizadeh, & Mehdipour, 2016).



Gambar 2. Turbin Angin Berbasis DFIG

2.1.1 Struktur dan kendali DFIG

DFIG menggunakan dua konverter daya terpisah yang saling terhubung melalui DC *link*, yaitu (Yogianto, Oktaviana, & Hajar, 2020):

1. *Rotor Side Converter* (RSC), berfungsi untuk mengatur daya aktif dan reaktif melalui vektor (*vector control*) dengan cara mengendalikan arus rotor.
2. *Grid Side Converter* (GSC), berfungsi untuk menjaga kestabilan tegangan DC *link* dan membantu mengatur daya yang disuplai ke jaringan.

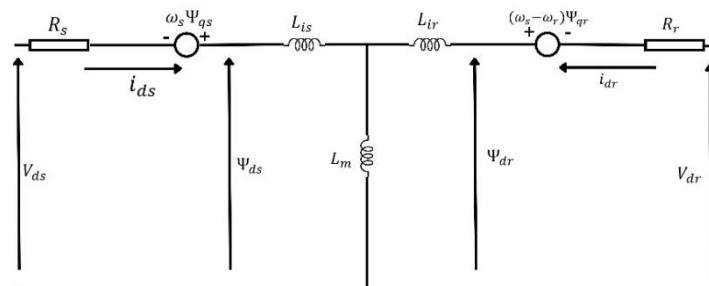
Pemodelan dinamis DFIG dinyatakan dalam kerangka koordinat sinkron dq sebagai berikut:

$$V_{ds} = R_s i_{ds} - \omega_e \Psi_{qs} + \frac{d\Psi_{ds}}{dt} \quad (1)$$

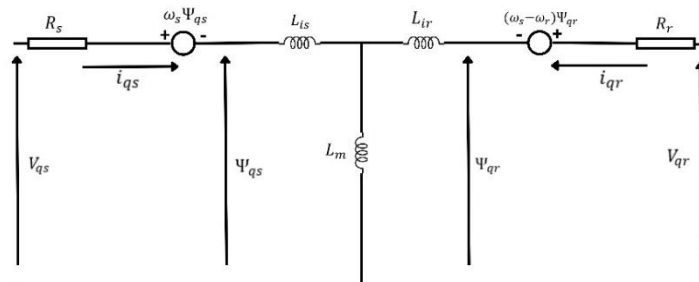
$$V_{qs} = R_s i_{qs} - \omega_e \Psi_{ds} + \frac{d\Psi_{qs}}{dt} \quad (2)$$

$$V_{dr} = R_r i_{dr} - (\omega_e - \omega_r) \Psi_{qr} + \frac{d\Psi_{dr}}{dt} \quad (3)$$

$$V_{qr} = R_r i_{qr} - (\omega_e - \omega_r) \Psi_{dr} + \frac{d\Psi_{qr}}{dt} \quad (4)$$



Gambar 3. Rangkaian Ekuivalen DFIG dalam d-axis



Gambar 4. Rangkaian Ekuivalen DFIG dalam q-axis

2.1.2 Parameter Sistem DFIG

Tabel 1. menunjukkan parameter teknis utama dari unit DFIG yang terhubung pada Bus 4. Data ini digunakan dalam konfigurasi simulasi MATLAB/Simulink untuk mewakili kondisi operasional pembangkit secara realistis **(Boghdady, dkk, 2023)**

Tabel 1. Parameter Sistem DFIG

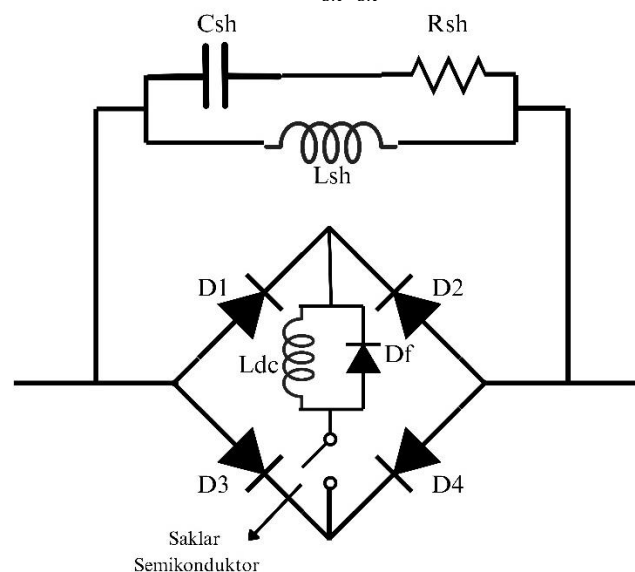
No	Komponen	Nominal
1	Kapasitas Daya (MVA)	1.67
2	<i>Power Factor</i>	0.9
3	Tegangan L-L / Vrms (Volt)	575
4	Frekuensi (Hz)	50
5	<i>Stator Resistance</i> (p.u)	0.023
6	<i>Leakage Inductance</i> (p.u)	0.016
7	<i>Rotor Resistance</i> (p.u)	0.016
8	<i>Magnetizing Inductance</i> (p.u)	2.9
9	<i>Inertia Constant</i> (p.u)	0.685
10	<i>Friction Factor</i> (p.u)	0.01

2.2 Pemodelan *Parallel Resonance Fault Current Limiter* (PRFCL)

PRFCL adalah perangkat proteksi yang dirancang untuk membatasi arus hubung singkat secara selektif tanpa mengganggu operasi normal sistem tenaga. PRFCL bekerja berdasarkan prinsip resonansi paralel antara induktansi dan kapasitansi, sehingga menghasilkan impedansi rendah pada kondisi normal, dan meningkat drastis saat terjadi penurunan frekuensi akibat gangguan.

Pada saat frekuensi sistem menurun akibat gangguan, nilai impedansi total dari PRFCL akan meningkat secara signifikan, sehingga mengurangi aliran arus gangguan menuju generator. Hal ini memungkinkan sistem berbasis DFIG tetap terhubung ke jaringan dan memenuhi syarat *Fault Ride Through* (FRT). Impedansi total dari PRFCL dirumuskan sebagai berikut:

$$Z_{PRFCL} = \frac{L_{sh}}{C_{sh}R_{sh}} + j\omega L_{sh} \quad (5)$$



Gambar 5. Topologi Rangkaian *Parallel Resonance Fault Current Limiter*

2.2.1 Parameter Sistem PRFCL

PRFCL dipasang pada jalur koneksi antara pembangkit DFIG dan sistem *grid*, yaitu pada Bus 4. Parameter teknis utama yang digunakan dalam simulasi dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Parameter Sistem PRFCL

No	Komponen	Nominal
1	Induktor DC-Limiting (Henry)	0.01
2	Induktor Resonance (Henry)	0.2
3	Kapasitor Resonance (Farad)	50μ
4	Resistor Resonance (Ohm)	150

2.3 Skenario Simulasi Gangguan

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak MATLAB/Simulink R2021a untuk menganalisis respon sistem tenaga terhadap gangguan *three-phase-to-ground fault* (3LG). Durasi simulasi ditetapkan selama 9 detik, dengan gangguan dimasukkan pada rentang waktu 0.2 hingga 0.3 detik.

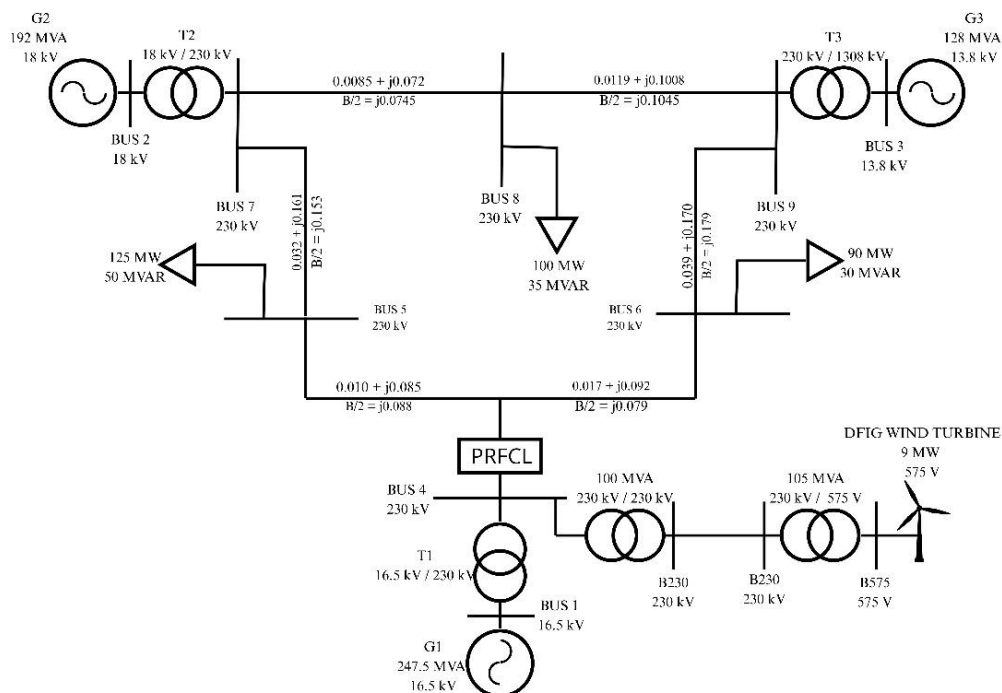
Gangguan disimulasikan pada tiga 2 lokasi berbeda dalam sistem tenaga, yaitu:

- Bus 5, mewakili lokasi terdekat dengan titik interkoneksi DFIG
- Bus 8, mewakili lokasi gangguan paling jauh dari DFIG.

Setiap skenario dijalankan dalam dua konfigurasi utama:

1. Sistem tanpa penerapan PRFCL
2. Sistem dengan penerapan PRFCL pada jalur koneksi antara DFIG dan jaringan.

Model lengkap sistem tenaga yang digunakan mencakup IEEE 9 Bus, unit pembangkit angin berbasis DFIG, serta perangkat PRFCL. Pemodelan sistem disusun secara modular pada Simulink untuk memudahkan proses pengamatan dan analisis terhadap pengaruh lokasi gangguan terhadap stabilitas sistem.



Gambar 6. Sistem IEEE 9 bus terintegrasi turbin angin berbasis DFIG dan PRFCL

Respon sistem terhadap gangguan dianalisis dengan Menampilkan beberapa parameter utama, yaitu tegangan pada PCC, daya aktif DFIG, kecepatan rotor DFIG, dan frekuensi sistem. Hasil dari tiap konfigurasi dibandingkan untuk mengevaluasi efektivitas PRFCL dalam meredam dampak transien serta mempercepat pemulihan sistem ke kondisi *steady-state*.

2.4 Indikator Evaluasi Stabilitas Transien

Evaluasi stabilitas transien dalam penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan integral luas deviasi terhadap tiga parameter utama sistem, yaitu tegangan pada PCC, daya aktif DFIG, dan kecepatan rotor DFIG. Metode ini digunakan untuk mengukur besarnya penyimpanan sistem terhadap kondisi *steady-state* selama dan setelah terjadi gangguan (**Rashid & Ali, 2014**).

Adapaun tiga indikator evaluasi yang digunakan adalah:

$$\begin{aligned}VLT &= \int_{t_0}^{t_f} |\Delta V(t)| dt \\ POW &= \int_{t_0}^{t_f} |\Delta P(t)| dt \\ SPD &= \int_{t_0}^{t_f} |\Delta \omega(t)| dt\end{aligned}$$

Nilai integral dari masing – masing deviasi memberikan gambaran kuantitatif mengenai performa sistem dalam meredam efek transien. Semakin kecil nilai VLT, POW, dan SPD, maka semakin baik kestabilan transien sistem.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Respon Sistem Terhadap Gangguan di Berbagai Lokasi

Simulasi dilakukan untuk menganalisis pengaruh lokasi gangguan terhadap stabilitas sistem tenaga berbasis DFIG. Gangguan 3 fasa ke tanah (3LG) disimulasikan pada dua lokasi bus, yaitu Bus 5 (terdekat dengan DFIG), dan Bus 8 (terjauh dari DFIG). Analisis dilakukan untuk dua konfigurasi sistem: tanpa PRFCL dan dengan PRFCL.

Pada gangguan di Bus 5 tanpa PRFCL tegangan pada PCC turun hingga p.u, deviasi daya aktif mencapai p.u, dan frekuensi pada generator sinkron turun ke Hz. Dengan PRFCL, tegangan minimum meningkat menjadi 0.92 p.u, deviasi daya aktif berkurang menjadi p.u, dan frekuensi. Gangguan di Bus 8 menunjukkan bahwa meskipun jauh dari PRFCL, peningkatan performa tetap terjadi. Tegangan PCC minimum tanpa PRFCL p.u meningkat menjadi p.u dengan PRFCL, dan deviasi daya aktif turun dari p.u menjadi p.u. frekuensi sistem juga lebih cepat stabil.

3.2 Evaluasi Indeks Kinerja Transien

Evaluasi dilakukan dengan menghitung tiga indeks utama stabilitas transien yaitu Voltage Indeks (VLT), Power Indeks (POW), da Speed Indeks (SPD). Hasil evaluasi ditampilkan pada Tabel 3.

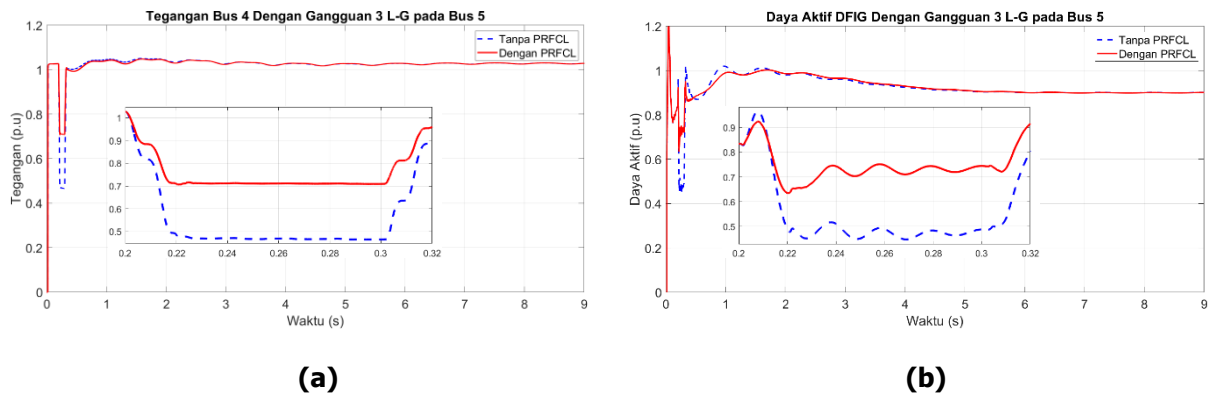
Tabel 3. Evaluasi Indeks Stabilitas Transien

Lokasi Gangguan	Konfigurasi	VLT (%)	POW (%)	SPD (%)
Bus 5	Tanpa PRFCL	59,68	65,76	10,24
	Dengan PRFCL	33,46	41,51	9,99
Bus 8	Tanpa PRFCL	36,78	45,54	9,99
	Dengan PRFCL	23,17	33,56	9,99

Hasil ini menunjukkan bahwa PRFCL secara signifikan meningkatkan stabilitas sistem. Penurunan nilai VLT, POW, dan SPD membuktikan bahwa PRFCL mampu meredam efek transien dan mempercepat pemulihan sistem setelah gangguan.

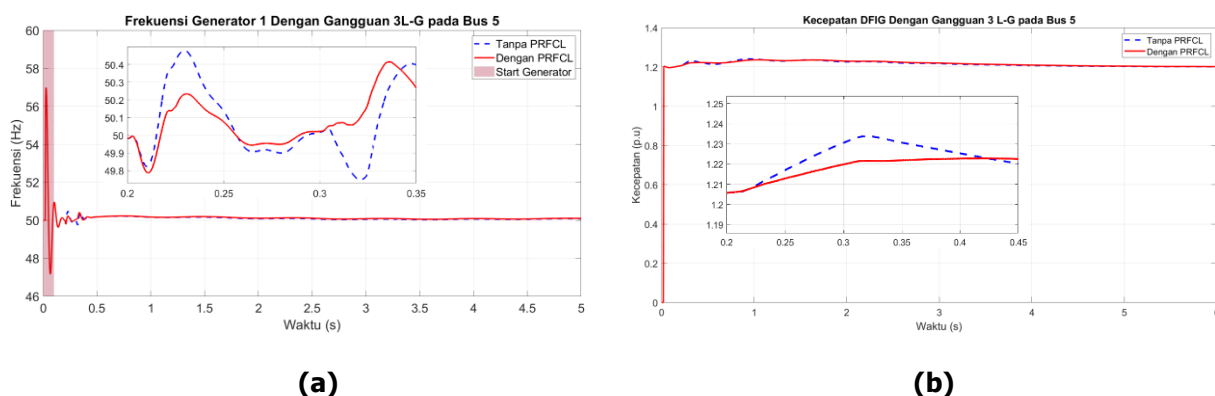
3.3 Analisis Grafik Respon Sistem

Gambar 7 menunjukkan perbandingan respon tegangan dan daya aktif anata sistem tanpa dan dengan PRFCL untuk gangguan di Bus. Teihat bahwa sistem dengan PRFCL memiliki profil tegangan PCC dan daya aktif DFIG yang lebih stabil dan cepat pulih.



Gambar 7. Perbandingan Respon Sistem Tanpa dan Dengan PRFCL (a) Tegangan PCC, (b) Daya Aktif DFIG

Gambar 8 memperlihatkan respon frekuensi generator sinkron dan kecepatan rotor DFIG terhadap gangguan di kedua bus. Sistem dengan PRFCL menunjukkan osilasi yang lebih kecil dan waktu pemulihan yang lebih cepat dibandingkan sistem tanpa PRFCL.



Gambar 8. Perbandingan Respon Sistem Tanpa dan Dengan PRFCL (a) Frekuensi Generator Sinkron, (b) Kecepatan Rotor DFIG

Dari hasil simulasi ini, disimulasikan bahwa PRFCL tidak hanya menurunkan arus gangguan, tetapi juga mempercepat kestabilan transien pada sistem tenaga yang terintegrasi DFIG. Keefektifan PRFCL paling tinggi terlihat saat lokasi gangguan berada di dekat titik pemasangan

perangkat, namun tetap memberikan perbaikan performa meskipun gangguan terjadi pada bus yang lebih jauh.

4. KESIMPULAN

Parallel Resonance Fault Current Limiter (PRFCL) secara signifikan meningkatkan stabilitas transien sistem tenaga *Doubly Fed Induction Generator* (DFIG) yang diuji pada sistem IEEE 9 Bus. Hasil simulasi menunjukkan bahwa efektivitas tertinggi tercatat pada skenario gangguan di Bus 5 (lokasi terdekat), di mana indeks deviasi tegangan (VLT) berhasil ditekan dari 59,68% menjadi 33,46%, dan indeks deviasi daya (POW) berkurang dari 65,76% menjadi 41,51%. Perbaikan kinerja juga tetap terlihat pada gangguan jarak jauh (Bus 8) dengan penurunan indeks VLT menjadi 23,17% dan POW menjadi 33,56%. Selain perbaikan indeks deviasi, penggunaan PRFCL mampu menjaga drop tegangan pada titik interkoneksi hingga level 0.92 p.u saat terjadi gangguan. Dengan demikian, PRFCL terbukti sebagai solusi proteksi yang andal dan efisien dalam mendukung *Fault Ride-Through* (FRT) dan menjaga keandalan sistem tenaga dengan terintegrasi energi terbarukan.

DAFTAR RUJUKAN

- Abomahdi, M. A., & Bharadwaj, A. (2015). Modeling and Simulation of DFIG to Connected Wind Power Generator Using Matlab. *Journal Impact Factor*, 6(1), 29-40.
- Ali, J. S., & dkk. (2025). Power System Stability With High Penetration Of Renewable Energy Sources: Challenges, Assessment, and Mitigation Strategies. *IEEE Access*, 13, 39912 - 39934.
- Arindya, R. (2017). Penerapan Doubly-Fed Induction Generator Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Angin. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1).
- Arnstein, S. R. (1969). A Ladder of Citizen Participation. Dalam R. T. Gates, & F. Stout (Penyunt.), *The City Reader* (2nd ed.). New York: Routledge Press.
- Bhargavi, G. N., & dkk. (2016). Implementation of Parallel-LC-Resonance Type Fault Current Limiter (FCL) For Multiple Fault Condition in Electric Power System. *International Journal of Advanced Technology and Innovative Research*, 8(1), 0014-0020.
- Boghdady, T. A., Sweed, I. A., & Ibrahim, D. K. (2023). Performance Enhancement of Doubly-Fed Induction Generator-Based-Wind Energy System. *International Journal of Renewable Energy Research*, 13(1).
- Boghdady, T. A., Sweed, I. A., & Ibrahim, D. K. (2023). Performance Enhancement of Doubly-Fed Induction Generator-Based-Wind Energy System. *International Journal of Renewable Energy Research*, 13(1), 311-325.
- Boghdady, T. A., Sweed, I. A., & Ibrahim, D. K. (2023). Performance Enhancement of Doubly-Fed Induction Generator-Based-Wind Energy System. *International Journal of Renewable Energy Research*, 13(1), 311-325.

- Borer, M. I. (2010). From Collective Memory to Collective Imagination: Time, Place, and Urban Redevelopment. *Symbolic Interaction*, 33(1), 96-144.
- Darlis, A. R. (2015). Impementation Visible Light COmmunication. *International Optical Conference*, (pp. 200 - 209). Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung.
- ESDM, K. (2022). Rencana Umum Energi Nasional (RUEN). Jakarta.
- Hossain, M. K., & Ali, M. H. (2015). Transient Stability Augmentation of PV/DFIG/SG-Based Hybrid Power System by Nonlinear Control-Based Variable Resistive FCL. *IEEE Transaction On Sustainable Energy*, 1 - 12.
- Mac Leod, D. (1992). *Post-Modernism and Urban Planning*. Dipetik June 25, 2010, dari <http://www3.sympatico.ca/david.macleod/POMO.HTM>
- Mehdipour, C., Hajizadeh, A., & Mehdipour, I. (2016). Dynamic Modeling And Control of DFIG-Based Wind Turbines Under Balanced Network Conditions. *International Journal of Electrical Power and Energy Systems*, 560-569.
- Mustika, D. P., Hadi, S. P., & dkk. (2022). Peningkatan Stabilitas Transien pada Turbin Angin Berbasis DFIG Menggunakan SFCL tipe Bridge. *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, 11(4), 297-304.
- Naderi, S. B., Jafari, M., & Hagh, M. T. (2014). Parallel-Resonance-Type Fault Current Limiter. *IEE Transaction on Industrial Electronics*, 60(7), 2538 - 2546.
- Poston, J. D., & Bouvier, L. F. (2010). *An Introduction to Demography*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Radmanesh, H., & Fathi, S. H. (2019). Parallel Resonance Type Fault Current Limiting Circuit Breaker. *IET Journals*, 5(1), 76-82.
- Rashid, G., & Ali, M. H. (2014). A Modified Bridge-Type Fault Current Limiter for Fault Ride-Through Capacity Enhancement of Fixed Speed Wind Generator. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 19(2), 527-534.
- Stoica, R.-I. (2006 [2005]). Heterotopia Urbana: Some Conceptual Considerations of Urban Heritage. *Forum UNESCO University and Heritage 10th International Seminar "Cultural Landscapes in the 21st Century"*. Newcastle-upon-Tyne.
- Voskuil, R. P. (1996). *Bandoeng: Beeld van Een Stad* (Indonesian ed.). (S. M. Supardan, S. Sumardi, N. Darsono, & I. I. Yousda, Penerj.) Bandung: Dept. Planologi and Jagaddhita.
- Xi, Z. (2004). *Comparison between American and Chinese Community Building*. Dipetik May 10, 2007, dari COMM-ORG: The On-Line Conference on Community Organizing and Development: <http://comm-org.wisc.edu/papers2004/zhangxi.htm>

Yogianto, A., Oktaviana, T. W., & Hajar, I. (2020). Model Doubly Fed Induction Generator (DFIG) untuk Analisis Performa Kontrol pada Pembangkit Listrik Tenaga Angin. *Jurnal Ilmiah Energi dan Kelistrikan*, 12(2), 179 -185.