

SKRIPSI

ANALISIS FAKTOR DAYA DI PELABUHAN BIRINGKASSI

PT SEMEN TONASA UNIT V



DI SUSUN OLEH

OTTP MARIO

ANDRI PRATAMA

10582140714

10582135514

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019

ANALISIS FAKTOR DAYA DI PELABUHAN BIRINGKASSI

PT SEMEN TONASA UNIT V

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat

Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

Program Studi Teknik Elektro

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas teknik

Di susun dan di ajukan oleh

OTTP MARIO

10582140714

ANDRI PRATAMA

10582135514

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2019



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221
Website: www.unismuh.ac.id, e-mail: unismuh@gmail.com
Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **ANALISIS FAKTOR DAYA DI PELABUHAN BIRINGKASSI PT. SEMEN TONASA UNIT V**

Nama : 1. Otto Mario
2. Andri Pratama
Stambuk : 1. 10582 1407 14
2. 10582 1355 14

Makassar, 27 Juni 2019

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing,

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Andi Faharuddin, S.T.,M.T

Mengetahui,

Ketua Jurusan Elektro

Adrian, S.T., M.T.
NBM : 1044 202



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website: www.unismuh.ac.id, e_mail: unismuh@gmail.com

Website: <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
PENGESAHAN

Skripsi atas nama Otto Mario dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1407 14 dan Andri Pratama dengan nomor induk Mahasiswa 10582 1355 14, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0004/SK-Y/20201/091004/2019, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Selasa tanggal 25 Juni 2019.

Makassar, 23 Syawal 1440 H

27 Juni 2019 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

2. Penguji

a. Ketua : Ir. Abdul Hafid, M.T

b. Sekretaris : Adnani, S.T., M.T

3. Anggota : 1. Dr. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T., M.T

2. Suryani, S.T., M.T

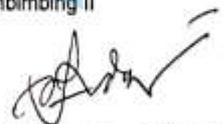
3. Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

Mengetahui :

Pembimbing I


Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Pembimbing II


Andi Fharuddin, S.T., M.T

Dekan


Ir. Hamzah Al Imran, S.T., M.T, IPM
NBM: 855 500

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan sarjanapada Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar. Salawat dan salam kepada Nabi Besar Muhammad SAW yang telah mengemban amanah Allah SWT kepada seluruh alam semesta, para sahabat, keluarga, dan para pengikutnya yang setia di jalan Allah SWT.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka menyelesaikan Program Studi pada Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir kami adalah: **“ANALISIS FAKTOR DAYADI PELABUHAN BIRINGKASSI PT SEMEN TONASA UNIT V”**

Dalam penulisan tugas akhir ini telah banyak hambatan dan rintangan yang penulis hadapi, namun dengan ketekunan untuk berusaha dan berdoa kepada Allah SWT sehingga laporan ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini disebabkan oleh penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik ditinjau dari segi teknis penulisan maupun dari perhitungan-perhitungan. Oleh karena itu, penulis menerima dengan ikhlas dan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Skripsi ini dapat terwujud berkata dan ya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, penulis mengucapkan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Ayahanda dan ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanannya dalam mendukung penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Hamzah Al Imran, ST.,MT.sebagai Dekan Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. IbuAdriani, ST.,MT sebagai Ketua Jurusan Fakultas Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar serta Ibu Rahmania, ST.,MT selaku sekretaris jurusan Teknik Elektro, terima kasih atas bantuannya selama ini.
4. Bapak Dr, IrZahir Zainuddin, M.Sc selaku Pembimbing I dan Bapak Andi Fharuddin, S.T, M.T selaku Pembimbing II, yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing kami menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik Elektro atas segala waktunya yang telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Bapak Dwi Catur Yanuari, bapak Wirawan Yusuf,bapak Ome Restullah,bapak Adnan, bapak Isak Paeran, Bapak Helton Yhoni, Bapak Herman yang telah banyak memberi masukan pada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
7. Rekan-rekan Tim pemeliharaan ELINS Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa yang membantu memberikan data-data terkait skripsi ini.

8. Teman-teman sesama mahasiswa Teknik Elektro Unismuh terimakasih atas bantuan dan dukungannya selama ini.

Semoga semua pihak tersebut mendapat pahala di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat memberikan manfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan negara.Amin.

Makassar, 18 Juni2019



Penulis

ABSTRAK

Motor induksi yang memiliki factor daya yang rendah akan menyebabkan kerugian yang sangat besar pada konsumen seperti halnya pada perusahaan perindustrian. Perusahaan perindustrian tidak dapat menghindar dari factor daya yang rendah, dikarenakan beban motor yang berbeda-beda. Faktordaya motor induksi akan menjadi baik apabila ia dibebani oleh beban penuh, namun disaat motor induksi dibebani dibawah beban nominalnya, maka factor daya total pada jaringan akan turun. Tujuan dari analisa factor daya ini adalah untuk mengetahui keadaan factor daya pada system kelistrikan di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V, dan untuk mengetahui dampak dari factor daya yang dilakukan melalui metode pengukuran langsung serta membandingkan antara data yang terukur dengan metode perhitungan (teori). Pada factor daya, metode yang digunakan yaitu dengan cara mencatat data pada setiap alat ukur di panel utama dan membandingkannya dengan metode perhitungan. Komparasi hasil pengukuran dan hasil perhitungan secara Teoritis dan memuat kesimpulan untuk dapat menentukan nilai selisih factor $\cos \phi$ dan besaran kapasitor bank untuk memperbaiki nilai $\cos \phi$. Oleh karena itu dibutuhkan analisa factor daya untuk memaksimalkan system jaringan distribusi yang handal, Mengurangi kehilangan distribusi (kwh) dalam jaringan instalasi pabrik serta meningkatkan kinerja motor induksi yang ada di area Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V. Dari hasil analisa factor daya di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V dapat ditarik kesimpulan yaitu nilai factor daya antara yang terukur dan terhitung hanya mempunyai selisih yang sangat kecil yaitu 7 %. Nilai factor daya pada panel tersebut masih dalam batas yang rasional karena menghampiri nilai satu (batas normal factor daya) sehingga dapat disimpulkan jika keadaan faktor daya pada system kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V dalam keadaan baik.

Kata kunci : Faktordaya, $\cos \phi$, kapasitor

ABSTRACT

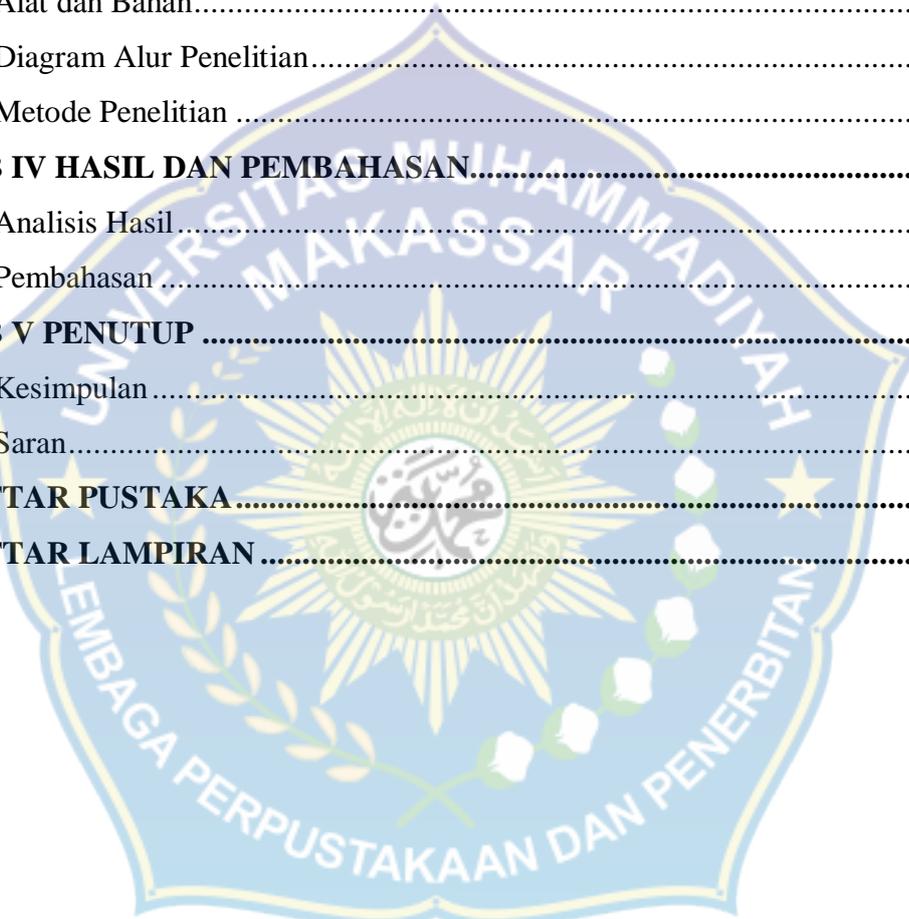
Induction motors that have a low power factor will cause huge losses to consumers such as in industrial companies. Industrial companies cannot avoid low power factors, due to different motor loads. Induction motor power factor will be good if it is loaded by full load, but when the induction motor is loaded under its nominal load, the total power factor in the network will decrease. The purpose of this power factor analysis is to determine the state of the power factor in the electrical system in Biringkassi Port PT Semen Tonasa Unit V, and to find out the impact of power factors carried out through direct measurement methods and comparing the measured data with the calculation method (theory). In the power factor, the method used is by recording data on each measuring instrument in the main panel and comparing it with the calculation method. The comparison of the measurement results and the results of theoretical calculations and contains conclusions to be able to determine the difference in the factor $\cos \phi$ and the amount of capacitor banks to correct the value of $\cos \phi$. Therefore a power factor analysis is needed to maximize a reliable distribution network system, reduce distribution loss (kwh) in the plant installation network and improve the performance of induction motors in the Biringkassi Port area of PT Semen Tonasa Unit V. From the results of factor load analysis in Biringkassi Port The conclusion of PT Semen Tonasa Unit V is that the value of the power factor between the measured (0.99) and calculated (0.94) only has a very small difference of 7%. The value of the power factor in the panel is still within a rational limit because it approaches the value of one (the normal limit of the power factor) so it can be concluded if the state of the power factor in the electricity system of Biringkassi Port PT Semen Tonasa Unit V is in good condition.

Keywords: Power factor, $\cos \phi$, capacitor

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK INDONESIA	iv
ABSTRAK INGGRIS	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR ISTILAH	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
1.6. Metode Pengumpulan Data.....	3
1.7. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II LANDASAN TEORI	
2.1. Gambaran Umum.....	5
2.2. Beba Linier.....	6
2.3. Efek Perubahan Beban.....	8
2.4. Daya dan Sistem Faktor Daya.....	9
2.5. Transformer Tiga Fasa.....	11

2.6. Generator	12
2.7. Sistem Tiga Fasa	13
2.8. Beban Tak Seimbang Pada Sistem Tiga Fasa.....	19
2.9. Sistem Kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V	21
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian.....	24
3.2. Alat dan Bahan.....	24
3.3. Diagram Alur Penelitian.....	25
3.4. Metode Penelitian	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	28
4.1. Analisis Hasil.....	28
4.2. Pembahasan	31
BAB V PENUTUP	36
5.1. Kesimpulan.....	36
5.2. Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
DAFTAR LAMPIRAN	38



DAFTAR GAMBAR

1. Hubungan antara daya, volt amper dan volt amper reaktif	10
2. Sistem penyaluran trafo.....	12
3. Diagram segaris sistem tenaga listrik berfasa tiga.....	13
4. Model kumparan hubungan delta dan bintang sistem tiga fase	14
5. Rangkaian equivalen dari beban-beban yang terhubung bintang (Y) yang di suplai oleh sistem tenaga listrik berfasa tiga yang juga terhubung bintang (Y)	15
6. Rangkaian equivalen dari beban tiga fasa yang terhubung delta (Δ) yang disuplai oleh suatu sistem tiga fasa yang terhubung bintang (Y)	16
7. Diagram fasor arus pada sistem tiga fasa	19
8. Diagram vektor yang digunakan untuk meneguraikan I_1 I_2 I_3 kedalam komponen X dan komponen Y.....	20
9. Gambar single line sistem kelistrikan pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V.....	23
10. Diagram skema penelitian	25
11. Bagan Alir proses penelitian.....	27
12. Singel line panel I	29
13. Singel line panel II	30
14. Penentuan besaran daya dengan metode trigonometris	33
15. Penentuan perbaikan faktor daya dengan metode trigonometris.....	33

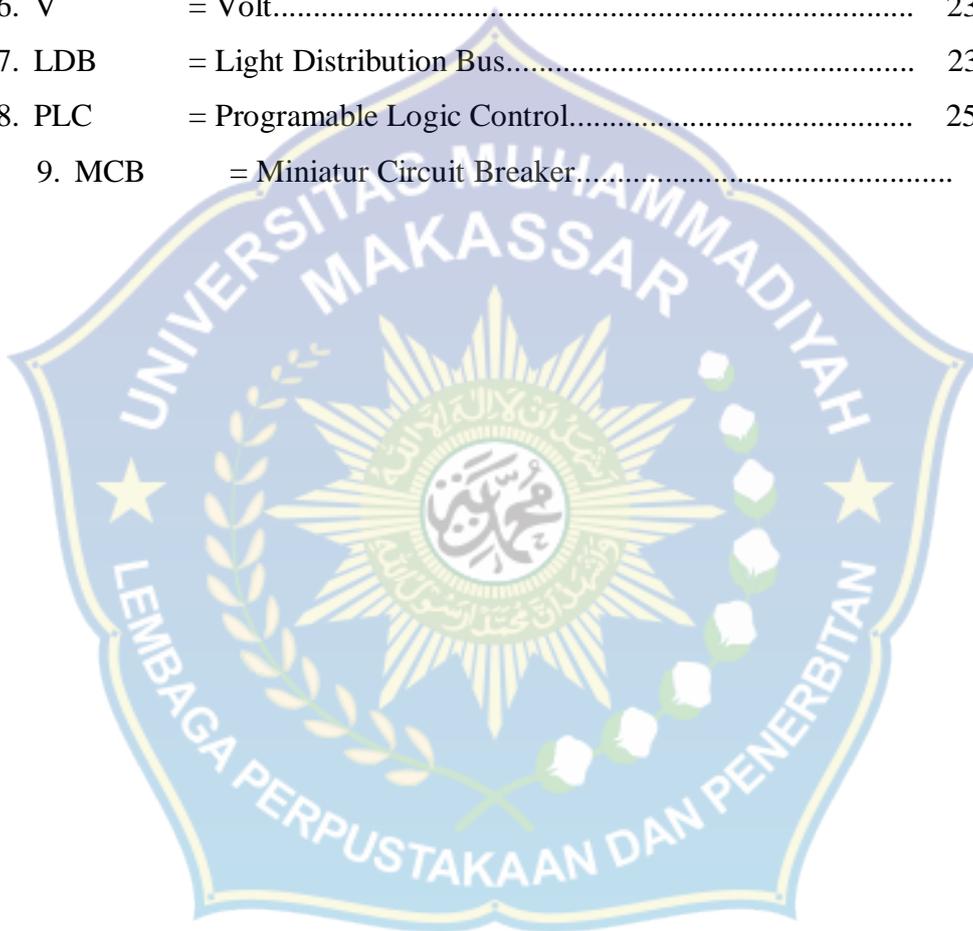
DAFTAR TABEL

1. Faktor daya pada beberapa jenis peralatan.....	11
2. Data operasional panel I (Motor 6 KV belt conveyor 01).....	28
3. Data operasional panel II (Motor 380 V Catodik protection jetty) PDB & LDB.....	29
4. Data perbandingan Cos phi terukur dan Cos phi terhitung Panel II.....	32



DAFTAR ISTILAH

1. PT	= Perseroan Terbatas.....	1
2. AC	= Air Condditioning.....	7
3. BTG	= Boiler Turbin Generator.....	21
4. kVA	= Kilo Volt Ampere.....	23
5. PDB	= Panel Distribution Bus.....	23
6. V	= Volt.....	23
7. LDB	= Light Distribution Bus.....	23
8. PLC	= Programable Logic Control.....	25
9. MCB	= Miniatur Circuit Breaker.....	25



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dengan semakin pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi mendorong terciptanya berbagai jenis hasil teknologi yang dapat memberikan fasilitas dan kemudahan pada hampir seluruh aktivitas manusia.

Akan tetapi, bukan saja sistem kelistrikan yang mempengaruhi cara kerja dari hasil-hasil teknologi tersebut namun begitu juga sebaliknya. Dengan hadirnya berbagai macam peralatan-peralatan baik listrik maupun elektronik berarti beragam pula efek yang diakibatkannya pada sistem kelistrikan. Hal ini akan menurunkan keandalan suatu sistem khususnya pada sistem tiga fasa yang biasanya mensuplai dengan beban- beban yang seimbang.

Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Uniit V merupakan salah satu Pelabuhan pendistribusian semen curah di kota Pangkep dimana dalam realitasnya tentu saja menggunakan berbagai jenis peralatan listrik dan elektronik dalam kapasitas yang besar untuk menunjang proses pendistribusian tersebut.

Untuk menjaga kestabilan pendistribusian semen curah , mengharuskan pihak Pelabuhan Biringkassi PT Semen tonasa Unit V untuk mengimbangnya dengan teknologi instalasi yang baik, hal ini harus diimbangi pula dengan ketersediaan sumber daya manusia yang memadai untuk menunjang perkembangan dan aktivitas dari teknologi tersebut.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu analisa mengenai keadaan-keadaan suatu sistem tenaga listrik dimana beban-beban itu dipasang agar dapat diketahui sebelum ditentukan solusi yang tepat dalam penanganannya.

Bertolak dari hal tersebut, maka penulis terdorong untuk mengadakan penelitian dengan judul “**Analisis Faktor Daya Di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V**”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasar dari latar belakang diatas, maka rumusan masalahnya yaitu bagaimanakah keadaan faktor daya pada sistem kelistrikan di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V ?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini membahas tentang faktor daya terhadap sistem kelistrikan tiga fase, maka pembahasannya dibatasi hanya pada pengaruh dari faktor daya terhadap sistem kelistrikan di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keadaan faktor daya pada sistem kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Dapat dijadikan sebagai acuan dalam merencanakan suatu evaluasi faktor daya pada suatu sistem listrik tiga fasa.

2. Menambah wawasan mengenai masalah faktor daya dalam suatu sistem kelistrikan.
3. Sebagai bahan referensi tentang penanggulangan masalah faktor daya pada sistem kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V.

1.6 Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Observasi

Yaitu suatu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan melakukan pengamatan/ pengukuran langsung terhadap objek yang diteliti.

2. Literatur

Yaitu suatu teknik pengumpulan data dengan jalan membaca dan menelusuri buku-buku serta literatur-literatur yang berkaitan dengan permasalahan.

3. Interview

Yaitu teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan jalan mengadakan wawancara langsung terhadap beberapa orang yang dinilai mempunyai pengetahuan yang lebih tentang objek yang diteliti.

1.7 Sistematika Penelitian

Tulisan ini terdiri dari empat bab, dimana setiap bab dilengkapi dengan sub-sub bab. Adapun sistematika penulisan atau komposisi bab dari tulisan ini yaitu meliputi :

BAB I : Pendahuluan

Merupakan bab pendahuluan yang berisikan tentang uraian *Latar Belakang Masalah, Rumusan Masalah, Batasan Masalah, Tujuan Penelitian, Manfaat Penelitian, Metode Penelitian dan Sistematika Penelitian.*

BAB II : Tinjauan Pustaka

Memuat uraian mengenai *Tinjauan Pustaka*, yang berisikan tentang uraian *Umum, Beban dalam Sistem Tenaga Listrik, Efek Perubahan Beban, Daya dan Sistem Faktor Daya, Transformator Tiga Fase, Generator, Sistem Tiga-Fase dan Beban tak Seimbang pada Sistem Tiga-Fase, Serta Sistem Kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V.*

BAB III : Metode Penelitian

Memuat uraian tentang perencanaan penelitian , yang diuraikan dalam enam sub-sub judul, yaitu : *Waktu dan tempat penelitian, Data dan variabel penelitian, Peralatan dan bahan, Skema penelitian , Langkah penelitian.*

BAB IV: Hasil dan Pembahasan

Memuat uraian tentang *analisa dan Pembahasan* faktor daya di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V .

BAB V : Penutup

Merupakan bab penutup yang berisikan *Kesimpulan dan Saran.*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Suatu sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama yaitu pusat pembangkit listrik, saluran transmisi, dan sistem distribusi. Saluran transmisi merupakan rantai penghubung antara pusat pembangkit listrik dengan sistem distribusi. Suatu sistem distribusi menghubungkan semua beban yang terpisah satu dengan yang lain kepada saluran transmisi.

Dilihat dari segi penggunaannya, maka beban listrik terbagi atas 2 bagian besar yaitu, untuk keperluan rumah tangga dan keperluan industri. Kebutuhan daya sepanjang hari tidak tetap, maksudnya kebutuhan daya untuk malam hari lebih besar dari siang hari. Oleh karena itu kebutuhan akan tenaga listrik dikantor-kantor, dirumah-rumah maupun di industri itu tidak tetap selama 24 jam.

2.2 Beban dalam Sistem Tenaga Listrik

Dalam sistem tenaga listrik dikenal dua jenis beban yaitu beban linier dan beban non linier. Beban linier adalah beban yang memberikan bentuk gelombang keluaran yang linier artinya arus yang mengalir sebanding dengan impedansi dan perubahan tegangan. Sedangkan beban non linier adalah beban yang bentuk gelombang keluarannya tidak sebanding dengan tegangan dalam setiap setengah siklus sehingga bentuk gelombang arus maupun tegangan keluarannya tidak sama dengan gelombang masukannya.

2.2.1 Beban Linier

Beban-beban linier dapat berupa pemanas resistif, lampu pijar, motor induksi kecepatan konstan, motor sinkron, dan sebagainya. Beban linier mempunyai beberapa unsur tahanan, yaitu :

Resistansi (R), Induktansi (L), dan Kapasitansi (C). Setiap unsur-unsur tahanan tersebut mempunyai sifat-sifat tersendiri apabila dialiri arus bolak-balik (ac), sifat-sifat dari unsur tersebut adalah sebagai berikut :

a) *Resistansi (R)*

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam satu rangkaian. Sesuai dengan namanya resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dari hukum Ohm diketahui, resistansi berbanding terbalik dengan jumlah arus yang mengalir melaluinya. Satuan resistansi dari suatu resistor disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega).

Spesifikasi lain yang perlu diperhatikan dalam memilih resistor pada suatu rancangan selain besar resistansi adalah besar watt-nya. Karena resistor bekerja dengan dialiri arus listrik, maka akan terjadi disipasi daya berupa panas sebesar $W=I^2R$ watt. Semakin besar ukuran fisik suatu resistor bisa menunjukkan semakin besar kemampuan disipasi daya resistor tersebut.

b) Induktansi (L)

Apabila beban bersifat tahanan induktif murni maka akan menghasilkan arus yang tertinggal 90° dari tegangan sumber (*lag*), reaktansi induktif disebabkan karena induksi diri dari kumparan. Pada umumnya tahanan induktif tidak selalu merupakan tahanan induktif murni yang terdapat pada peralatan–peralatan listrik, akan tetapi selalu ada tahanan resistif yang merupakan tahanan jenis dari beban yang digunakan.

Rangkaian induktif biasanya berbentuk kumparan, seringkali dililitkan pada inti magnetik. Rangkaian yang mempunyai induktansi contohnya adalah beban-beban yang mempergunakan motor induksi untuk keperluan AC (Air Conditioning), lift, pompa air, atau peralatan pintal untuk konsumen yang bergerak dibidang industri tekstil.

c) Kapasitansi (C)

Kapasitansi adalah sifat dari penghantar listrik yang ditandai dengan kemampuannya untuk menyimpan muatan listrik. Kapasitor dirancang untuk menyediakan kapasitansi pada rangkaian listrik untuk menyimpan energi dalam medan listrik antar dua konduktor yang dipisahkan oleh media dielektrik.

Tahanan dikatakan bersifat kapasitif apabila arus yang dihasilkan mendahului tegangan sumber atau (*lead*) terhadap sumber. Apabila tahanan bersifat kapasitif murni maka arus akan mendahului tegangan sebesar 90° , contoh tahanan kapasitif adalah kapasitor.

2.2.2 Beban Non Linier

Beban non linier umumnya merupakan peralatan elektronik yang didalamnya banyak terdapat komponen semi konduktor. Proses kerja ini akan menghasilkan gangguan atau distorsi gelombang arus yang tidak sinusoidal. Bentuk gelombang ini tidak menentu dan dapat berubah menurut pengaturan pada parameter komponen semi konduktor dalam peralatan elektronik.

2.3 Efek Perubahan Beban

“Bila beban yang dicatu oleh sebuah rangkaian berubah, tegangan jatuh pada saluran juga berubah. Karenanya tegangan sepanjang saluran tersebut berfluktuasi, jika hal ini sering terjadi maka perubahan-perubahan tersebut dapat mengganggu beban yang lain dan juga berpengaruh pada cara kerja alat-alat seperti instalasi komputer yang catu dayanya peka terhadap fluktuasi tegangan.

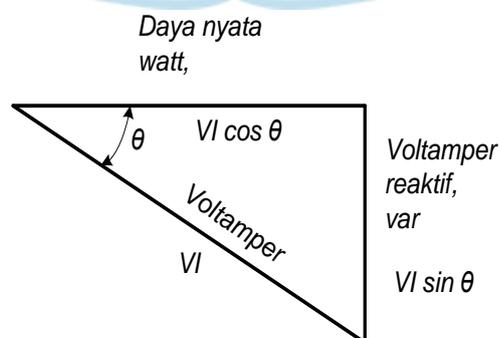
Yang paling peka terhadap fluktuasi tegangan adalah lampu pijar. Sinar yang dikeluarkan oleh kawat wolfram dari lampu sangat peka terhadap perubahan tegangan batas dari lampu, dan setiap perubahan dari tegangan akan terlihat berupa kedipan. Fluktuasi masing-masing beban tiap fasa dalam sistem tiga fasa berakibat adanya tegangan jatuh yang tiba-tiba pada titik lain dalam rangkaian sehingga dapat berpengaruh pada peralatan yang lain dalam satu saluran”.(AS Pabla, Hadi Abdul, Ir. 1994. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Erlangga. Jakarta).

2.4 Daya dan Sistem Faktor Daya

“Dalam sistem tenaga listrik dikenal tiga jenis daya yaitu daya aktif (Watt), daya reaktif (VAR), dan daya semu (VA). Daya yang didistribusikan oleh pusat-pusat pembangkit listrik, itu dalam bentuk daya semu (VA). Daya semu merupakan daya yang tidak terpakai tetapi dapat digunakan dalam sistem distribusi energi.

Daya aktif (Watt) merupakan daya yang diserap oleh beban akibat adanya tahanan resistif (R) sedangkan daya reaktif (VAR) merupakan daya yang diserap oleh beban akibat adanya tahanan reaktif (X_L atau X_C), daya reaktif merupakan bilangan imajiner sehingga tidak dapat dijumlahkan secara langsung dengan penjumlahan biasa. Maka untuk mencari besarnya daya semu yang dibentuk oleh daya aktif dan daya reaktif digunakan penjumlahan secara vektor. Hal ini dapat dijelaskan dengan menggunakan suatu metoda grafis yang mana metode ini sangat sering digunakan dalam perhitungan besaran bolak-balik”.(Chi Kong Tse. 2002. *Analisis Rangkaian Linear*. Erlangga: Jakarta).

Penggambaran secara grafis dari ketiga jenis daya tersebut dikenal dengan *segitiga daya* seperti terlihat pada gambar 2.1 berikut ini :



Gambar 2.1 Hubungan antara daya, voltamper dan voltamper reaktif

“Sudut θ adalah sudut fase rangkaian, alas segitiga menyatakan daya nyata, tingginya menyatakan voltamper reaktif dan hipotenusa menyatakan voltamper. Oleh karena voltamper sama dengan VI, daya nyatanya adalah $VI \cos \theta$, dan voltamper reaktifnya $VI \sin \theta$ ”. (Lister, Eugne C. 1993. *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Edisi keenam. Erlangga: Jakarta). Juga terjadi hubungan sebagai berikut:

$$\text{Voltamper} = \sqrt{(\text{daya})^2 + (V\text{Areaktif})^2}$$

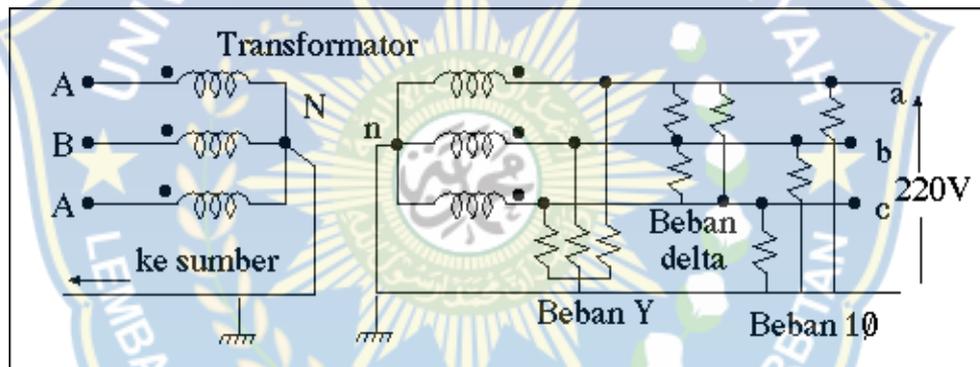
Sudut yang dibentuk oleh daya aktif dan daya semu dikenal sebagai faktor daya. Dengan semakin kecilnya nilai faktor daya maka akan semakin besar daya semu yang diserap oleh suatu peralatan listrik. Dengan demikian tarif untuk keperluan energi juga semakin besar. Perkiraan rata-rata faktor daya pada macam-macam peralatan dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1 Faktor daya pada beberapa jenis peralatan

No.	Jenis Peralatan	Faktor Daya
1	Lampu fluorescent	0,6 – 0,8
2	Kipas angin	0,5 – 0,8
3	Pemanas induksi	~ 0,85
4	Las listrik	0,3 – 0,5
5	Motor-motor induksi	0,55 – 0,85

2.5 Transformator Tiga Fase

Trafo merupakan suatu peralatan listrik statis, yang merubah energi listrik dari tingkat tegangan yang satu ke tingkat tegangan yang lain. Adanya alat ini memungkinkan untuk menghasilkan energi listrik pada tegangan yang relatif rendah dan mentransmisikannya pada tegangan tinggi dan arus yang rendah. Trafo terdiri dari dua atau lebih kumparan yang listriknya terisolasi namun kemagnetannya tersambungkan. Kumparan primernya dihubungkan ke sumber daya dan kumparan sekundernya dihubungkan ke beban.



Gambar 2.2 Sistem penyaluran trafo

2.6 Generator

Generator adalah sebuah mesin listrik yang mengubah energi mekanik menjadi energi listrik. Generator ini terdiri dari dua bagian utama yaitu stator dan rotor dan mempunyai kumparan jangkar pada stator dan kumparan medan pada rotor.

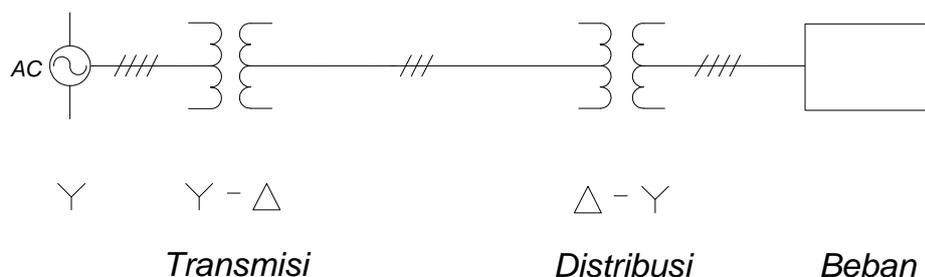
Berdasarkan medan putarnya, generator dibedakan menjadi dua macam, generator sinkron dan generator asinkron. Apabila kumparan medan pada rotor dikopel dengan poros penggerak mula (turbin) sehingga berputar dengan

kecepatan putar tertentu maka pada kumparan jangkar stator terinduksi fluks magnet yang berputar dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan putar rotor, maka kejadian ini dikatakan kondisi sinkron. Sedangkan apabila kecepatan putar medan magnet tidak sama dengan kecepatan putar rotor maka disebut sebagai generator asinkron.

2.7 Sistem Tiga-Fase

“Rangkaian tiga-fase semata-mata hanyalah gabungan dari rangkaian satu fase. Oleh sebab itu maka hubungan arus, tegangan dan daya dari rangkaian tiga-fase seimbang dapat dipelajari dengan menggunakan aturan satu fase terhadap bagian-bagian komponen rangkaian tiga fase.

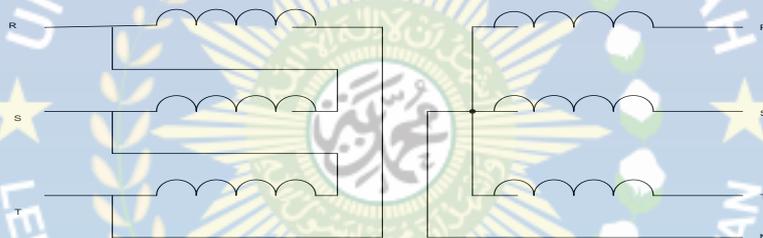
Walaupun daya yang dicatukan pada setiap fase dari ketiga fase rangkaian tiga-fase berdenyut, tetapi dapat dibuktikan bahwa jumlah daya tiga-fase yang dicatukan pada rangkaian tiga-fase seimbang adalah konstan. Oleh sebab itu, karakteristik kerja dari peralatan tiga-fase, secara umum, lebih baik daripada peralatan satu fase”. (Lister, Eugne C. 1993. *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Edisi keenam. Erlangga: Jakarta). Pada gambar 2.3 memperlihatkan sebuah diagram segaris sistem tenaga listrik berfase tiga.



Gambar 2.3 Diagram segaris sistem tenaga listrik berfase tiga

Pada sistem tiga fasa dikenal dua metode interkoneksi, metode ini meliputi hubungan bintang (Y) dan hubungan delta (Δ) yang sering digunakan pada transformator-transformator transmisi maupun distribusi karena alasan pertimbangan ekonomi.

Pada hubungan bintang terdapat empat buah penghantar dimana terdapat penghantar netral. Salah satu dari fungsi penghantar netral pada sistem tiga fasa yang terhubung bintang adalah untuk melayani beban-beban satu fasa. Gambar 2.4 memperlihatkan bagaimana model kumparan-kumparan dari sistem tiga fasa secara delta dan bintang.



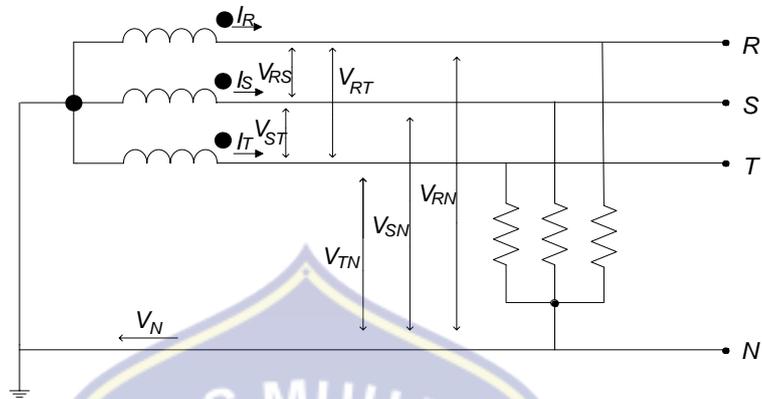
Gambar 2.4 Model kumparan hubungan delta dan bintang sistem tiga fasa

2.7.1 Tegangan dan Arus Pada Sistem Tiga Fasa Beban Seimbang

Rangkaian tiga fasa dikatakan mempunyai beban seimbang apabila pada setiap fasanya terdapat beban-beban yang sama atau dengan kata lain mempunyai beban yang identik ditiap fasanya.

a. Hubungan Bintang

Rangkaian ekivalen (equivalent circuit) dari beban-beban yang terhubung bintang (Y) yang disuplai oleh sistem tenaga listrik berfasa tiga yang juga terhubung bintang (Y) digambarkan pada gambar 2.5 sebagai berikut :



Gambar 2.5 Rangkaian ekuivalen dari beban-beban yang terhubung bintang (Y) yang disuplai oleh sistem tenaga listrik berfasa tiga yang juga terhubung bintang (Y).

Tegangan dari dua titik fasa disebut tegangan line (V_L) dan arus yang mengalir disetiap fasanya adalah arus line (I_L). Tegangan antara titik fasa dan titik netral disebut tegangan fasa (V_{ph}) dan arusnya disebut arus fasa (I_{ph}).

Besarnya tegangan dan arus untuk beban seimbang yang terhubung bintang (Y) dapat dituliskan dalam persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$V_L = \sqrt{3} \times V_{ph} \dots \dots \dots (2.1)$$

$$I_L = I_{ph}$$

$$I_N = I_R + I_S + I_T = 0 \dots \dots \dots (2.2)$$

Dengan :

$$V_L = V_{RS} = V_{ST} = V_{RT} = \text{Tegangan fasa ke fasa (Volt)}$$

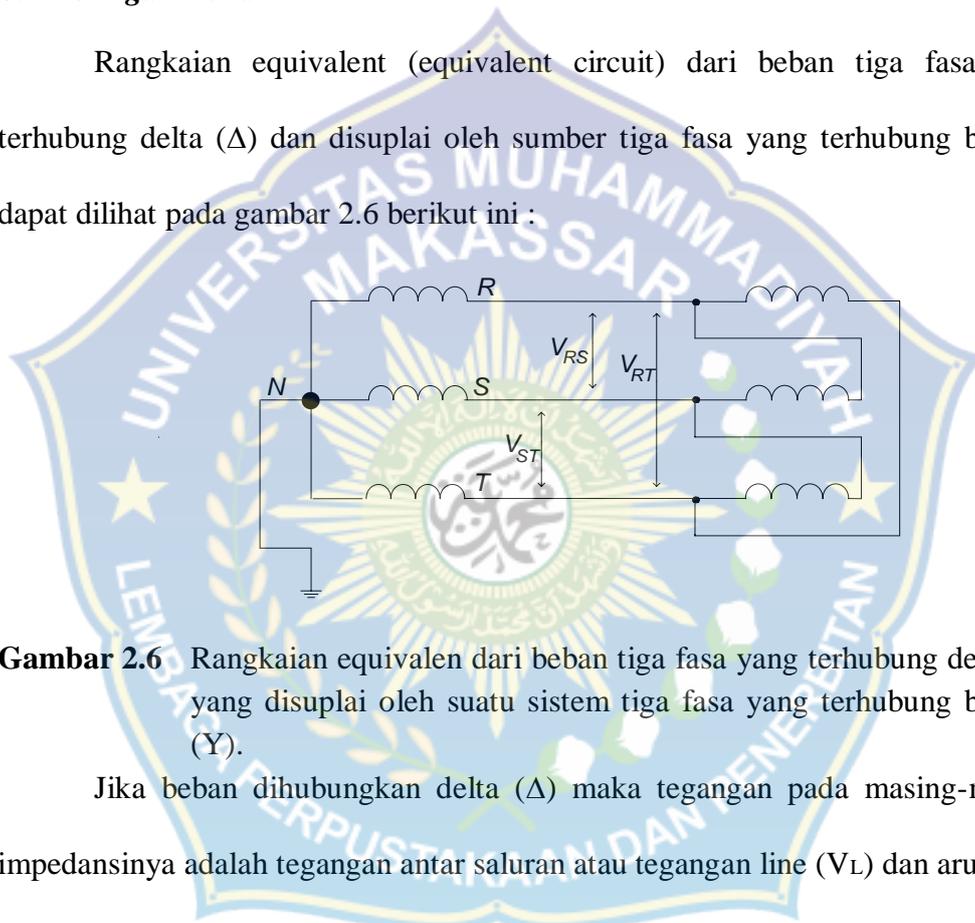
$$V_{ph} = V_{RN} = V_{SN} = V_{TN} = \text{Tegangan fasa ke netral (Volt)}$$

$$I_N = \text{Arus pada kawat netral (Ampere)}$$

Pada keadaan beban seimbang arus yang mengalir ke kawat netral adalah nol karena penjumlahan arus pada setiap fasanya akan saling meniadakan. Dalam bentuk diagram fasor arus yang dibentuk oleh ketiga fasanya membentuk sebuah rangkaian tertutup.

b. Hubungan Delta

Rangkaian equivalent (equivalent circuit) dari beban tiga fasa yang terhubung delta (Δ) dan disuplai oleh sumber tiga fasa yang terhubung bintang dapat dilihat pada gambar 2.6 berikut ini :



Gambar 2.6 Rangkaian equivalent dari beban tiga fasa yang terhubung delta (Δ) yang disuplai oleh suatu sistem tiga fasa yang terhubung bintang (Y).

Jika beban dihubungkan delta (Δ) maka tegangan pada masing-masing impedansinya adalah tegangan antar saluran atau tegangan line (V_L) dan arus yang mengalir lewat masing-masing impedansi sama dengan besarnya arus saluran dibagi $\sqrt{3}$, atau dapat ditulis dengan persamaan sebagai berikut :

$$V_{PH} = V_L$$

$$I_L = \sqrt{3} \times I_{ph} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dengan : V_{PH} = Tegangan fasa ke netral (Volt)
 V_L = Tegangan fasa ke fasa (Volt)

$I_L =$ Arus line (Ampere)

$I_{PH} =$ Arus fasa (Ampere)

2.7.2 Daya Pada Rangkaian Tiga Fasa Seimbang

Daya total yang diserap oleh suatu beban tiga fasa dapat diperoleh secara mudah dengan menjumlahkan ketiga fasa tersebut. Dalam suatu rangkaian seimbang ini sama saja dengan tiga kali daya fasa yang mana juga, karena daya pada semua fasa adalah sama. Maka daya tiga fasa total dapat ditulis :

$$P = 3 \times V_{ph} \times I_{ph} \times \cos \phi \dots\dots\dots(2.4)$$

$$P = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \cos \phi \dots\dots\dots(2.5)$$

Total daya reaktif (VAR) adalah :

$$Q = 3 \times V_{ph} \times I_{ph} \times \sin \phi \dots\dots\dots(2.6)$$

$$Q = \sqrt{3} \times V_L \times I_L \times \sin \phi \dots\dots\dots(2.7)$$

Besarnya daya semu (VA) adalah :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \dots\dots\dots(2.8)$$

Dengan :

S = Daya Semu (VA)

P = Daya Aktif (Watt)

Q = Daya Reaktif (VAR)

2.7.3 Faktor Daya

Faktor daya adalah perbandingan antara daya aktif (kW) dengan daya total (kVA), atau kosinus sudut antara daya aktif dan total. Daya reaktif yang tinggi akan meningkatkan sudut ini dan sebagai hasilnya faktor daya akan menjadi lebih rendah. Harga faktor daya bergantung pada besarnya beda fase antara arus dengan tegangan, jika arus dan tegangan sefase, daya sama dengan $I \times V$ atau dengan perkataan lain faktor dayanya satu. Jika arus dan tegangan berbeda fase 90° seperti pada rangkaian kapasitif atau induktif murni, faktor dayanya nol.

Untuk mengurangi besarnya daya semu atau dengan kata lain menaikkan nilai faktor daya (perbaikan faktor daya), dapat dilakukan dengan menggunakan kapasitor yang dihubungkan ke beban baik secara seri maupun paralel. Hal ini dilakukan karena kapasitor dapat menurunkan reaktansi induktif. Pemakaian daya yang terbaik apabila $VA = \text{Watt}$ atau Faktor daya sama dengan 1 (satu).

Jika kondensator-kondensator yang digunakan dihubungkan bintang, tegangan tiap-tiap kondensator akan sama dengan $1/\sqrt{3} V_L$ dan arusnya sama dengan I_L . Jika kondensator-kondensator tersebut dihubungkan delta, tegangan tiap-tiap kondensator akan sama dengan V_L , dan arus masing-masing kondensator sama dengan $1/\sqrt{3} I_L$. (Watkins,A.J., Parton,R.K. 2004. *Perhitungan Instalasi Listrik*. Volume 3. Erlangga:Jakarta.). Jadi kapasitansi masing-masing kondensator baik secara hubung bintang maupun delta sama dengan :

$$C = \frac{10^6}{2\pi \times 50 \times X_c} \dots \dots \dots (2.9)$$

2.8 Beban tak Seimbang Pada Sistem Tiga Fasa

Setiap beban tiga fasa yang impedansinya berbeda ditiap fasa, dikatakan beban tak seimbang. Bila beban tiga fasa mempunyai beban-beban yang berbeda ditiap fasanya maka cara trigonometris dapat digunakan untuk mengetahui besaran besaran arus, tegangan dan dayanya. Ketidakseimbangan beban antara hubungan delta (Δ) dengan bintang (Y) berbeda.

Pada sistem tiga fasa hubungan bintang, beban tak seimbang menyebabkan mengalirnya arus pada penghantar netral. Hal ini dapat dijelaskan melalui gambar 2.7 cara trigonometris seperti dibawah ini :



Gambar 2.7 Diagram Fasor arus pada Sistem tiga fasa

“Besarnya arus yang mengalir pada penghantar netral adalah jumlah arus yang mengalir di tiap fasanya. Jadi untuk beban seimbang dalam hubungan bintang (Y) jumlah arus yang mengalir pada penghantar netral adalah nol, dan untuk beban tak seimbang jumlah arus yang mengalir pada penghantar netral tergantung dari jumlah arus dan sudut yang dibentuk oleh arus terhadap tegangan

ditiap fasanya. Hubungan delta (Δ) hanya digunakan untuk beban yang seimbang. Beban yang tidak seimbang akan menyebabkan kesalahan penempatan arus”. (William D. Stevenson. Jr., 1984. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Edisi ke-Empat. Erlangga, Jakarta). Untuk menentukan besarnya arus yang mengalir pada penghantar netral pada rangkaian tiga fasa tak seimbang maka dapat juga digunakan cara seperti berikut ini :

“Untuk mencari nilai I_N digunakan cara penjumlahan vektoris, dengan menguraikan I_1 , I_2 , dan I_3 kedalam komponen X dan komponen Y”. (Watkins,A.J., Parton,R.K. 2004. *Perhitungan Instalasi Listrik*. Volume 3. Erlangga: Jakarta.).



Gambar 2.8 Diagram Vektor yang digunakan untuk menguraikan I_1 , I_2 , dan I_3 kedalam komponen X dan komponen Y.

$$\text{Komponen X} = I_3 \cos 30^\circ - I_1 \cos 30^\circ$$

$$\text{Komponen Y} = I_2 - I_3 \sin 30^\circ - I_1 \sin 30^\circ$$

$$\text{Maka } I_N = \sqrt{X^2 + Y^2} \dots \dots \dots (2.10)$$

Jadi besarnya arus yang mengalir pada penghantar netral adalah sebesar I_N .

2.9 Sistem Kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V

Suatu sistem tenaga listrik terdiri dari tiga bagian utama yaitu pusat pembangkit listrik, saluran transmisi, dan sistem distribusi. Saluran transmisi merupakan rantai penghubung antara pusat pembangkit listrik dengan sistem distribusi. Suatu sistem distribusi menghubungkan semua beban yang terpisah satu dengan yang lain kepada saluran transmisi.

Dilihat dari segi penggunaannya, maka beban listrik terbagi atas 2 bagian besar yaitu, untuk keperluan rumah tangga dan keperluan industri. Kebutuhan daya sepanjang hari tidak tetap, maksudnya kebutuhan daya untuk malam hari lebih besar dari siang hari. Oleh karena itu kebutuhan akan tenaga listrik dikantor-kantor, dirumah-rumah maupun di industri itu tidak tetap selama 24 jam.

Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V menggunakan berbagai jenis peralatan listrik dan elektronik dalam kapasitas yang cukup besar dan tentunya beraneka ragam untuk menunjang segala aktivitas. Hal ini wajar sebagai imbas dilihat dari sisi penggunaannya sebagai salah satu pusat pendistribusian semen curah PT Semen Tonasa.

Untuk memenuhi kebutuhan akan energi listrik tersebut, sistem kelistrikan di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V menggunakan sumber tenaga yaitu dari Pembangkit Listrik Mandiri PT Semen Tonasa BTG (Boiler Turbin Generator) . Dalam penyalurannya menggunakan tiga buah panel utama dimana panel-panel tersebut disuplai oleh jala-jala distribusi dari BTG. Besarnya daya yang di suplai BTG sebesar 22 KVA 1,5MW.

Setiap panel utama tersebut terbagi lagi dalam beberapa panel cabang yang melayani sejumlah beban di beberapa tempat. Panel-panel utama Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V ditempatkan secara terpisah dalam artian dua panel utama tersebut berada di satu tempat di lantai satu bagian barat dan satu panel sisanya diletakkan di ruangan lain di lantai satu bagian timur . Alasannya selain memudahkan para teknisi untuk memeriksa keadaan tiap-tiap panel, juga untuk mengefisienkan waktu dan tenaga. Adapun gambar sistem kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V secara umum dapat dilihat pada gambar 2.9



Gambar 2.9 Gambar single line system kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen tonasa Unit V.

Adapun keterangan gambar dari panel-panel utama tersebut adalah sebagai berikut :

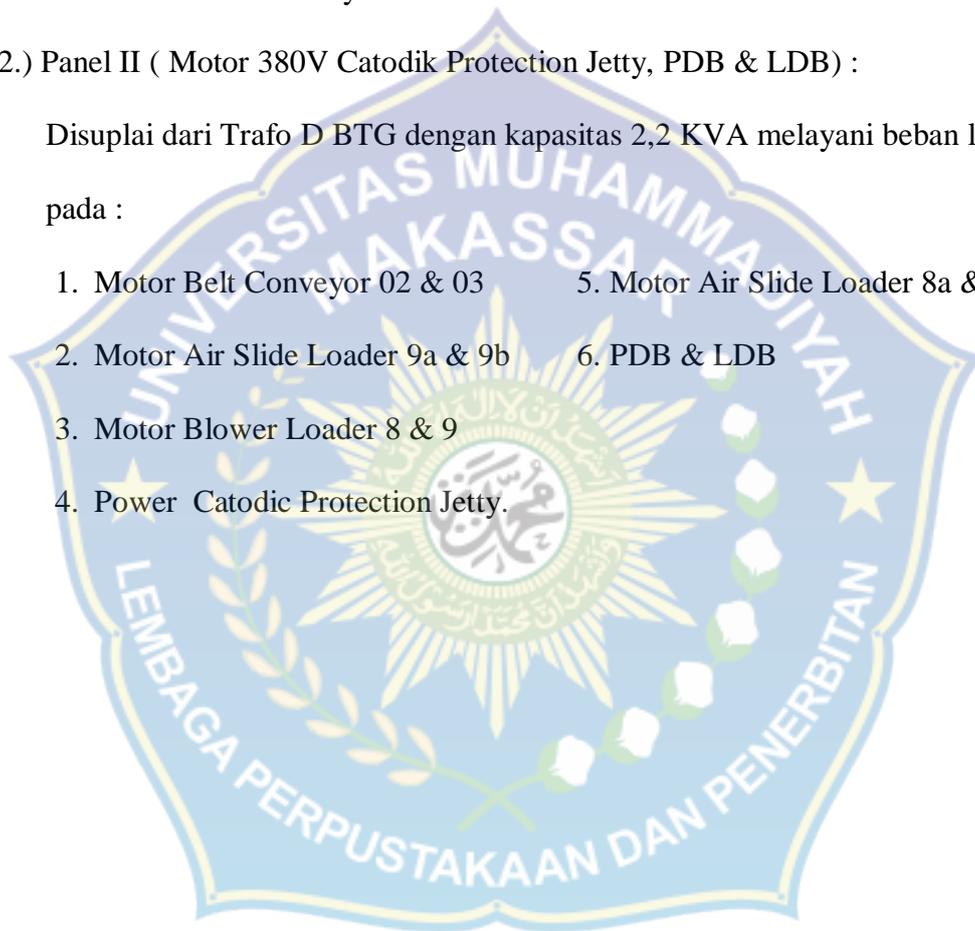
1.) Panel I (Motor 6KV Belt Conveyor 01) :

Disuplai dari Trafo C dengan kapasitas 6 KVA melayani beban listrik pada Motor 6KV Belt conveyor 01

2.) Panel II (Motor 380V Catodik Protection Jetty, PDB & LDB) :

Disuplai dari Trafo D BTG dengan kapasitas 2,2 KVA melayani beban listrik pada :

1. Motor Belt Conveyor 02 & 03
2. Motor Air Slide Loader 9a & 9b
3. Motor Blower Loader 8 & 9
4. Power Catodic Protection Jetty.
5. Motor Air Slide Loader 8a & 8b
6. PDB & LDB



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

1. Waktu

Penelitian tugas akhir ini dilaksanakan selama 2 hari pada bulan bulan April 2019

2. Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilakukan di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Beberapa peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

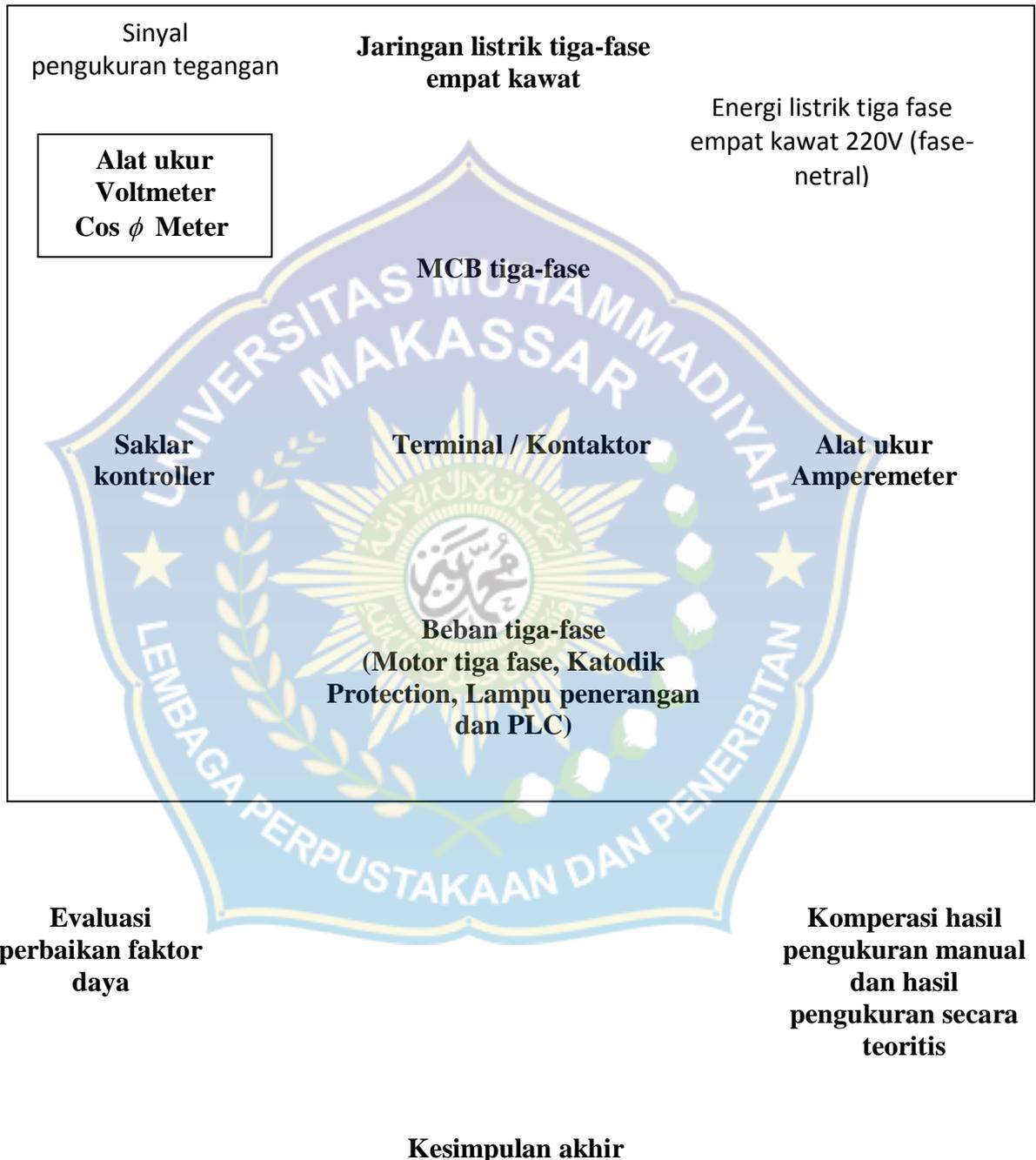
Amperemeter digital 2000A	2 buah
Multimeter digital	1 buah
Cos phi meter	1 buah
Tool Set	

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah buku serta jurnal yang terlampir pada daftar pustaka yang akan digunakan sebagai referensi dalam melakukan perhitungan secara teoritis dimana hasil dari perhitungan tersebut akan dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung terhadap objek yang akan diteliti, Yaitu Panel I (MOTOR 6KV BELT CONVEYOR 01), Panel II (MOTOR 380V, CATODIK PROTECTION JETTY, PDB & LDB).

3.3 Skema Penelitian

Secara garis besar skema penelitian yang akan dilakukan, diperlihatkan pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram skema penelitian

3.4 Langkah Penelitian

Secara garis besar tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini di tunjukkan pada bagan alir berikut.

Mulai

Mengidentifikasi masalah

Bagaimana pengaruh factor daya terhadap beban yang ada pada system kelistrikan pelabuhan biringkassi tonasa unit v

Studi Pustaka

Mencari dan menganalisis jurnal dan buku terkait sistem tiga-fase simetris, beban linier dan nonlinier, harmonik, serta karakteristik beban

Perencanaan teknik dan metode yang akan digunakan dalam penelitian

Pengukuran bahan penelitian

1. Pengukuran tegangan (V), arus (I), IN ukur, daya nyata (P), daya reaktif (Q) dan cos phi pada Panel I (Motor 6 KV Belt Conveyor 01) dan Panel II (Motor 380V, Cathodic Protection Jetty, PDB, dan LDB) yang dilakukan selama batas waktu yang telah ditentukan.

Menganalisa data hasil pengukuran pada masing-masing panel dan membandingkannya dengan hasil perhitungan teoritis berdasarkan literatur yang ada

Kesimpulan dan Saran

Selesai

Gambar 3.2. Bagan alir proses penelitian



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 HASIL

Pada penelitian ini akan menganalisa faktor daya yang terjadi di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa unit V. Adapun hasil pengukuran pada tanggal 15 – 16 April 2019 pada jam kerja aktif selama tujuh jam dari dua belas jam kerja aktif yaitu sebagai berikut ;

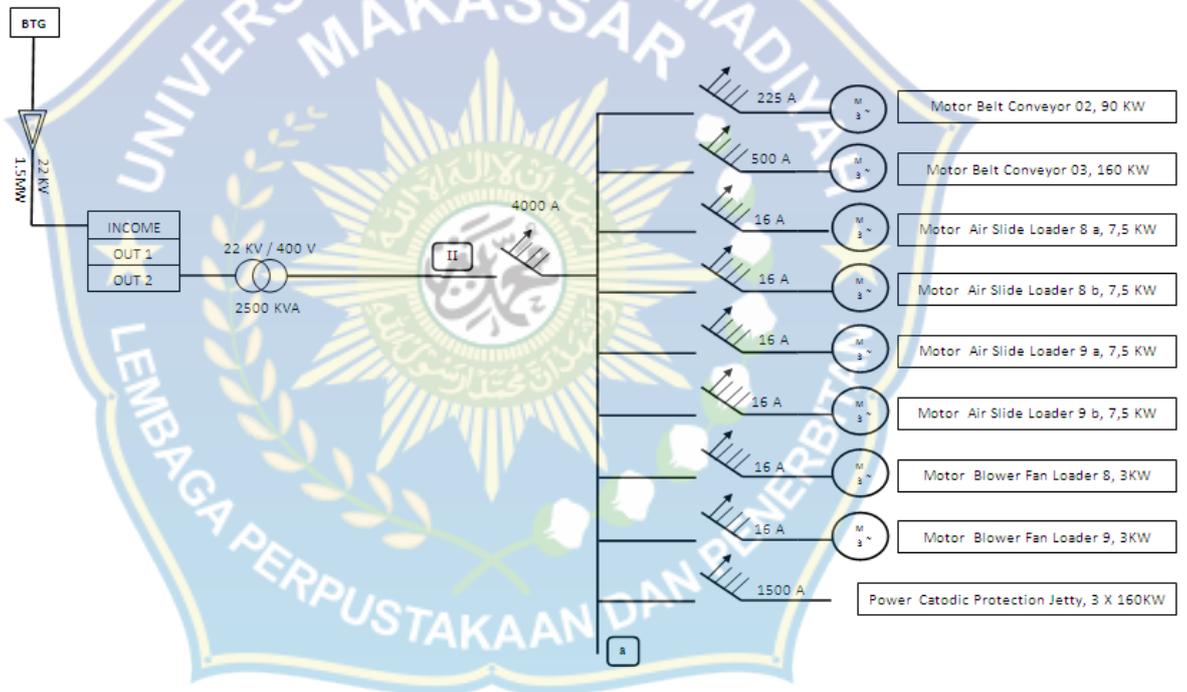
Tabel 4.1 Data Operasional Panel I (Motor 6 KV belt conveyor 01)

No.	Waktu	Tegangan (Volt)			I Ukur (A)	P (Kw)	Q (KVAR)	Cos ϕ
		R - S	S - T	R - T				
1	20.00	10570	10570	10570	14	659	249	0,98
2	21.00	10570	10570	10570	16	675	310	0,90
3	22.00	10610	10610	10610	25	822	643	0,85
4	23.00	10570	10570	10570	25	820	642	0,85
5	00.00	10600	10600	10600	25	740	751	0,70
6	01.00	10610	10610	10610	23	740	695	0,75
7	02.00	10570	10570	10570	23	787	615	0,85
Nilai Rata-rata		10585	10585	10585	25	749	307	0,82

Gambar 4.1. Singel Line Panel I

Tabel 4.2 Data Operasional Panel II (Motor 380 V, Catodik protection jetty, PDB & LDB)

No.	Waktu	Tegangan (Volt)			I Ukur (A)	P (Kw)	Q (KVAR)	Cos ϕ
		R - S	S - T	R - T				
1	20.00	389	389	389	534	781	295	0,98
2	21.00	387	387	387	533	782	294	0,99
3	22.00	389	389	389	535	786	295	0,99
4	23.00	388	388	388	534	784	294	0,99
5	00.00	385	385	385	534	781	293	0,99
6	01.00	385	385	385	535	782	294	0,99
7	02.00	388	388	388	534	784	294	0,99
Nilai Rata-rata		387	387	387	534	783	294	0,99



Gambar 4.2. Singel Line Panel II

4.2 PEMBAHASAN

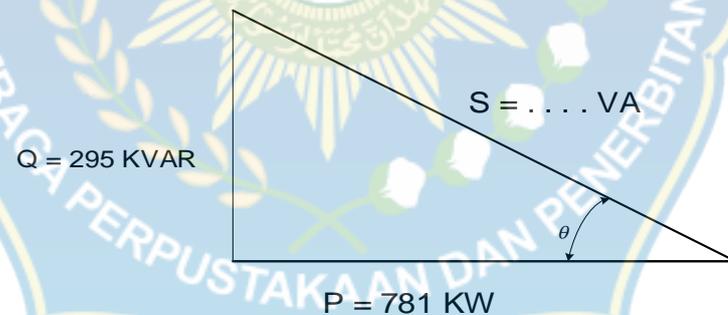
Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada panel utama, diketahui beberapa variabel nilai yang dapat digunakan untuk menganalisa perbaikan faktor daya dari panel-panel utama tersebut melalui metode perhitungan matematis. Sebagai contoh, yaitu pada Panel II (MOTOR 380V, CATODIK PROTECTION JETTY, PDB & LDB) pukul 20.00 data dari panel tersebut adalah :

$$P = 781 \text{ KW}$$

$$Q = 307 \text{ KVAR}$$

$$\cos \phi = 0,82$$

Dari data diatas, dapat ditentukan nilai faktor daya melalui metode perhitungan dengan menggunakan persamaan (2.8), yaitu :



Gambar 4.3 Penentuan Besaran Daya Dengan Metode Trigonometri

Dengan cara trigonometris, maka dapat ditentukan besarnya faktor daya dengan terlebih dahulu menentukan besarnya nilai daya semu (VA), yaitu :

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka } S &= \sqrt{(781)^2 + (295)^2} \\ &= \sqrt{611524 + 86436} \end{aligned}$$

$$= \sqrt{697960}$$

$$= 835 \text{ KVA}$$

Sehingga :

$$\cos \phi = \frac{P}{S} = \frac{\text{Watt}}{\text{VA}}$$

$$= 781/835$$

$$= 0,94$$

Dengan menggunakan rumus yang sama untuk data pengukuran lainnya pada Panel II maka di dapatkan data Cos phi sebagai berikut :

Tabel 4.3 Data Perbandingan Cos phi terukur dan Cos phi terhitung
Panel II

No	Waktu	Cos phi Terukur	Cos phi Terhitung
1	20.00	0.98	0.94
2	21.00	0.99	0.94
3	22.00	0.99	0.94
4	23.00	0.99	0.94
5	00.00	0.99	0.94
6	01.00	0.99	0.94
7	02.00	0.99	0.94
Rata-rata		0.99	0.94

Bila dibandingkan, maka nilai faktor daya antara yang terukur dan dihitung hanya mempunyai selisih yang sangat kecil sekitar 7%. Hal ini juga menunjukkan bahwa nilai faktor daya pada panel ini masih dalam batas yang rasional karena menghampiri satu.

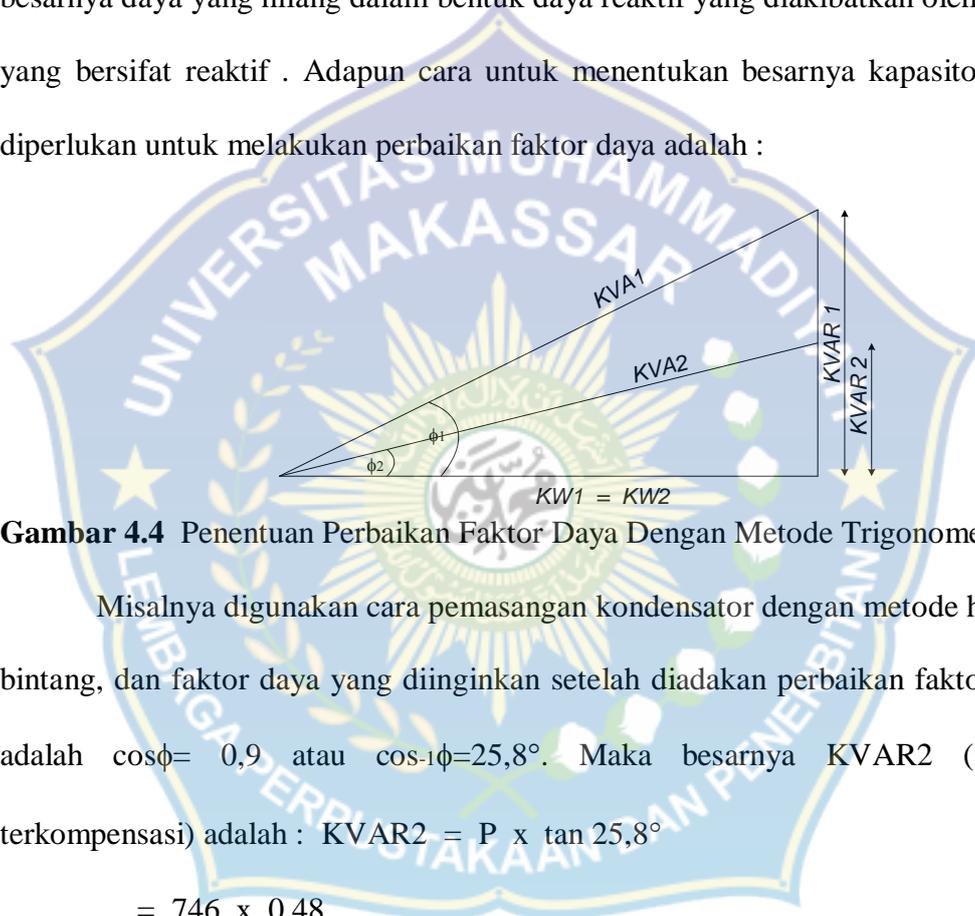
Selain itu, terdapat hasil nilai faktor daya yang rendah, yaitu pada panel I (MOTOR 6KV BELT CONVEYOR 01) Hasil pengukuran pada pukul 00.00 di panel tersebut,yaitu :

$$P = 740 \text{ KW}$$

$$Q = 751 \text{ KVAR}$$

$$\text{Cos } \phi = 0,70$$

Salah satu cara untuk menanggulangi terjadinya penyimpangan nilai faktor daya yaitu dengan melakukan pemasangan kapasitor sebagai kompensasi dari besarnya daya yang hilang dalam bentuk daya reaktif yang diakibatkan oleh beban yang bersifat reaktif . Adapun cara untuk menentukan besarnya kapasitor yang diperlukan untuk melakukan perbaikan faktor daya adalah :



Gambar 4.4 Penentuan Perbaikan Faktor Daya Dengan Metode Trigonometris

Misalnya digunakan cara pemasangan kondensator dengan metode hubung bintang, dan faktor daya yang diinginkan setelah diadakan perbaikan faktor daya adalah $\text{cos}\phi = 0,9$ atau $\text{cos}^{-1}\phi = 25,8^\circ$. Maka besarnya KVAR2 (setelah terkompensasi) adalah : $\text{KVAR2} = P \times \tan 25,8^\circ$

$$= 746 \times 0,48$$

$$= 358 \text{ KVAR}$$

Leading KVAR yang disuplai oleh kondensator :

$$\text{KVAR1} - \text{KVAR2} = 368 - 358$$

$$= 10 \text{ KVAR}$$

KVAR yang diinginkan perfasa = $\frac{\text{KVAR}}{\text{Kapasitor}} = 10/3 = 3,3 \text{ kvar}$ atau 3300 var.

Besarnya nilai kapasitansi yang dibutuhkan pada hubungan bintang menurut persamaan :

$$C = \frac{10^6}{2\pi \times 50 \times X_c} \dots \dots \dots (2.9) \text{ adalah :}$$

$$V_{ph} = 6100 \text{ Volt}$$

$$\frac{6100^2}{X_c} = 3300$$

$$X_c = 6100^2 / 3300$$

$$X_c = 11275 \ \Omega$$

$$C = \frac{10^6}{2\pi \times 50 \times 11275} ; C = 113 \ \mu\text{F}$$

Jadi besarnya kondensator yang dibutuhkan dalam hubungan bintang untuk memperbaiki faktor dayanya adalah sebesar 113 μF .

Sedangkan untuk pemasangan kondensator dengan hubungan delta, besarnya nilai kapasitansi yang dibutuhkan menurut persamaan :

$$C = \frac{10^6}{2\pi \times 50 \times X_c} \dots \dots \dots (2.9) \text{ adalah :}$$

$$V_L = 10.565 \text{ Volt}$$

$$\frac{10565^2}{X_c} = 131.930$$

$$X_c = \frac{10565^2}{131930}$$

$$X_c = 846 \ \Omega$$

$$C = \frac{10^6}{2\pi \times 50 \times 846} ; C = 37,6 \ \mu\text{F}$$

Jadi besarnya kondensator yang dibutuhkan dalam hubungan delta untuk memperbaiki faktor dayanya adalah sebesar 37,6 μF .

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa beban di Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V dapat ditarik kesimpulan yaitu nilai faktor daya antara yang terukur dan terhitung hanya mempunyai selisih yang sangat kecil yaitu 7 %. Nilai faktor daya pada panel tersebut masih dalam batas yang rasional karena menghampiri nilai satu (batas normal faktor daya) sehingga dapat disimpulkan jika keadaan faktor daya pada sistem kelistrikan Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V dalam keadaan baik.

5.2 Saran

1. Memasang kapasitor bank pada panel-panel yang nilai faktor dayanya tidak mendekati batas normal.
2. Penggunaan alat ukur yang baik sangat berpengaruh dalam proses pencatatan data, oleh karenanya itu diharapkan agar pihak Pelabuhan Biringkassi PT Semen Tonasa Unit V dapat mengadakan penambahan maupun perbaikan alat ukur yang sudah tidak layak pakai.

DAFTAR PUSTAKA

<http://eprints.uny.ac.id/62068/20/Jurnal%20fix.pdf>

Lister, Eugne C. 1993. *Mesin dan Rangkaian Listrik*. Edisi keenam.

Erlangga: Jakarta.

Pabla, A.S. 1994. *Sistem Distribusi Daya Listrik*. Erlangga: Jakarta.

Stevenson, William D. Jr. 1984. *Analisis Sistem Tenaga Listrik*. Edisi ke-Empat.

Erlangga: Jakarta.

Tse, Chi Kong. 2002. *Analisis Rangkaian Linear*. Erlangga: Jakarta.

Watkins, A.J., Parton, R.K. 2004. *Perhitungan Instalasi Listrik*. Volume 3.

Erlangga: Jakarta.



AUTOMATION SILO & JETTY BIRINGKASSI
TONASA 5

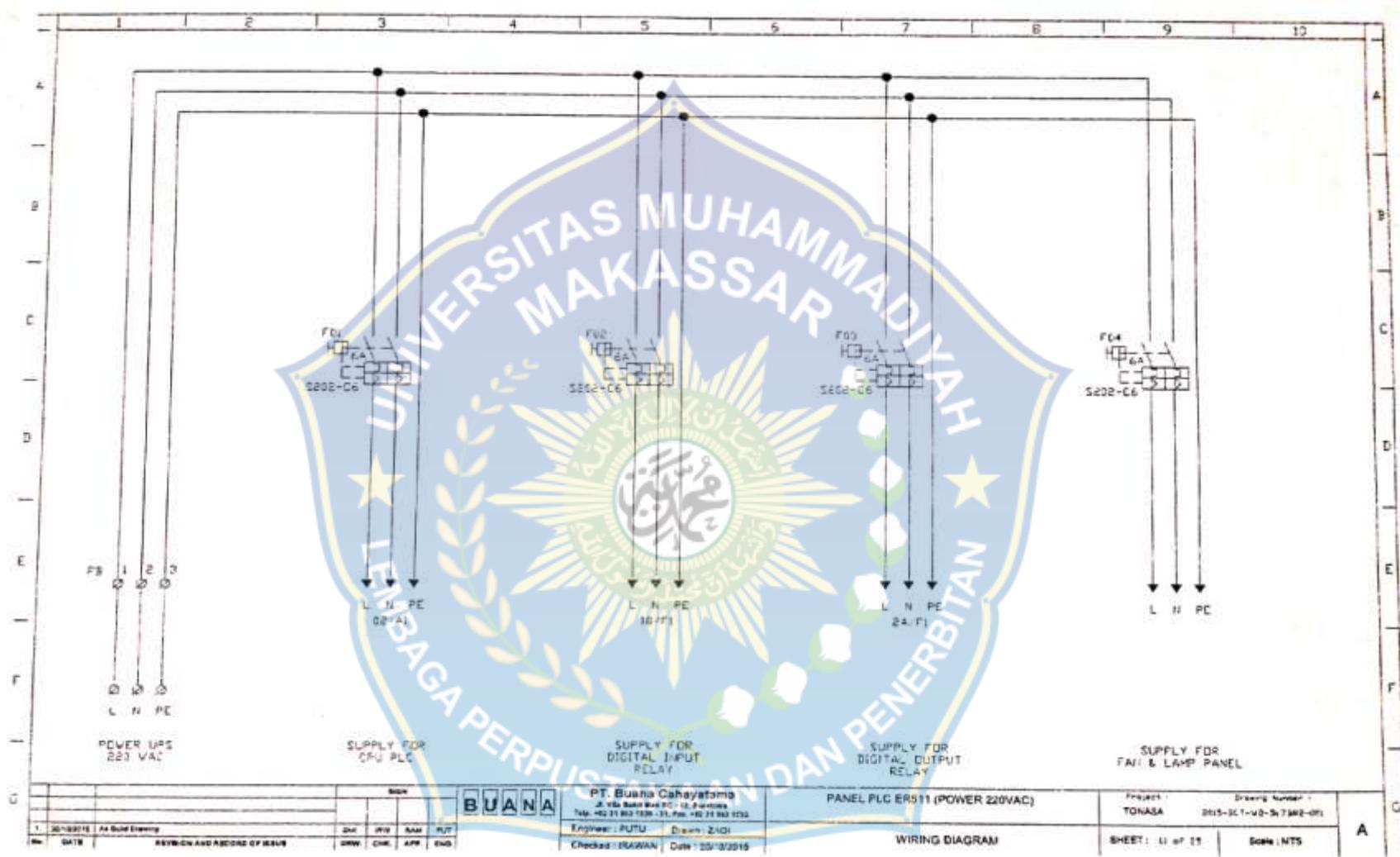
PT. SEMEN TONASA



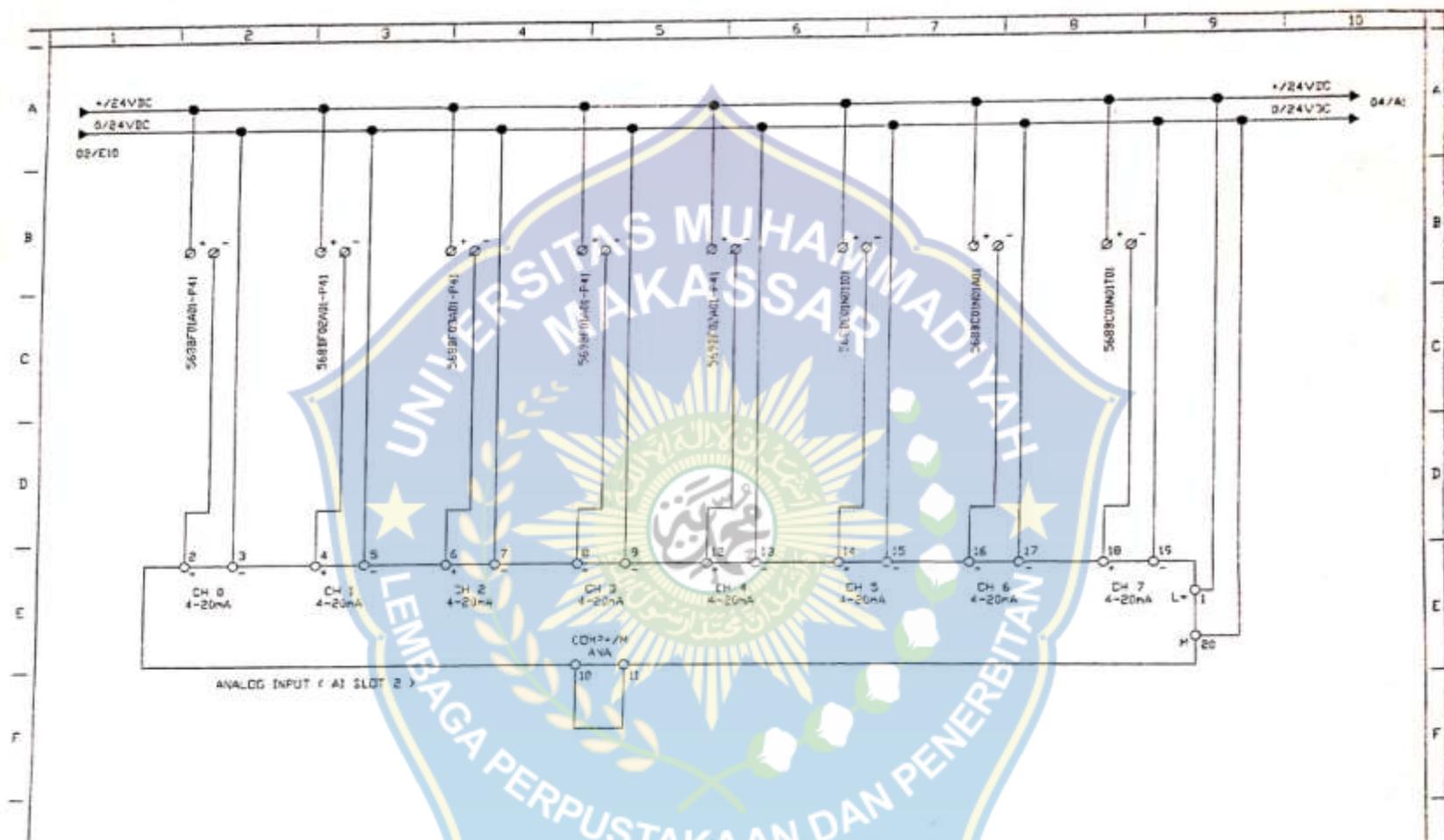
WIRING DIAGRAM
PANEL MAIN PLC ER511

BUANA

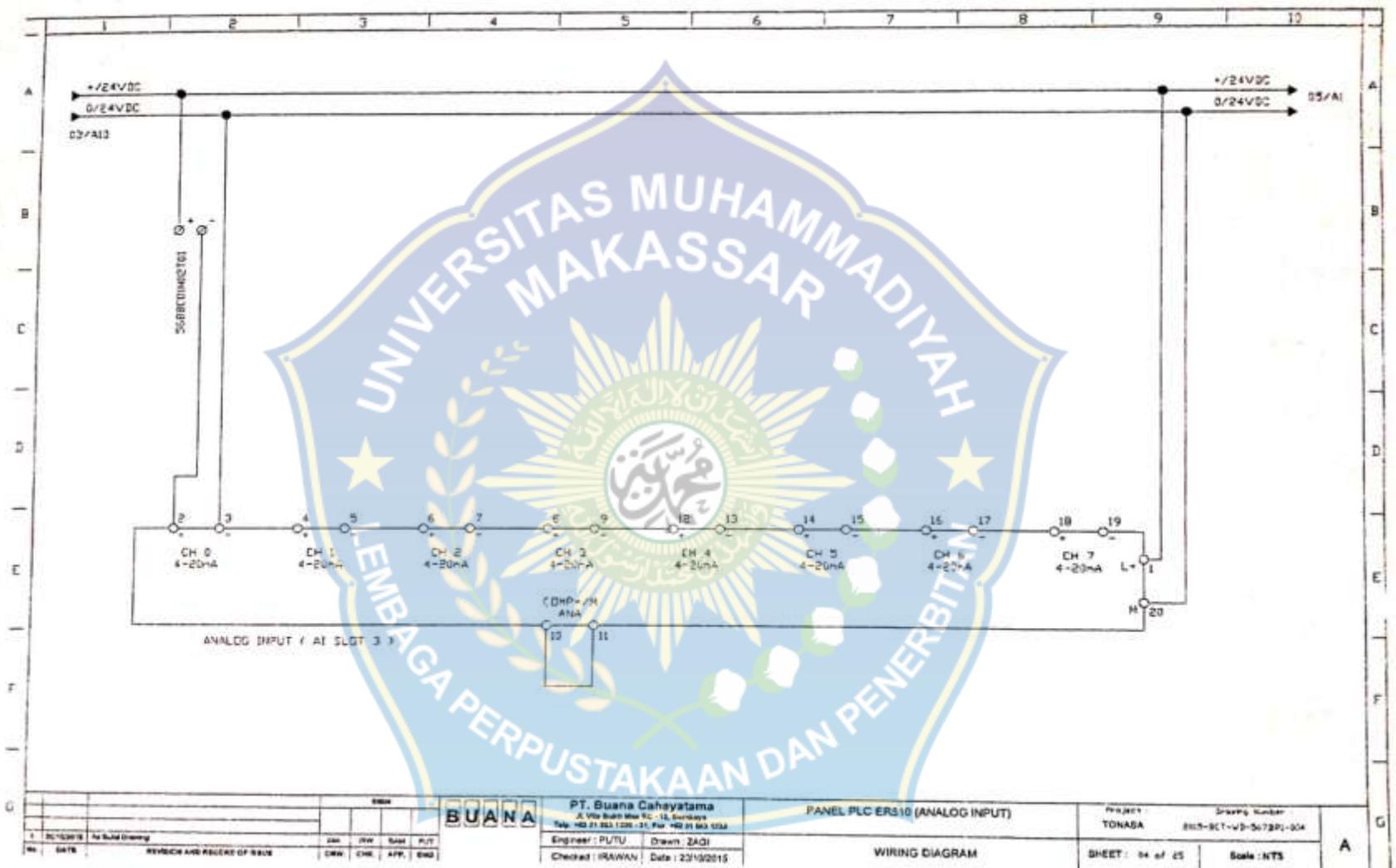
PT. Buana Cahayastama
J. Wira Sakti Blok RC - 12, Sumbawa
Telp. +62 21 861 1251 - 51, Fax. +62 21 861 1252
Engineer: PUTU Dream: ZADI
Checked: RAWAN Date: 20/10/2013



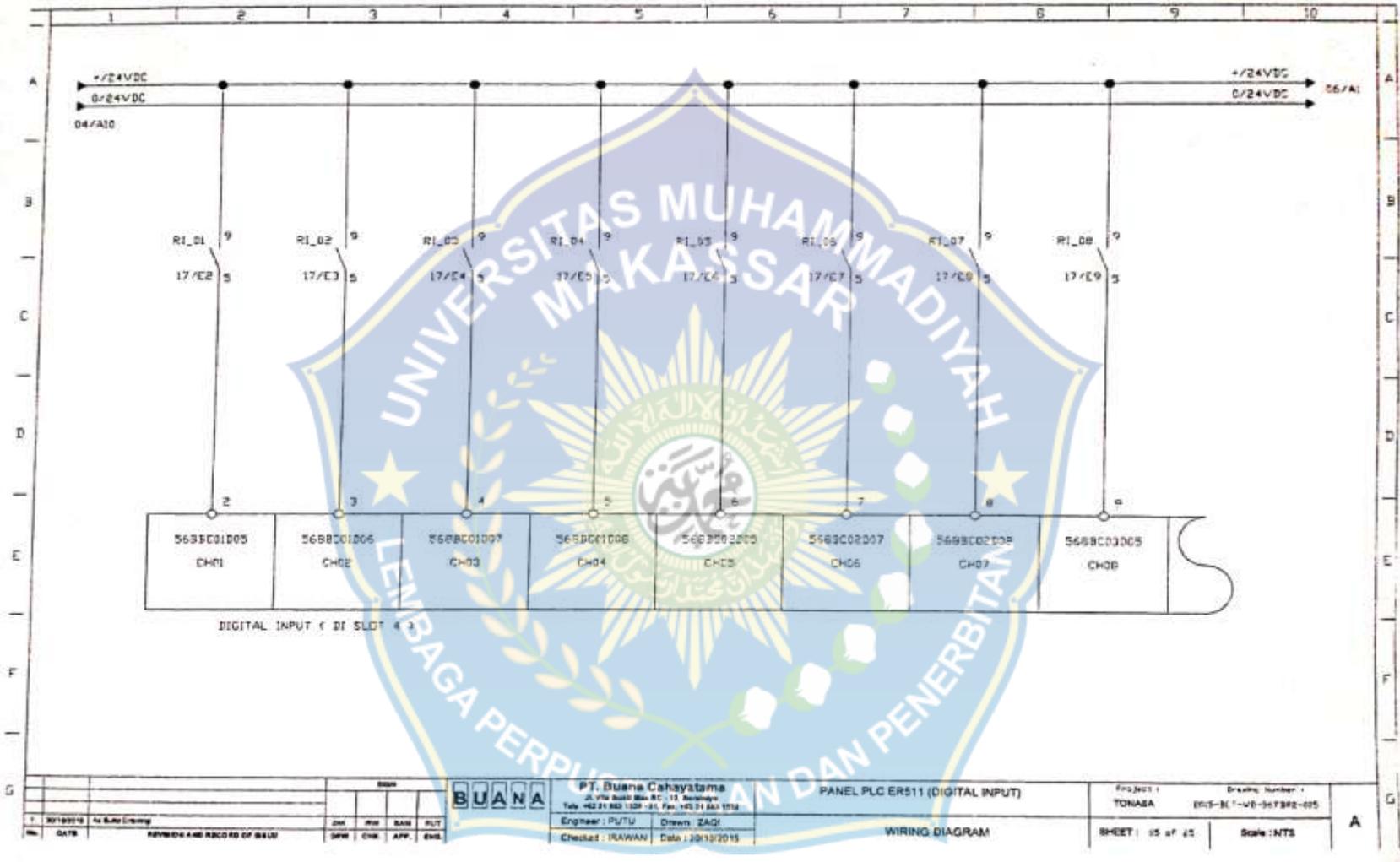
		SIGN		BUANA		PT. Buana Cahayamas Jl. YSA Bala Wala PC - 12, Palarong Telp. +62 21 863 1239 - 131, Fax. +62 21 863 1232		PANEL PLC ER511 (POWER 220VAC)		Project : TONASA		Drawing Number : 2015-311-03-517342-011	
1. 20/03/15		As Buid Drawing		RUT		Engineer : RUTU		Drawn : ZIQI		SHEET : 11 of 11		Scale : NTS	
DATE		REVISION AND RECORD OF ISSUE		DRW		CHK		APP		ENR		A	
						Checked : ISAWAN		Date : 20/03/2015		WIRING DIAGRAM			



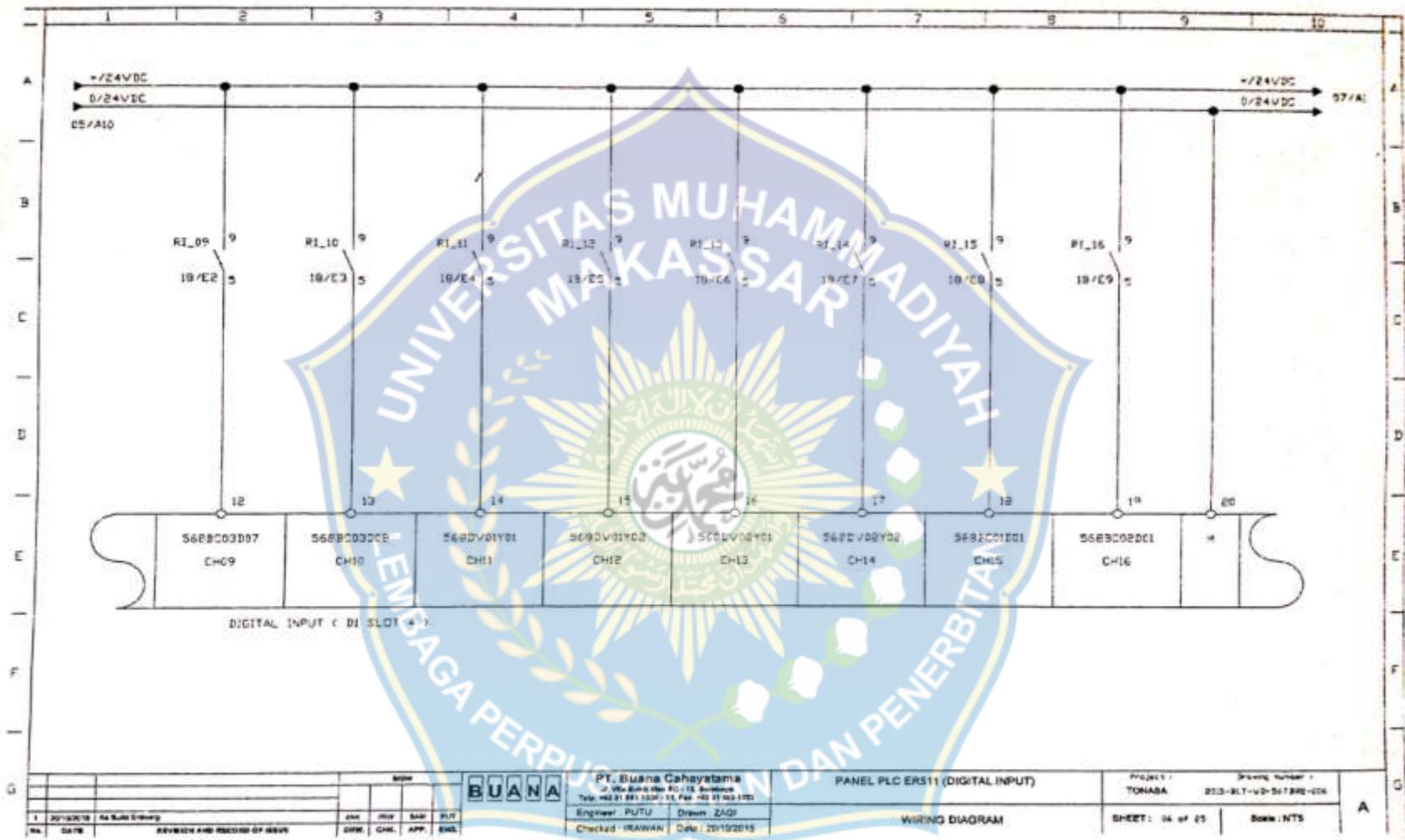
		BUANA				PT. Buana Cahayastama Jl. Wia Buana No. 82 - 84, Bontone Telp. +62 81 882 538 - 31, Fax. +62 81 882 182		PANEL PLC ER511 (ANALOG INPUT)		Project : TONASA		Drawing Number : 2013-BLT-VD-567892-003	
						Engineer : PUTU Drafter : ZAGI		WIRING DIAGRAM		SHEET : 03 of 25		Scale : NTS	
						Checked : IRAWAN Date : 20/10/2018						A	



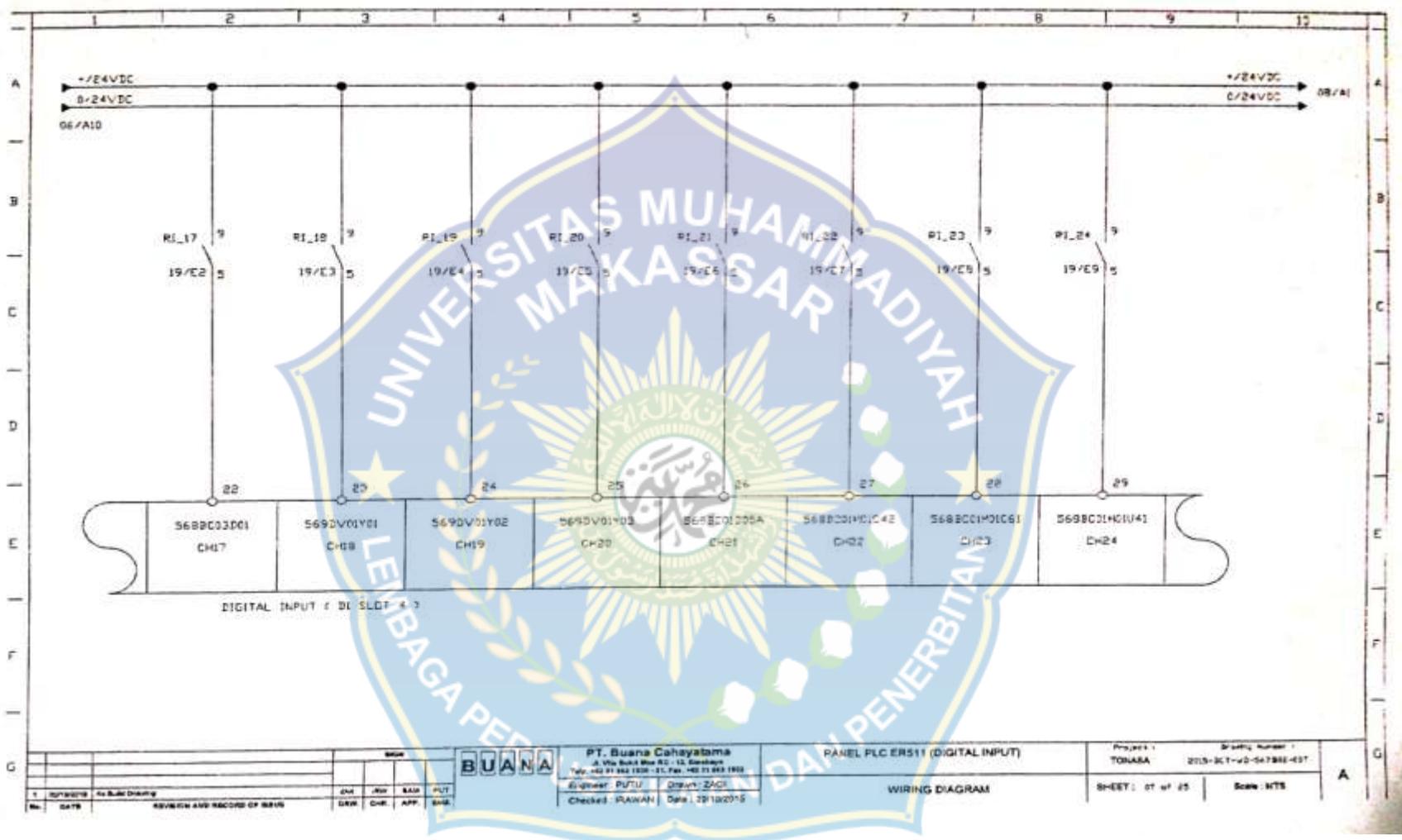
<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>20/10/15</td> <td>No. Revisi</td> <td>Drw</td> <td>Rev</td> <td>Scale</td> <td>Plt</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td>REVISION AND RECORD OF SCALE</td> <td>DRW</td> <td>CHK</td> <td>APP</td> <td>ENG</td> </tr> </table>		1	20/10/15	No. Revisi	Drw	Rev	Scale	Plt	2		REVISION AND RECORD OF SCALE	DRW	CHK	APP	ENG	BUANA PT. Buana Cahayatama Jl. Vira Buana No. 10, Surabaya Telp. +62 31 863 1288 - 31, Fax +62 31 863 1234 Engineer: PUTU Drawn: ZAQI Checked: IRRAWAN Date: 22/10/2015	PANEL PLC ERS10 (ANALOG INPUT) WIRING DIAGRAM	Project: TONASA Drawing Number: 8015-8CT-1-02-507201-004 SHEET: 04 of 05 Scale: NTS
1	20/10/15	No. Revisi	Drw	Rev	Scale	Plt												
2		REVISION AND RECORD OF SCALE	DRW	CHK	APP	ENG												



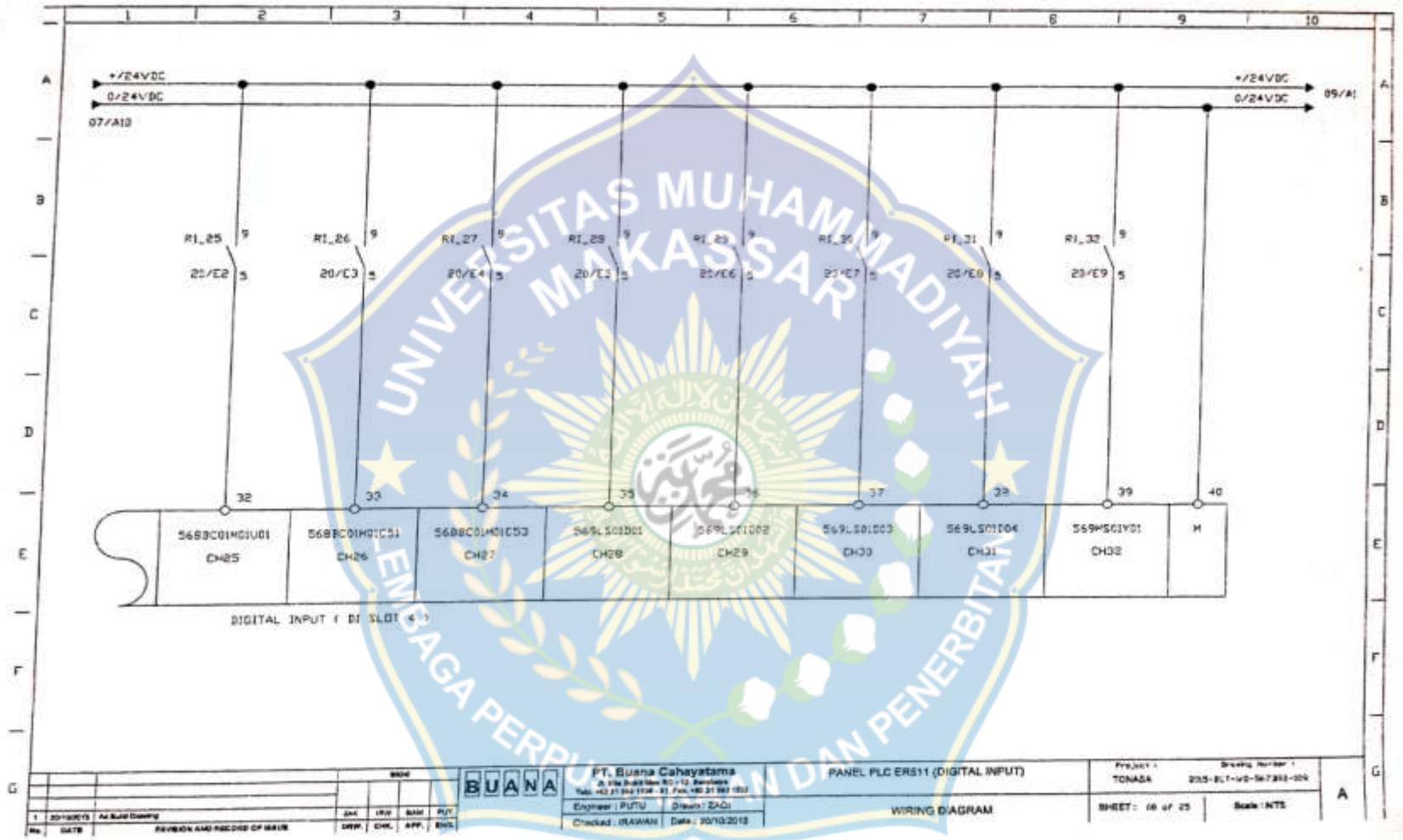
				PT. Buana Cahayastama Jl. Jln. Buana Bkn. Rt. 15, Bontolene Telp. +62 21 883 1329 - 31, Fax. +62 21 883 1713		PANEL PLC ER511 (DIGITAL INPUT)		PROJECT : TONASA		Drawing Number : 005-BC1-V0-067382-005	
1. 30/10/2015 By Buana Engineering		DSK DSK	IPR IPR	BAW BAW	PUT PUT	Engineer : PUTU Checked : IRRAWAN	Drawn : ZAQI Date : 20/10/2015	WIRING DIAGRAM		SHEET : 05 of 45	Scale : NTS



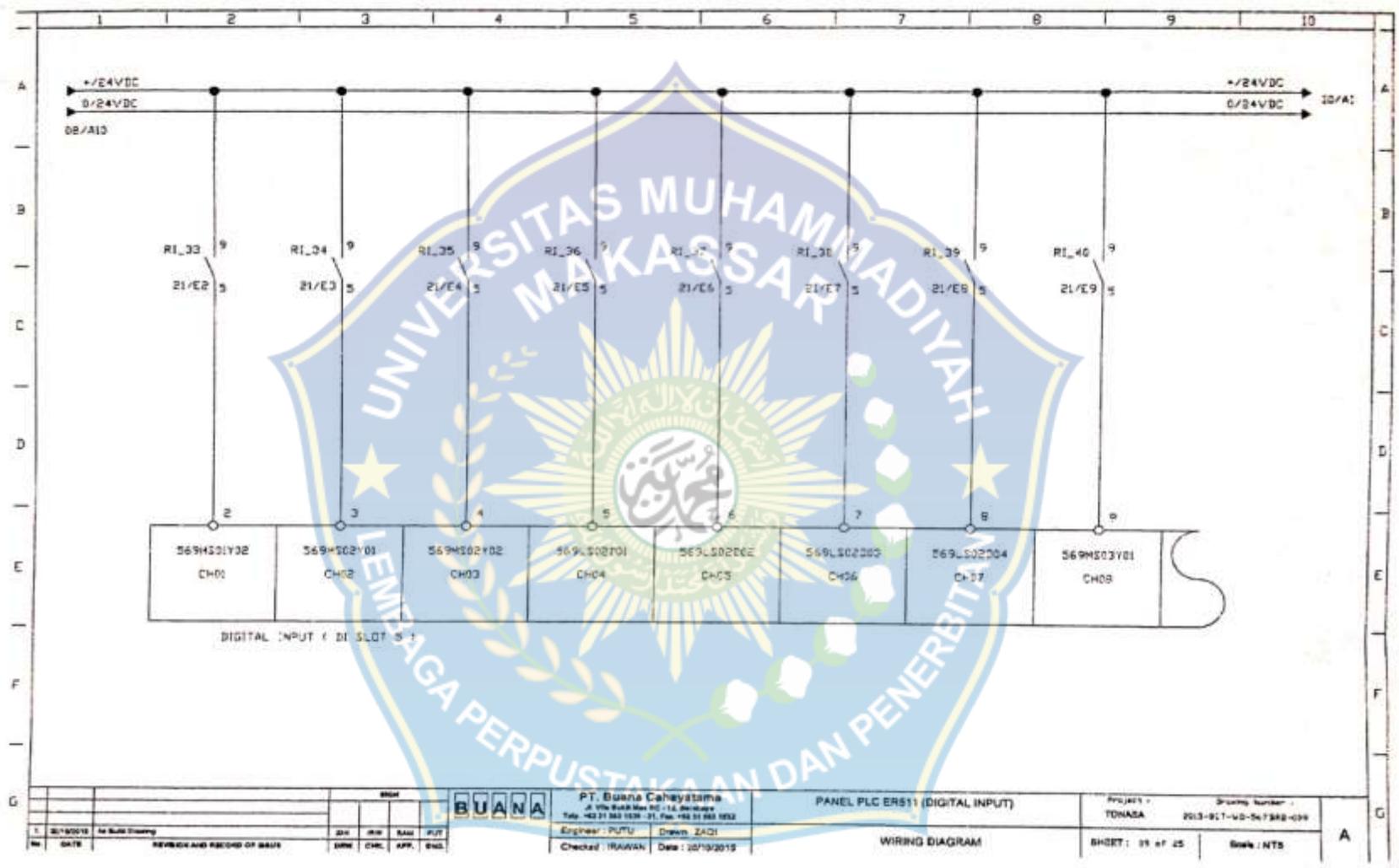
						PT. Buana Cahayatama J. W. Sukarno No. 13, Sumbawa Telp. +62 31 891 1334 - 31, Fax. +62 31 891 1335		PANEL PLC ERS11 (DIGITAL INPUT)		PROJECT : TONASA		Drawing Number : 2013-BLT-VD-S418R2-006	
						Engineer : PUTU Drawn : ZAGI		WIRING DIAGRAM		SHEET : 04 of 05		Scale : NTS	
1 2013/02/18 As Baku Drawing		JAH		JHY		SAR		PUT					
No. DATE		REVISION AND RECORD OF REVIS		DFW		CHL		APP		ENL			



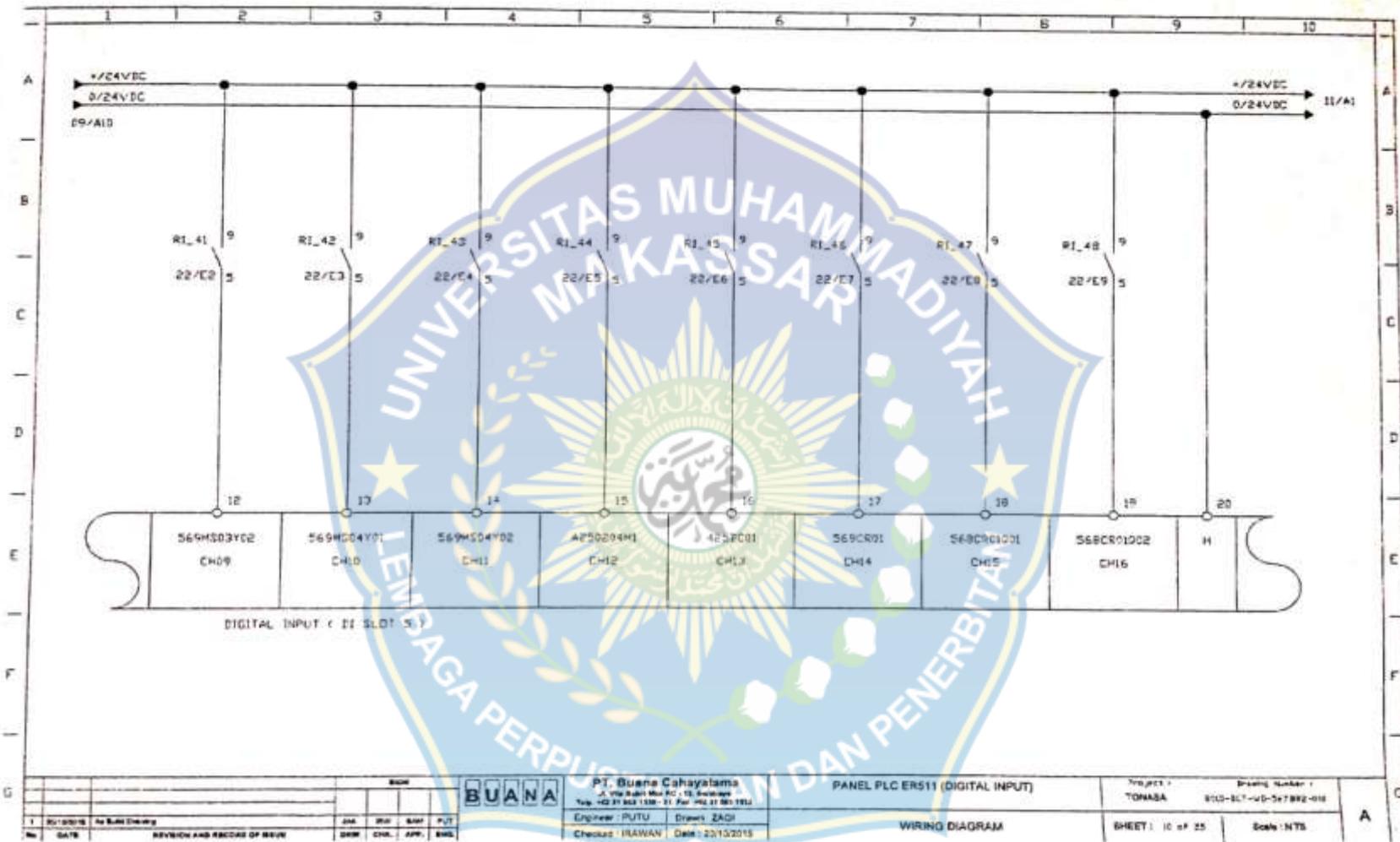
BUANA PT. Buana Cahayabima J. Via Buana Raya No. 12, Gombak Telp. +62 21 562 1830 - 31, Fax. +62 21 562 1832		PANEL PLC ERS11 (DIGITAL INPUT) WIRING DIAGRAM		Project : TONASA		Drafting Number : 2015-01-02-047888-437	
Engineer: PUTU Checked: RAWAN		Drafting: ZACI Date: 29/10/2015		SHEET : 01 of 05		Scale : NTS	



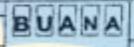
				PT. Buana Cahayatama Jl. Jln. Buana No. 12, Makassar Telp. +62 21 562 1194 - 31, Fax. +62 21 562 1193		PANEL PLC ER511 (DIGITAL INPUT)		Project : TONASA		Drawing Number : 2015-ELT-02-567891-004	
Designer : PUTU Drawn : ZAC				WIRING DIAGRAM				SHEET : 16 of 25		Scale : NTS	
Checked : IRAWAN Date : 20/12/2015								No. DATE REVISION AND RECORD OF ISSUE DWN. CHK. APP. ENCL.			



		BUANA		P.T. Buana Cahayastama Jl. The Buana Blok 02 - 11, Bontomatene Telp. +62 31 863 1538 - 31, Fax. +62 31 863 1532		PROJECT - TONASA		Drawing Number - 2013-011-UD-047842-039	
1. 21/10/2015		SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA	SA
No. DATE		REVISION AND RECORD OF BUANA	DATE	CHK.	APP.	ENG.	Checked: IRAWAN Date: 20/10/2015		WIRING DIAGRAM
								BHSRT: 01 of 25	
								Scale: NTS	



REVISION AND RECORD OF REVISI		REVISI			
No.	DATE	REVISI	CHK.	APP.	REVISI
1	20/12/2015	As Built Drawing			

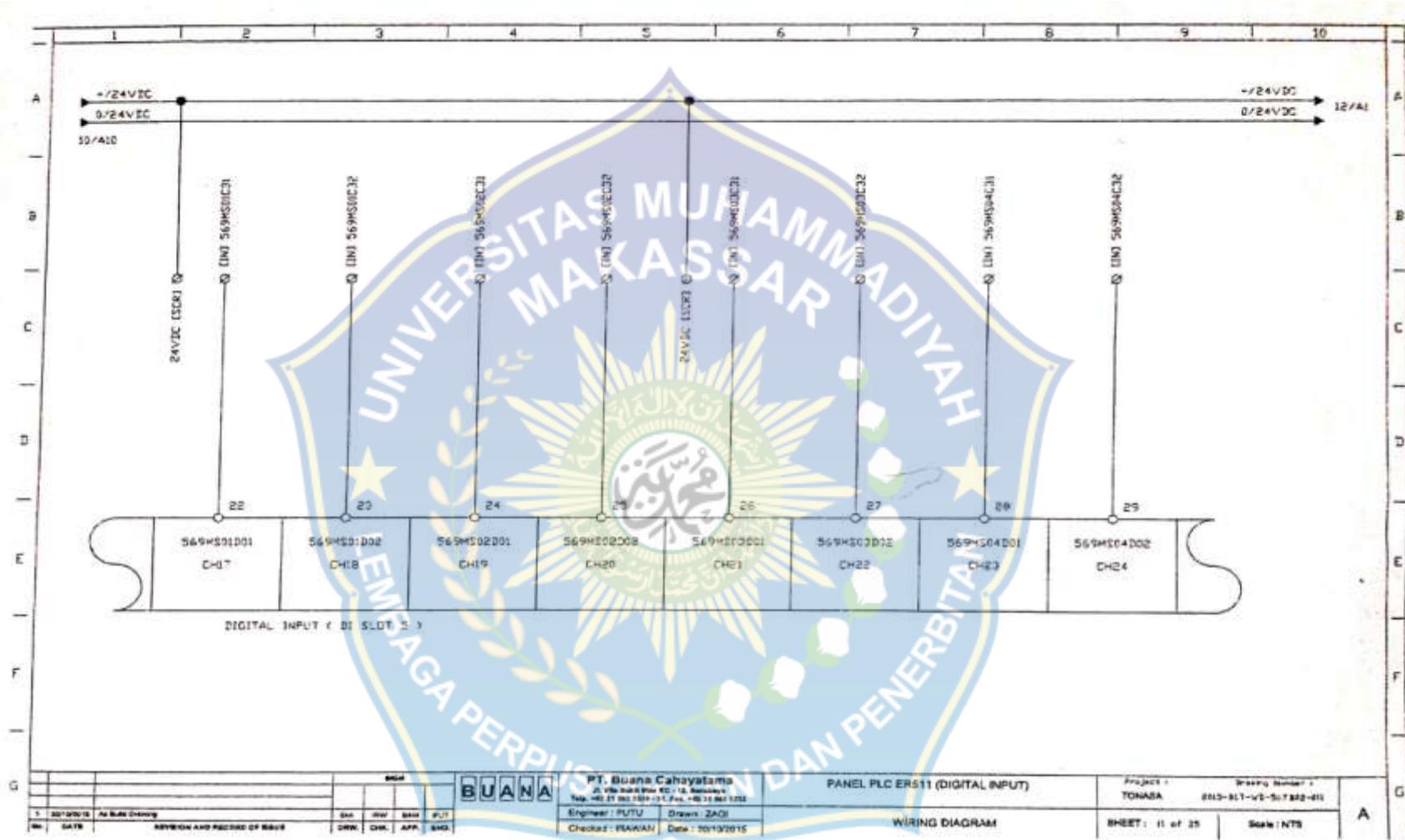


PT. Buana Cahayabama
 J. W. Satrio Murti C. S. Satrio
 Telp. +62 31 863 1330 - 31 Fax +62 31 863 1331
 Engineer : PUTU Drawer : ZADI
 Checker : IRRAWAN Date : 20/12/2015

PANEL PLC ER511 (DIGITAL INPUT)
 WIRING DIAGRAM

Project :
 TONASA
 Drawing Number :
 810-BLT-00-5e7892-016
 SHEET : 10 of 25 Scale : NTS

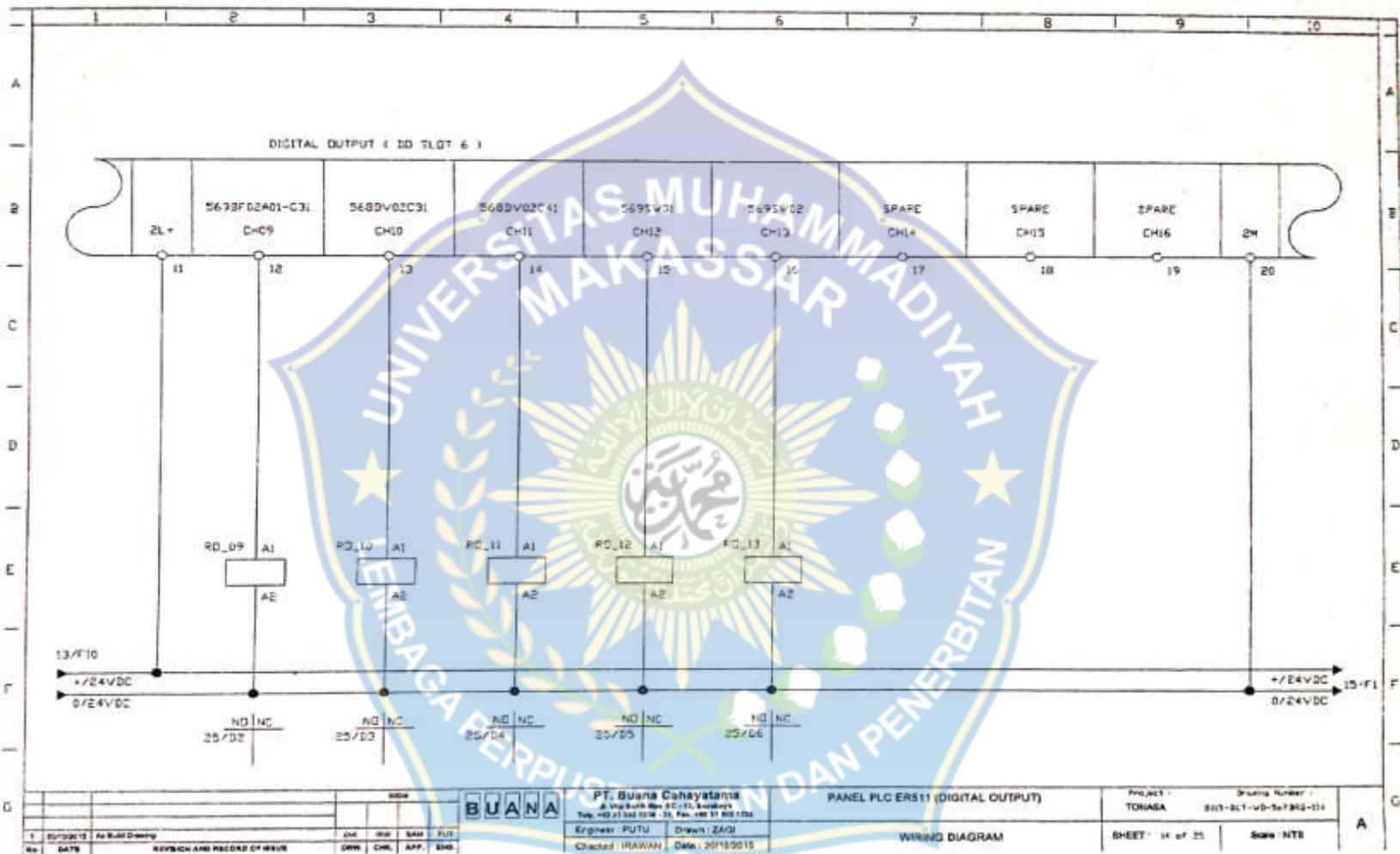
A



<table border="1"> <tr> <td>NO.</td> <td>DATE</td> <td>REVISION AND RECORD OF BILLS</td> <td>BY</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>20/10/2015</td> <td>As Billed Drawing</td> <td>PUTU</td> </tr> </table>				NO.	DATE	REVISION AND RECORD OF BILLS	BY	1	20/10/2015	As Billed Drawing	PUTU	BUANA PT. Buana Cahayalama Jl. Wb. Sidiyasa No. 12, Makassar Telp. +62 21 862 7339 - 31, Fax. +62 21 862 7332	PANEL PLC ER511 (DIGITAL INPUT) WIRING DIAGRAM	PROJECT : TONASA	Drawing Number : 2015-011-V2-517322-011
NO.	DATE	REVISION AND RECORD OF BILLS	BY												
1	20/10/2015	As Billed Drawing	PUTU												
Engineer : PUTU Drawn : ZAOI Checked : ISAWAN Date : 20/10/2015				SHEET : 11 of 25 Scale : NTS											

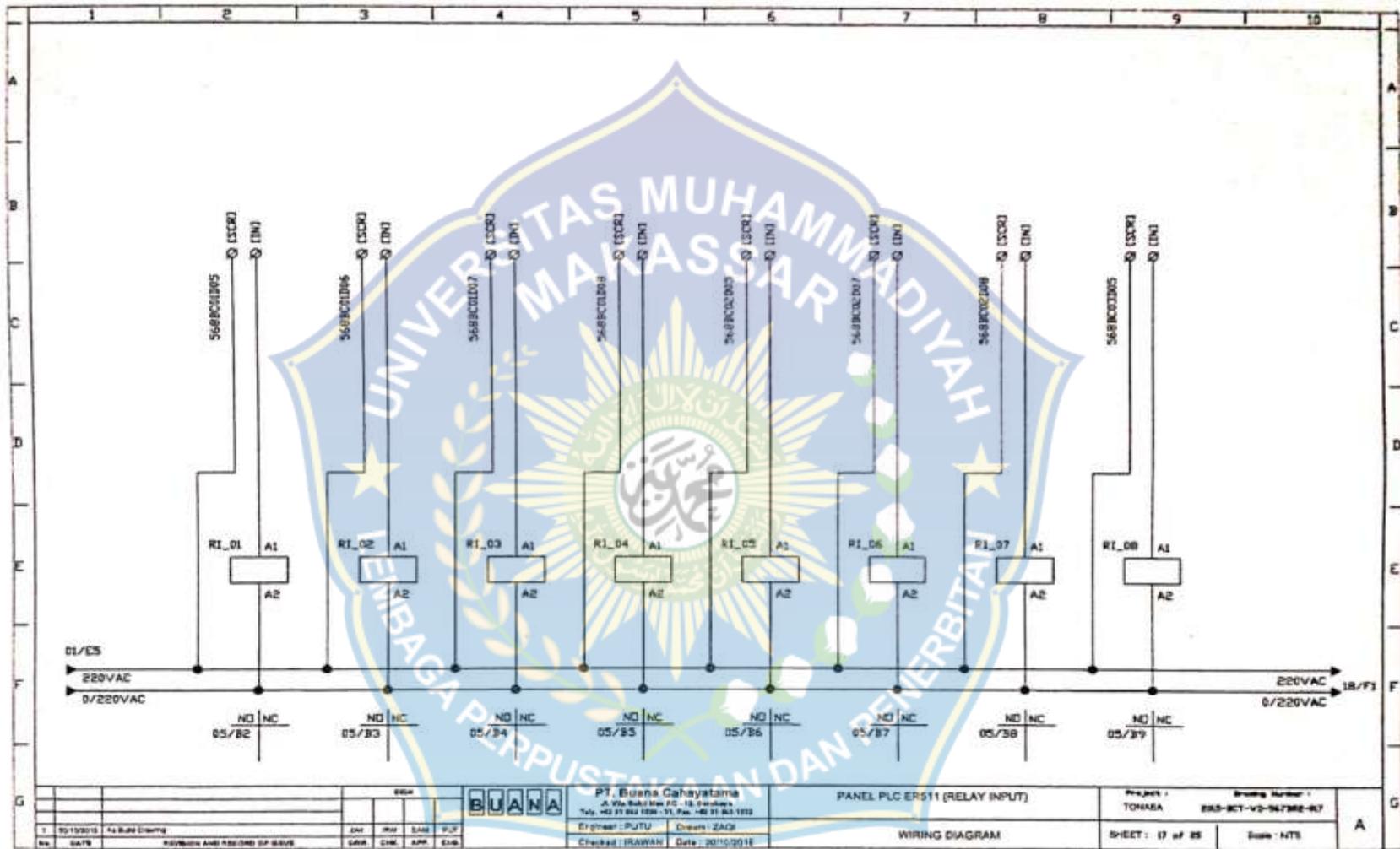


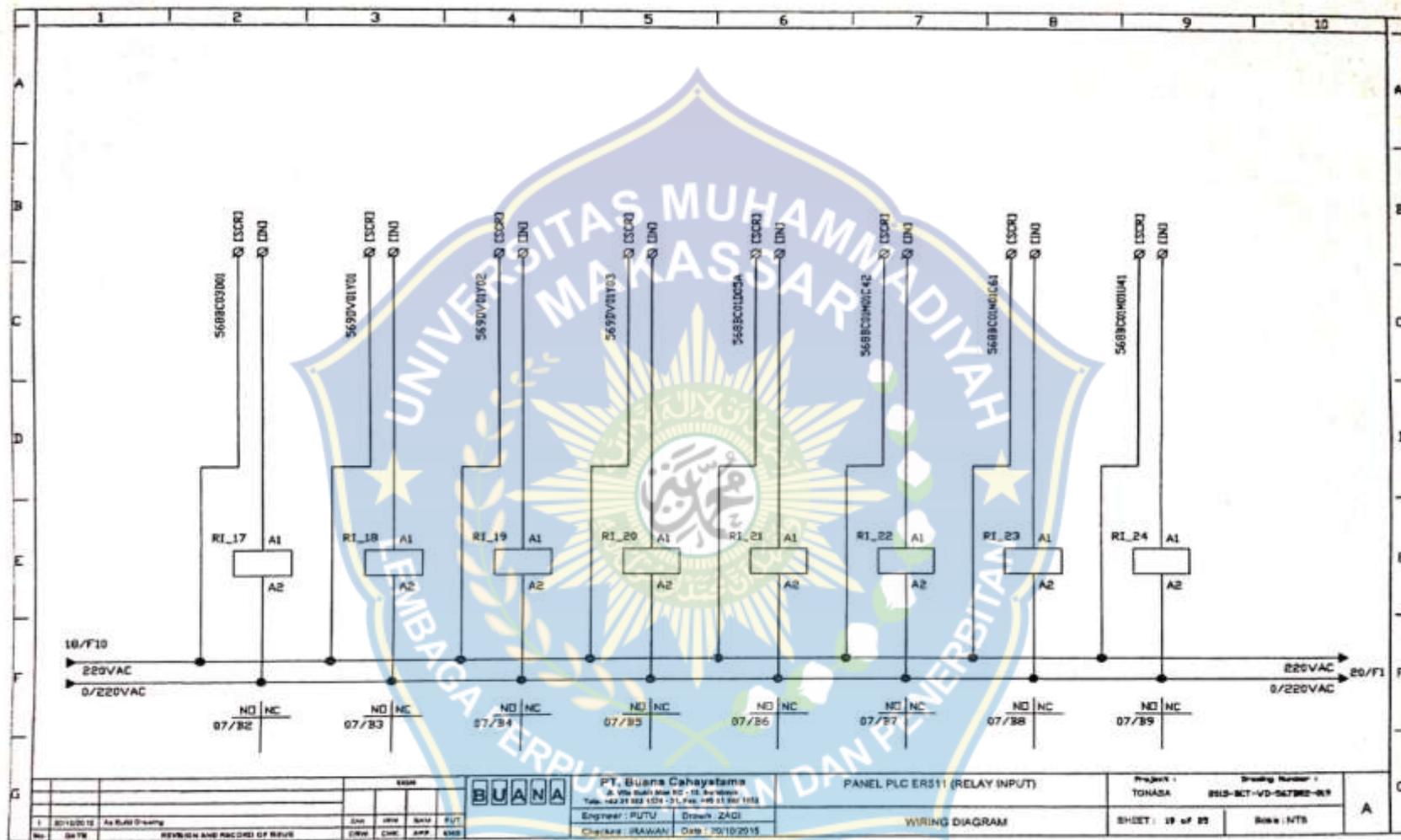
		BUANA		PT. Buana Cahayatama Jl. Vito 8-89 Blok BC - 13, Bontolaya Telp: +62 31 563 1300 - 31, Fax: +62 31 563 1332		PANEL PLC ER511 (DIGITAL INPUT)		Project : TONASA		Drawing Number : 9015-ECT-V2-5a7-892-012	
1 20/10/2018		No. Revisi Drawing		DWN. BYW. SMM. PUT		Engineer : PUTU Drawn : ZAGI		Checked : HAWAN Date : 20/10/2018		SHEET : 12 of 25	
No. DATE		REVISION AND RECORD OF ISSUE		DWN. CHW. APP. ENR.		WIRING DIAGRAM		Scale : NTS		A	

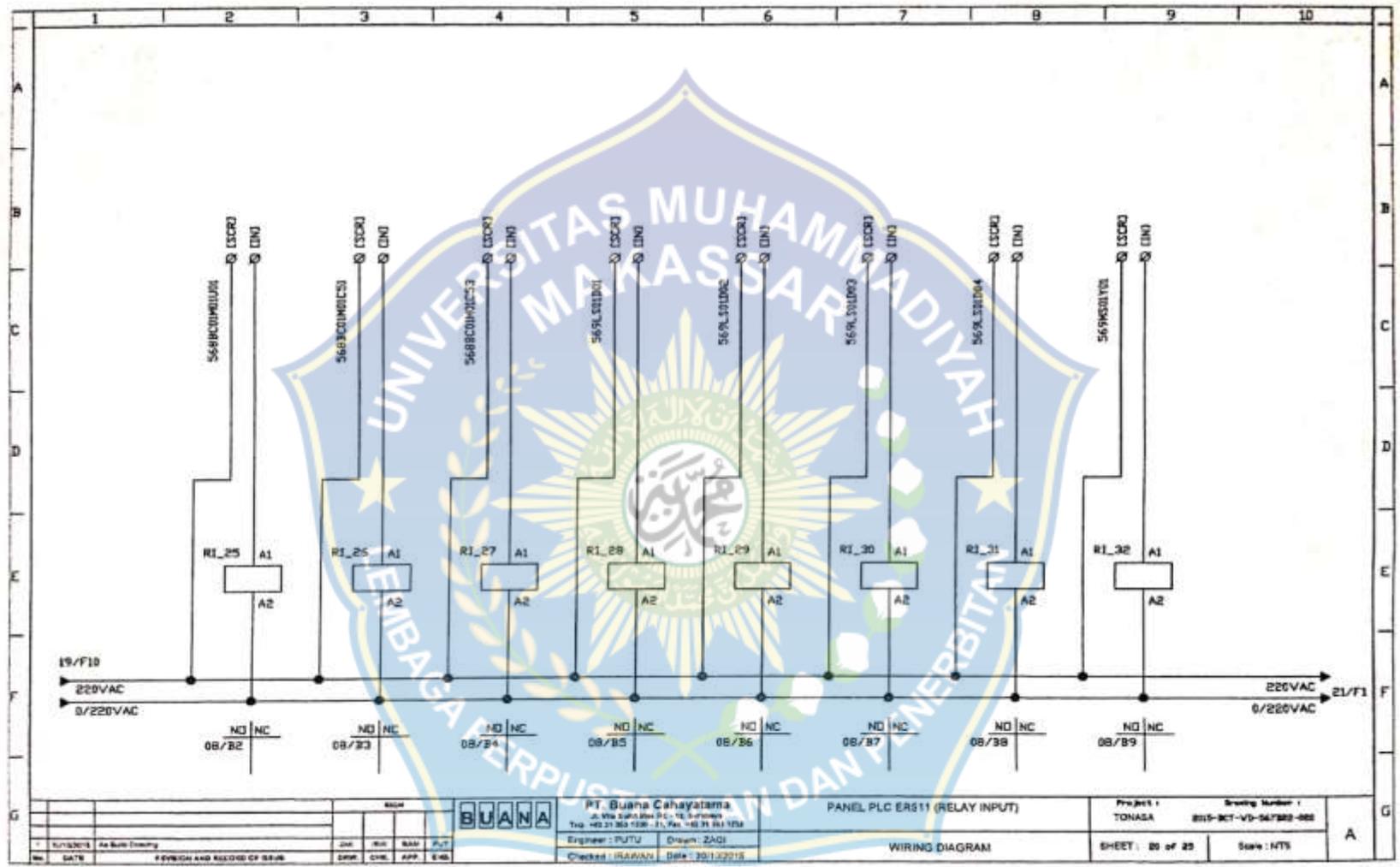




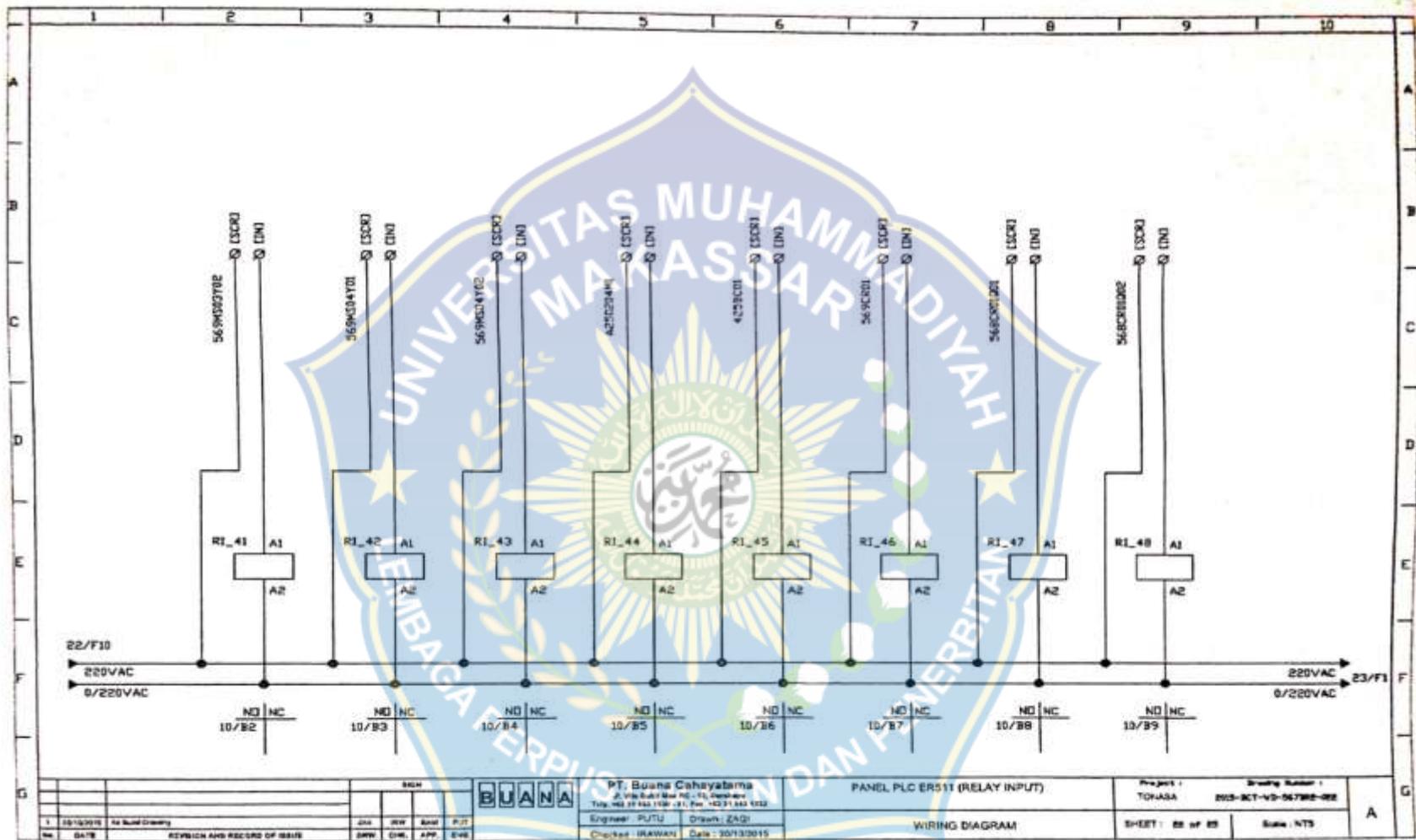
BUANA		PT. Buana Cahayastama Jl. W. R. Supriatno No. 11, Makassar Telp. +62 41 501 1007 - 11, Fax. +62 41 501 1003		PANEL PLC ER511 (DIGITAL OUTPUT)		Project : TONAGA		Drawing Number : 2019-BCT-VS-067262-06A	
Engineer: PUTU		Drafter: ZAQI		WIRING DIAGRAM		SHEET : 16 of 25		Scale : NTS	
Check: HAWAN		Date : 2019/2018						A	







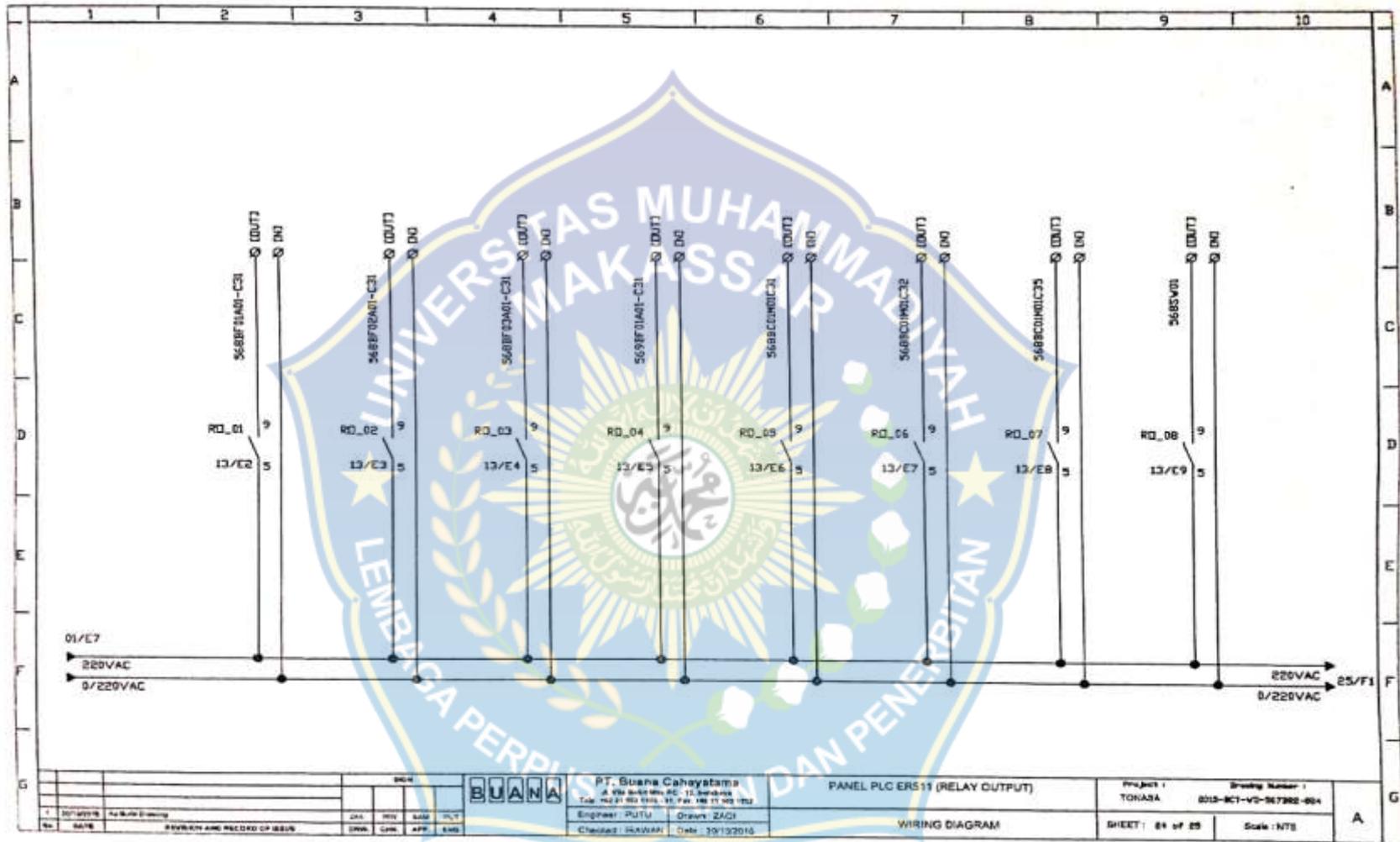
		BUANA		PT. Buana Cahayatama Jl. M. Satrio No. 10, Srenggeh Telp. +62 21 361 1588 - 11, Fax. +62 21 361 1704		Project : TONASA		Drawing Number : 2015-0CT-VD-047882-002	
1		10/10/2015	As Built Drawing	DRW	REV	REP	PUT	WIRING DIAGRAM	
No.		DATE	REVISION AND RECORD OF ISSUE	DRW	CHK	APP	ENG	SHEET : 00 of 25	
								Scale : NTS	

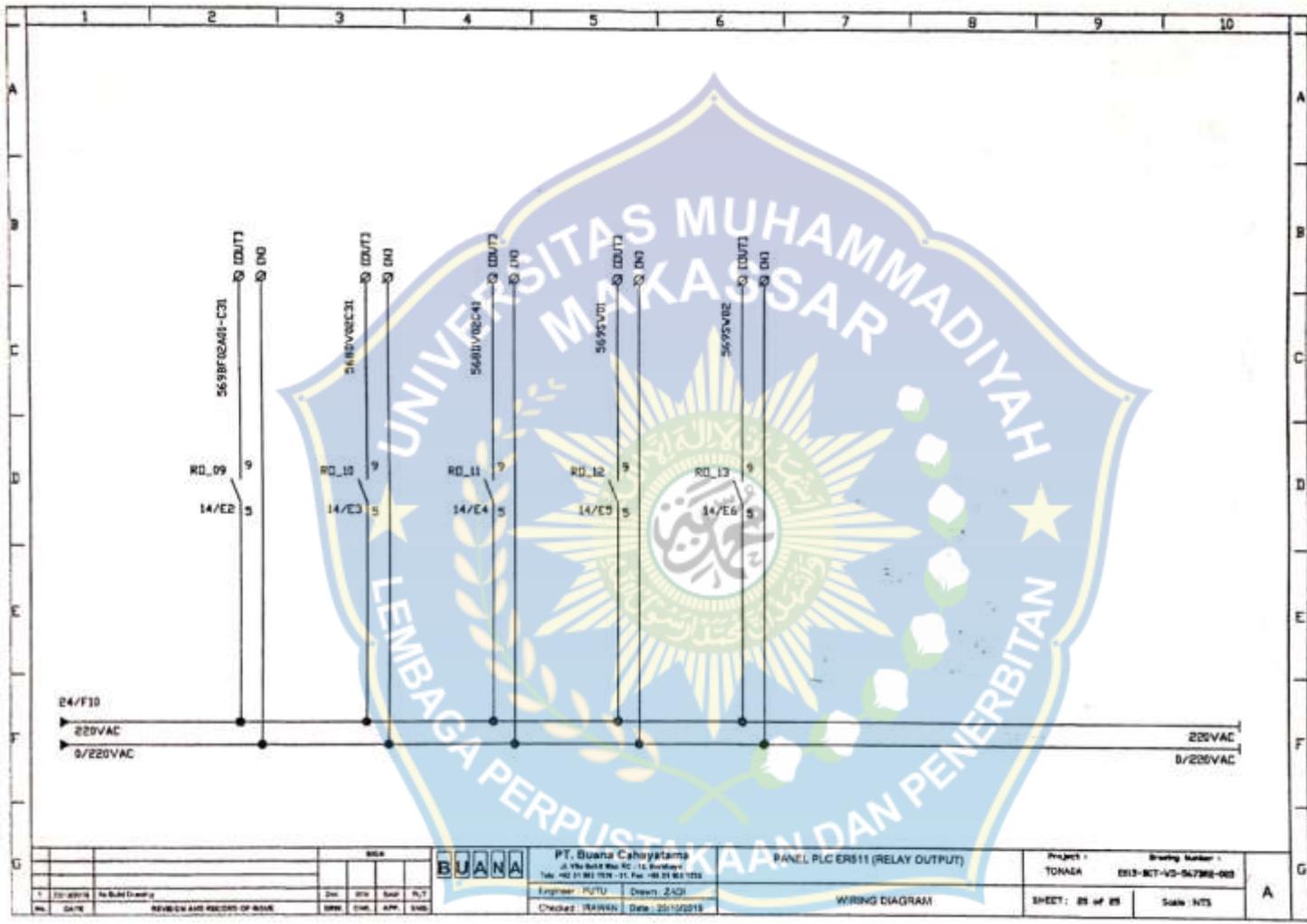


		SIGN				BUANA PT. Buana Cahayabima Jl. Vira Sakti Blok RD - 11, Denpasar Telp. +62 31 662 1100 ext. 1, Fax. +62 31 662 1102	Project : TORASA		Drawing Number : R013-ICT-V0-067902-002	
1. 10/10/2015 No. DATE		Is Build Drawing DESIGNED AND RECORD OF ISSUE		DWG APP.	EWB APP.		PJT EWB	Engineer: PUTU Checked: IRAWAN		Date: 10/13/2015 WIRING DIAGRAM SHEET : 08 of 08 Scale : NTS



		BOX		BUANA		PT. Buana Cahayastama Jl. Siliwangi No. 90 - 11, Bandung Telp. +62 21 883 1518 - 11, Fax. +62 21 883 1552		PANEL PLC ER511 (RELAY INPUT)		Project : TONASA		Drawing Number : 825-BCT-V3-56782-023	
1		20/10/2015	No. Revisi	01	PUTU	Engineer	PUTU	Drawn	ZADI	WIRING DIAGRAM		SHEET : 02 of 05	
No.		DATE		DRW	CHK	APP	ENG	Checked	RAWAN	Date	20/10/2015	Scale : NTS	





REVISION AND RECORDS OF WORK		REV	DATE	BY	CHK	APP	SMS
1	20/09/18	1					

BUANA
 PT. Buana Cahayajama
 Jl. Yth 8018 Blok RC - 1A, Bontolaya
 Telp. +62 31 861 1039 - 11, Fax. +62 31 861 1038
 Engineer: PUTU Dharma ZAQI
 Checked: IRRAWAN Date: 20/10/2018

PANEL PLC ER511 (RELAY OUTPUT)
 WIRING DIAGRAM

Project :
 TONASA
 Drawing Number :
 ER51-BCT-02-047902-002
 SHEET : 05 of 05
 Scale : NTS