



YAYASAN BRATA BHAKTI DAERAH JAWA TIMUR
UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA
**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
(LPPM)**

Kampus : Jl. A. Yani 114 Surabaya Telp. 031 - 8285602, 8291055, Fax. 031 - 8285601

SURAT KETERANGAN

Nomor: Sket/53 /I/2023/LPPM/UBHARA

Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Bhayangkara Surabaya menerangkan bahwa:

Nama : Dr. Amirullah, ST, MT.
NIP : 197705202005011001
NIDN : 0020057701
Unit Kerja : Universitas Bhayangkara Surabaya

Benar telah melaksanakan kegiatan:

1. Penelitian Dasar (Penelitian Kompetitif Nasional) berjudul Pengembangan Kendali Cerdas pada Sistem Unified Power Quality Conditioner (UPQC) Satu Phasa Disuplai oleh Pembangkit Photovoltaic Battery Energy Storage (PV-BES) Untuk Meningkatkan Kualitas Daya pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah (Tahun Pertama) dengan nilai hibah sebesar Rp. 131.200.000 (Seratus Tiga Puluh Satu Juta Dua Ratus Ribuan Rupiah) dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM)-Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Tahun Pendanaan 2022.
2. Terlampir dalam surat keterangan berkas pendukung antara-lain: surat pengumuman, lampiran pengumuman, dokumen kontrak, surat pernyataan tanggung-jawab belanja (SPTJB) 100%, dan laporan akhir 100% penelitian.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk kepentingan kelengkapan pengusulan Guru Besar.

Surabaya, 24 Januari 2023

Kepala LPPM

Drs. Heru Irianto, M.Si.

NIP. 9000028



Lampiran 1

Surat Pengumuman



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI,
RISET, DAN TEKNOLOGI

Jalan Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta 10270
Telepon (021) 57946104, Pusat Panggilan ULT DIKTI 126
Laman www.dikti.kemdikbud.go.id

Nomor : 0267/E5/AK.04/2022

28 April 2022

Lampiran : 2 berkas

Hal : Pengumuman Penerima Pendanaan Penelitian Program Kompetitif Nasional dan Penugasan di Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2022 Tahap Pertama

Yth. 1. Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi Wilayah I s/d XVI
2. Ketua LP/LPM/LPPM Perguruan Tinggi di lingkungan Ditjen Dikdiristek

Berdasarkan Keputusan Kuasa Pengguna Anggaran Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat Nomor 033/E5/PG.02.00/2022 tanggal 27 April 2022 tentang Penerima Program Bantuan Operasional Perguruan Tinggi Negeri Program Penelitian Kompetitif Nasional dan Penugasan di Perguruan Tinggi Tahun Anggaran 2022 Tahap Pertama, bersama ini kami sampaikan **daftar nama penerima pendanaan penelitian program kompetitif nasional dan penugasan untuk skema penelitian dasar kemitraan tahun anggaran 2022 tahap pertama** (Lampiran I), sedangkan program desentralisasi akan diumumkan kemudian.

Berkenaan dengan hal tersebut, Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) mengucapkan selamat kepada penerima pendanaan penelitian pada tahap pertama. DRTPM juga mengucapkan terima kasih kepada pengusul yang telah berpartisipasi. Selanjutnya, kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk menyampaikan informasi pengumuman ini kepada nama-nama yang tercantum pada lampiran penerima pendanaan penelitian program kompetitif nasional dan penugasan di perguruan tinggi tahun anggaran 2022 tahap pertama.

Perlu kami sampaikan bahwa mekanisme penyaluran dana akan dilakukan melalui kontrak. Berkaitan dengan hal ini, kami sampaikan beberapa hal sebagai berikut:

1. Kontrak dilakukan secara berjenjang. Untuk Perguruan Tinggi Negeri (PTN), kontrak dilakukan antara DRTPM dengan Ketua LP/LPM/LPPM. Adapun untuk Perguruan Tinggi Swasta (PTS), kontrak dilakukan melalui Kepala Lembaga Layanan Pendidikan Tinggi (LLDIKTI) masing-masing wilayah;
2. Pencairan dana penelitian dilaksanakan dalam 2 (dua) tahap;
3. Hal-hal lain yang terkait dengan penandatanganan kontrak, pencairan dana, dan pelaksanaan penelitian akan diinformasikan lebih lanjut melalui laman: <http://simlitabmas.kemdikbud.go.id>

Berkaitan dengan data yang diperlukan untuk penandatanganan kontrak, bersama ini kami lampirkan daftar isian borang kontrak (Lampiran II). Kami mohon perkenannya untuk dapat mengisi daftar isian tersebut dan mengunggahnya melalui link <http://ringkas.kemdikbud.go.id/kontrakpenelitian22> paling lambat tanggal 13 Mei 2022. Untuk PTS tidak perlu mengisi daftar isian borang kontrak karena kontrak akan dilakukan dengan LLDIKTI masing-masing wilayah.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatian dan kerja sama yang baik, kami ucapkan terima kasih.

plt. Direktur Riset, Teknologi, dan
Pengabdian Kepada Masyarakat



Teuku Faisal Fathani
NIP 197505261999031002

Tembusan:
plt. Direktur Jenderal Pendidikan Tinggi,
Riset, dan Teknologi

Lampiran 2

Lampiran Pengumuman

Lampiran I (REVISI)

Nomor : 0267/E5/AK.04/2022

Tanggal : 28 April 2022

**PENERIMA PENDANAAN PENELITIAN PROGRAM KOMPETITIF NASIONAL DAN PENUGASAN
DI PERGURUAN TINGGI TAHUN ANGGARAN 2022 TAHAP PERTAMA (REVISI)**

NOMOR	PTN/ LLDIKTI	INSTITUSI	NIDN	NAMA	JUDUL	SKEMA
1	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0111048403	AFRILIUS SIMANJUNTAK	Analisis Kesiapsiagaan Rumah Sakit Grandmed Lubuk Pakam Kabupaten Deli Serdang dalam Menghadapi Bencana Pandemi Covid-19	PDP
2	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0109029701	ANGGUN SYAFITRI	EFEKTIVITAS KOMBINASI EKSTRAK DAUN BENALU DUKU (Dendrophthoe Pentandra (L.)Miq) DAN LENDIR SIPUT (Achatina fulica) SEBAGAI REPAIRING SKIN DALAM FORMULASI SEDIAAN SERUM	PDP
3	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0101108103	BERLIANA R BR NAIPOSPOS	The Speech Act Used By English Lecturer and Students in Blended Learning During New Normal Life: Pragmatic Linguistic Analysis	PDP
4	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0101078003	EFRATA	EVALUASI BUDAYA PENERAPAN K3 DENGAN KEPUASAN PASIEN DALAM PENCEGAHAN COVID 19 DI PUSKESMAS DELI TUA	PDP
5	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0125029101	EPFIK FANTANTY JAWAK	HUBUNGAN PREDISPOSING FACTOR, REINFORCING FACTOR DENGAN PENERIMAAN TES HIV IBU HAMIL DI PUSKESMAS DELI TUA	PDP
6	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0112056501	HAPOSAN SIAHAAN	Uji Efek Tonikum Ekstrak Etanol Daun Senggani (Melastoma Malabathricum L.) Terhadap Mencit Jantan (Mus Musculus)	PDP
7	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0130109202	HARIATI	HUBUNGAN SELF EFFICACY, SELF ESTEEM, DAN LOKUS KENDALI TERHADAP KEPATUHAN LANSIA MELAKSANAKAN PROTOKOL KESEHATAN PENCEGAHAN COVID-19	PDP
8	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0121108902	HERVIANI SARI	Formulasi dan uji daya terima substitusi garam dapur (NaCl) dengan ekstrak daun basil (Ocimum Basilicum L.) terfortifikasi Iodium terhadap penurunan resiko hipertensi pada lansia	PDP
9	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0101039202	REISY TANE	PENGARUH VICARIOUS LEARNING VIDEO RESPONSIVE FEEDING TERHADAP POLA MAKAN DAN KENAIKAN BERAT BADAN ANAK USIA 6-24 BULAN DI KABUPATEN DELI SERDANG	PDP
10	LLDIKTI I	Institut Kesehatan Deli Husada Deli Tua	0130118003	RENTAWATI PURBA	Perbedaan respon psikologis perawat IGD RSUD Sembiring dalam menghadapi virus covid 19 dan varian baru virus corona di era adaptasi kebiasaan baru.	PDP

2079	LLDIKTI VII	STKIP PGRI Situbondo	0722098902	LISMA DIAN KARTIKA SARI	PRODUKSI DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK LIMBAH BUAH ALPUKAT SEBAGAI ALTERNATIF PENGGUNAAN MULSA ANORGANIK	PDP
2080	LLDIKTI VII	Universitas 17 Agustus 1945 Banyuwangi	0716096203	ERVINA WAHYU SETYANINGRUM	MODEL PENGEMBANGAN BUDIDAYA UDANG VANNAMEI BERBASIS KERENTANAN DAN SIG DALAM MENINGKATKAN EKONOMI MASYARAKAT DI PESISIR KABUPATEN BANYUWANGI	PDKN
2081	LLDIKTI VII	Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	0628116601	BUDIARSIH	PEMODELAN REHABILITASI MEDIS PENYALAHGUNAAN NARKOBA PADA ANAK DAN REMAJA UNTUK MEWUJUDKAN GENERASI YANG SEHAT	PPS-PTM
2082	LLDIKTI VII	Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	0712036904	HANIE TEKI TJENDANI	MITIGASI BANJIR PADA JALAN NASIONAL DENGAN METODE NON STRUKTUR DI RUAS JALAN RAYA JUANDA	PPS-PTM
2083	LLDIKTI VII	Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya	0720036401	MULYANTO NUGROHO	MENGEMBANGKAN EKONOMI BIRU DI DEPOK JAWA BARAT: PELUANG DAN TANTANGAN BUDIDAYA IKAN NEON TETRA	PPS-PDD
2084	LLDIKTI VII	Universitas 45 Surabaya	0716049303	MANGGI DWI CAHYONO	Strategi Pemanfaatan Sampah Rumah Tangga di masa Pandemi Covid-19 Sebagai Kompos dengan Menggunakan Metode Fishbone Diagram dan Analisis SWOT	PDP
2085	LLDIKTI VII	Universitas Bakti Indonesia	0712089302	AULIYA GAFFAR RAHMAN	Implementasi Kebijakan Pengembangan Pariwisata Berbasis Ekowisata Dalam Meningkatkan Perekonomian Daerah (Studi Pada Destinasi Wisata Gombongsari Kabupaten Banyuwangi)	PDP
2086	LLDIKTI VII	Universitas Bakti Indonesia	0711099401	HANIN FATHAN NURFINA ISTIQOMAH	PENINGKATAN KEMAMPUAN BERPIKIR MATEMATIS DALAM FISIKA MELALUI MEDIA SOSIAL	PDP
2087	LLDIKTI VII	Universitas Bakti Indonesia	0729019401	NURI HIDAYATI	Implementasi Kebijakan Blue Economy terhadap Kampung Mandar Banyuwangi sebagai Potensi Wisata Berbasis Kearifan Lokal	PDP
2088	LLDIKTI VII	Universitas Bakti Indonesia	0726059401	NURUL HIDAYAH	Pengembangan Buku Saku dan Media Poster Berbasis E-Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Psikomotor melalui Pembelajaran Project Based Learning	PDP
2089	LLDIKTI VII	Universitas Bakti Indonesia	0724019203	YENI HILMA DWIYANTI	PENINGKATAN PENDAPATAN MELALUI DIGITAL MARKETING DAN ORIENTASI KEWIRAUSAHAAN PADA PELAKU USAHA BATIK DI KABUPATEN BANYUWANGI	PDP
2090	LLDIKTI VII	Universitas Bhayangkara Surabaya	0020057701	AMIRULLAH	Pengembangan Kendali Cerdas pada Sistem Unified Power Quality Conditioner (UPQC) Satu Phasa Disuplai oleh Pembangkit Photovoltaic-Battery Energy Storage (PV-BES) Untuk Meningkatkan Kualitas Daya pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah	PDKN

Lampiran 3

Dokumen Kontrak



**YAYASAN BRATA BHAKTI DAERAH JAWA TIMUR
UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
(LPPM)**

Kampus : Jl. A. Yani 114 Surabaya Telp 031 – 8285602, 8291055, Fax. 031 – 8285601

KONTRAK

PELAKSANAAN PROGRAM PENELITIAN
TAHUN ANGGARAN 2022

ANTARA

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS BHAYANGKARA SURABAYA

DENGAN

Dr. AMIRULLAH, ST.,MT.
Nomor: 001/V/2022/LPPM/UBHARA

Pada hari ini Selasa tanggal Sepuluh bulan Mei tahun dua ribu dua puluh dua, kami yang bertandatangan dibawah ini:

1. Drs. Heru Irianto, M.Si. : Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat yang berkedudukan di Jl A Yani 114 Surabaya, dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Surat Perintah Layanan Pendidikan Tinggi Pendidikan Tinggi Wilayah VII Nomor: 009/SP2H/PT/LL7/2022. tanggal 10 Mei 2022, untuk selanjutnya disebut PIHAK KESATU;
2. Dr. Amirullah, ST.,MT. : Peneliti yang berkedudukan di Jl. A Yani 114 Surabaya dalam hal ini bertindak untuk dan atas nama peneliti di Universitas Bhayangkara Surabaya untuk selanjutnya disebut PIHAK KEDUA PIHAK KEDUA;

PIHAK KESATU dan PIHAK KEDUA secara bersama-sama selanjutnya disebut PARA PIHAK.

PARA PIHAK sepakat mengikatkan diri dalam Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian Tahun Anggaran 2022 yang selanjutnya disebut Kontrak Penelitian, dengan ketentuan dan syarat sebagai berikut:

Pasal 1
RUANG LINGKUP

- (1) Ruang lingkup Kontrak Penelitian ini meliputi pelaksanaan penelitian tahun anggaran 2022 sebanyak 3 (Tiga) judul penelitian.

- (2) Daftar judul penelitian sebagaimana dimaksud pada ayat (1) beserta nama pelaksana penelitian, skema, luaran tambahan, jangka waktu penelitian, dan besarnya biaya masing-masing judul penelitian sebagaimana tercantum dalam Lampiran yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari Kontrak Penelitian ini.

Pasal 2
SUMBER DANA

PIHAK KESATU memberikan pendanaan Kontrak penelitian yang bersumber pada DIPA Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Tahun Anggaran 2022, Nomor SP DIPA- Nomor SP DIPA-023.17.1.690523/2022 revisi ke-02 tanggal 22 April 2022.

Pasal 3
NILAI KONTRAK

- (1) PIHAK KESATU memberikan pendanaan Kontrak Penelitian dengan nilai kontrak sebesar Rp 131.200.000,- (seratus tiga puluh satu juta dua ratus ribu rupiah) yang di dalam nilai kontrak tersebut sudah termasuk seluruh biaya pajak sesuai peraturan perundang-undangan.
- (2) Pendanaan pelaksanaan program penelitian dengan nilai kontrak sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dibayarkan kepada Institusi sebagai berikut :

Nama : Dr. Amirullah, ST.,MT.
Nomor Rekening : **0055908144**
Nama Bank : Bank BNI
Alamat Bank : Jl. A Yani Surabaya
Kota : Surabaya (Graha Pangeran)
NPWP :

- (3) PIHAK KESATU tidak bertanggungjawab atas keterlambatan dan/atau tidak terbayarnya sejumlah dana, yang disebabkan oleh kesalahan PIHAK KEDUA dalam menyampaikan informasi institusi sebagaimana dimaksud pada ayat (1).

Pasal 4
NILAI DAN TAHAPAN PEMBAYARAN

- (1) Dana pelaksanaan penelitian sebagaimana nilai kontrak yang dimaksud dalam Pasal 3 ayat (1) dibayarkan oleh PIHAK KESATU kepada PIHAK KEDUA secara bertahap melalui Bendahara Peengeluaran Universitas Bhayangkara Surabaya kepada rekening Peneliti melalui mekanisme transfer, dengan ketentuan sebagai berikut:
- a. pembayaran tahap pertama sebesar Rp 91.840.000,- (sembilan puluh satu juta delapan ratus empat puluh ribu rupiah) setelah PIHAK KEDUA mengirimkan dokumen kontrak yang telah ditandatangani;
 - b. pembayaran tahap pertama sebagaimana dimaksud pada huruf a, akan dibayarkan dengan ketentuan apabila revisi proposal penelitian dan surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian telah diunggah ke laman yang ditentukan oleh PIHAK KESATU;
 - c. pembayaran tahap kedua sebesar Rp 39.360.000,- (tiga puluh sembilan juta tiga ratus enam puluh ribu rupiah), dibayarkan setelah pelaksana peneliti mengunggah Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) kelaman yang ditentukan oleh PIHAK KESATU paling lambat tanggal 16 Agustus 2022; dan

- d. apabila pembayaran tahap pertama sebagaimana dimaksud pada huruf a cair setelah tanggal 9 Agustus 2022, pelaksana penelitian mengunggah Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB) ke laman yang ditentukan oleh PIHAK KESATU paling lambat 2 (dua) minggu setelah dana cair.
- (2) Keberlanjutan pendanaan penelitian lanjutan untuk tahun anggaran berikutnya diberikan berdasarkan hasil penilaian atas capaian penelitian tahun sebelumnya yang dilakukan oleh Komite Penilaian Keluaran Penelitian dan/atau Reviewer Keluaran Penelitian.
- (3) PIHAK KEDUA harus menyampaikan surat pernyataan telah menyelesaikan seluruh pekerjaan yang dibuktikan dengan pengunggahan pada laman yang ditentukan oleh PIHAK KESATU paling lambat tanggal 20 November 2022, dengan melampirkan dokumen sebagai berikut :
- a. Surat Pernyataan Tanggung Jawab Belanja (SPTB); dan
- b. laporan kemajuan pelaksanaan pekerjaan.
- (4) khusus untuk dana pembayaran 30% yang baru cair setelah tanggal 13 November 2022, PIHAK KEDUA mengunggah dokumen sebagaimana dimaksud pada ayat (3) paling lambat 2 (dua) minggu setelah dana dicairkan.

Pasal 5
JANGKA WAKTU PENYELESAIAN

Jangka waktu pelaksanaan penelitian dimulai sejak tanggal 10 Mei hingga 20 November 2022.

Pasal 6
HAK DAN KEWAJIBAN

- (1) PIHAK KESATU mempunyai kewajiban:
- a. memberikan pendanaan penelitian kepada PIHAK KEDUA;
- b. melakukan pemantauan dan evaluasi;
- c. melakukan penilaian luaran penelitian; dan
- d. melakukan validasi luaran tambahan.
- (2) PIHAK KEDUA mempunyai kewajiban:
- a. Membuat Sub Kontrak Pelaksanaan Program Penelitian antara Pimpinan PTS atau Pimpinan Unit PTS yang mengelola penelitian (LPPM) dengan ketua pelaksana penelitian yang memuat antara lain:
1. nama pelaksana;
 2. judul penelitian;
 3. ruang lingkup penelitian;
 4. sumber dana penelitian;
 5. nilai kontrak penelitian;
 6. tata cara dan tahapan pembayaran;
 7. jangka waktu pelaksanaan dan penyelesaian;
 8. hak dan kewajiban para pihak;
 9. batas akhir pelaporan;
 10. pencantuman pemberi dana penelitian dalam publikasi ilmiah;
 11. luaran penelitian;
 12. serah terima luaran penelitian;
 13. kesanggupan pelaksanaan penelitian; dan
 14. sanksi;
- b. mengoordinir dan bertanggung jawab atas terlaksananya Kontrak Penelitian ini yang dilakukan oleh para peneliti lingkungan PIHAK KEDUA;
- c. memantau pengunggahan ke laman yang ditentukan oleh PIHAK KESATU atas dokumen sebagai berikut :

1. revisi proposal penelitian;
 2. surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian;
 3. catatan harian pelaksanaan penelitian;
 4. laporan kemajuan pelaksanaan penelitian;
 5. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
 6. laporan akhir penelitian (dilaporkan pada tahun terakhir pelaksanaan penelitian); dan
 7. luaran penelitian;
- d. melakukan penilaian kemajuan pelaksanaan program penelitian setelah ketua pelaksana mengunggah laporan kemajuan pelaksanaan kegiatan kelaman yang ditentukan oleh PIHAK KESATU, dengan berpedoman kepada prinsip-prinsip dan/atau kaidah program penelitian.
- e. mengembalikan sisa dana ke kas negara setelah berkoordinasi dengan PIHAK KESATU, apabila dalam pelaksanaan penelitian terdapat sisa dana.
- (3) PIHAK KESATU mempunyai hak menerima dokumen hasil unggahan di laman yang ditentukan oleh PIHAK KESATU sebagai berikut:
- a. revisi proposal penelitian;
 - b. surat pernyataan kesanggupan pelaksanaan penelitian;
 - c. catatan harian pelaksanaan penelitian;
 - d. laporan kemajuan pelaksanaan penelitian;
 - e. Surat Pernyataan Tanggungjawab Belanja (SPTB) atas dana penelitian yang telah ditetapkan;
 - f. laporan akhir penelitian; dan
 - g. luaran penelitian.
- (4) PIHAK KEDUA mempunyai hak mendapatkan dana penelitian dari PIHAK KESATU.

Pasal 7 PENGANTIAN KEANGGOTAAN

- (1) Perubahan terhadap susunan tim pelaksana penelitian dapat dibenarkan apabila telah mendapat persetujuan dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi.
- (2) Apabila ketua tim pelaksana penelitian tidak dapat menyelesaikan penelitian atau mengundurkan diri, maka PIHAK KEDUA wajib menunjuk pengganti ketua tim pelaksana penelitian yang merupakan salah satu anggota tim setelah mendapat persetujuan dari Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi.
- (3) Dalam hal tidak terdapat pengganti ketua tim pelaksana penelitian sesuai dengan syarat dan ketentuan dalam panduan penelitian, maka peneliti dibatalkan dan dana dikembalikan ke Kas Negara.

Pasal 8 PAJAK

Ketentuan pengenaan pajak pertambahan nilai dan/atau pajak penghasilan dalam rangka pelaksanaan kegiatan penelitian ini wajib dilaksanakan oleh PIHAK KEDUA sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang perpajakan.

Pasal 9
KEKAYAAN INTELEKTUAL

- (1) Hak Kekayaan Intelektual yang dihasilkan dari pelaksanaan penelitian diatur dan dikelola sesuai dengan ketentuan peraturan dan perundang-undangan.
- (2) Setiap publikasi, makalah, dan/atau ekspos dalam bentuk apapun yang berkaitan dengan hasil penelitian wajib mencantumkan PIHAK KESATU sebagai pemberi dana.
- (3) Pencantuman nama PIHAK KESATU sebagaimana dimaksud pada ayat (2), paling sedikit mencantumkan nama Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi.

Pasal 10
INTEGRITAS AKADEMIK

- (1) Pelaksana penelitian wajib menjunjung tinggi integritas akademik yaitu komitmen dalam bentuk perbuatan yang berdasarkan pada nilai kejujuran, kredibilitas, kewajaran, kehormatan, dan tanggung jawab dalam kegiatan penelitian yang dilaksanakan.
- (2) Penelitian dilakukan sesuai dengan kerangka etika, hukum, dan profesionalitas serta kewajiban sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.
- (3) Penelitian dilakukan dengan menjunjung tinggi standar ketelitian dan integritas tertinggi dalam semua aspek penelitian.

Pasal 11
KEADAAN KAHAR

- (1) Apabila terjadi keadaan kahar (force majeure) suatu keadaan yang terjadi di luar kehendak PARA PIHAK dalam kontrak, dan tidak dapat diperkirakan sebelumnya, sehingga kewajiban yang ditentukan dalam kontrak menjadi tidak dapat dipenuhi, maka PARA PIHAK sepakat tidak akan saling menuntut pelaksanaan pemenuhan ketentuan dalam Kontrak Penelitian ini.
- (2) Peristiwa atau kejadian yang dapat digolongkan keadaan kahar (force majeure) sebagaimana dimaksud pada ayat (1) meliputi bencana alam, wabah penyakit, kebakaran, perang, blokade, peledakan, sabotase, revolusi, pemberontakan, huru-hara, serta adanya tindakan pemerintah dalam bidang ekonomi dan moneter yang secara nyata berpengaruh terhadap pelaksanaan Kontrak Penelitian ini.
- (3) Apabila terjadi keadaan kahar (force majeure) sebagaimana dimaksud pada ayat (2), maka pihak yang mengalami wajib memberitahukan kepada pihak lainnya secara tertulis, selambat-lambatnya dalam waktu 7 (tujuh) hari kerja sejak terjadinya keadaan kahar (force majeure), disertai dengan bukti-bukti yang sah dari pihak yang berwajib, dan PARA PIHAK dengan itikad baik akan segera membicarakan penyelesaiannya.

Pasal 12
PENYELESAIAN PERSELISIHAN

- (1) Dalam hal terjadi perselisihan atau perbedaan penafsiran terkait Kontrak Penelitian ini, PARA PIHAK sepakat untuk menyelesaikannya secara musyawarah dan mufakat.
- (2) Dalam hal musyawarah dan mufakat sebagaimana dimaksud pada ayat (2) tidak tercapai, PARA PIHAK sepakat untuk menyelesaikannya melalui Pengadilan Negeri Surabaya.

Pasal 13
AMANDEMEN KONTRAK

Apabila terdapat hal lain yang belum diatur atau terjadi perubahan dalam Kontrak Penelitian ini, maka akan dilakukan amandemen Kontrak Penelitian.

Pasal 14
SANKSI

- (1) Apabila sampai dengan batas waktu yang telah ditetapkan untuk melaksanakan Kontrak Penelitian telah berakhir, PIHAK KEDUA tidak melaksanakan kewajiban sebagaimana dimaksud dalam Pasal 6 ayat (2), maka PIHAK KEDUA dikenai sanksi administratif.
- (2) Apabila di kemudian hari terbukti bahwa judul-judul proposal yang diajukan pada program penelitian sebagai mana dimaksud dalam Pasal 1 ditemukan adanya duplikasi dan/atau ditemukan adanya ketidakjujuran/itikad buruk yang tidak sesuai dengan kaidah ilmiah, maka kegiatan penelitian tersebut dinyatakan batal dan PIHAK KEDUA dikenai sanksi administratif.
- (3) Sanksi administratif sebagaimana dimaksud pada ayat (1) dan (2) dapat berupa penghentian pembayaran dan/atau Ketua Tim Pelaksana Penelitian tidak dapat mengajukan proposal penelitian dalam kurun waktu 2 (dua) tahun berturut-turut.

Pasal 15
LAIN-LAIN

Dalam hal PIHAK KEDUA berhenti dari jabatannya sebelum Kontrak Penelitian ini selesai, maka PIHAK KEDUA wajib melakukan serah terima tanggung jawabnya kepada pejabat baru yang menggantikannya.

Pasal 16
PENUTUP

Kontrak Penelitian ini dibuat dan ditandatangani oleh PARA PIHAK dalam rangkap 2 (dua) asli bermeterai cukup yang biayanya dibebankan kepada PIHAK KEDUA, untuk tiap-tiap PIHAK dan memiliki kekuatan hukum yang sama.

PIHAK KESATU,



Drs. Heru Irianto, M.Si.

KEDUA,

Dr. Amirullah, ST., MT.

Lampiran 4

**Surat Pernyataan Tanggung
Jawab Belanja (SPTJB)**

100%

SURAT PERNYATAAN TANGGUNG JAWAB BELANJA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. AMIRULLAH S.T, M.T

Alamat : Pagesangan IV Kencana II/21 Surabaya

berdasarkan Surat Keputusan Nomor 033/E5/PG.02.00/2022 Tanggal 27 April 2022 dan Perjanjian / Kontrak Nomor Kontrak Induk Nomor 159/E5/P6.02.00.PT/2022 Tanggal 10 Mei 2022 dan Kontrak Turunan Nomor 009/SP2H/PT/LL7/2022 Tanggal 10 Mei dan Nomor 001/VI/2022/LPPM/UBHARA Tanggal 10 Mei 2022 mendapatkan Anggaran Penelitian Pengembangan Kendali Cerdas pada Sistem Unified Power Quality Conditioner (UPQC) Satu Fasa Disuplai oleh Pembangkit Photovoltaic-Battery Energy Storage (PV-BES) Untuk Meningkatkan Kualitas Daya pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah Sebesar 131,200,000

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Biaya kegiatan Penelitian di bawah ini meliputi :

No	Uraian	Jumlah
01	Bahan ATK, Bahan Penelitian Habis Pakai, dan Bahan Persediaan	45,000,000
02	Pengumpulan Data Uang Harian, Konsumsi Rapat, dan Transport Penelitian	30,000,000
03	Analisis Data(Termasuk Sewa Peralatan Uang Harian, Konsumsi Rapat, Analisis Data Penelitian, Sewa Peralatan, Fotocopy, Jilid dsb.	40,000,000
04	Pelaporan, Luaran Wajib dan Luaran Tambahan HR Sekretariat/Administrasi Peneliti, Pembuatan Laporan Kemajuan, Fotocopy Jilid, Konsumsi, Luaran Wajib (Scopus Q1), Luaran Tambahan (Scopus Q2), dsb	16,200,000
05	Lain-lain	0
	Jumlah	131,200,000

2. Jumlah uang tersebut pada angka 1, benar-benar dikeluarkan untuk pelaksanaan kegiatan Penelitian dimaksud.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya.

Surabaya, 30-11-2022

Ketua,



(Dr. AMIRULLAH S.T, M.T)

NIP/NIK 197705202005011001

Lampiran 5

Laporan Akhir 100%



Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi
Gedung BPPT II Lantai 19, Jl. MH. Thamrin No. 8 Jakarta Pusat
<https://simlitabmas.ristekdikti.go.id/>

PROTEKSI ISI LAPORAN AKHIR PENELITIAN

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi laporan ini dalam bentuk apapun kecuali oleh peneliti dan pengelola administrasi penelitian

LAPORAN AKHIR PENELITIAN MULTI TAHUN

ID Proposal: 8260f0e2-6a27-4cd2-a18b-be9aba7cb8ae
laporan akhir Penelitian: tahun ke-1 dari 2 tahun

1. IDENTITAS PENELITIAN

A. JUDUL PENELITIAN

Pengembangan Kendali Cerdas pada Sistem Unified Power Quality Conditioner (UPQC) Satu Fasa Disuplai oleh Pembangkit Photovoltaic-Battery Energy Storage (PV-BES) Untuk Meningkatkan Kualitas Daya pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah

B. BIDANG, TEMA, TOPIK, DAN RUMPUN BIDANG ILMU

Bidang Fokus RIRN / Bidang Unggulan Perguruan Tinggi	Tema	Topik (jika ada)	Rumpun Bidang Ilmu
Energi	-		Teknik Tenaga Elektrik

C. KATEGORI, SKEMA, SBK, TARGET TKT DAN LAMA PENELITIAN

Kategori (Kompetitif Nasional/ Desentralisasi/ Penugasan)	Skema Penelitian	Strata (Dasar/ Terapan/ Pengembangan)	SBK (Dasar, Terapan, Pengembangan)	Target Akhir TKT	Lama Penelitian (Tahun)
Penelitian Kompetitif Nasional			SBK Riset Dasar	3	2

2. IDENTITAS PENGUSUL

Nama (Peran)	Perguruan Tinggi/ Institusi	Program Studi/ Bagian	Bidang Tugas	ID Sinta	H-Index
ADI ANANDA - Anggota Pengusul	Universitas Bhayangkara Surabaya	Teknik Elektro	Anggota Pengusul	6147494	0
AMIRULLAH - Ketua Pengusul	Universitas Bhayangkara Surabaya	Teknik Elektro	Ketua Pengusul	259891	5

3. MITRA KERJASAMA PENELITIAN (JIKA ADA)

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama, yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

Mitra	Nama Mitra
-------	------------

4. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

Luaran Wajib

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
1	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi	Submitted	Journal of King Saud University - Engineering Sciences
2	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi		Protection and Control of Modern Power Systems

Luaran Tambahan

Tahun Luaran	Jenis Luaran	Status target capaian (accepted, published, terdaftar atau granted, atau status lainnya)	Keterangan (url dan nama jurnal, penerbit, url paten, keterangan sejenis lainnya)
2	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi		International Journal of Intelligent Engineering and System
2	Buku referensi		CV Jakad Media Publishing
1	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi	Accepted	International Journal on Electrical Engineering and Informatics
1	Artikel di Jurnal Internasional Terindeks di Pengindeks Bereputasi	Submitted	International Journal on Electrical Engineering and Informatics

5. ANGGARAN

Rencana anggaran biaya penelitian mengacu pada PMK yang berlaku dengan besaran minimum dan maksimum sebagaimana diatur pada buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Total RAB 2 Tahun Rp. 131,200,000

Tahun 1 Total Rp. 131,200,000

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	-	Paket	3	3,000,000	9,000,000
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	-	Unit	3	4,000,000	12,000,000
Bahan	Barang Persediaan	-	Unit	10	6,500,000	65,000,000
Pengumpulan Data	HR Pembantu Lapangan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Biaya konsumsi	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Pengumpulan Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pengumpulan Data	Transport	-	OK (kali)	0	0	0
Pengumpulan Data	HR Petugas Survei	-	OH/OR	0	0	0
Pengumpulan Data	FGD persiapan penelitian	-	Paket	0	0	0
Pengumpulan Data	HR Pembantu Peneliti	-	OJ	0	0	0
Sewa Peralatan	Kebun Percobaan	-	Unit	0	0	0
Sewa Peralatan	Peralatan penelitian	-	Unit	1	15,000,000	15,000,000
Sewa Peralatan	Transport penelitian	-	OK (kali)	0	0	0
Sewa Peralatan	Ruang penunjang penelitian	-	Unit	0	0	0
Sewa Peralatan	Obyek penelitian	-	Unit	0	0	0
Analisis Data	Biaya analisis sampel	-	Unit	0	0	0
Analisis Data	Honorarium narasumber	-	OJ	0	0	0
Analisis Data	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	0	0	0
Analisis Data	HR Pengolah Data	-	P (penelitian)	0	0	0
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0

Analisis Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Transport Lokal	-	OK (kali)	48	100,000	4,800,000
Analisis Data	Uang Harian	-	OH	48	100,000	4,800,000
Analisis Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	-	Paket	2	7,100,000	14,200,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	-	OH	24	100,000	2,400,000
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di luar kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/ Administrasi Peneliti	-	OB	4	1,000,000	4,000,000

Tahun 2 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
Bahan	ATK	-	Paket	0	0	0
Bahan	Bahan Penelitian (Habis Pakai)	-	Unit	0	0	0
Bahan	Barang Persediaan	-	Unit	0	0	0

Analisis Data	Biaya analisis sampel	-	Unit	0	0	0
Analisis Data	Honorarium narasumber	-	OJ	0	0	0
Analisis Data	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	-	OB	0	0	0
Analisis Data	HR Pengolah Data	-	P (penelitian)	0	0	0
Analisis Data	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Penginapan	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Transport Lokal	-	OK (kali)	0	0	0
Analisis Data	Uang Harian	-	OH	0	0	0
Analisis Data	Tiket	-	OK (kali)	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen feasibility study	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya penyusunan buku termasuk book chapter	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya pembuatan dokumen uji produk	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Luaran Iptek lainnya (purwa rupa, TTG dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Luaran KI (paten, hak cipta dll)	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Publikasi artikel di Jurnal Internasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya Publikasi artikel di Jurnal Nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar internasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya seminar nasional	-	Paket	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Biaya konsumsi rapat	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan	Uang harian rapat di luar	-	OH	0	0	0

Luaran Tambahan	kantor					
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	Uang harian rapat di dalam kantor	-	OH	0	0	0
Pelaporan, Luaran Wajib, dan Luaran Tambahan	HR Sekretariat/Administrasi Peneliti	-	OB	0	0	0

Tahun 3 Total Rp. 0

Jenis Pembelanjaan	Komponen	Item	Satuan	Vol.	Biaya Satuan	Total
--------------------	----------	------	--------	------	--------------	-------

6. KEMAJUAN PENELITIAN

A. RINGKASAN

Penelitian bertujuan meningkatkan kualitas daya listrik PLN menggunakan sistem Unified Power Quality Conditioner (UPQC) satu fasa disuplai oleh Sistem Pembangkit Photovoltaic (PV) satu fasa-Battery Energy Storage (BES) melalui DC-link terhubung ke beban linier dan beban non-linier. Pembangkit PV berupa panel, menghasilkan daya pada tingkat suhu dan radiasi tetap, serta dihubungkan ke BES melalui boost konverter DC- DC. Pembangkit PV berfungsi menyalurkannya ke beban mencegah pemutusan tegangan ke sisi beban serta mengatur pengisian dan pelepasan energi berdasarkan variabel nilai State of Charge (SoC) batere. Penelitian mengusulkan metode kendali cerdas berupa kendali Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS) sebagai kendali tegangan sumber oleh filter aktif seri dan beban oleh filter aktif shunt. Sistem UPQC disuplai pembangkit PV-terhubung ke sistem distribusi 1 fasa 2 kawat tegangan 220 volt dan frekuensi 50 hertz. Skenario gangguan berjumlah tiga: (1) Sinusoidal-Sag-Beban-Non Linier (S-Sag-L), (2) Sinusoidal-Swell-Beban-Non Linier (S-Sag-NL), dan (3) Sinusoida-Interupsi-Beban-Non-Linier (S-Inter-NL). Analisis kualitas daya meliputi nilai tegangan dan beban, nilai arus dan beban, THD tegangan dan beban, THD arus sumber dan beban sesuai Standar IEEE 519, serta transfer daya aktif pada PV dan bus beban. Metode penelitian Tahun I: (1) Membuat model matematis dan rangkaian PV, (2) Membuat model matematis dan rangkaian UPQC satu fasa, (3) Membuat model integrasi pembangkit PV ke grid satu fasa melalui UPQC satu fasa, (4) Membuat model rangkaian kendali ANFIS, (5) Menentukan tiga skenario gangguan baik dari sisi sumber dan beban, (6) Menentukan nilai tegangan sumber dan beban, arus sumber dan beban, THD tegangan sumber dan beban, THD arus sumber dan beban menggunakan Matlab/ Simulink, (7) Menentukan transfer daya PV dan daya beban menggunakan Matlab/ Simulink, (9) Validasi hasil metode ANFIS terhadap kendali fuzzy- sugeno dan proportional integral (PI). Metode penelitian Tahun II: (1) Melakukan uji laboratorium model integrasi pembangkit PV ke grid satu fasa melalui UPQC-BES, (2) Melakukan uji laboratorium rangkaian kendali ANFIS, divalidasi fuzzy- sugeno dan PID, (3) Melakukan uji laboratorium tiga skenario gangguan sisi sumber dan beban pada suhu dan radiasi matahari berbeda, (4) Menentukan uji laboratorium tegangan sumber dan beban, arus sumber dan beban, THD tegangan sumber dan THD tegangan beban, THD arus sumber dan beban, (5) Menentukan uji laboratorium transfer daya PV, BES, dan bus beban, (6)

Menentukan validasi hasil pengujian laboratorium terhadap simulasi kendali ANFIS pada sistem UPQC satu phasa- BES menggunakan Matlab/ Simulink. Target luaran Tahun I (2022): publikasi jurnal internasional di Journal of King Saud University-Engineering Sciences-Scopus Q1 (Luaran Wajib-Acc/Pub) dan International Journal of Intelligent Engineering and Systems-Scopus Q2 (Luaran Tambahan-Acc/Pub). Target luaran Tahun II (2023): publikasi jurnal internasional di Protection and Control of Modern Power Systems- Scopus Q1 (Luaran Wajib- Acc/ Pub), International Journal of Intelligent Engineering and Systems-Scopus Q2 (Luaran Tambahan-Acc/Pub), dan Buku Ber-ISBN (Draf Softcopy PDF)

B. KATA KUNCI

UPQC Satu Phasa; Photovoltaic; BES; Sag/Swell; Pemutusan

Pengisian poin C sampai dengan poin H mengikuti template berikut dan tidak dibatasi jumlah kata atau halaman namun disarankan ringkas mungkin. Dilarang menghapus/modifikasi template ataupun menghapus penjelasan di setiap poin.

C. HASIL PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan secara ringkas hasil pelaksanaan penelitian yang telah dicapai sesuai tahun pelaksanaan penelitian. Penyajian meliputi data, hasil analisis, dan capaian luaran (wajib dan atau tambahan). Seluruh hasil atau capaian yang dilaporkan harus berkaitan dengan tahapan pelaksanaan penelitian sebagaimana direncanakan pada proposal. Penyajian data dapat berupa gambar, tabel, grafik, dan sejenisnya, serta analisis didukung dengan sumber pustaka primer yang relevan dan terkini.

C.1. Pendahuluan

Pembangkit PV selain mampu menghasilkan daya listrik, juga menghasilkan gangguan tegangan/arus, harmonisa atau *total harmonic distortion* (THD) akibat integrasi PV, keberadaan konverter elektronika, serta peningkatan jumlah dan kapasitas beban non-linier sehingga menyebabkan penurunan kualitas daya. Untuk mengatasi sejumlah gangguan tersebut digunakan Unified Power Quality Conditioner (UPQC) yang berfungsi mengkompensasi masalah kualitas daya dari sisi tegangan sumber/arus beban. UPQC merupakan kombinasi filter seri dan filter shunt dihubungkan secara paralel berfungsi sebagai kendali unggul mengatasi masalah kualitas daya secara simultan (B. Han, et al., 2006; Vinod Kadhikar, et al, 2012). Untuk mengantisipasi kegagalan kedua inverter dalam satu rangkaian UPQC, dikembangkan suplai dual UPQC. Keunggulannya adalah memiliki struktur dan kontrol rangkaian inverter yang lebih handal karena jika terjadi gangguan pada salah satu inverter, sistem ini masih dapat beroperasi secara normal Konfigurasi ini menggunakan inverter dua fasa dua tingkat dengan acuan putar sinkron frame untuk mengontrol tegangan dan metode arus (V.F Pires et al., 2017). UPQC ganda atau interline terdiri dari dua filter aktif, yaitu Seri-AF dan Shunt-AF (filter aktif paralel), digunakan untuk mengurangi harmonisa dan ketidakseimbangan tegangan/arus.

Implementasi rangkaian dan kendali dual UPQC, untuk meningkatkan kualitas daya sumber dan beban jaring distribusi tegangan rendah sudah dikerjakan dan didiskusikan dalam beberapa makalah. Teknik kendali sederhana UPQC telah diusulkan pada (R.J.M. dos Santos, et. al, 2014) dan dikembangkan pada kerangka acuan ABC menggunakan teori sinkronisasi acuan sinusoidal. Dalam (B.W. Franca, et. al, 2011), dua kontrol yang berbeda dibandingkan untuk menghasilkan sinyal referensi PWM masing-masing menggunakan kerangka referensi α - β dan d-q. Perbandingan kinerja operasi UPQC tunggal dan UPQC ganda dalam sistem 3-fase 3-kawat (3P3W) di bawah gangguan statis, maupun gangguan dinamis, serta menyediakan pengaturan tambahan pada tegangan grid STATCOM sudah disimulasikan (B.W. Franca, et. al., 2011; B.W. Franca, et. al., 2015) dan diuji skala laboratorium (S.A. Oliveira da Silva, et. al., 2020). Hasil simulasi dan eksperimen memverifikasi bahwa UPQC ganda mampu menghasilkan kinerja statis dan dinamis yang lebih baik daripada UPQC tunggal. Peningkatan kualitas daya menggunakan dual UPQC dalam kondisi perubahan beban mendadak telah diteliti (N.S. Borse, et al, 2016). Studi, analisis, dan implementasi model dual UPQC terhubung ke sistem distribusi 3P3W atau tiga fase empat kabel (3P4W) dan 3P4W menggunakan kontrol proporsional-integral (PI) sudah diinvestigasi oleh (R.A. Modesto, et.,al., 2016; R.A. Modesto, et.,al., 2015). Analisis keseimbangan daya reaktif antara seri-AF dan shunt-AF pada UPQC ganda menggunakan power angle control telah dilakukan (S.M. Fagundes, et, al, 2016; S. M. Fagundes, et, al, 2020). Hasil simulasi menunjukkan bahwa metode yang diusulkan mampu menyamakan daya yang diproses oleh masing-masing konverter UPQC ganda dalam kondisi abnormal. Model interline UPQC juga sudah dikembangkan (Sayali Paithankar, et. al, 2017; G. Mythili, et. al., 2018; S.P. Thota, et. al., 2019) masing-masing menggunakan konfigurasi improve interline UPQC, kombinasi kendali Dynamic Voltage Restorer (DVR) dan Dynamic Static Compensator (DSTATCOM), serta kendali logika fuzzy.

Peningkatan daya pada sistem PV dan wind energy (PV-WE)-terhubung ke jaringan UPQC terintegrasi dengan energy storage system (ESS) dan electric vehicle (EV) sudah dikaji secara mendalam oleh (K. Sarita, et.al 2020). Hasil analisis menunjukkan bahwa output daya MPPT-PV berbasis logika fuzzy lebih baik dari MPPT berbasis Jaring Syaraf Tiruan. UPQC tiga fasa untuk memitigasi masalah kualitas daya pada sistem grid dan harmonisa akibat beban non-linier didukung oleh PV dan sistem BES sudah diobservasi oleh (M.A. Mansor, et. al, 2020). Operasi sinkronisasi kendali UPQC menggunakan self tuning filter (STF) terintegrasi dengan teknik unit vector generator (UVG). Metode ini mampu memberikan kendali lebih baik pada kualitas tegangan beban pada tegangan sumber tidak seimbang dan terdistorsi-dibandingkan metode synchronous reference frame-PLL (SRF-PLL). Sistem DG yang mengintegrasikan PV dengan sistem satu fasa ke UPQC tiga fasa (DG-UPQC-1Ph-3Ph) sudah diobservasi oleh (G.M. Pelz, et.al, 2019). Pembangkit PV mampu menginjeksikan daya ke grid, melayani beban lokal terhubung pada sistem 3P3W, dan melayani pelanggan pedesaan dan/atau daerah terpencil dipasok oleh jaringan satu fasa. Kelemahan (K. Sarita, et. al., 2020; M.A. Mansor et al., 2020; G.M. Pelz et al., 2019) adalah analisis hanya dilakukan pada kondisi sumber tegangan terdistorsi, tegangan sag/swell, dan tegangan tidak seimbang serta arus tidak seimbang dan arus tidak seimbang akibat beban non linier. Pada (Amirullah, 2020), sistem single UPQC-PV terhubung ke sistem 3P3W juga diusulkan tidak hanya untuk memitigasi tegangan sag

tetapi juga untuk mempertahankan tegangan beban dan mensuplai daya beban dari PV akibat gangguan tegangan. Kelemahannya sistem yang diusulkan masih belum mampu mengatasi penurunan tegangan beban akibat gangguan interupsi tegangan, sehingga belum sepenuhnya mampu mentransfer daya aktif ke beban.

Untuk mengatasi tidak berfungsinya salah satu inverter dan ketidakmampuan sistem single UPQC-PV untuk mengatasi gangguan yang diakibatkan oleh tegangan interupsi, beberapa peneliti mengusulkan sistem Dual UPQC yang disuplai oleh array PV atau selanjutnya dikenal dengan sistem dual UPQC-PV. Penggunaan multilevel inverter juga telah disimulasikan dalam sistem dual UPQC-PV yang terhubung ke sistem 3P4W untuk mengurangi tegangan sag, harmonik tegangan beban, dan harmonik arus sumber di bawah radiasi matahari yang berbeda (L.B.G. Campanhol, 2015). Dalam (A.A. Al-Shamma'a, 2017), sistem dual-UPQC disuplai oleh dua array PV menggunakan dua rangkaian DC-link terpisah yang diusulkan dari dua konverter sumber tegangan tiga fasa (VSC). Kelemahan model sistem pada (L.B.G. Campanhol, 2015; A.A. Al-Shamma'a, 2017) adalah hanya membahas satu tingkat integrasi array PV dan digunakan untuk mengurangi tegangan sag/swell, ketidakseimbangan, dan harmonisa akibat beban non-linier dan tidak diimplementasikan untuk mengatasi interupsi untuk menjaga daya nyata beban tetap stabil. Selain itu, penentuan konstanta proporsional (K_p) dan konstanta integral (K_I) optimum sebagai parameter kontrol rangkaian filter aktif shunt pada model dual UPQC-PV juga merupakan masalah yang harus dicarikan solusinya. Peningkatan performansi aliran daya nyata beban menggunakan Sistem 2UPQC-2PV berbasis Metode Dual PI dan Dual Fuzzy Sugeno pada sistem 3P3W sudah diobservasi oleh (Amirullah, et.al, 2020 dan Amirullah, et.al, 2021). Pada kasus gangguan tegangan interupsi dengan sumber sinusoidal dan terdistorsi, konfigurasi 2UPQC-2PV tiga fasa dengan kontrol Dual-Fuzzy Sugeno mampu menghasilkan performansi daya nyata beban dan efisiensi rangkaian Dual-UPQC lebih tinggi dibandingkan kendali Dual-PI.

Penelitian menerapkan model UPQC ganda satu fasa dikombinasikan dengan Photovoltaic (PV) ganda yang selanjutnya disebut 2UPQC-2PV satu fasa menggunakan kendali logika fuzzy dengan algoritma fuzzy inference system (FIS) Sugeno. Berbeda dengan dua penelitian sebelumnya, model UPQC ganda diterapkan pada jaringan distribusi satu fasa terhubung pada beban non-linier. Berbeda pula dengan mayoritas konfigurasi model UPQC yang sudah diobservasi peneliti sebelumnya, desain UPQC yang diusulkan adalah tanpa menggunakan rangkaian kapasitor DC link. Pembangkit PV selanjutnya digunakan sebagai sumber tegangan DC yang berfungsi mensuplai daya beban ketika sumber mengalami gangguan pemutusan dan sekaligus menggantikan peran kapasitor DC link untuk menjaga supaya tegangan output PV yang terhubung UPQC supaya nilainya tetap konstan.

Mengacu pada permasalahan di atas, kontribusi utama dari penelitian ini adalah:

1. Merancang model UPQC ganda yang dipasok oleh dua array PV dan kemudian disebut konfigurasi 2UPQC-2PV pada sistem satu fasa-tanpa DC-link kapasitor untuk memperbaiki THD arus sumber, mempertahankan tegangan beban, memperbaiki THD tegangan beban, dan meningkatkan kinerja daya aktif beban akibat gangguan tegangan pemutusan pada bus sumber. Rangkaian UPQC ganda terletak antara bus beban dan bus sumber (PCC) yang kemudian dihubungkan ke sistem distribusi satu fasa 220 V dan frekuensi 50 Hz. Baik array PV 1 dan array PV 2 terdiri dari beberapa panel PV dengan daya maksimum array PV masing-masing 12000 W.
2. Validasi kinerja konfigurasi 2UPQC-2PV dengan 1UPQC-1PV satu fasa untuk menentukan konfigurasi sistem terbaik dalam mempertahankan magnitude tegangan beban, menurunkan THD tegangan beban, memperbaiki THD arus sumber, dan mempertahankan daya aktif beban akibat gangguan tegangan pada bus sumber.
3. Implementasi metode kendali dual-FS pada shunt-AF masing-masing pada rangkaian 2UPQC-2PV dan 1UPQC-1PV satu fasa untuk mengatasi kekurangan kontrol PI dalam menentukan konstanta proporsional (K_p) dan konstanta integral (K_I) pada dua model yang diusulkan.
4. Validasi hasil dual-FS dengan metode kontrol dual PI pada rangkaian shunt-AF 2UPQC-2PV dan 1UPQC-1PV satu fasa untuk menentukan metode kendali terbaik dalam mempertahankan magnitude tegangan beban, dan menurunkan THD tegangan beban, menurunkan THD arus sumber, dan sekaligus mempertahankan daya aktif beban pada sejumlah kondisi tegangan gangguan di bus sumber.

Makalah ini disusun sebagai berikut. Bagian 2 menyajikan metode yang diusulkan i.e. model sistem 2UPQC-2PV satu fasa, parameter simulasi, sistem pembangkit PV, rangkaian kendali dual seri-AF, dan rangkaian kendali dual shunt-AF, dan metode kendali dual PI dan dual FS pada rangkaian 2UPQC-2PV satu fasa. Bagian 3 menyajikan hasil dan pembahasan i.e. tegangan beban, tegangan seri, tegangan beban, arus sumber, arus kompensasi shunt, arus beban, THD tegangan sumber, THD tegangan beban, THD tegangan seri, THD arus sumber, THD arus beban, THD arus kompensasi shunt, daya output PV1, daya output PV2, dan daya aktif beban menggunakan metode FS divalidasi dengan metode PI. Observasi hasil juga dilakukan pada persentase tegangan sag/swell dan pemutusan pada rangkaian dual UPQC yang diusulkan-menggunakan metode FS dan PI. Pada bagian ini, dua konfigurasi rangkaian UPQC ganda dan tiga kasus gangguan disajikan dan hasilnya diverifikasi menggunakan Matlab-Simulink. Akhirnya, makalah ini disimpulkan dalam Bagian 4.

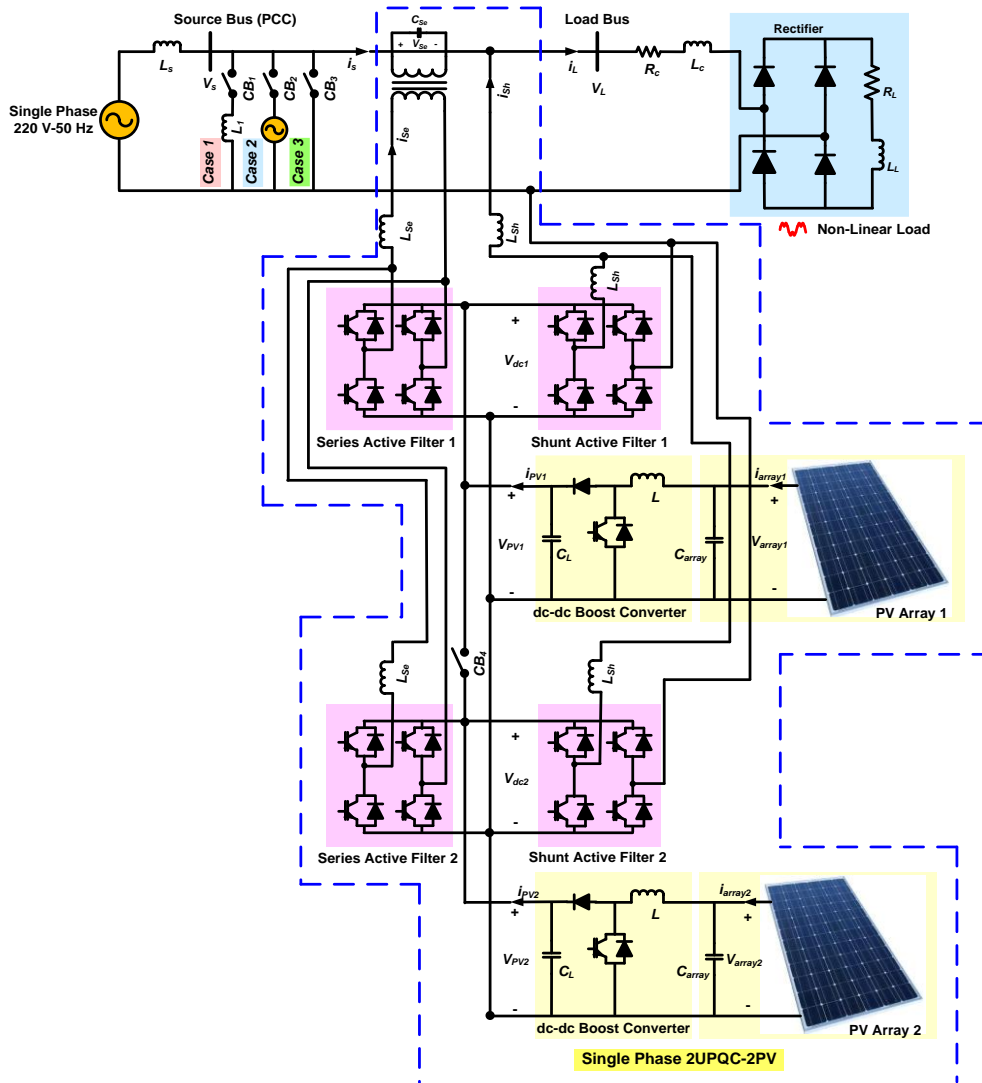
C.2. Metode Penelitian

C.2.1. Usulan Penelitian

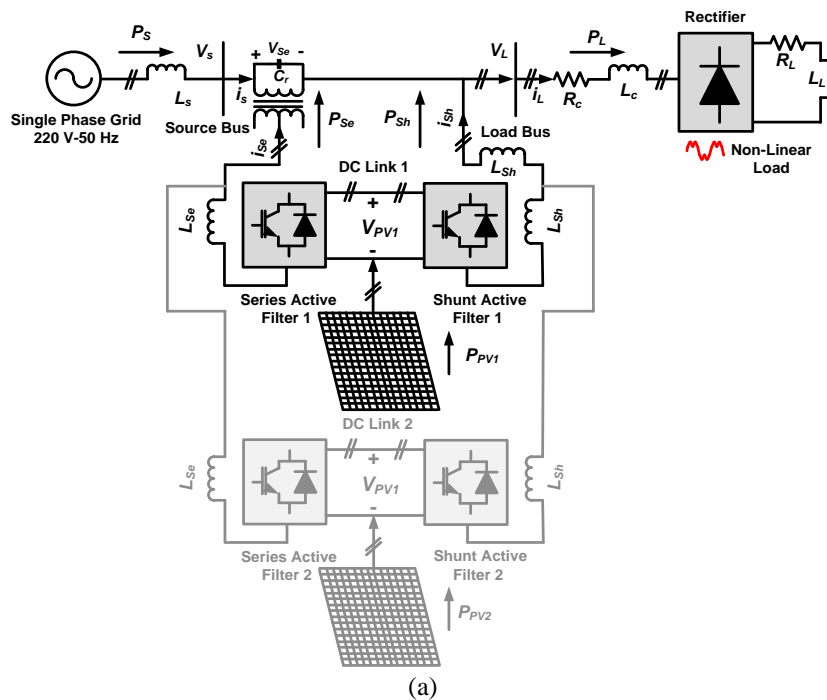
Penelitian ini bertujuan meningkatkan performansi kualitas daya pada sistem dual UPQC yang disupply oleh PV array berdasarkan metode dual Fuzzy-Sugeno (F-S) pada sistem distribusi tegangan rendah satu fasa. Baik PV array 1 maupun PV array 2 terdiri dari beberapa panel PV dengan daya maksimum PV masing-masing 12000 W. Ada dua perangkat elektronika daya yang diusulkan, yaitu, Single-UPQC-Single PV Array (1UPQC-1PV) dan dual UPQC-dual PV array (2UPQC-2PV). Sistem 2UPQC-2PV digunakan untuk mengatasi kelemahan sistem 1UPQC-1PV untuk menjaga besarnya tegangan beban-agar supaya bus beban tetap mendapatkan suplai daya aktif yang lebih stabil jika terjadi gangguan tegangan interupsi pada bus sumber, menurunkan THD tegangan beban, dan sekaligus menurunkan THD arus sumber. Berbeda dengan penelitian sebelumnya, rangkaian UPQC yang diusulkan-tanpa menggunakan rangkaian DC link-kapasitor. Sirkuit UPQC ganda terletak di antara bus beban dan terhubung ke bus sumber (PCC) melalui saluran ditribusi tegangan rendah 220 V dan frekuensi 50 Hz. Kendali FS diusulkan untuk mengatasi kelemahan kendali PI dalam penyetelan parameter proporsional (K_p) dan penguatan integral (K_i). Model konfigurasi sistem 2UPQC-2PV selanjutnya disajikan pada Gambar 1. Gangguan pada dua sistem UPQC ganda dijelaskan masing-masing dalam tiga kasus berikut di bawah ini:

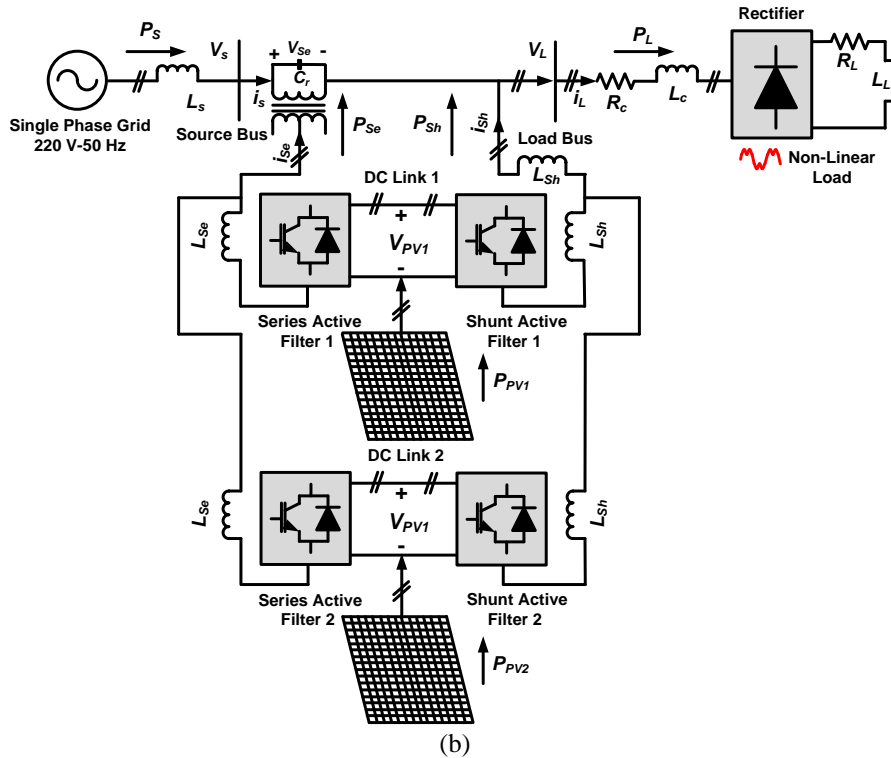
1. Case 1 (S-Sag-NL), Pada Case 1, sistem terhubung ke Non-Linier Load (NL) dan sumber sinusoidal mengalami gangguan tegangan sag 50%. Tegangan sag pada sistem satu fasa dibangkitkan dengan cara menghubungkan tegangan sumber 220 V-50 Hz yang terhubung seri dengan induktansi sumber ($L_s = 0.1 \text{ mH}$), secara paralel dengan komponen induktansi ($L_2 = 0.1 \text{ mH}$) menggunakan sebuah circuit breaker 1 (CB1) kondisi normally open (NO).
2. Case 2 (S-Swell-NL): Pada Case 2, sistem terhubung ke Non-Linier Load (NL) dan sumber sinusoidal mengalami gangguan tegangan swell 50%. Tegangan swell pada sistem satu fasa dibangkitkan dengan cara menghubungkan tegangan sumber 220 V-50 Hz yang terhubung seri dengan komponen induktansi sumber ($L_s = 0.1 \text{ mH}$), secara paralel dengan sumber tegangan 110 V-50 Hz melalui sebuah circuit breaker 2 (CB 2) kondisi normally open (NO).
3. Case 3 (S-Inter-NL): Pada Case 3, sistem terhubung ke Non-Linier Load (NL) dan sumber sinusoidal mengalami gangguan tegangan 100%. Tegangan pemutusan pada sistem satu fasa dibangkitkan dengan cara menghubungkan singkat tegangan sumber 220 V-50 Hz yang terhubung seri dengan komponen induktansi ($L_2 = 0.1 \text{ mH}$), secara paralel melalui sebuah circuit breaker 3 (CB 3) kondisi normally open (NO)
Total waktu simulasi untuk ketiga gangguan adalah 0.5 sec dengan durasi 0.2 sec antara $t = 0.15 \text{ sec}$ hingga $t = 0.35 \text{ sec}$.

Kendali FS diimplementasikan sebagai kontrol tegangan DC pada ShAF untuk meningkatkan kualitas daya pada masing-masing case dan hasilnya dibandingkan dengan kendali PI. Pada setiap case, setiap model UPQC ganda masing-masing menggunakan kendali PI dan FS sehingga total ada 6 case. Hasil analisis dilakukan terhadap parameter yaitu magnitude tegangan sumber, magnitude tegangan beban, magnitude arus sumber, magnitude arus beban, THD tegangan sumber, THD tegangan beban, THD arus sumber, THD arus beban, dan daya nyata beban. Setelah semua parameter tersebut diperoleh, langkah selanjutnya adalah menentukan persentase gangguan tegangan beban dan daya aktif beban pada setiap model UPQC ganda sebagai dasar untuk menentukan model rangkaian yang menghasilkan kinerja terbaik dalam mempertahankan tegangan beban dan daya aktif beban pada tiga case gangguan. Gambar 1 menunjukkan model yang diusulkan menggunakan sistem 2UPQC-2PV satu fasa tanpa menggunakan rangkaian kapasitor DC link. Gambar 2 menunjukkan aliran daya aktif masing-masing menggunakan kombinasi 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV satu fasa. Parameter simulasi untuk model yang diusulkan masing-masing ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Model yang diusulkan 2UPQC-2PV satu fasa tanpa kapasitor DC-link





Gambar 2. Aliran daya aktif pada (a) 1UPQC-1PV dan (b) 2UPQC-2PV satu fasa.

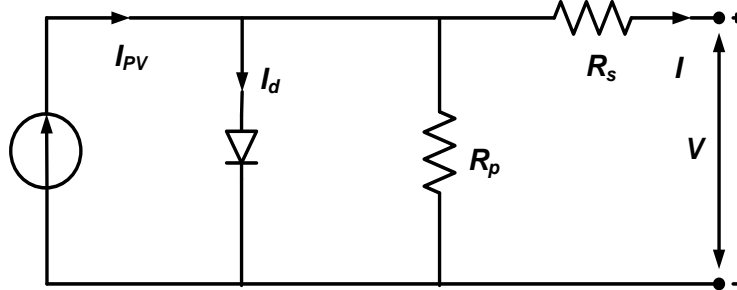
Tabel 1. Parameter sistem 2UPQC-2PV satu fasa

Devices	Parameters	Design Values
Single Phase Grid	RMS Voltage (Line-Neutral)	220 Volt
	Frequency	50 Hz
	Line Impedance	$L_s = 0.1 \text{ mH}$
Sag Voltage Fault Generation (Case 1)	Sag Parallel Inductance	$L_1 = 0.1 \text{ mH}$
Swell Voltage Fault Generation	Swell Voltage (Line-Neutral)	110 Volt
Series-AF	Series Inductance	$L_{se} = 0.0015 \text{ mH}$
Shunt-AF	Shunt Inductance	$L_{sh} = 15 \text{ mH}$
Series Transformer	Rating kVA	1000 kVA
	Frequency	50 Hz
	Transformation Rating (N_1/N_2)	1 : 1
Non-LL	Resistance	$R_L = 60 \text{ ohm}$
	Inductance	$L_L = 1 \text{ mH}$
	Load Impedance	$R_C = 1 \text{ ohm}$ and $L_C = 0.01 \text{ mH}$
DC Link 1 and 2	DC Voltage 1 and 2	$V_{dc} = 100 \text{ Volt}$
Photovoltaic Array 1 and 2	Active Power	12 kW
	Irradiance	1000 W/m ²
	Temperature	25 ^o C
	MPPT	Perturb and Observe
Proportional Integral (PI)1 and 2	Proportional Gain (K_p) 1 and 2	$K_p=0.2$
	Integral Gain (K_i) 1 and 2	$K_i=1.5$
Fuzzy Logic Controller 1 and 2	Fuzzy Inference System Composition Defuzzification	Sugeno Max-Min wtaver
Input Memberships Function 1 and 2	Error V_{dc} ($V_{dc-error}$)	trapmf and trimf
	Delta Error V_{dc} ($\Delta V_{dc-error}$)	trapmf and trimf

Output Membership Function 1 and 2	Instantaneous of Power Losses (\bar{p}_{loss})	constant [0,1]
------------------------------------	--	----------------

C.2.2. Photovoltaic Model

Rangkaian ekivalen panel surya ditunjukkan pada Gambar 3. Terdiri dari beberapa sel PV yang memiliki hubungan eksternal secara seri, paralel, atau seri-paralel (Amirullah, et. al., 2020).



Gambar 3. Model ekivalen PV

Karakteristik V-I disajikan pada Persamaan (1):

$$I = I_{PV} - I_o \left[\exp\left(\frac{V + R_s I}{a V_t}\right) - 1 \right] - \frac{V + R_s I}{R_p} \quad (1)$$

Dimana I_{PV} adalah arus PV, I_o adalah arus cadangan saturasi, 'a' adalah konstanta dioda ideal, $V_t = N_s K T q^{-1}$ adalah tegangan termal, N_s adalah jumlah sel seri, q adalah jumlah muatan elektron, K adalah konstanta Boltzmann, T adalah suhu sambungan p-n, R_s dan R_p masing-masing adalah resistansi seri dan paralel panel surya. I_{PV} adalah arus linier antara intensitas cahaya yang juga berhubungan dengan perubahan suhu. I_o adalah arus output yang berhubungan dengan perubahan suhu. Persamaan (2) dan (3) masing-masing adalah perhitungan nilai I_{PV} dan I_o :

$$I_{PV} = (I_{PV,n} + K_I \Delta T) \frac{G}{G_n} \quad (2)$$

$$I_o = \frac{I_{SC,n} + K_I \Delta T}{\exp(V_{OC,n} + K_V \Delta T) / a V_t - 1} \quad (3)$$

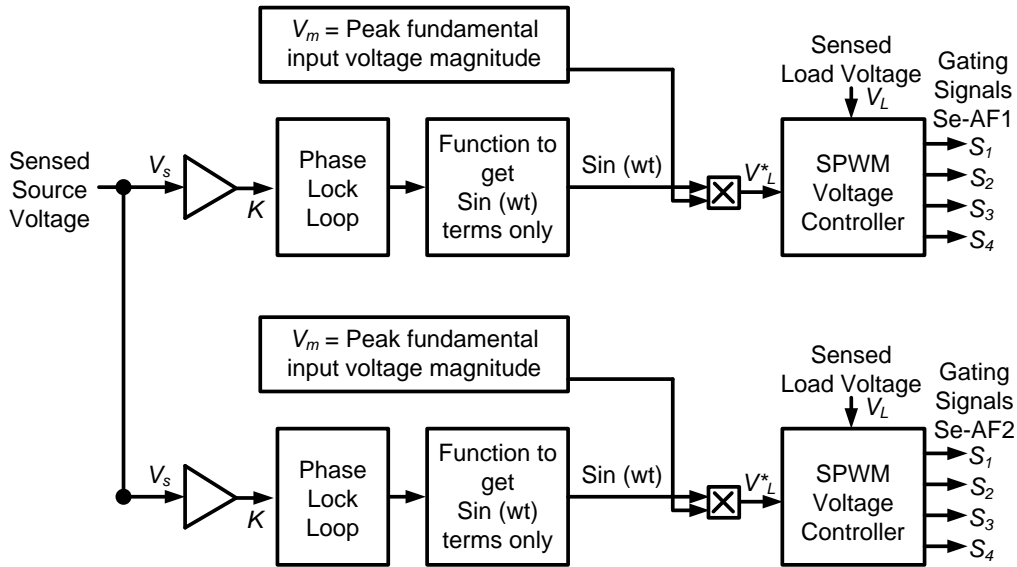
Dimana $I_{PV,n}$, $I_{SC,n}$, dan $V_{OC,n}$ adalah arus PV, arus hubung singkat, dan tegangan hubung terbuka pada kondisi lingkungan ($T_n = 25^\circ C$ and $G_n = 1000 W/m^2$), masing-masing. Nilai K_I adalah koefisien arus hubung singkat terhadap suhu, $\Delta T = T - T_n$ adalah distorsi suhu dari suhu standar, G adalah tingkat penyinaran dan K_V adalah koefisien rasio tegangan rangkaian terbuka terhadap suhu. Dengan menggunakan Persamaan (4) dan (5) yang diturunkan dari persamaan model PV, arus hubung singkat (I_{SC}) dan tegangan hubung terbuka (V_{OC}) dapat dihitung pada kondisi lingkungan sekitar yang berbeda.

$$I_{SC} = (I_{SC} + K_I \Delta T) \frac{G}{G_n} \quad (4)$$

$$V_{OC} = (V_{OC} + K_V \Delta T) \quad (5)$$

C.2.2.3. Kendali Dual Filter Aktif Seri Satu Fasa

Kendali filter aktif seri pada UPQC tunggal terhubung pada sistem satu fasa menggunakan metode unit vector templates generation (UVTG) telah diobservasi sepenuhnya dalam (Yohanes Artha Setiawan, et. al, 2021). Berdasarkan model rangkaian ini, rangkaian kontrol Seri-AF pada UPQC ganda terhubung pada sistem satu fasa disusun dengan menduplikasi rangkaian kontrol SeAF tunggal dengan tetap menggunakan satu rangkaian transformator seri satu fasa. tegangan Selanjutnya berdasarkan prosedur ini, penulis selanjutnya mengusulkan kendali lengkap dari UPQC ganda satu fasa yang modelnya ditunjukkan pada Gambar 4. Nilai magnitude tegangan masukan fundamental puncak (V_m) ditetapkan sebesar 220 V.



Gambar 4. Kendali dual filter aktif seri pada sistem satu phasa

C.2.2.4. Kendali Dual Filter Aktif Shunt Satu Phasa

Sebagai salah satu bagian dari kendali UPQC, kontrol Sh-AF pada sistem satu phasa telah dijelaskan secara detail dalam (Musa Yusup Lada, et. al., 2011). Berdasarkan model rangkaian ini, rangkaian kontrol Sh-AF pada UPQC ganda disusun dengan menduplikasi rangkaian kontrol pada satu ShAF. Untuk sistem tenaga tiga-kawat, tiga-fasa, serta sistem tenaga tiga-fasa empat-kawat, teori P-Q, sering disebut sebagai teori daya sesaat, sering digunakan. Teori ini menggunakan tiga sinyal tegangan dan arus, tetapi juga dapat diterapkan pada filter aktif fasa tunggal dengan menduplikasi dua sinyal tegangan dan arus lagi dengan pergeseran sudut 120° . Landasan teori ini adalah pembagian komponen daya menjadi mean dan osilasi. Tetapkan phase "a" ke arus beban dari beban fasa tunggal, dan phase "b" dan "c" ke phase tambahan teknik penggandaan. Secara matematis, arus beban dapat dinyatakan sebagai arus fasa "a" menggunakan Persamaan (6). Jika diasumsikan bahwa Persamaan (6) merupakan arus beban untuk fasa "a", Persamaan (7) dan Persamaan (8) dapat digunakan untuk menggambarkan arus beban masing-masing untuk fasa "b" dan "c".

$$i_a = \sum_{i=0}^n \sqrt{2} I_i \sin(\omega_i + \theta_i) \quad (6)$$

$$i_b = \sum_{i=0}^n \sqrt{2} I_i \sin(\omega_i + \theta_i - 120^\circ) \quad (7)$$

$$i_c = \sum_{i=0}^n \sqrt{2} I_i \sin(\omega_i + \theta_i - 240^\circ) \quad (8)$$

Persamaan (6), (7) dan (8) dapat diubah menjadi matriks bentuk seperti yang ditunjukkan pada (9) dan (10) untuk arus beban dan tegangan beban masing-masing:

$$\begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \angle 120^\circ \\ 1 \angle 240^\circ \end{bmatrix} [i_a] \quad (9)$$

$$\begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \angle 120^\circ \\ 1 \angle 240^\circ \end{bmatrix} [v_a] \quad (10)$$

Dengan menggunakan Persamaan (11) untuk arus beban dan Persamaan (12) untuk tegangan beban, maka dapat dihitung arus referensi dan tegangan referensi menggunakan metode Transformasi Clarke sebagai berikut:

$$\begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \\ i_o \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a \\ i_b \\ i_c \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$\begin{bmatrix} v_\alpha \\ v_\beta \\ v_o \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & \frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_a \\ v_b \\ v_c \end{bmatrix} \quad (12)$$

Menurut (Musa Yusup Lada et.al., 2011), daya aktif dan reaktif masing-masing dinyatakan sebagai Persamaan (13), Persamaan (14), dan Persamaan (15):

$$p = v_\alpha i_\alpha + v_\beta i_\beta + v_o i_o \quad (13)$$

$$q = v_\alpha i_\beta - v_\beta i_\alpha \quad (14)$$

$$\begin{bmatrix} p \\ q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_\alpha & v_\beta \\ -v_\beta & v_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_\alpha \\ i_\beta \end{bmatrix} \quad (15)$$

Dua bagian yang membentuk daya aktif dan daya reaktif masing-masing adalah daya rata-rata dan beresilasi, atau bagian DC dan bagian AC. Persamaan untuk daya aktif dan reaktif adalah sebagai berikut:

$$p = \bar{p} + \tilde{p}$$

$$q = \bar{q} + \tilde{q}$$

Sebuah filter low-pass, yang dapat menghilangkan frekuensi tinggi dan menghasilkan komponen dasar atau bagian DC, dapat digunakan untuk menentukan bagian DC. Persamaan (16) dapat digunakan untuk menggambarkan arus referensi $\alpha - \beta$ dari bagian daya aktif DC dan daya reaktif (Mehir Hebram et. al, 2015).

$$i_{\alpha\beta}^* = \frac{1}{v_\alpha^2 + v_\beta^2} \begin{bmatrix} v_\alpha & v_\beta \\ v_\beta & -v_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -\tilde{p} + \bar{p}_{loss} \\ -q \end{bmatrix} \quad (16)$$

Daya aktif rata-rata diperoleh dengan menggunakan parameter \bar{p}_{loss} dari kendali tegangan. Nilai tersebut berupa daya aktif sesaat yang sesuai dengan rugi-rugi resistif dan rugi-rugi switching UPQC. Sebelum sinyal direduksi menjadi arus beban, arus referensi tiga fasa filter daya aktif diberikan dalam Persamaan (17). Sinyal modulasi lebar pulsa (PWM) dibuat menggunakan pita histeresis dan arus tiga fasa yang dikurangi. Hanya dua dari enam sinyal PWM yang dihasilkan oleh pita histeresis yang digunakan sebagai input pita histeresis untuk Sh-AF tunggal.

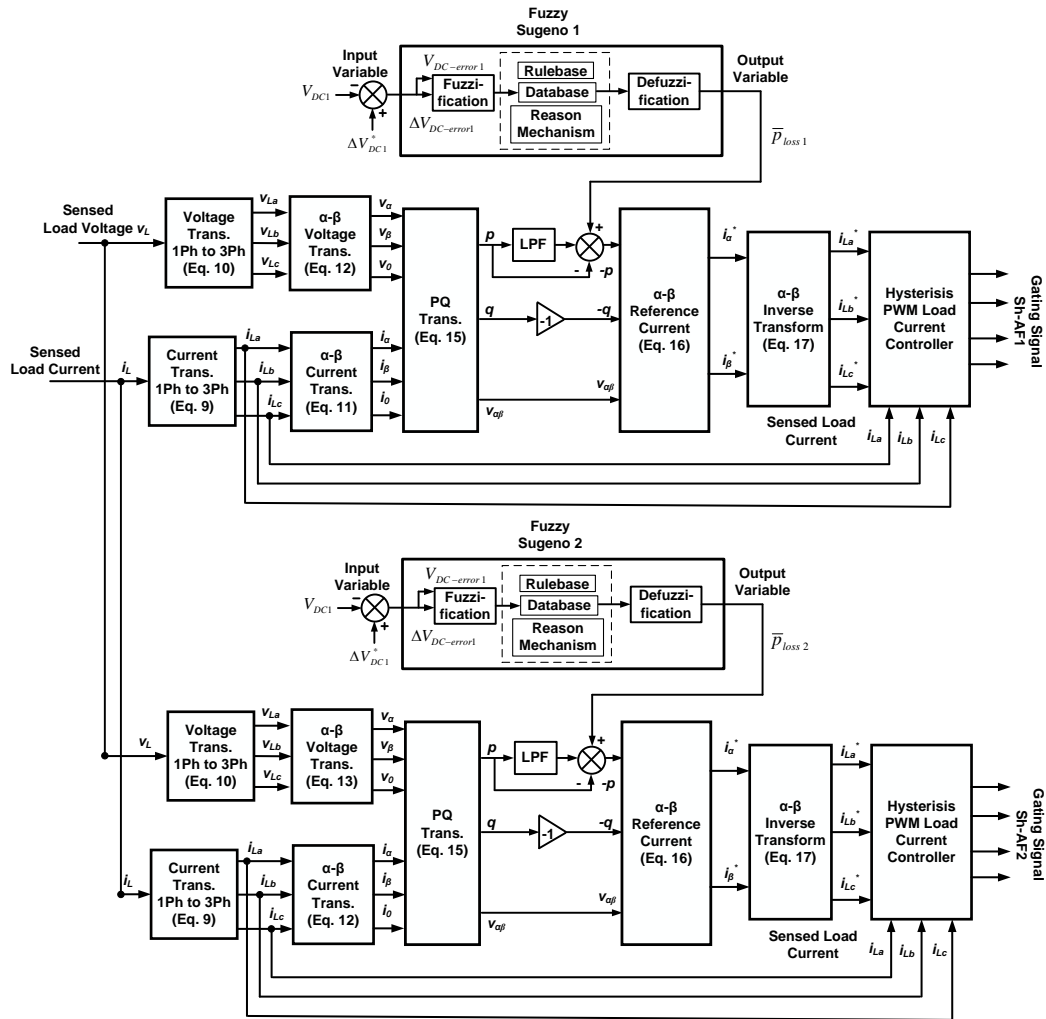
$$i_{abc}^* = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1/2 & \sqrt{3}/2 \\ -1/2 & -\sqrt{3}/2 \end{bmatrix} i_{\alpha\beta}^* \quad (17)$$

Supaya mampu beroperasi dengan baik, UPQC ganda harus memiliki tegangan DC-link minimum (V_{dc}) yang dinyatakan dalam (18) (Muhammad Alif Mansor, et, al., 2020):

$$V_{dc} = \frac{2\sqrt{2}V_{Ph-N}}{\sqrt{3}m} \quad (18)$$

Dengan menggunakan nilai modulasi (m) sebesar 1 dan tegangan sumber fasa-ke-netral V_{Ph-N} sebesar 220 V, maka V_{dc} dihitung sama dengan 359.26 V dan kemudian disetel pada nilai 400 V.

Berdasarkan duplikasi Persamaan 6 sampai Persamaan 17, penulis selanjutnya mengembangkan model kendali Dual Shunt-AF pada sistem satu fasa dengan menggunakan Metode Dual-FS pada Gambar 5.



Gambar 5. Kendali dual filter aktif shunt pada sistem satu fasa berdasarkan metode dual FS

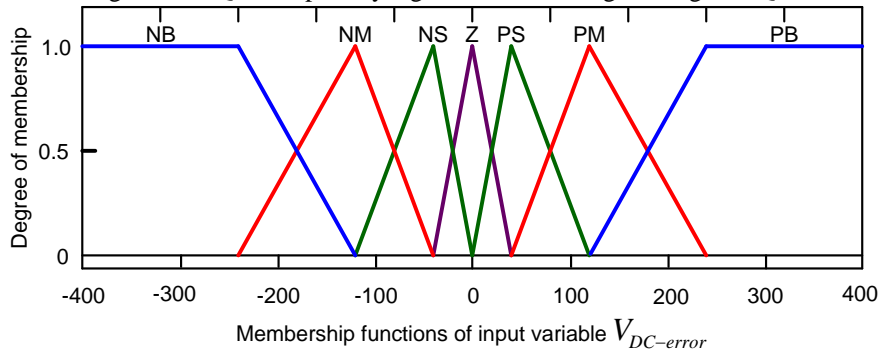
C.2.2.5. Desain Kendali Dual Fuzzy Sugeno

Kendali dual Shunt-AF pada rangkaian Dual-UPQC dimulai dengan menentukan \bar{p}_{loss} sebagai variabel input, untuk menghasilkan arus sumber referensi pada kontrol arus histeresis dan menghasilkan sinyal pemicu pada rangkaian filter IGBT aktif shunt dari UPQC dengan kendali Proportional Integral (PI) 1 dan Proportional Integral (PI) 2 ($K_p = 0.2$ and ($K_I = 1.5$). Dengan menggunakan prosedur yang sama, \bar{p}_{loss} juga ditentukan menggunakan FS 1 dan FS 2. Pertimbangan pemilihan FIS dengan Metode FS dibandingkan Metode Fuzzy Mamdani (FM) adalah karena sistem ini menggunakan memberships functions (MFs) tunggal yang memiliki derajat keanggotaan 1 untuk nilai crisp tunggal dan 0 untuk nilai crisp lainnya. Dengan konfigurasi model tersebut, FS menghasilkan proses simulasi yang lebih cepat karena memiliki rata-rata tertimbang untuk menggantikan fase defuzzifikasi pada FM yang membutuhkan waktu simulasi yang relatif lama (Agus Kiswanto, et. al, 2019). Blok FS1 dan Blok FS2 masing-masing terdiri dari fuzzifikasi, pengambilan keputusan (rulebase, database, reason-mechanism), dan defuzzifikasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. FIS pada FS1 dan FS2 menggunakan Metode Sugeno dengan max-min untuk variabel input dan $[0,1]$ untuk variabel output. FIS terdiri dari tiga bagian yaitu rulebase, database, dan reason-mechanism (Amirullah, et.al., 2020). Metode FS 1 dan FS 2 masing-masing diterapkan dengan menentukan variabel input yaitu nilai V_{DC} error ($V_{DC-error}$) dan delta V_{DC} error ($\Delta V_{DC-error}$) untuk menentukan \bar{p}_{loss} pada fase defuzzifikasi.

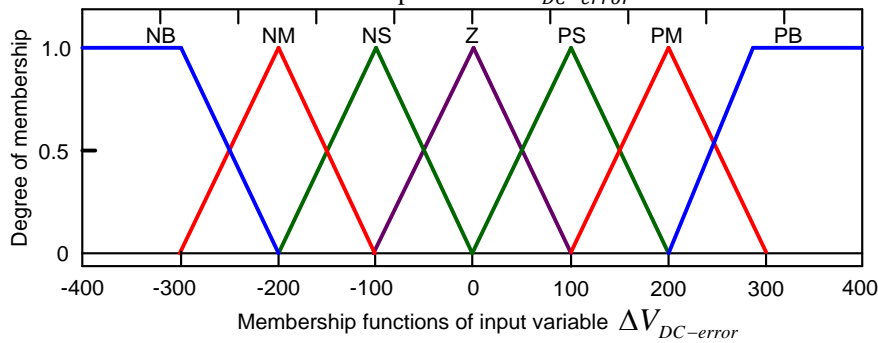
Nilai \bar{p}_{loss} merupakan variabel input untuk mendapatkan arus kompensasi ($i_{\alpha\beta}^*$) pada Persamaan (16). Selama proses fuzzifikasi, sejumlah variabel input dihitung dan diubah menjadi variabel linguistik yang disebut MFs. Nilai $V_{DC-error}$ and $\Delta V_{DC-error}$ dipilih sebagai variabel input dengan \bar{p}_{loss} sebagai variabel output. Nilai dua variabel input dan satu variabel output pada MFs dibagi masing-masing menjadi tujuh crisp variabel linguistik. Variabel crisp input yang digunakan pada $V_{DC-error}$ and $\Delta V_{DC-error}$ masing-masing adalah NB (Negative Big), NS (Negative Medium), NM (Negative Small), Z (Zero), PS (Positive Small), PM (Positive Medium) dan PB (Positive Big) dengan fuzzy rule base ditunjukkan pada Tabel 2. Crisp variabel input adalah fungsi keanggotaan segitiga dan trapesium dengan batas antara -400 sampai 400. Berbeda dengan variabel crisp

input, variabel crisp output adalah \bar{p}_{loss} berupa dua nilai konstanta yang berbeda [0,1] dengan batas fungsi keanggotaan antara -100 sampai 100 masing-masing pada FS1 dan FS2. Variabel input crisp dan variabel output crisp keduanya memiliki variabel linguistik yang sama. MF input $V_{DC-error}$, MF input $\Delta V_{DC-error}$, dan MF output \bar{p}_{loss} dari FS 1 dan FS 2 masing-masing disajikan pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.

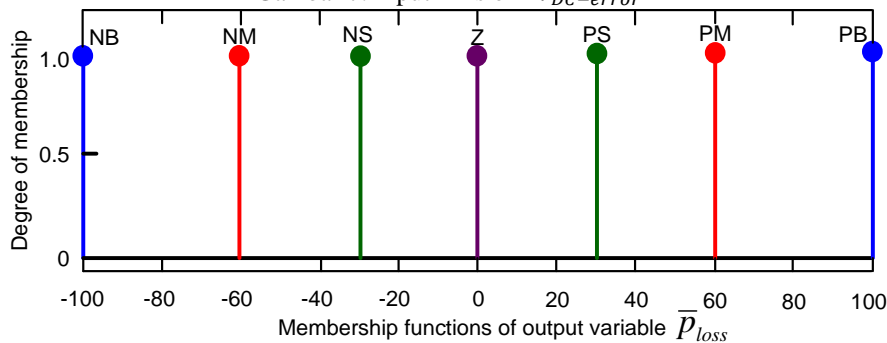
Setelah $V_{DC-error}$ dan $\Delta V_{DC-error}$ diperoleh, dua MF input selanjutnya diubah menjadi variabel linguistik dan digunakan sebagai fungsi input untuk FS 1 dan FS 2. Tabel 2 menyajikan output MF yang dihasilkan menggunakan blok inferensi dan aturan dasar FS 1 dan FS 2. Kemudian, blok defuzzifikasi akhirnya beroperasi untuk mengubah output \bar{p}_{loss1} dan \bar{p}_{loss2} yang dihasilkan dari variabel linguistik menjadi numerik kembali. Nilai \bar{p}_{loss1} dan \bar{p}_{loss2} kemudian menjadi variabel input untuk kontrol histeresis arus untuk menghasilkan sinyal trigger pada IGBT 1 dan IGBT 2 pada AF-shunt dari rangkaian dual UPQC untuk mereduksi harmonisa arus sumber. Kemudian pada saat yang sama, mereka juga meningkatkan kualitas daya pada sistem satu fasa dari tiga kasus gangguan pada dua konfigurasi UPQC satu fasa yang diusulkan masing-masing 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV.



Gambar 6. Input MFs of $V_{DC-error}$



Gambar 7. Input MFs of $\Delta V_{DC-error}$



Gambar 8. Output MFs of \bar{p}_{loss}

Tabel 2. Fuzzy Rule Base

$V_{DC-error}$	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
$\Delta V_{DC-error}$	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
PB	Z	PS	PS	PM	PM	PB	PB
PM	NS	Z	PS	PS	PM	PM	PB
PS	NS	NS	Z	PS	PS	PM	PM
Z	NM	NS	NS	Z	PS	PS	PM
NS	NM	NM	NS	NS	Z	PS	PS
NM	NB	NM	NM	NS	NS	Z	PS
NB	NB	NB	NM	NM	NS	NS	Z

C.2.2.6. Persentase Sag/Swell dan Tegangan Interupsi

Pemantauan sag/swell dan interupsi divalidasi oleh IEEE 1159-1995 (1159-1995 Standards, 1995). Peraturan ini menyajikan tabel definisi tegangan melorot/tegangan dan gangguan berdasarkan kategori (sesaat, sesaat, dan sementara) durasi tipikal, dan magnitudo tipikal. Penulis mengusulkan persentase gangguan yaitu sag/swell dan tegangan gangguan pada Persamaan (18) di bawah ini:

$$\text{Disturb Voltage (\%)} = \frac{|V_{pre_disturb} - V_{disturb}|}{V_{pre_disturb}} \quad (18)$$

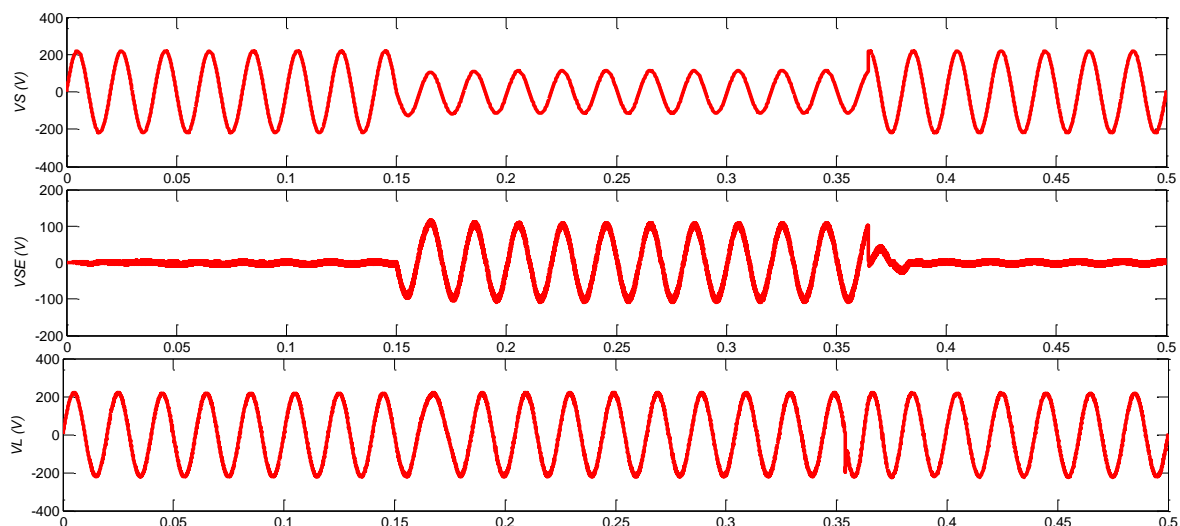
C.2.3. Hasil dan Pembahasan

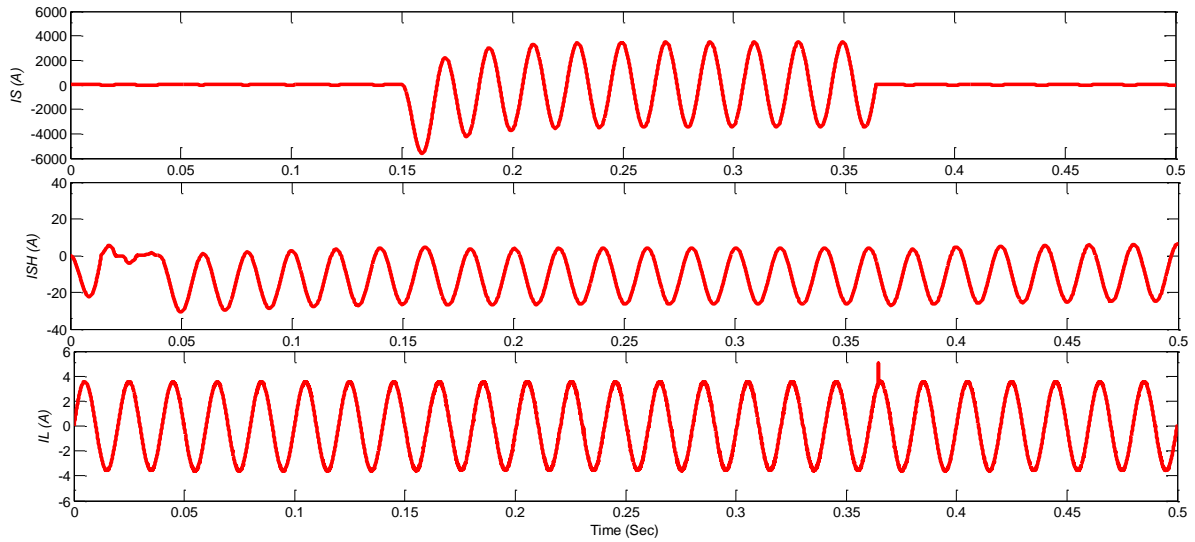
C.2.3.1. Hasil Simulasi Model

Model yang diusulkan adalah dua kombinasi UPQC-PV terhubung ke sistem satu fasa (on-grid) melalui rangkaian DC link tanpa kapasitor. Dua kombinasi UPQC-PV diusulkan yaitu 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV. Sebuah CB fase tunggal digunakan untuk menghubungkan dan memutuskan rangkaian UPQC-PV kedua ke rangkaian UPQC-PV pertama. Simulasi gangguan pada kombinasi 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV masing-masing terdiri dari tiga case yaitu Case 1 (S-Sag-NL), Case 2 (S-Swell-NL), dan Case 3 (S-Inter-NL). Setiap kombinasi UPQC-PV masing-masing menggunakan kendali FS dan divalidasi oleh kendali PI sehingga total berjumlah 6 case.

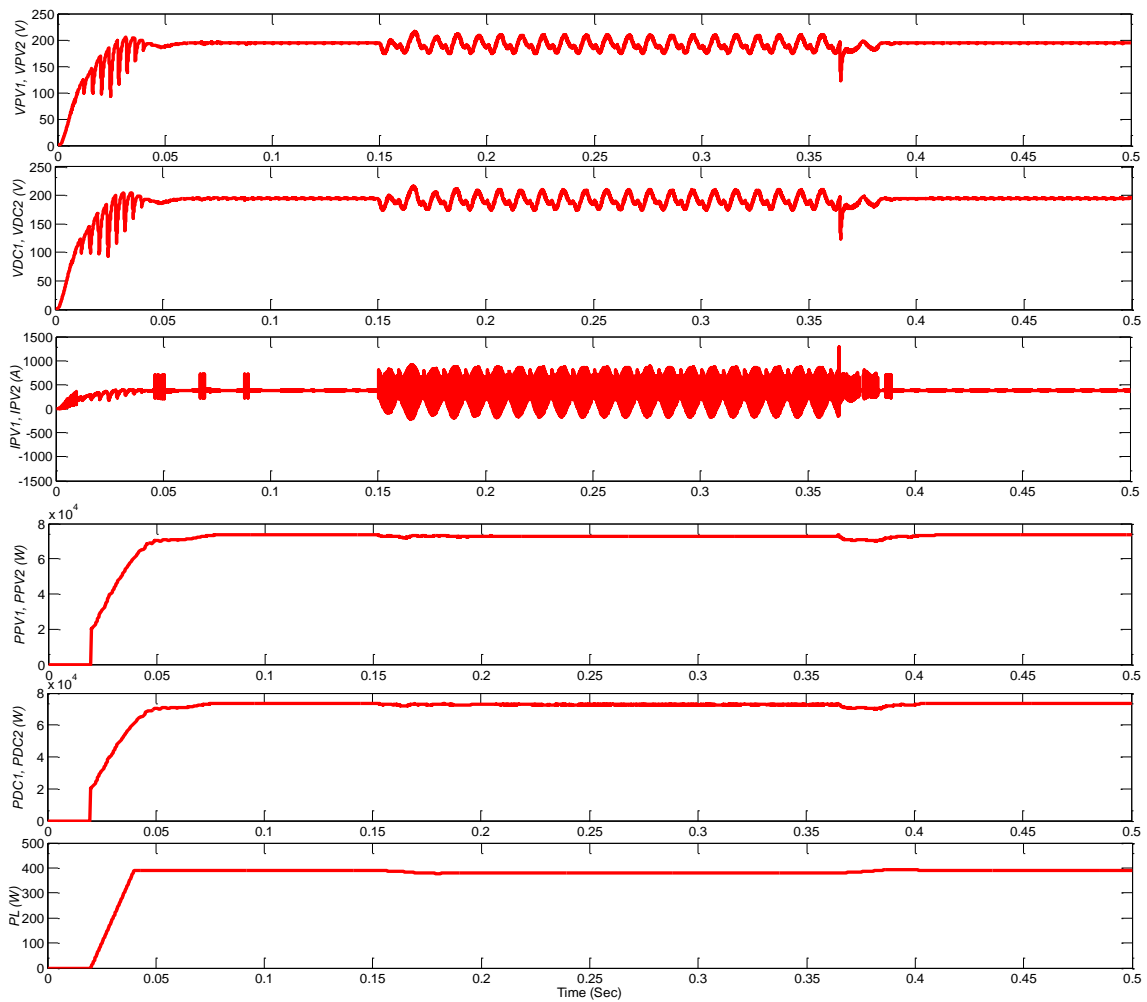
Dengan menggunakan Matlab Simulink, maka setiap kombinasi model dijalankan sesuai dengan case yang diusulkan untuk mendapatkan kurva tegangan sumber (V_S), tegangan seri (V_{SE}), tegangan beban (V_L), arus sumber (I_S), arus shunt (I_{SH}), dan arus beban (I_L). Berdasarkan kurva tersebut, maka diperoleh nilai magnitudo tegangan sumber (V_S), tegangan seri (V_{SE}), tegangan beban (V_L), arus sumber (I_S), arus shunt (I_{SH}), dan arus beban (I_L). Selanjutnya nilai $THD V_S$, $THD V_{SE}$, $THD V_L$, $THD I_S$, $THD I_{SH}$, dan $THD I_L$ ditentukan berdasarkan sejumlah kurva yang telah diplot sebelumnya. Pengukuran parameter magnitudo tegangan, arus nominal, dan nilai THD pada masing-masing kombinasi UPQC-PV, dilakukan dalam 3 siklus antara $t = 0.22 \text{ sec}$ hingga $t = 0.28 \text{ sec}$. Proses selanjutnya melakukan simulasi pada sejumlah case yang diusulkan untuk memperoleh kurva dan menentukan nilai tegangan PV (V_{PV}), arus PV (I_{PV}), dan daya PV (P_{PV}) serta kontribusinya terhadap perubahan daya beban (P_L). Nilai daya PV adalah daya keluaran PV setelah rangkaian dc-dc boost converter sehingga nilainya sama dengan daya DC-link, karena rangkaian UPQC tanpa menggunakan kapasitor. Pengukuran parameter tegangan PV (V_{PV}), arus PV (I_{PV}), dan daya PV (P_{PV}) daya beban (P_L) dilakukan dalam satu siklus pada $t = 0.25 \text{ sec}$. Total waktu simulasi untuk gangguan pada Case 1, Case 2, dan Case 3 adalah 0.5 sec dengan durasi gangguan 0.2 sec antara $t = 0.15 \text{ sec}$ hingga $t = 0.35 \text{ sec}$.

Gambar 9 menunjukkan performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L pada konfigurasi 2UPQC-2PV terhubung sistem satu fasa menggunakan kendali Dual-FS pada kondisi Case 1 (S-Sag-NL Load). Gambar 10 menunjukkan performansi V_{PV} , I_{PV} , P_{PV} , dan P_L pada konfigurasi, kendali, dan case yang sama.





Gambar 9. Performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L konfigurasi 2UPQC-2PV kendali Dual-FS pada Case 1 (S-Sag-NL)



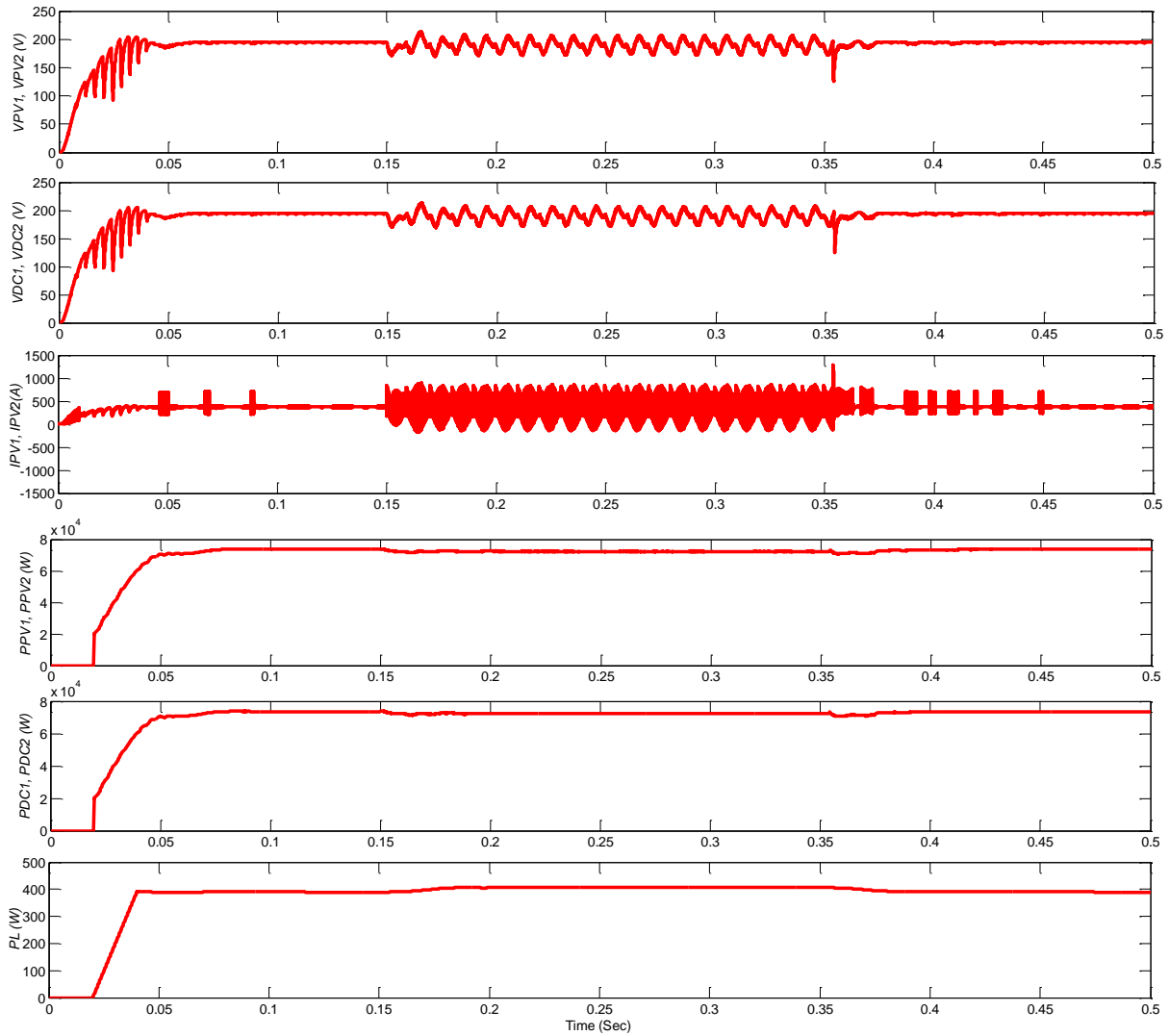
Gambar 10. Performansi V_{PV} , V_{DC} , I_{PV} , P_{PV} , P_{DC} dan P_L konfigurasi 2UPQC-2PV kendali Dual-FS pada Case 1 (S-Sag-NL)

Gambar 9 menyajikan performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L konfigurasi 2UPQC-2PV dan kendali Dual-FS pada Case 1 (S-Sag-NL). Gambar 11 menunjukkan bahwa pada konfigurasi dan metode kendali tersebut pada $t = 0.15 \text{ sec}$ hingga $t = 0.35 \text{ sec}$ dari total durasi simulasi $t = 0.5 \text{ sec}$, tegangan sumber (V_S) turun 50% dari 220 V menjadi 113.4 V. Pada kondisi ini, tegangan DC1 (V_{DC1}) dan tegangan DC2 (V_{DC2}) kurang mampu menghasilkan daya maksimum dan hanya menginjeksi tegangan kompensasi seri (V_{SE}) sebesar 102.9 V melalui transformator seri pada filter aktif seri. Sehingga pada periode Case 1, tegangan beban (V_L) pada sistem satu fasa sedikit menurun sebesar 216.3 V. Penurunan tegangan beban (V_L) akhirnya juga menyebabkan arus beban (I_L) sedikit menurun menjadi 3.515 A. Disisi lain pada case sama, konfigurasi 2UPQC-2PV mampu menginjeksikan arus kompensasi shunt (I_{SH}) sebesar 15.11 A dan THD sebesar 0.34% dengan arah fasa yang berlawanan sehingga mampu menurunkan THD arus sumber (I_S) menjadi 0.47 % dibandingkan dengan THD arus beban (I_L) sebesar 1.68%. Pada case, konfigurasi, dan metode kendali sama, Gambar 9 menunjukkan bahwa karena sistem tanpa menggunakan kapasitor C-link, maka tegangan DC1 (V_{DC1}) dan tegangan DC2 (V_{DC2}) nilainya sama dengan tegangan tegangan PV1 (V_{PV1}) dan tegangan PV2 (V_{PV2}) sebesar 176.4 V. Pembangkit PV1 dan Pembangkit PV2 mampu membangkitkan daya output PV1 (P_{PV1}) dan daya output PV2 (P_{PV2}) yang sama masing-masing sebesar 72.750 kW dengan arus daya output PV1 (I_{PV1}) dan arus output PV2 (I_{PV2}) masing-masing nilainya 530.9 A. Pada case konfigurasi, dan metode kendali sama, Gambar 9 juga menunjukkan bahwa nominal daya output PV1 (P_{PV1}) dan daya output PV2 (P_{PV2}) masing-masing nilainya sama dengan daya DC1 (P_{DC1}) dan daya DC2 (P_{DC2}), serta mampu menyalurkan daya beban (P_L) sebesar 380.3 W.

Gambar 11 menunjukkan performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L pada konfigurasi 2UPQC-2PV terhubung sistem satu fasa menggunakan kendali Dual-FS pada kondisi Case 2 (S-Swell-NL). Gambar 12 menunjukkan performansi V_{PV} , V_{DC} , I_{PV} , P_{PV} , P_{DC} , dan P_L pada konfigurasi, kendali, dan case yang sama.



Gambar 11. Performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L konfigurasi 2UPQC-2PV kendali Dual-FS pada Case 2 (S-Swell-NL)

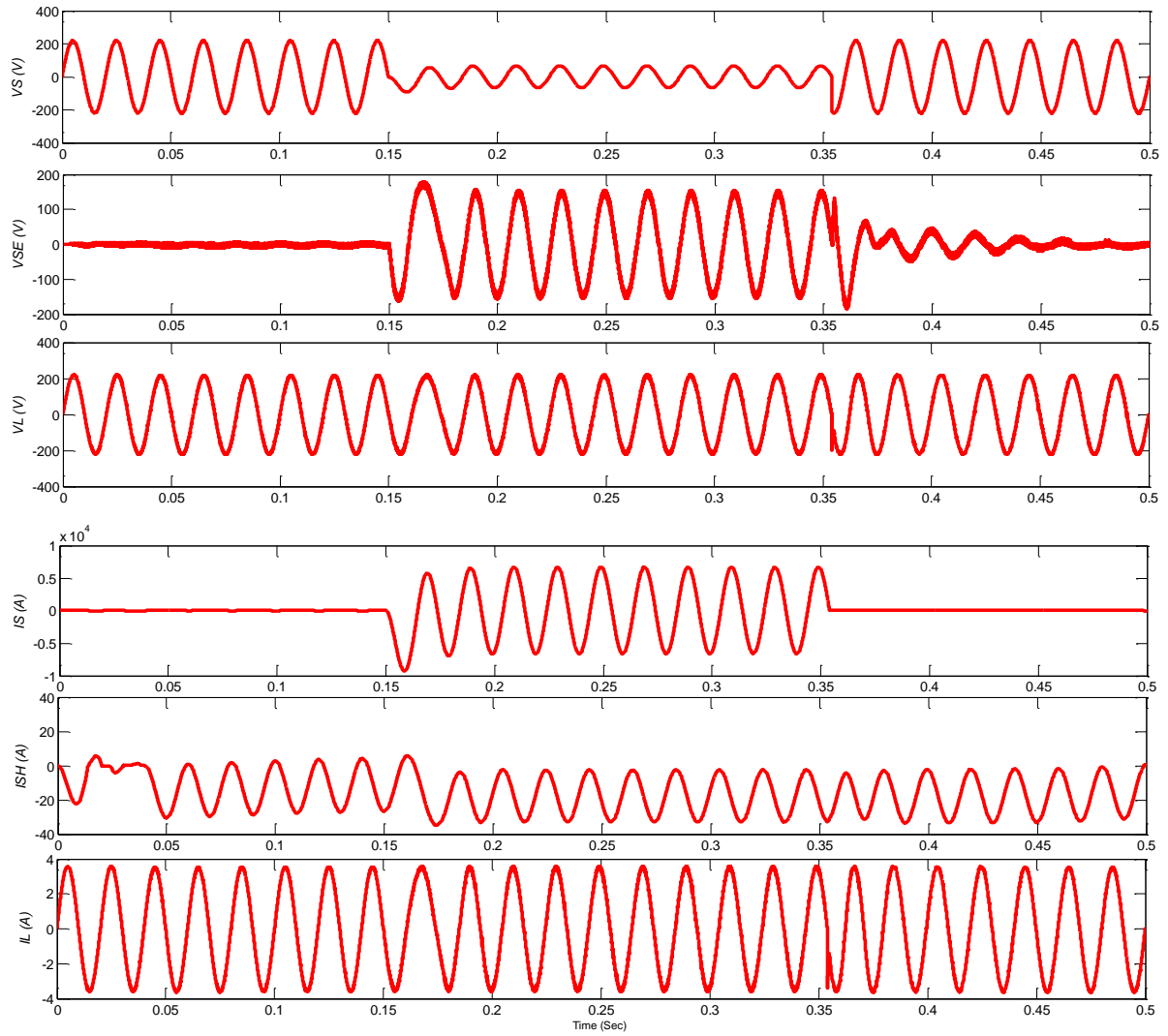


Gambar 12. Performansi V_{PV} , V_{DC} , I_{PV} , P_{PV} , P_{DC} dan P_L konfigurasi 2UPQC-2PV kendali Dual-FS pada Case 2 (S-Swell-NL)

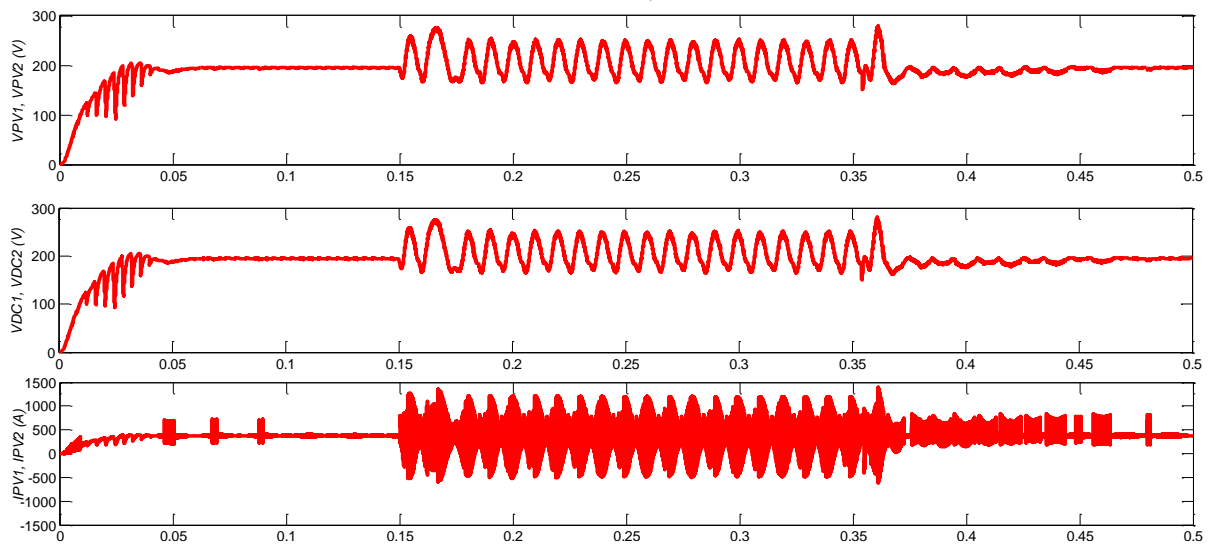
Gambar 11 menyajikan performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L konfigurasi 2UPQC-2PV dan kendali Dual-FS pada Case 2 (S-Swell-NL). Gambar 10 menunjukkan bahwa pada konfigurasi dan metode kendali tersebut pada $t = 0.15 \text{ sec}$ hingga $t = 0.35 \text{ sec}$ dari total durasi simulasi $t = 0.5 \text{ sec}$, tegangan sumber (V_S) naik 50% dari 220 V menjadi 321 V. Pada kondisi ini, PV1 dan PV2 mampu mempertahankan tegangan DC1 (V_{DC1}) dan tegangan DC2 (V_{DC2}) sehingga mampu menginjeksi tegangan kompensasi seri (V_{SE}) dengan fasa berlawanan sebesar 97.4 V melalui transformator seri pada SeAF. Sehingga pada periode Case 1, tegangan beban (V_L) pada sistem satu fasa naik sedikit sebesar 223.7 V. Kenaikan tegangan beban (V_L) akhirnya juga menyebabkan arus beban (I_L) sedikit meningkat menjadi 3.634 A. Disisi lain pada Case 2, konfigurasi 2UPQC-2PV mampu menginjeksikan arus kompensasi shunt (I_{SH}) dengan arah fasa yang berlawanan sebesar 15.83 A dan THD sebesar 0.23%, sehingga mampu menurunkan THD arus sumber (I_S) menjadi 0.01 % dibandingkan dengan THD arus beban (I_L) sebesar 1.19%.

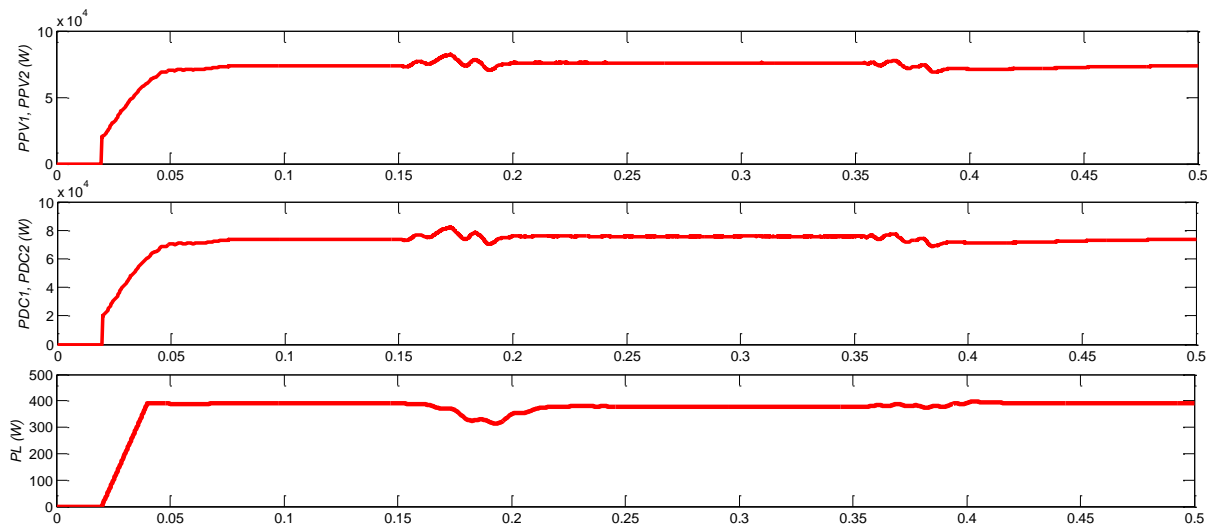
Pada case, konfigurasi, dan metode kendali sama, Gambar 12 menunjukkan bahwa karena sistem tanpa menggunakan kapasitor DC-link, maka tegangan DC1 (V_{DC1}) dan tegangan DC2 (V_{DC2}) nilainya sama dengan tegangan tegangan PV1 (V_{PV1}) dan tegangan PV2 (V_{PV2}) sebesar 171.6 V. PV1 dan PV2 mampu membangkitkan daya output PV1 (P_{PV1}) dan daya output PV2 (P_{PV2}) yang sama masing-masing sebesar 72.41 kW dengan arus output PV1 (I_{PV1}) dan arus output PV2 (I_{PV2}) masing-masing nilainya 454.3 A. Pada case, konfigurasi, dan metode kendali sama, Gambar 9 juga menunjukkan bahwa nominal daya output PV1 (P_{PV1}) dan daya output PV2 (P_{PV2}) masing-masing nilainya sama dengan daya DC1 (P_{DC1}) dan daya DC2 (P_{DC2}), serta mampu menyalurkan daya beban (P_L) sebesar 406.2 W.

Gambar 13 menunjukkan performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L pada konfigurasi 2UPQC-2PV terhubung sistem satu fasa menggunakan kendali Dual-FS pada kondisi Case 2 (S-Inter-NL). Gambar 14 menunjukkan performansi V_{PV} , V_{DC} , I_{PV} , P_{PV} , P_{DC} , dan P_L pada konfigurasi, kendali, dan case yang sama.



Gambar 13. Performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L konfigurasi 2UPQC-2PV kendali Dual-FS pada Case 3 (S-Inter-NL)





Gambar 14. Performansi V_{PV} , V_{DC} , I_{PV} , P_{PV} , P_{DC} dan P_L konfigurasi 2UPQC-2PV kendali Dual-FS pada Case 2 (S-Inter-NL)

Gambar 13 menyajikan performansi V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L konfigurasi 2UPQC-2PV dan kendali Dual-FS pada Case 3 (S-Inter-NL). Gambar 12 menunjukkan bahwa pada konfigurasi dan metode kendali ini pada $t = 0.15 \text{ sec}$ hingga $t = 0.35 \text{ sec}$ dari total durasi simulasi $t = 0.5 \text{ sec}$, tegangan sumber (V_S) turun dari 220 V menjadi 66.6 V. Pada kondisi ini, PV1 dan PV2 mampu mempertahankan tegangan DC1 (V_{DC1}) dan tegangan DC2 (V_{DC2}) sehingga mampu menginjeksi tegangan kompensasi seri (V_{SE}) dengan fasa berlawanan sebesar 149.8 V melalui transformator seri pada SeAF. Sehingga pada periode Case 3, tegangan beban (V_L) pada sistem satu fasa sedikit turun sebesar 216.2 V. Penurunan sedikit tegangan beban (V_L) akhirnya juga menyebabkan arus beban (I_L) sedikit menurun menjadi 3.512 A. Disisi lain pada Case 3, konfigurasi 2UPQC-2PV mampu menginjeksikan arus kompensasi shunt (I_{SH}) melalui ShAF dengan arah fasa yang berlawanan sebesar 15.11 A dan THD sebesar 2.98%, sehingga mampu menurunkan THD arus sumber (I_S) menjadi 0.01 % dibandingkan dengan THD arus beban (I_L) sebesar 2.65%.

Pada case, konfigurasi, dan metode kendali sama, Gambar 14 menunjukkan bahwa karena sistem tanpa menggunakan kapasitor DC-link, maka tegangan DC1 (V_{DC1}) dan tegangan DC2 (V_{DC2}) nilainya sama dengan tegangan PV1 (V_{PV1}) dan tegangan PV2 (V_{PV2}) sebesar 203.7 V. PV1 dan PV2 mampu membangkitkan daya output PV1 (P_{PV1}) dan daya output PV2 (P_{PV2}) yang sama masing-masing sebesar 75.79 kW dengan arus output PV1 (I_{PV1}) dan arus output PV2 (I_{PV2}) masing-masing nilainya 562.9 A. Pada case, konfigurasi, dan metode kendali sama, Gambar 13 juga menunjukkan bahwa nominal daya output PV1 (P_{PV1}) dan daya output PV2 (P_{PV2}) masing-masing nilainya sama dengan daya DC1 (P_{DC1}) dan daya DC2 (P_{DC2}), serta mampu menyalurkan daya beban (P_L) sebesar 378.6 W.

C.2.3.2. Analisis Magnitudo Tegangan, Arus, dan Perubahan Tegangan Beban

Dengan prosedur sama selanjutnya semua nilai parameter V_S , V_{SE} , V_L , I_S , I_{SH} dan I_L serta nilai THD masing-masing serta nilai V_{PV} , V_{DC} , I_{PV} , P_{PV} , P_{DC} dan P_L pada case dan konfigurasi UPQC-PV berbeda-menggunakan metode kendali PI dan FS disajikan secara lebih detail pada Tabel 3 hingga Tabel 8.

Tabel 3. Magnitudo Tegangan dan Arus Menggunakan 1UPQC-1PV

Case	Source Voltage V_s (V)	Load Voltage V_L (V)	Source Current I_s (A)	Load Current I_L (A)	Series Voltage V_{se} (V)	Shunt Current I_{sh} (A)	Load Voltage Disturb $V_{Disturb}$ (%)
PI Method							
1	113.6	218.6	3469	3.543	104.6	-24.14	0.64
2	321.3	221.8	3333	3.604	99.5	-23.54	0.82
3	66.62	218.3	6663	3.546	152.0	-22.91	0.77
Fuzzy-Sugeno Method							
1	113.6	218.1	3469.	3.543	104.5	-23.14	0.86
2	321.3	221.8	3333	3.605	99.48	-23.54	0.82
3	66.61	218.5	6663	3.550	152.2	-22.90	0.68

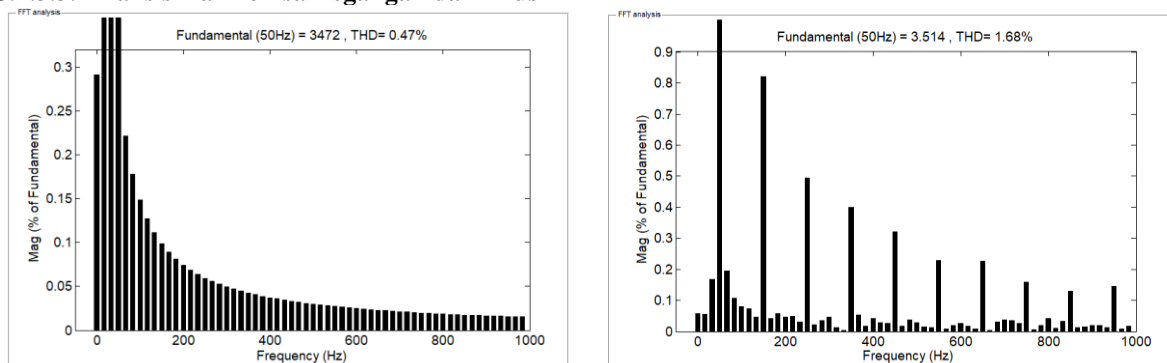
Tabel 4. Magnitudo Tegangan dan Arus Menggunakan 2UPQC-2PV

Case	Source Voltage V_s (V)	Load Voltage V_L (V)	Source Current I_s (A)	Load Current I_L (A)	Series Voltage V_{se} (V)	Shunt Current I_{sh} (A)	Load Voltage Disturb $V_{Disturb}$ (%)
Dual PI Method							
1	113.4	216.4	3472	3.515	102.9	-15.30	1.64
2	321.3	223.7	3333	3.635	97.63	-15.82	1.68
3	66.6	216.0	6661	3.508	149.7	-15.12	1.82
Dual Fuzzy-Sugeno Method							
1	113.5	216.3	3472	3.514	102.9	-15.30	1.68
2	321.0	223.7	3333	3.634	97.64	-15.82	1.68
3	66.6	216.2	6661	3.512	149.8	-15.11	1.73

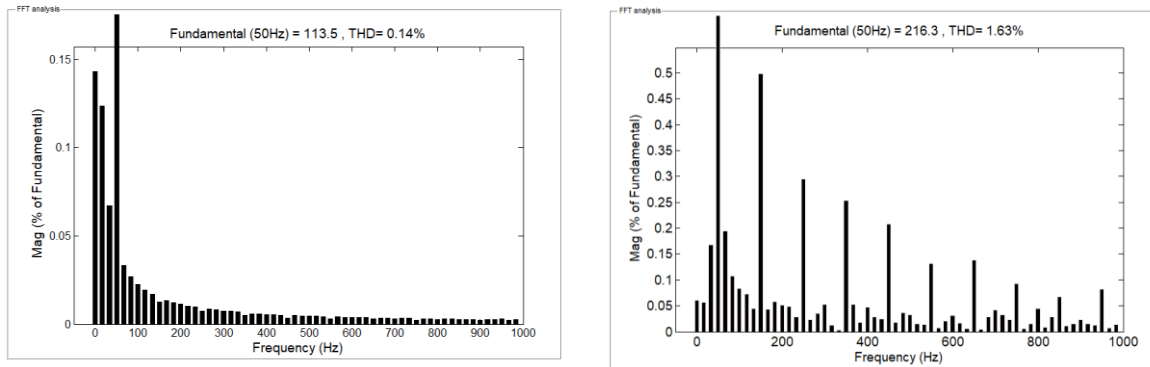
Tabel 3 menunjukkan bahwa pada Case 1, Case 2, dan Case 3, sistem satu fasa menggunakan 1UPQC-1PV dengan kendali PI masih mampu mempertahankan tegangan beban (V_L) masing-masing 218.6 V, 221.8 V, dan 218.3 V. Pada konfigurasi yang sama dan menggunakan kendali FS, gangguan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu mempertahankan tegangan beban (V_L) sedikit lebih besar masing-masing 218.1 V, 221.8 V, dan 218.5 V. Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pada Case 1, Case 2, dan Case 3, sistem satu fasa menggunakan 1UPQC-1PV dengan kendali PI masih mampu mengalirkan arus beban (I_L) masing-masing 3.543 A, 3.604 A, dan 3.546 A. Pada konfigurasi yang sama dan menggunakan kendali FS, gangguan Case 1, Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu mengalirkan arus beban (I_L) sedikit lebih besar masing-masing 3.543 A, 3.605 A, dan 3.550 A. Tabel 3 juga menunjukkan bahwa pada Case 1, Case 2, dan Case 3, sistem satu fasa menggunakan 1UPQC-1PV dengan kendali PI menghasilkan perubahan tegangan beban ($V_{Disturb}$) masing-masing 0.64%, 0.82%, dan 0.77%. Pada konfigurasi yang sama dan menggunakan kendali FS, gangguan Case 1, Case 1, Case 2, dan Case 3 menghasilkan perubahan tegangan beban ($V_{Disturb}$) masing-masing 0.86%, 0.82%, dan 0.68%.

Tabel 4 menunjukkan bahwa pada Case 1, Case 2, dan Case 3, sistem satu fasa menggunakan 2UPQC-2PV dengan kendali PI masih mampu mempertahankan tegangan beban (V_L) masing-masing 216.4 V, 223.7 V, dan 216.0 V. Pada konfigurasi yang sama dan menggunakan kendali FS, gangguan Case 1, Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu mempertahankan tegangan beban (V_L) sedikit lebih besar masing-masing 216.3 V, 223.7 V, dan 216.2 V. Tabel 4 juga menunjukkan bahwa pada Case 1, Case 2, dan Case 3, sistem satu fasa menggunakan 2UPQC-2PV dengan kendali PI masih mampu mengalirkan arus beban (I_L) masing-masing 2.515 A, 3.635 A, dan 3.508 A. Pada konfigurasi yang sama dan menggunakan kendali FS, gangguan Case 1, Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu mengalirkan arus beban (I_L) sedikit lebih besar masing-masing 3.515 A, 3.634 A, dan 3.512 A. Tabel 4 juga menunjukkan bahwa pada Case 1, Case 2, dan Case 3, sistem satu fasa menggunakan 1UPQC-1PV dengan kendali PI menghasilkan perubahan tegangan beban ($V_{Disturb}$) masing-masing 1.64%, 1.68%, dan 1.82%. Pada konfigurasi yang sama dan menggunakan kendali FS, gangguan Case 1, Case 1, Case 2, dan Case 3 menghasilkan perubahan tegangan beban ($V_{Disturb}$) masing-masing 1.68%, 1.68%, dan 1.73%.

C.2.3.3. Analisis Harmonisa Tegangan dan Arus



Gambar 15. Spektra harmonisa: (a) I_s and (b) I_L pada gangguan Case 1 (S-Sag-NL) dan konfigurasi 2UPQC-2PV menggunakan metode dual-FS



Gambar 16. Spektra harmonisa: (a) V_s and (b) V_L pada gangguan Case 1 (S-Sag-NL) dan konfigurasi 2UPQC-2PV menggunakan metode dual-FS

Gambar 15 menunjukkan bahwa pada gangguan Case 1, konfigurasi 2UPQC-2PV dengan metode dual FS mampu menghasilkan THD arus sumber sebesar 0.47%, lebih rendah dibandingkan dengan THD arus beban sebesar 1.68%. Konfigurasi 2UPQC-2PV dengan metode dual FS mampu menginjeksikan arus kompensasi shunt (I_{SH}), sehingga mampu menurunkan THD arus sumber (I_s) sesuai Standar IEEE 519. Gambar 16 menunjukkan bahwa pada gangguan Case 1, konfigurasi 2UPQC-2PV dengan metode dual FS mampu menghasilkan THD tegangan beban sebesar 1,63%, lebih tinggi dibandingkan dengan THD tegangan sumber sebesar 0.14%. Nilai THD tegangan beban (V_L) relatif masih sedikit lebih tinggi dibanding THD tegangan sumber (V_s), karena tegangan sumber (V_s) berbentuk sinusioda dengan sedikit kandungan distorsi. Namun demikian nilai komponen keduanya sudah memenuhi batas THD tegangan sesuai Standar IEEE-519.

Dengan cara yang sama selanjutnya nilai THD V_s , V_{se} , V_L , I_s , I_{sh} dan I_L pada case dan konfigurasi UPQC-PV berbeda-menggunakan metode kendali PI dan FS diperoleh dan hasilnya disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

Tabel 5. Tegangan dan Arus THD Menggunakan 1UPQC-1PV

Case	Source Voltage V_s (V)	Load Voltage V_L (V)	Source Current I_s (A)	Load Current I_L (A)	Series Voltage V_{se} (V)	Shunt Current I_{sh} (A)
PI Method						
1	0.17	0.97	1.08	1.11	3.36	0.47
2	0.01	0.85	0.09	0.81	3.45	0.35
3	0.10	3.61	0.08	3.62	5.46	4.51
Fuzzy-Sugeno Method						
1	0.09	0.08	0.48	1.04	3.29	0.29
2	0.00	0.81	0.02	0.76	3.48	0.23
3	0.02	2.20	0.01	2.21	3.60	3.12

Tabel 6. Tegangan dan Arus THD Menggunakan 2UPQC-2PV

Case	Source Voltage V_s (V)	Load Voltage V_L (V)	Source Current I_s (A)	Load Current I_L (A)	Series Voltage V_{se} (V)	Shunt Current I_{sh} (A)
Dual PI Method						
1	0.20	1.68	1.08	1.73	6.67	0.47
2	0.01	1.58	0.09	1.22	7.05	0.31
3	0.10	3.91	0.08	3.88	6.67	4.34
Dual Fuzzy-Sugeno Method						
1	0.14	1.63	0.47	1.68	6.65	0.34
2	0.00	1.55	0.01	1.19	7.09	0.23
3	0.03	2.71	0.01	2.65	5.29	2.98

Tabel 5 menunjukkan bahwa kombinasi 1UPQC-1PV dengan kendali PI yang mengalami gangguan dengan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu menghasilkan THD tegangan beban (V_L) masing-masing sebesar 0.97%, 0.85%, dan 3.61%. Pada konfigurasi sama dan menggunakan kendali FS, gangguan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu menurunkan THD tegangan beban (V_L) masing-masing menjadi 0.08%, 0.81%, dan 2.20%. Tabel 5 menunjukkan bahwa kombinasi 1UPQC-1PV dengan kendali PI yang mengalami gangguan dengan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu menghasilkan THD arus sumber (I_S) masing-masing sebesar 1.08%, 0.09%, dan 0.08%. Pada konfigurasi sama dan menggunakan kendali FS, gangguan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu menurunkan THD arus sumber (I_S) masing-masing menjadi 0.48%, 0.02%, dan 0.01%. Tabel 5 juga menunjukkan bahwa pada konfigurasi 1UPQC-1PV yang mengalami gangguan dengan Case 1, Case 2, dan Case 3, kontrol dual PI dan dual FS mampu mengurangi THD arus sumber (I_S) dibandingkan THD arus beban (I_L).

Tabel 6 menunjukkan bahwa kombinasi 2UPQC-2PV dengan kendali Dual PI yang mengalami gangguan dengan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu menghasilkan THD tegangan beban (V_L) masing-masing sebesar 1.68%, 1.58%, dan 3.91%. Pada konfigurasi sama dan menggunakan kendali Dual FS, gangguan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu menurunkan THD tegangan beban (V_L) masing-masing menjadi 1.63%, 1.55%, dan 2.71%. Tabel 6 menunjukkan bahwa kombinasi 2UPQC-2PV dengan kendali Dual PI yang mengalami gangguan dengan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu menghasilkan THD arus sumber (I_S) masing-masing 1.08%, 0.09% dan 0.08%. Pada konfigurasi sama dan menggunakan kendali Dual FS, gangguan Case 1, Case 2, dan Case 3 mampu menurunkan THD arus sumber (I_S) masing-masing menjadi 0.47 %, 0.01%, dan 0.01%. Tabel 6 juga menunjukkan bahwa pada konfigurasi 2UPQC-1PV yang mengalami gangguan dengan Case 1, Case 2, dan Case 3, kontrol dual PI dan dual FS mampu mengurangi THD arus sumber (I_S) dibandingkan THD arus beban (I_L).

C.2.3.4. Analisis Output PV dan Daya Aktif Beban

Tabel 7. Output PV dan Daya Beban Menggunakan 1UPQC-1PV menggunakan metode PI dan FS

Cases	PV1 Voltage V_{PV1} (V)	DC1 Voltage V_{DC1} (V)	PV1 Current I_{PV1} (A)	PV1 Power P_{PV1} (W)	DC1 Power P_{DC1} (W)	Load Power P_L (W)
PI Method						
1	167.5	167.5	536.5	72130	72130	386.7
2	192.7	192.7	462.2	71390	71390	399.6
3	213.4	213.4	850.4	75680	75680	386.7
Fuzzy-Sugeno Method						
1	177.2	177.2	445.4	7209.0	7209.0	386.7
2	162.8	162.8	489.3	71350	71350	399.5
3	164.0	164.0	518.3	75390	75390	386.8

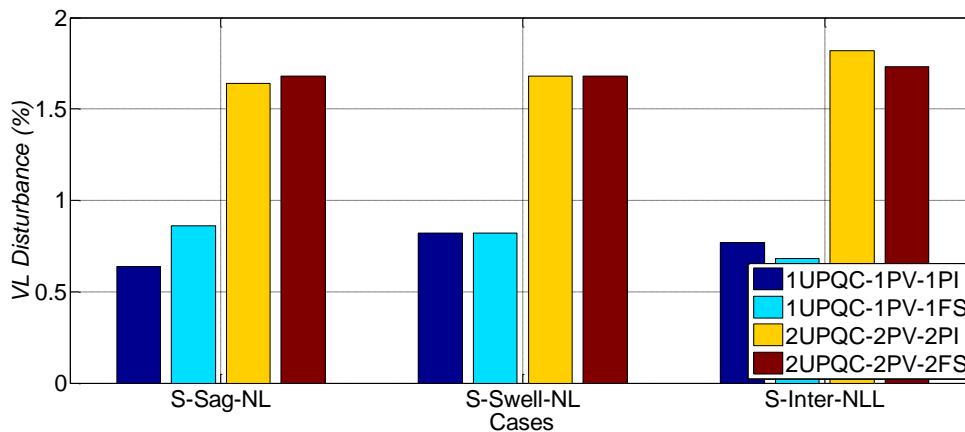
Tabel 7 menunjukkan pada kombinasi 1UPQC-1PV dan menggunakan kendali PI dan FS mampu menghasilkan tegangan PV1 (V_{PV1}) dan tegangan DC1 (V_{DC1}) sama. Arus PV1 (I_{PV1}) yang mengalir menuju rangkaian DC-link tanpa kapasitor pada kombinasi 1UPQC-1PV, selanjutnya menyebabkan daya PV1 (P_{PV1}) dan daya DC (P_{DC1}) nilainya juga sama. Gangguan Case 3, pada kombinasi 1UPQC-1PV dengan kendali PI dan FS, menunjukkan bahwa PV1 mampu menginjeksikan daya (P_{PV1}) terbesar supaya tetap mampu menyalurkan daya aktif beban (P_L) dengan nilai mendekati sama dengan gangguan Case 1 dan Case 2.

Tabel 8. Output PV dan Daya Beban Menggunakan 2UPQC-2PV menggunakan metode PI dan FS

Cases	PV1, PV2 Voltage V_{PV1}, V_{PV2} (V)	DC1, DC2 Voltage V_{DC1}, V_{DC2} (V)	PV1, PV2 Current I_{PV1}, I_{PV2} (A)	PV2 Current I_{PV2} (A)	PV1, PV2 Power $P_{PV1} P_{PV2}$ (W)	DC1, DC2 Power $P_{DC1} P_{DC2}$ (W)	Load Active Power P_L (W)
Dual PI Method							
1	209.3	209.3	239.3	239.3	72760	72760	380.4
2	192.3	192.3	236.8	236.8	73250	73250	406.3
3	187.3	187.3	132.2	132.2	75110	75110	378.5
Dual Fuzzy-Sugeno Method							
1	176.4	176.4	530.9	530.9	72750	72750	380.5
2	171.6	171.6	454.4	454.4	72410	72410	406.2
3	203.7	203.7	562.9	562.9	75790	75790	378.6

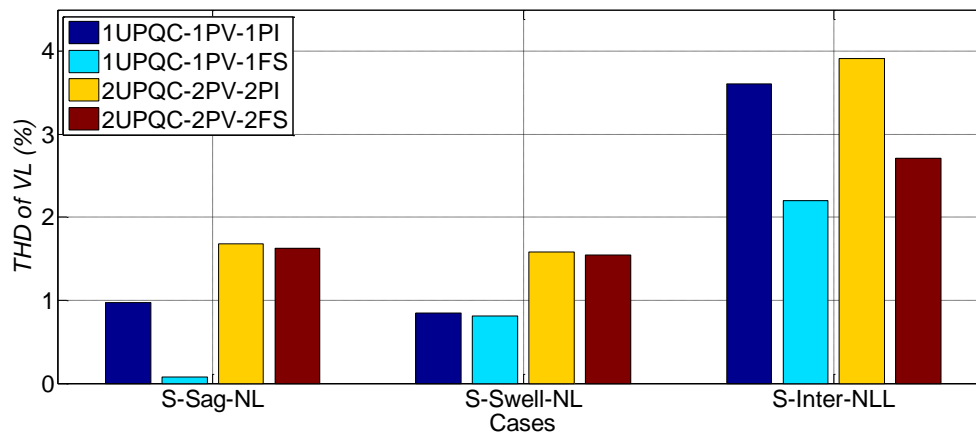
Tabel 8 menunjukkan pada kombinasi 2UPQC-2PV dan menggunakan kendali Dual PI dan Dual FS mampu menghasilkan tegangan PV1 (V_{PV1}), PV2 (V_{PV2}) dan tegangan DC1 (V_{DC1}), DC2 (V_{DC2}) yang nilainya sama. Arus PV1 (I_{PV1}) dan PV2 (I_{PV2}) yang mengalir menuju rangkaian DC-link1 dan DC-link2 tanpa kapasitor pada kombinasi 2UPQC-2PV, selanjutnya menyebabkan daya aktif PV1 (P_{PV1}), PV2 (P_{PV2}) dan daya DC1 (P_{DC1}), DC2 (P_{DC2}) nilainya juga sama. Gangguan Case 3, pada kombinasi 2UPQC-1PV dengan kendali Dual PI dan Dual FS menunjukkan bahwa PV1 dan PV2 mampu menginjeksikan daya output PV1 (P_{PV1}) dan PV2 (P_{PV2}) terbesar supaya tetap mampu menyalurkan daya aktif beban (P_L) dengan nilai mendekati sama dengan gangguan Case 1 dan Case 2.

C.2.3.5. Analisis Perubahan Tegangan Beban, Harmonisa Tegangan Beban, Harmonisa Arus Sumber, dan Daya Aktif Beban



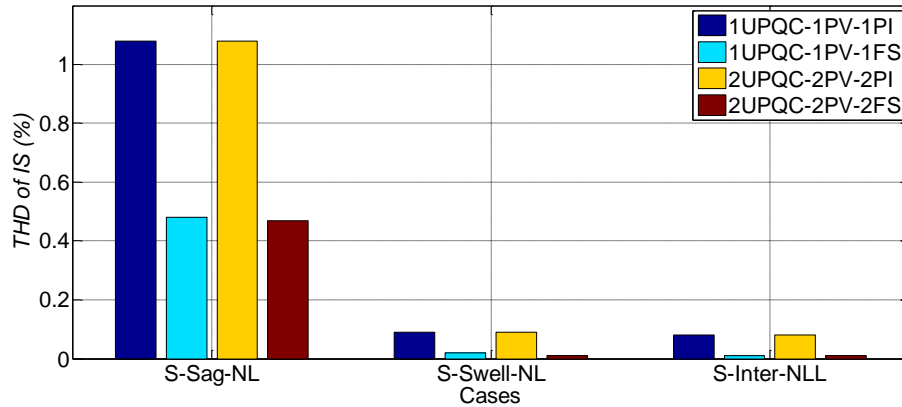
Gambar 17. Performansi perubahan tegangan beban ($V_{Disturb}$) dibawah kondisi tiga kasus gangguan

Gambar 17 menunjukkan bahwa sistem satu fasa menggunakan konfigurasi 2UPQC-2PV dengan kendali dual PI dan dual FS, pada Case 1, Case 2, dan Case 3 menghasilkan perubahan tegangan lebih besar ($V_{Disturb}$ diatas 1.64%), dibandingkan menggunakan konfigurasi 1UPQC-1PV ($V_{Disturb}$ diatas 0.64%). Persamaannya adalah perubahan tegangan beban pada konfigurasi 2UPQC-2PV dan 1UPQC-1PV dengan dua metode dan tiga case sama masih tetap berada pada batas nilai perubahan tegangan maksimum ($V_{Disturb}$ dibawah 5%).



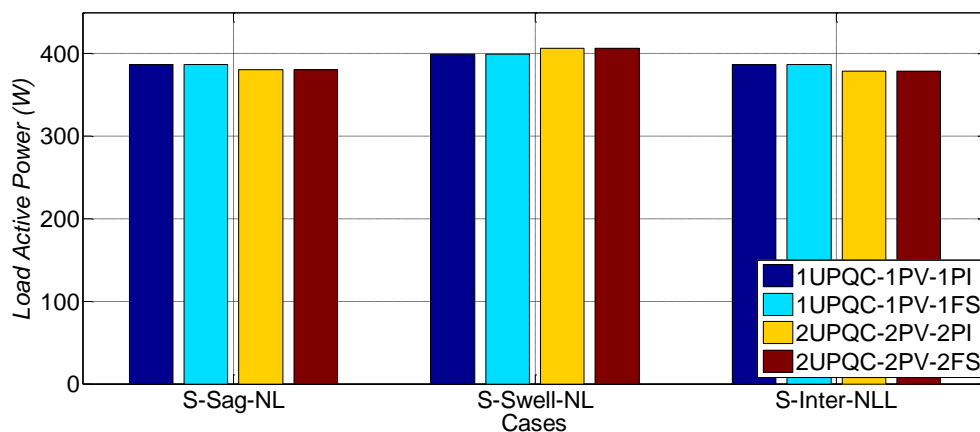
Gambar 18. Performansi harmonisa tegangan beban (V_L) dibawah kondisi tiga kasus gangguan

Gambar 18 menunjukkan bahwa gangguan Case 3 pada sistem satu fasa menggunakan konfigurasi 2UPQC-2PV dan 1UPQC-1PV dengan kendali PI/Dual PI dan FS/Dual FS mampu menghasilkan THD tegangan beban paling tinggi ($THD V_L$ diatas 2.20%) dibandingkan Case 1 dan Case 2. Konfigurasi 1UPQC-1PV pada Case 1, Case 2, dan Case 3 menggunakan kendali PI dan FS mampu menghasilkan THD tegangan beban lebih rendah dibandingkan konfigurasi 2UPQC-2PV. Pada konfigurasi 1UPQC-1PV dengan tiga case gangguan, kendali FS mampu menghasilkan THD tegangan beban lebih rendah dibandingkan kendali PI. Pada konfigurasi 2UPQC-2PV dengan tiga case gangguan, kendali Dual FS juga mampu menghasilkan THD tegangan beban lebih rendah dibandingkan kendali Dual PI. Konfigurasi 2UPQC-2PV dan 1UPQC-1PV dengan kendali PI dan Dual PI serta FS dan Dual FS pada tiga case gangguan-terhubung ke sistem satu fasa mampu menghasilkan THD tegangan beban dibawah batas IEEE 519.



Gambar 19. Performansi harmonisa arus sumber (I_s) dibawah kondisi tiga kasus gangguan

Gambar 19 menunjukkan bahwa gangguan Case 1 pada sistem satu phasa menggunakan konfigurasi 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV dengan kendali PI/Dual PI dan FS/Dual FS mampu menghasilkan THD arus sumber paling tinggi ($THD I_L$ diatas 0.47%) dibandingkan Case 2 dan Case 3. Pada gangguan Case 3 menggunakan konfigurasi 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV dengan kendali PI/dual PI serta FS/dual FS mampu menghasilkan THD arus sumber paling rendah ($THD I_L$ maksimum 0.08%) dibandingkan Case 1 dan Case 2. Pada konfigurasi 1UPQC-1PV dengan tiga case gangguan, kendali FS mampu menghasilkan THD arus sumber lebih rendah dibandingkan kendali PI. Pada konfigurasi 2UPQC-2PV dengan tiga case gangguan, kendali Dual FS juga mampu menghasilkan THD arus sumber lebih rendah dibandingkan kendali dual PI. Konfigurasi 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV terhubung ke sistem satu phasa dengan kendali PI dan Dual PI serta FS and Dual FS pada tiga case gangguan, mampu menghasilkan THD arus sumber dibawah batas IEEE 519.



Gambar 20. Performansi daya aktif beban (P_L) dibawah kondisi tiga kasus gangguan

Gambar 20 menunjukkan bahwa sistem satu phasa menggunakan konfigurasi 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV dengan metode PI dan dual PI serta FS dan dual FS, gangguan Case 2 mampu menyalurkan daya aktif beban lebih tinggi (P_L di atas 399.6 W) dibandingkan Case 1 dan Case 3. Pada Case 3, konfigurasi 1UPQC-1PV dengan metode FS mampu menyalurkan daya aktif (P_L di atas 386.8 W) mendekati Case 1 (P_L di atas 386.7 W). Pada Case 3, konfigurasi 2UPQC-2PV dengan Dual FS juga mampu menyalurkan daya aktif (P_L di atas 378.6 W) mendekati Case 1 (P_L di atas 380.5 W).

C.2.4. Kesimpulan

Konfigurasi 2UPQC-2PV untuk meningkatkan performansi kualitas daya pada sistem distribusi satu phasa 220 V dan frekuensi 50 Hz sudah diimplementasikan dan divalidasi dengan konfigurasi 1UPQC-1PV. Konfigurasi 2UPQC-2PV diusulkan untuk mengantisipasi kegagalan kerja kedua inverter dalam salah satu rangkaian UPQC. Model yang diusulkan tanpa menggunakan kapasitor DC-link dan perannya diganti oleh pembangkit PV untuk menjaga tegangan output PV yang terhubung UPQC nilainya tetap konstan serta sekaligus menyalurkan daya ke beban selama gangguan pemutusan. Metode Dual-FS digunakan untuk mengatasi kelemahan kontrol Dual-PI dalam menentukan parameter optimum konstanta proporsional dan integral. Simulasi gangguan pada setiap konfigurasi 2UPQC-2PV dan 1UPQC-1PV masing-masing menggunakan Dual-FS dan Dual-PI berjumlah tiga yaitu Case 1 (S-Sag-NL), Case 2 (S-Swell-NL), Case 3 (S-Inter-NL). Konfigurasi 2UPQC-2PV dengan kendali dual PI dan dual FS, pada tiga case gangguan mampu menghasilkan perubahan tegangan

lebih besar, dibandingkan konfigurasi 1UPQC-1PV. Konfigurasi 2UPQC-2PV dan 1UPQC-1PV pada tiga case gangguan, kendali FS mampu menghasilkan THD tegangan beban dan THD arus sumber lebih rendah, dibandingkan kendali PI serta nilainya sudah memenuhi batas Standar IEEE 519. Konfigurasi 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV menggunakan metode dual PI dan dual FS dengan gangguan Case 2, mampu menyalurkan daya aktif beban lebih tinggi dibandingkan Case 1 dan Case 3. Pada Case 3, konfigurasi 1UPQC-1PV dan 2UPQC-2PV menggunakan metode PI dan FS juga mampu menyalurkan daya aktif mendekati nilai Case 1.

D. STATUS LUARAN: Tuliskan jenis, identitas dan status ketercapaian setiap luaran wajib dan luaran tambahan (jika ada) yang dijanjikan. Jenis luaran dapat berupa publikasi, perolehan kekayaan intelektual, hasil pengujian atau luaran lainnya yang telah dijanjikan pada proposal. Uraian status luaran harus didukung dengan bukti kemajuan ketercapaian luaran sesuai dengan luaran yang dijanjikan. Lengkapi isian jenis luaran yang dijanjikan serta unggah bukti dokumen ketercapaian luaran wajib dan luaran tambahan melalui BIMA.

1. Luaran Wajib makalah jurnal internasional bereputasi berjudul: "Dual Fuzzy-Sugeno Method to Enhance Power Quality Performance using Single Phase Dual UPQC-Dual PV without DC Link Capacitor" dipublikasi di Journal of King Saud University-Engineering Sciences-Scopus Q1, <https://www.journals.elsevier.com/journal-of-king-saud-university-engineering-sciences>. Status makalah saat ini adalah sudah submit per-tanggal 30 Nopember 2022 dari target luaran akhir Tahun 1 Accepted/Published.
2. Luaran Tambahan makalah jurnal berjudul: "Single Phase UPQC Integrated with Photovoltaic System Without DC-Link Capacitor using Fuzzy Logic Controller for Power Quality Improvement" dipublikasi di International Journal of Intelligent Engineering and System-Scopus Q2, <https://inass.org/publications/>. Status makalah saat ini adalah submit per-tanggal 12 Desember 2022 dari target luaran akhir Tahun 1 Accepted/Published.

E. PERAN MITRA: Tuliskan realisasi kerjasama dan kontribusi Mitra baik *in-kind* maupun *in-cash* (untuk Penelitian Terapan, Penelitian Pengembangan, PTUPT, PPUPT serta KRUP). Bukti pendukung realisasi kerjasama dan realisasi kontribusi mitra dilaporkan sesuai dengan kondisi yang sebenarnya. Bukti dokumen realisasi kerjasama dengan Mitra unggah melalui BIMA.

Skim Penelitian Dasar Kompetitif Nasional berjudul "Pengembangan Kendali Cerdas pada Sistem Unified Power Quality Conditioner (UPQC) Satu Fasa Disuplai oleh Pembangkit Photovoltaic-Battery Energy Storage (PV-BES) Untuk Meningkatkan Kualitas Daya pada Jaringan Distribusi Tegangan Rendah" (Tahun 2022 dan 2023) Tidak Mensyaratkan Keberadaan Mitra.

F. KENDALA PELAKSANAAN PENELITIAN: Tuliskan kesulitan atau hambatan yang dihadapi selama melakukan penelitian dan mencapai luaran yang dijanjikan, termasuk penjelasan jika pelaksanaan penelitian dan luaran penelitian tidak sesuai dengan yang direncanakan atau dijanjikan.

Peneliti sudah submit makalah luaran wajib PDKN Tahun 2022 (Tahun 1) per-tanggal 30 Nopember 2022. Untuk jurnal luaran wajib sudah ada jawaban dari pihak Journal of King Saud University-Engineering Sciences-Scopus Q1 bahwa makalah sudah memenuhi panduan penulisan dan sudah diterima oleh Editor In Chief Jurnal per-12 Desember 2022 untuk diproses lebih lanjut. Kendalanya lebih pada makalah luaran tambahan di International Journal of Intelligent Engineering and System-Scopus Q2. Pertimbangannya karena makalah baru disubmit per-tanggal 12 Desember 2022, sehingga penulis masih menunggu hasil review makalah tersebut yang dijadwalkan menunggu selama kurang lebih 1 bulan.

G. RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA: Tuliskan dan uraikan rencana penelitian di tahun berikutnya berdasarkan indikator luaran yang telah dicapai, rencana realisasi luaran wajib yang dijanjikan dan tambahan (jika ada) di tahun berikutnya serta *roadmap* penelitian keseluruhan. Pada bagian ini diperbolehkan untuk melengkapi penjelasan dari setiap tahapan dalam metoda yang akan direncanakan termasuk jadwal berkaitan dengan strategi untuk mencapai luaran seperti yang telah dijanjikan dalam proposal. Jika diperlukan, penjelasan dapat juga dilengkapi dengan gambar, tabel, diagram, serta pustaka yang relevan. Pada bagian ini dapat dituliskan rencana penyelesaian target yang belum tercapai.

1. Peneliti sudah submit makalah luaran wajib dan luaran tambahan PDKN Tahun 2022 (Tahun 1) ke Journal of King Saud University-Engineering Sciences-Scopus Q1 (per-tanggal 30 Nopember 2022) dan International Journal of Intelligent Engineering and System-Scopus Q2 (per-tanggal 12 Desember 2022). Makalah pertama sudah mendapat jawaban awal per-tanggal 12 Desember 2022 bahwa makalah sudah memenuhi panduan penulisan dan sudah diterima oleh Editor In Chief Jurnal. Untuk makalah kedua (luaran tambahan) penulis masih menunggu hasil review yang dijadwalkan menunggu selama kurang lebih 1 bulan karena makalah tersebut baru disubmit per-tanggal 12 Desember 2022.
2. Pada penelitian PDKN Tahun 2 (2023), peneliti akan melanjutkan desain dan implementasi UPQC satu fasa disuplai oleh PV dan BES dengan State of Charge (SoC) batere bervariasi mengikuti pola gangguan pada sisi beban dan sumber PLN. Peneliti juga melakukan uji hasil pengujian laboratorium terhadap simulasi kendali ANFIS pada sistem UPQC satu fasa disuplai oleh PV-BES menggunakan Matlab/Simulink.
3. Pada penelitian PDKN Tahun 2 (2023), peneliti menargetkan luaran publikasi jurnal internasional di Protection and Control of Modern Power Systems Scopus Q1 (Luaran Wajib-Acc/Pub), International Journal of Intelligent Engineering and System-Scopus Q2 (Luaran Tambahan-Acc/Pub), dan Buku Ber-ISBN (Draf Softcopy PDF).

H. DAFTAR PUSTAKA: Penyusunan Daftar Pustaka berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada laporan akhir yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka.

- B. Han, B. Hae, H. Kim, and S. Back, Combined Operation of Unified Power Quality Conditioner With Distributed Generation, IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 21, No. 1, Januari 2006. pp. 330-338, DOI: 10.1109/TPWRD.2005.852843.
- Vinod Khadkikar, Enhancing Electric Power Quality UPQC: A Comprehensive Overview, IEEE Transactions on Power Electronics, Vol. 27, No. 5, May 2012, pp. 2284-2297.
- V. Fernao Pires, D. Foito, A. Cordeiro and J. F. Martins, "PV Generators Combined with UPQC Based on a Dual Converter Structure", IEEE 26th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Edinburgh-UK, 19-21 June 2017, DOI: 10.1109/ISIE.2017.8001518.
- Raphael J. Millnitz dos Santos, Jean Carlo da Cunha, and Marcello Mezaroba, "A Simplified Control Technique for a Dual Unified PQ Conditioner, IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 61, No. 11, Nopember 2014, pp. 5851-5860. DOI: 10.1109/TIE.2014.2314055.
- Bruno W. Franca and Mauricio Aredes, "Comparison between Alpha-Beta and DQ-PI Controller Applied to IUPQC Operation", XI Brazilian Power Electronics Conference, Praiamar, Brazil 11-15 September 2011, DOI: 10.1109/COBEP.2011.6085231.
- Bruno W. Franca and Mauricio Aredes, "Comparisons between The UPQC and Its Dual Topology (iUPQC) in Dynamic Response and Steady-State", IECON 2011 - 37th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society, 07-10 November 2011, pp. 1-6, Melbourne, VIC, Australia, DOI: 10.1109/IECON.2011.6119485.
- Bruno W. Franca, Leonardo F. da Silva, and Maynara A. Aredes, "An Improved iUPQC Controller to Provide Additional Grid-Voltage Regulation as a STATCOM", IEEE Transactions on Industrial Electronics, Volume: 62, Issue: 3, 2015, pp. 1-8, DOI: 10.1109/TIE.2014.2345328.
- Sergio A. Oliveira da Silva, Leonardo B. G. Campanhol, Guilherme M. Pelz, and Vinicius de Souza, "Comparative Performance Analysis Involving a Three-Phase UPQC Operating with Conventional and Dual/Inverted Power-Line Conditioning Strategies", IEEE Transactions on Power Electronics, Volume: 35, Issue: 11, 2020, DOI: 10.1109/TPEL.2020.2985322.
- Nikhil S. Borse and Suhas M. Shembekar, "PQ Improvement using Dual Topology of UPQC", International Conference on Global Trends in Signal Processing, Information Computing and Communication (ICGTSPICC), Jalgaon, India, 22-24 Dec. 2016, pp. 428-431.

- Rodrigo Augusto Modesto, Sergio Augusto Oliveira da Silva, "Versatile Unified PQ Conditioner Applied to Three-Phase Four-Wire Distribution Systems Using a Dual Control Strategy", *IEEE Transactions on Power Electronics*, Volume: 31, Issue: 8, 2016, pp. 1-12.
- Rodrigo Augusto Modesto, Sergio Augusto Oliveira da Silva, Azauri Albano de Oliveira Júnior, "PQ Improvement using a Dual Unified PQ Conditioner/Uninterruptible Power Supply in Three-Phase Four-Wire Systems" *IET Power Electronics*, Volume: 8, Issue: 9, 2015, pp. 1595-1605.
- S.M. Fagundes and M. Mezaroba, "Reactive Power Flow Control of a Dual Unified PQ Conditioner", *IECON 2016 - 42nd Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society*, Florence, Italy, 23-26 Oct. 2016, pp. 1156-1161.
- S.M. Fagundes, F.L. Cardoso, E.V. Stangler, F.A.S. Neves, and M. Mezaroba, "A Detailed Power Flow Analysis of The Dual Unified Power Quality Conditioner (iUPQC) using Power Angle Control (PAC)", *Electric Power Systems Research*, 1 November 2020, pp. 1-12, <https://doi.org/10.1016/j.epsr.2020.106933>.
- S. Paithankar and R. Zende, "Comparison between UPQC, iUPQC and improved iUPQC", *Third International Conference on Sensing, Signal Processing and Security (ICSSS)*, 04-05 May 2017, pp. 61-64, Chennai, India, DOI: 10.1109/SSPS.2017.8071565.
- G. Mythily and S.V.R. Lakshmi Kumari, "Power Quality Improvement by IUPQC", *International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA)*, 11-12 July 2018, pp. 1280-1285, Coimbatore, India, DOI: 10.1109/ICIRCA.2018.8597191.
- S.P. Thota and S. K. Peddapelli, "Fuzzy Controller based Interline Unified Power Quality Conditioner (IUPQC) in Multi-feeder Systems", *International Conference on Engineering, Science, and Industrial Applications (ICESI)*, 22-24 August 2019, pp. 1-5, Tokyo, Japan, DOI: 10.1109/ICESI.2019.8862990.
- Kumari Sarita, Sachin Kumar, Aanchal Singh S. Vardhan, Rajvikram Madurai Elavarasan, R. K. Saket, G. M. Shafiullah, dan Eklas Hossain, (2020), *Power Enhancement With Grid Stabilization of Renewable Energy-Based Generation System Using UPQC-FLC-EVA Technique*, *IEEE Access*, Vol. 3, 2020, pp. 207443-207464, DOI: 10.1109/ACCESS.2020.3038313.
- Muhammad Alif Mansor, Kamrul Hasan, Muhammad Murtadha Othman, Siti Zaliha Binti Mohammad Noor, dan Ismail Musirin, (2020) *Construction and Performance Investigation of Three-Phase Solar PV and Battery Energy Storage System Integrated UPQC*, *IEEE Access*, Volume: 8, 2020. pp. 207443-207464 DOI: 10.1109/ACCESS.2020.2997056.
- Guilherme Masquetti Pelza, Sergio Augusto Oliveira da Silva, Leonardo Poltronieri Sampaio, "Distributed Generation Integrating a Photovoltaic-Based System with a Single- to Three-Phase UPQC Applied to Rural or Remote Areas Supplied by Single-Phase Electrical Power", *Electrical Power and Energy Systems*, Vol. 117 (2020) 105673, pp. 1-14, <https://doi.org/10.1016/j.ijepes.2019.105673>.
- Amirullah, Adi Soeprijanto, Adiananda, and Ontoseno Penangsang, "Power Transfer Analysis Using UPQC-PV System Under Sag and Interruption With Variable Irradiance", *2020 International Conference on Smart Technology and Applications (ICoSTA)*, Surabaya, Indonesia, 20 February 2020, pp. 1-7, DOI: 10.1109/ICoSTA48221.2020.1570615953.
- Leonardo B. G. Campanhol, Sergio A. O. da Silva and A. O. Azauri, "A Three-Phase Four-Wire Grid-Connected Photovoltaic System using a Dual Unified Power Quality Conditioner", *IEEE 13th Brazilian Power Electronics Conference and 1st Southern Power Electronics Conference (COBEP/SPEC)*, 29 November-2 December 2015, Fortaleza, Brazil, pp. 1-6, DOI: 10.1109/COBEP.2015.7420130.
- Abdullrahman A. Al-Shamma'a and Khaled E. Addoweesh, "Dual Unified Power Quality Conditioner Based on Open-Winding Transformers and Series Converters for Grid-Connected PV Systems" *9th IEEE-GCC Conference and Exhibition (GCCCE)*, 8-11 May 2017, Manama, Bahrain, pp. 1-6, DOI: 10.1109/IEEEGCC.2017.8448137.
- Amirullah, Adiananda, Ontoseno Penangsang, and Adi Soeprijanto, "A Dual UPQC to Mitigate Sag/Swell, Interruption, and Harmonics on Three Phase Low Voltage Distribution System" *Third International Conference on Vocational Education and Electrical Engineering (ICVEE)* 03-04 October 2020, Surabaya, Indonesia, pp. 1-6, DOI: 10.1109/ICVEE50212.2020.9243245.
- Amirullah, Adiananda, Ontoseno Penangsang, and Adi Soeprijanto, "Enhancing The Performance of Load Real Power Flow using Dual UPQC-Dual PV System based on Dual Fuzzy Sugeno Method", *International Journal on Electrical Engineering and Informatics*-Volume 13, Number 1, March 2021, pp. 21-56, DOI: 10.15676/ijeii.2021.13.1.2.
- Amirullah Amirullah, Adiananda Adiananda, Ontoseno Penangsang, and Adi Soeprijanto, "Load Active Power Transfer Enhancement Using UPQC-PV-BES System with Fuzzy Logic Controller", *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, Vol.13, No.2, 2020, pp. 330-349, DOI: 10.22266/ijies2020.0430.32.
- Yohanes Artha Setiawan and Amirullah Amirullah, "Implementation of Single-Phase DVR-BES Based on Unit Vector Template Generation (UVTG) to Mitigate Voltage Sag Using Arduino Uno and Monitored in Real-Time Through LabVIEW Simulation", *International Journal of Intelligent Engineering and Systems*, Vol.14, No.3, 2021, pp. 82-96, DOI: 10.22266/ijies2021.0630.08.

- Musa Yusup Lada, Othman Mohindo, Aziah Khamis, Jurifa Mat Lazi, and Irma Wani Jamaludin, 2011, Simulation Single Phase Shunt Active Filter Based on p-q technique using MATLAB/Simulink Development Tools Environment, in Proceedings of 2011 IEEE Applied Power Electronics Colloquium (IAPEC), 18-19 April 2011, Johor Bahru, Malaysia, pp. 159-164, DOI: 10.1109/IAPEC.2011.5779860.
- Mihir Hembram and Ayan Kumar Tudu, 2015, "Mitigation of Power Quality Problems using Unified Power Quality Conditioner (UPQC)", in Proceedings of Third International Conference on Computer, Communication, Control, and Information Technology (C3IT), 2015, Hooghly, India, 2015, pp.1-5, DOI: 10.1109/C3IT.2015.7060174.
- Agus Kiswantono, Eko Prasetyo, and Amirullah Amirullah, "Comparative Performance of Mitigation Voltage Sag/Swell and Harmonics Using DVR-BES-PV System With MPPT-Fuzzy Mamdani/MPPT-Fuzzy Sugeno", International Journal of Intelligent Engineering and Systems, Vol.12, No.2, 2019, pp. 222-235, DOI: 10.22266/ijies2019.0430.22.
- 1159-1995 Standards-IEEE Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality, 29.240.01-Power Transmission and Distribution Networks in General, 30 Nov 1995, pp. 1-70.