

MILIK PERPUSTAKAAN
UNISMUH MAKASSAR

SKRIPSI

ANALISIS PENAMPANG PENGHANTAR TERHADAP
SISTEM KELISTRIKAN PADA AREA TAMBAK

MAZ.MUNTASHIR HAQ

10582156215

MUHAMMAD AL GHASALI

10582131914

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020/2021



HALAMAN JUDUL

ANALISIS PENAMPANG PENGHANTAR

TERHADAP SISTEM KELISTRIKAN PADA AREA TAMBAK



PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

2020/2021



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

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

Judul Skripsi : **ANALISIS PENAMPANG PENGHANTAR TERHADAP SISTEM KELISTRIKAN PADA AREA TAMBAK**

Nama : 1. Maz Muntashir Haq
2. Muhammad Al Ghasali

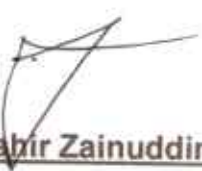
NIM : 1. 105 82 1562 15
2. 105 82 1319 14

Makassar, 11 September 2021

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II


Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc


Rizal Ahdiyat Duyo, S.T., M.T

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro




Adnan, S.T., M.T

NBM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Posi atas nama **Maz Muntashir Haq** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1562 15 dan **hammad Al Ghasali** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1319 14, dinyatakan diterima dan diberikan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0010/SK-Y/20201/091004/2021, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Selasa, 31 Agustus 2021.

Panitia Ujian :

Anggawas Umum

Makassar, 04 Shafar 1443 H

11 September 2021 M

Rector Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

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

Angguji

Ketua : Dr. Eng. Ir. H. Zulfajri Basri Hasanuddin, M.Eng

Sekertaris : Anugrah, S.T.,M.M

Anggota : 1. Dr. Umar Katu, S.T.,M.T

2. Dr. Ir. Hj. Hafsa Nirwana, M.T

3. Adriani, S.T.,M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc

Rizal Ahdiyat Duyo, S.T.,M.T



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.,IPM

NBM : 795 108

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, karena Rahmat dan HidayahNya sehingga penulis dapat menyusun skripsi ini, dan dapat kami selesaikan dengan baik. Tugas akhir ini disusun sebagai salah persyaratan akademik yang harus ditempuh dalam rangka penyelesaian program studi pada Jurusan Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar. Adapun judul tugas akhir adalah : *Analisis Penampang Penghantar Terhadap Sistem Kelistrikan Pada Aea Tambak*”

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini sdisebabkan penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan baik itu ditinjau dari segi tehnis penulis 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 berkat adanya bantuan, arahan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dengan segalan ketulusan dan kerendahan hati, kami mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Ibu DR. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T. Bapak Hamzah Al Imran, ST, MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
2. Ibu Adriani, ST, MT., sebagai Ketua Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

3. Ibu. DR. Ir. Zahir Zainuddin, M.Sc , Selaku Pembimbing I dan Bapak Rizal A Duyo, ST, MT, selaku Pembimbing II, yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing kami.
4. Bapak dan ibu dosen serta staf pegawai pada fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
5. Ayahanda dan Ibunda yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, doa dan pengorbanan terutama dalam bentuk materi dalam menyelesaikan kuliah.
6. Saudara-saudaraku serta rekan-rekan mahasiswa fakultas teknik terkhusus angkatan 2015 yang dengan keakraban dan persaudaraan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan skripsi yang sederhana ini dapat bernabfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta bangsa dan Negara. Amin.

Makassar, September 2021

Penulis

MAZ.Muntrashir Haq S.Pd¹, Muhammad Al Ghasali²

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : maz.muntashir.haq90@gmail.com

²⁾ Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : muhammad.al.gahasali@gmail.com

ABSTRAK

Muhammad Al Ghasali dan Maz Muntashir Hag ; (2021) Analisis Penampang Penghantar Terhadap Sistem Kelistrikan Pada Area Tambak dibimbing oleh DR. Ir Zahir zainuddin, M.Sc, M.T dan Rizal A Duyo, S.T., M.T. Adapun tujuan dari pada penelitian ini adalah dapat memberi gambaran umum tentang instalasi listrik areal tambak intensif, dapat memberi gambaran umum tentang pengaman untuk pengantar yang digunakan dan dapat memberi gambaran umum tentang Penghantar rangkaian akhir motor-motor listrik, penggunaan kabel. Metode yang dipergunakan pada penelitiann ini adalah mengadakan penelitian dan pengambilan data pada area tambak PT. Bosowa isuma unit I. di desa Bori' Kamase Kabupaten Maros. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah Instalasi listrik tambak intensif menggunakan instalasi tegangan rendah 220/380 V dan daya listrik terdistribusi melalui penghantar pilin NFA2X dengan penampang $3 \times 70 + 50 \text{ mm}^2$ dibentangkan di udara. Pengaman untuk pengantar pilin NFA2X $3 \times 70 + 50 \text{ mm}^2$ menggunakan NFB (No Fuse Breaker). Penghantar rangkaian akhir motor-motor listrik menggunakan kabel tanah f leksibel (NYY HY) . Karena kondisi lingkungan tidak memungkinkan digunakannya kabel pejal (NYY) yang harus ditanam dalam tanah dengan baik.

Kata Kunci: Penampang, Penghantar dan Kelistrikan

MAZ.Muntashir.Haq¹, Muhammad Al Ghasali²

¹⁾ Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : maz.muntashir.haq90@gmail.com

²⁾ Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Unismuh Makassar

E_mail : muhammad.al.gahasali@gmail.com

ABSTRACT

Muhammad Al Ghasali and Maz Muntashir Hag; (2021) Cross-sectional analysis of the electrical system in the pond area under the guidance of DR. Ir Zahir Zaimuddin, M.Sc, M.T and Rizal A Duyo, S.T. M.T. The purpose of this research is to be able to provide a general description of the electrical installation of intensive pond areas, to provide an overview of the safety for the introduction used and to provide an overview of the conductors of the final circuit of electric motors, the use of cables. The method used in this research is conducting research and data collection in the pond area of PT. Bosowa isuma unit 1. in the village of Bori' Kamase, Maros Regency. The results obtained in this study are intensive pond electrical installations using 220/380 V low voltage installations and distributed electrical power through NFA2X gyre conductors with a cross section of 3 x 70 + 50 mm² stretched in the air. Safety for the introduction of the NFA2X 3 x 70 + 50 mm² gyre using NFB (No Fuse Breaker). The final circuit conductor of electric motors uses a flexible ground cable (NYY HY). Because environmental conditions do not allow the use of solid cable (NYY) which must be planted in the ground properly

Keywords: Cross section, conductor and electricity

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR	ii
ABSTRAK	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penulisan	2
D. Batasan Masalah	2
E. Manfaat Penelitian	3
F. Metode Penulisan	3
G. Sistematika Penulisan	3
BAB II. TINJAUNAN PUSTAKA	5
A. Beban-beban Listrik	5
1. Motor Listrik Arus Bolak Balik	5
2. Lampu Tabung Fluoresen	10

B. Pengasutan Motor	13
1. Pengasutan Dengan Sistem DOL	14
2. Pengasutan Dengan Tahanan Rotor	14
3. Pengasutan Dengan Tahanan Stator	15
4. Pengasutan Dengan Transformer	15
5. Pengasutan Dengan Hubungan Y - A	16
C. Penghantar	18
1. NYA HY	18
2. NFA2X	22
3. KHA Penghantar	24
4. Luas Penampang Penghantar	25
D. Pengaman	27
1. Fuse	27
2. MCB dan MCCB	28
3. TOR	30
4. NFB	31
E. Sumber Daya Listrik	32
F. Kebutuhan Daya Maksimum	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
A. Waktu dan Tempat	37
B. Metode Penelitian	37
C. Gambar Blok Diagram	38
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	39

A. Hasil Penelitian	39
B. Tata Letak Mesin	39
C. Data Teknis Beban Listrik	40
D. Daftar Beban Listrik	40
E. Letak Panel Kontrol Mesin	41
F. Penghantar	41
G. Pengaman	42
H. Gangguan	42
I. Pengukuran Arus Motor Listrik	43
J. Perhitungan dan Analisis Penghantar	44
1. NYYHY	44
2. NFA2X	47
BAB V. PENUTUP	53
A. Kesimpulan	53
B. Saran-Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

Gambar

2.1. Penampang potongan motor induksi rotor lilit	7
2.2. Penampang potongan rotor sangkar tupai	8
2.3. Penampang rotor dari motor sangkar tupai ganda	9
2.4. 'TI/D/80 (katalog Philips)	11
2.5. 'TL' (katalog Philips)	11
2.6. Diagram dasar hubungan tabung TL	12
2.7. Pengasutan dengan sistem DOL	14
2.8. Pengasutan dengan tahanan rotor	15
2.9. Pengasutan dengan tahanan stator	15
2.10. Pengasutan dengan autotransformer	16
2.11. Hubungan bintang - segitiga	17
2.12. Kabel NYY	19
2.13. Bentuk fisik NFB	32
2.14. Perbandingan sumber 1 fasa dan 3 fasa	33
2.15. Generator AC dihubungkan ke mesin diesel	35
4.1. Aliran arus nominal kabel udara NFA2X pada sektor A	47
4.2. Aliran arus nominal kabel udara NFA2X pada sektor B	49
4.3 Aliran arus nominal kabel udara NFA2X	50
4.5. Aliran arus nominal kabel NFA2X pada sektor D	51
4.6. Penyederhanaan Gambar 4.4	52

DAFTAR TABEL

Tabel

2.1. Tabel 710-5A PUIL 1987	22
2.2. Tabel 710-12A PUIL 1987	24
3.1. Beban Listrik yang Terpasang	39
3.2. Panjang Kabel NYY HY Yang Digunakan	41
3.3. Arus Nominal dan Arus Asut Motor Listrik	42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

I. Detail Pompa Celup 5

II. Jenis Lampu 10

III. Nomenklatur Kabel 19

IV. Katalog MCB 28

V. Katalog MCCB 28

VI. Katalog TOR 30

VII. Katalog NFB 31

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pemanfaatan energi listrik dewasa ini semakin meningkat bukan hanya di kota-kota besar tetapi telah sampai ke pelosok-pelosok desa. Salah satu keuntungan yang diperoleh masyarakat dengan adanya energi listrik ini adalah dapat meningkatkan produktivitas usahanya.

Hal ini sangat nampak pada pengelolaan tambak udang. Metode tradisional sudah mulai ditinggalkan. Kini orang lebih cenderung mengelolanya secara intensif. Pada pola pertambakan intensif (paket teknologi maju) dengan padat penebaran yang tinggi. Pemakaian oksigen relatif lebih besar dibanding pola tradisional. Hal ini berarti pada pola pertambakan intensif kandungan oksigen akan cepat menipis terutama pada malam hari sampai subuh.

Untuk mengatasi kekurangan oksigen hal yang lazim dilakukan adalah dengan menggunakan aerator (kincir). Dengan menggunakan kincir maka oksigen akan langsung di suplai secara difusi ke dalam tambak. Penggerak kincir melalui energi listrik. Kincir-kincir tersebut ditempatkan dalam setiap kolam-kolam tambak. Sehingga akan nampak beberapa kincir yang diletakkan secara beraturan.

Peralatan lainnya yang memanfaatkan energi listrik sebagai penggeraknya adalah pompa air (pompa celup). Pompa ini digunakan untuk memompa air ke dalam kolam tambak. Agar kondisi air terjamin kebersihannya. Agar memudahkan petugas tambak mengadakan penjagaan malam hari pada areal tambak intensif

dilengkapi pula dengan lampu-lampu penerangan. Atau, lampu-lampu penerangan ini sebagai asesoris areal tambak.

Melihat kondisi di atas, ternyata persediaan daya listrik areal tambak intensif perlu diperhitungkan secara matang agar dalam-pengelolaannya tidak terjadi kekurangan daya listrik yang dapat menghambat operasional.

B. Rumusan masalah

Adapun rumusan masalah pada tugas akhir ini adalah :

1. Instalasi listrik tambak intensif menggunakan instalasi tegangan dan daya listrik terdistribusi melalui penghantar dengan penampang
2. Pengaman untuk pengantar dan Penghantar rangkaian akhir motor-motor listrik
3. Daya listrik yang disuplai dari PLN, apakah sudah cukup memadai untuk melayani beberapa sektor karena tersedia pula generator set dengan kapasitas .

C. Tujuan Penulisan

Tujuan yang ingin dicapai dalam penulisan tugas akhir ini adalah untuk :

1. Dapat memberi gambaran umum tentang instalasi listrik areal tambak intensif.
2. Dapat memberi gambaran umum tentang pengaman untuk pengantar yang digunakan
3. Dapat memberi gambaran umum tentang Penghantar rangkaian akhir motor-motor listrik, penggunaan kabel

D. Manfaat

Adapun manfaat dari penulisa tugas akhir ini adalah:

1. Dalam upaya meningkatkan kontinuitas pelayanan daya listrik yang didistribusikan ke beban-beban yang ada di setiap sektor tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I

2. Oleh karena masing-masing motor listrik dilengkapi MCB, dan semua pemutus tenaga (NFB) yang melayani penyaluran daya listrik untuk motor-motor listrik di setiap sektor
3. Pengaman utama pada setiap panel-panel kontrol motor-motor listrik yang semula menggunakan NFB di ganti dengan MCB.

E. Batasan Masalah

Untuk mencegah timbulnya perbedaan penafsiran dan untuk memberi kesatuan arah. Maka penulis membatasi pada masalah :

1. Pemakaian penghantar rangkaian akhir motor-motor listrik dan penghantar udara berisolasi (pilin) yang digunakan saat ini.
2. Sistem pengaman instalasi daya yang diterapkan.

F. Metode Penulisan

Dalam penulisan proyek akhir ini, metode yang digunakan adalah :

1. Observasi, penulis melakukan studi lapangan guna mengambil data yang diperlukan untuk menganalisa gangguan (trip) yang sering terjadi.
2. Literatur, penulis melakukan studi pustaka seperti buku-buku kelistrikan, brosur-brosur dan lain-lain yang menyangkut masalah ini.
3. Diskusi, penulis melakukan tanya jawab dengan orang yang mengerti masalah ini.

G. Sistematika Penulisan

Bab I. Pendahuluan

Pada bab pendahuluan membahas tentang Latar Belakang, Tujuan Penulisan, Batasan Masalah, Manfaat , Metode Penulisan dan Sistematika Penulisan

Bab II. Tinjauan Pustaka

Didalam Bab Tinjauan Pustakan Berisi Mengenai, Pengasutan Motor Listrik, Penghantar, Pengaman, Sumber Daya Listrik AC dan Kebutuhan Daya Maksimum

Bab III. Metodologi Penelitian

Pada bab III ini berisi tentang waktu, tempat dan alur penelitian serta metode penelitian yang dilakukan

Bab IV Hasil Penelitian Dan Pembahasan

Pada bab IV yang didalamnya membahas tentang hasil Penelitian dan Pembahasannya berisikan tentang, Instalasi Daya Listrik Tambak Intensif PT. Bosowa Isuma Unit I, Pengantar, Tata Letak Mesin, Data Teknis Beban Listrik, Daftar Beban Listrik, Letak Panel Kontrol, Penghantar, Pengaman, Gangguan, Hasil Pengukuran, Pemakaian Beban Maksimum

Bab IV. Analisa Instalasi Daya Listrik Tambak Intensif PT. Bosowa Isuma Unit I, Analisa Penghantar, Analisa Pengaman, Analisa Gangguan dan Analisa Penyediaan Daya Listrik

Bab V Penutup

Pada bab V berisikan tentang penutup yang berisi, Kesimpulan dan Saran – saran.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Beban-beban Listrik

1. Motor listrik arus bolak balik

Motor listrik pada dasarnya terbagi dalam dua kelompok besar yaitu motor listrik arus searah dan motor listrik arus bolak balik. Kelompok yang pertama tidak dibahas dalam proyek akhir ini. Hanya kelompok yang kedua saja mengingat motor jenis inilah yang dipergunakan pada areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma.

Motor arus bolak balik ada yang tidak sinkron dan ada pula yang sinkron. Motor yang tidak sinkron lebih dikenal dengan sebutan motor induksi. Yang akan dijelaskan disini adalah bahwa motor-motor tersebut mensuplai sumber tiga fasa. Dengan sendirinya motor-motor itu sendiri merupakan motor arus bolak balik tiga fasa.

a. Motor induksi

Motor listrik terdiri dari dua bagian utama yaitu, bagian yang bergerak disebut rotor dan bagian yang diam yang disebut stator.

Pada motor induksi statornya diberi suplai daya listrik sehingga timbul fluksi stator yang berputar. Selanjutnya arus terinduksi ke rotor menimbulkan kopel yang dapat membuat rotor berputar.

Kecepatan rotor sekalipun tanpa beban, harus lebih kecil sedikit dari kecepatan fluksi stator agar arus dapat diinduksikan ke dalam rotor, sehingga menghasilkan kopel. Selisih kecepatan fluksi stator dan

kecepatan rotor disebut slip- Slip umumnya dinyatakan sebagai persen dari kecepatan fluksi stator.

$$\text{Persen slip, } S = \frac{N_s - N_r}{N_s} \times 100 \%$$

Dimana, N_s = kecepatan fluksi stator (rpm)

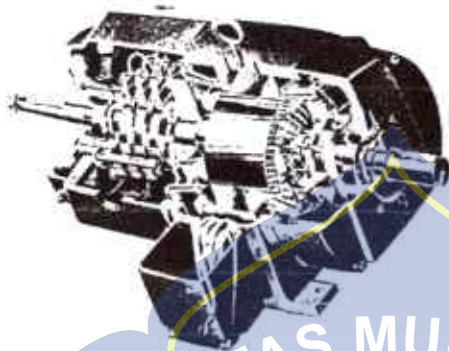
N_r = Kecepatan rotor (rpm)

Persamaan di atas memperlihatkan bahwa N_s dan N_r tidak sama. Sehingga motor induksi disebut pula motor yang tidak sinkron atau asinkron.

Dilihat dari jenis rotornya, motor induksi terdiri dari dua type yaitu type rotor sangkar dan rotor belitan.

- Motor induksi type rotor belitan

Rotor dari motor rotor lilitan atau motor cincin slip dililit dengan lilitan berisolasi. Lilitan tiga fasa ini dihubungkan secara Y dengan ujung terbuka dari setiap lilitan fasa yang dihubungkan dengan ketiga cincin slip. Tahanan variabel luar hubungan Y dihubungkan ke rangkaian rotor melalui cincin slip.



Gambar 2.1. Penampang potongan motor induksi rotor lilit (Mesin dan Rangkaian Listrik)

Tahanan geser motor memungkinkan kenaikan tahanan rangkaian rotor selama periode asut, yang menghasilkan kopel asut yang tinggi. Jika motor melakukan percepatan, tahanan geser berangsur-angsur dikurangi, sehingga mengurangi tahanan rotor karena reaktansi rotor berkurang. Dengan cara ini kopel motor dikendalikan sehingga selama periode asut tersedia nilai kopel maksimum. Cincin slip dihubungkan-singkatkan ketika motor mencapai kecepatan penuh, kerjanya pada kondisi jalan sama dengan motor sangkar. Mesin ini biasa digunakan pada mesin konveyor, mesin pemecah dan mesin derek yang memerlukan putaran konstan.

- Motor induksi type rotor sangkar

Motor induksi jenis ini mempunyai rotor dengan kumparan yang terdiri atas beberapa batang konduktor yang disusun sedemikian

rupa hingga menyerupai sangkar tupai. Konstruksi rotor seperti ini sangat sederhana bila dibandingkan dengan rotor mesin listrik lainnya. Dengan demikian harganya pun murah.

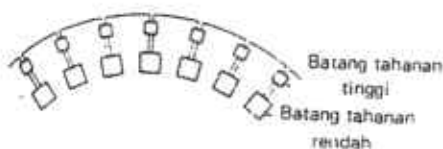
Karena konstruksinya yang demikian, padanya tidak mungkin diberikan pengaturan tahanan luar seperti pada type rotor belitan. Untuk membatasi arus mula yang besar, tegangan sumber harus dikurangi dan biasanya digunakan autotransformator atau saklar Y-A. Tetapi berkurangnya arus akan berakibat berkurangnya kopel mula.



Gambar 2.2. Penampang potongan motor induksi rotor sangkar tupai. (Mesin dan Rangkaian Listrik)

Untuk mengatasi berkurangnya kopel mula tersebut dibuat pula motor induksi dengan rotor sangkar jenis ganda.

Seperti namanya, motor sangkar tupai ganda mempunyai dua lilitan rotor yakni satu di dalam yang lain. Lilitan sangkar luar mempunyai tahanan tinggi dan yang dekat dengan permukaan rotor mempunyai induktansi rendah. Sangkar dalam adalah lilitan bertahanan rendah dan karena hampir dikelilingi oleh besi, mempunyai Induktansi yang tinggi.



Gambar 2.3. Penampang rotor dari motor sangkar tupai ganda.
(Mesin dan Rangkaian Listrik)

Selama periode asut dengan frekuensi rotor yang tinggi impedansi lilitan terluar lebih rendah daripada yang di lilitan dalam, sehingga sebagian besar arus rotor mengalir dalam bagian terluar lilitan bertahanan tinggi. Pada kecepatan kerja normal, frekuensi rotor sangat rendah sehingga hampir semua arus rotor mengalir dalam sangkar dalam yang bertahanan rendah, yang menghasilkan efisiensi kerja dan pengaturan kecepatan yang baik. Motor type ini digolongkan sebagai motor kopel tinggi dengan arus asut yang rendah. Biasa digunakan untuk beban yang memerlukan kopel asut kecil pada putaran rendah konstan seperti mesin perkakas, pompa dan lain-lain.

b. Motor sinkron

Beban listrik yang berupa motor-motor listrik pada areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I Rebenarrvya tidak ada yang menggunakan motor sinkrons Sebagai penabanding saja dengan motor yang tidak sinkron (induksi).

Jika motor induksi dibutuhkan ke catu tiga fasa, dibangkitkan medan penguat putar yang menginduksikan arus di dalam lilitan rotor,

sehingga menghasilkan kopel. Rotor tak pernah dapat berputar pada kecepatan sinkron, karena harus ada gerak relatif antara medan magnet putar dan rotor agar arus dapat diinduksikan dalam rangkaian rotor.

Jika lilitan stator dari motor sinkron dieksitasi dengan tegangan tiga phasa dibangkitkan medan magnet putar seperti dalam motor induksi. Tetapi dalam motor sinkron, rangkaian rotor tidak dieksitasi oleh induksi tetapi oleh sumber arus searah seperti dalam generator AC. Jika dengan suatu cara, dibawa ke kecepatan sinkron dengan kutub rotor dieksitasi, kutub-kutub rotor ditarik oleh kutub medan magnet putar dan rotor terus berputar pada kecepatan sinkron.

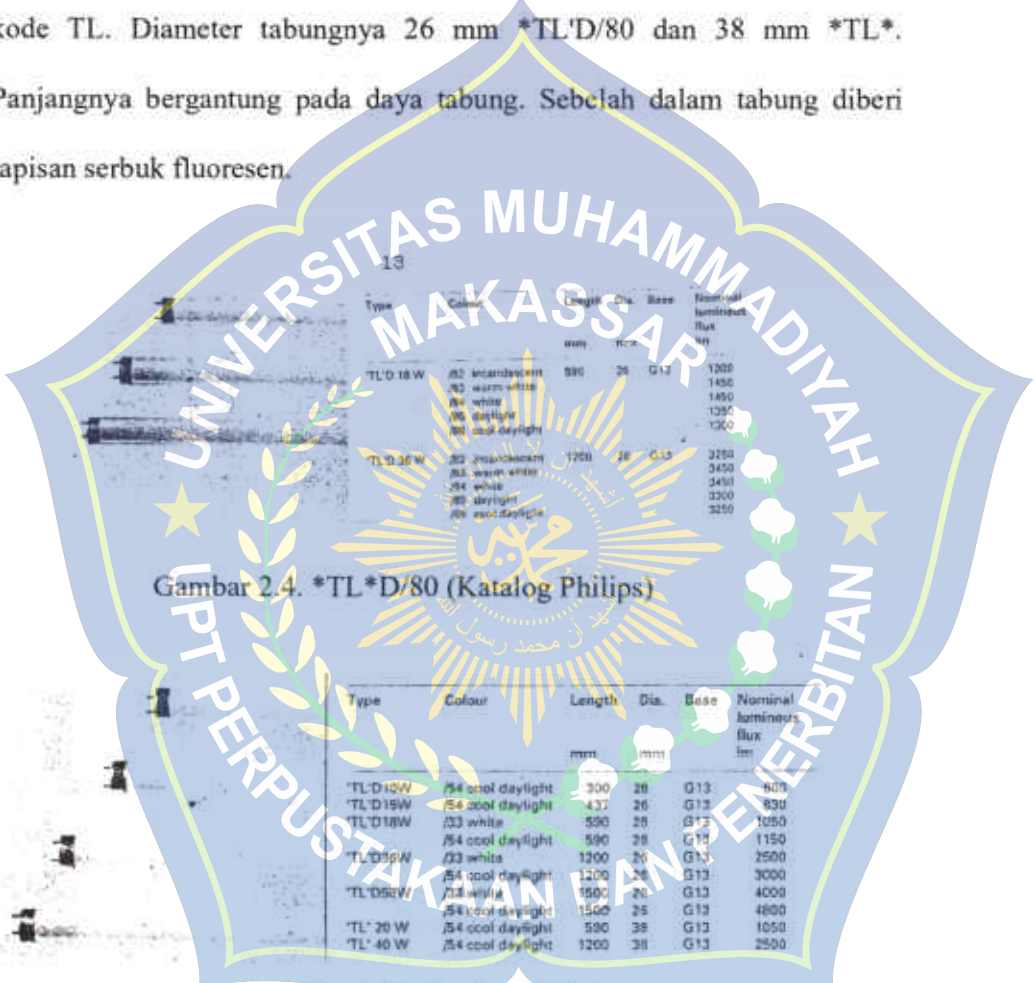
Motor sinkron digunakan untuk pemakaian daya dalam ukuran diatas 20 HP dan lebih sering dalam ukuran yang lebih besar daripada 100 HP. Pemakaian motor sinkron adalah untuk pemompaan, menggerakkan blower dan penggiling.

2. Lampu tabung fluoresen

Dipilihnya lampu tabung fluoresen (TL) untuk penerangan areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma karena tinggi tiang ^ianya 3 meter, Fungsinya sebagai asesoris dan agar memudahkan petugas tambak mengadakan penjagaan malam hari. Sampai saat ini penulis belum mendapatkan standarisasi tingkat penerangan areal tambak intensif. Sehingga di sini hanya merupakan penjelasan tentang prinsip kerja lampu tabung fluoresen.

Lampu tabung fluoresen terdiri dari atas tabung fluoresen, kumparan hambat dan starter penyalan.

Bentuk standar tabung fluoresen dipasarkan oleh Philips dengan kode TL. Diameter tabungnya 26 mm *TL'D/80 dan 38 mm *TL*. Panjangnya bergantung pada daya tabung. Sebelah dalam tabung diberi lapisan serbuk fluoresen.



13

Type	Colour	Length mm	Dia. mm	Base	Nominal lumens flux lm
TL'D 18 W	/82 incandescent	590	26	G13	1000
	/83 warm white				1430
	/84 white				1490
	/85 daylight				1390
	/86 cool daylight				1350
TL'D 36 W	/82 incandescent	1200	26	G13	2250
	/83 warm white				3450
	/84 white				3490
	/85 daylight				3200
	/86 cool daylight				3250

Gambar 2.4. *TL*D/80 (Katalog Philips)

Type	Colour	Length mm	Dia. mm	Base	Nominal lumens flux lm
TL'D 10 W	/84 cool daylight	300	26	G13	600
TL'D 15 W	/84 cool daylight	437	26	G13	830
TL'D 18 W	/83 white	590	26	G13	1050
	/84 cool daylight	590	26	G13	1150
TL'D 36 W	/83 white	1200	26	G13	2500
	/84 cool daylight	1200	26	G13	3000
TL'D 50 W	/83 white	1500	26	G13	4000
	/84 cool daylight	1500	26	G13	4800
TL' 20 W	/84 cool daylight	590	38	G13	1050
TL' 40 W	/84 cool daylight	1200	38	G13	2500

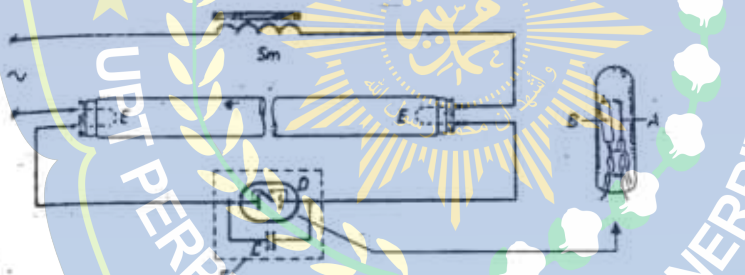
Gambar 2.5. 'TL' (Katalog Philips)

Pada setiap ujung tabung terdapat sebuah elektroda. Elektroda ini terdiri dari kawat pijar dari wolfram dengan sebuah emitter untuk memudahkan emisi elektron-elektron. Tabung fluoresen diisi dengan uap air raksa dan gas mulia argon. Lampu TL tidak dapat dihubungkan langsung dengan jala-jala listrik tetapi harus dilengkapi dengan beberapa

komponen-komponen pembantu, Komponen-komponen pembantu ini ialah kumparan hambat (ballast) dan starter.

Kumparan hambat ini membatasi arus tabung. Selain itu alat ini juga membangkitkan suatu tegangan kejut yang tinggi untuk memulai penyalan tabung. Daya kumparan hambat yang diperlukan bergantung pada jenis dan daya tabung.

Starter untuk tabling fluorezen terdiri dari sebuah balon kaca kecil yang diisi dengan gas mulia. Di dalam balon terdapat dua elektroda dwilogam A dan B (gambar 2.6).



Gambar 2.6. Diagram dasar hubungan tabung TL dengan kumparan hambat dan starter. (Instalasi Listrik Arus Kuat 2).

Jarak antara elektroda-elektroda A dan B tersebut dibuat demikian rupa, sehingga staternya akan menyala pada tegangan 100 - 200 volt.

Kalau rangkaian gambar 2 . 6 dihubungkan dengan tegangan jaring 220 v, stater akan mendapat tegangan 220 V , sehingga menyala dan men j adi panas . Karena itu elektroda-elektroda dwilogam A dan B akan membengkok dan membuat kontak.

Dengan demikian suatu arus besar akan mengalir dari Jaringan lewat kumparan hambat Sm, elektroda tabung E, stater S dan elektroda tabung yang lain kembali ke jaringan. Arus ini akan membuat elektroda-elektroda tabung berpijar dan mengeluarkan elektron-elektron.

Sementara itu tegangan stater telah hilang, sehingga staternya padam dan menjadi dingin. Elektroda-elektroda dwilogam dalam stater akan lurus kembali dan memutuskan arus yang sedang mengalir. Karena pemutusan yang tiba-tiba ini dalam kumparan hambat Sm akan dibangkitkan suatu gaya gerak listrik yang tinggi.

Tegangan kejut ini seri dengan tegangan jaring. Tegangan pada elektroda-elektroda E dari tabung akan cukup tinggi untuk menyalakan tabung, asalkan elektroda-elektrodanya sudah cukup panas.

Setelah menyala tegangan tabungnya akan turun hingga 60 - 100 V, dan stater akan paralel dengan tabung. Karena tegangan nyala tabung lebih rendah daripada tegangan penyalat stater maka stater akan tetap padam.

Paralel dengan tabung stater D terdapat sebuah kondensator kecil C. Kondensator ini mengurangi cetusan-cetusan pada elektroda-elektroda dwilogam, sehingga memperbaiki pemutusan arus dalam stater.

B. Pengasutan Motor Induksi

Pada dasarnya untuk pengasutan sebuah motor dapat dilakukan dengan menggunakan sistem antara lain :

- DOL (Direct On Line)
- Tahanan rotor

- Tahanan stator
- Transformator
- Perubahan hubungan Y -4

1. Pengasutan dengan sistem DOL

Pengasutan dengan menggunakan sistem DOL adalah cara menjalankan motor paling sederhana dibanding sistem lainnya. Motor langsung dihubungkan dengan catu daya menggunakan saklar.

Pengasutan dengan menggunakan sistem DOL dimaksudkan untuk menjalankan motor-motor kecil. Ketentuan PLN mengijinkan sambungan langsung pada jala-jala sampai 5 KW.

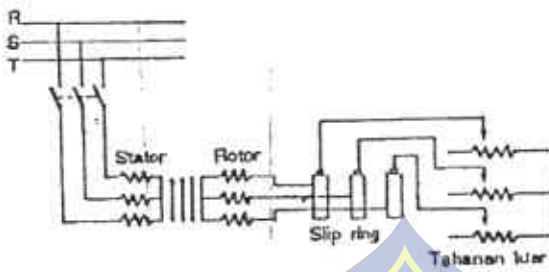


Gambar 2.7 Pengasutan dengan sistem DOL

2. Pengasutan dengan tahanan rotor

Digunakan untuk menjalankan motor rotor belitan (motor slip ring).

Tahanan tersebut dihubungkan ke rotor melalui cincin seret (slip ring).

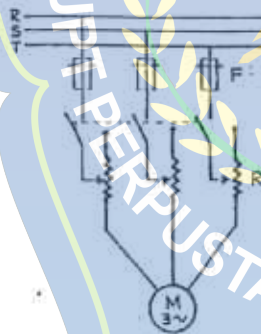


Gambar 2.8. Pengasutan dengan tahanan rotor

Tahanan berada dalam posisi maksimum, saat sebelum motor dijalankan. Pengaturan tahanan dilakukan secara bertahap hingga motor mencapai putaran yang konstan.

3. Pengasutan dengan tahanan stator

Tahanan yang digunakan dihubungkan seri terhadap kumparan stator dari motor. Pengaturan tahanan dilakukan secara bertahap sampai motor mencapai put

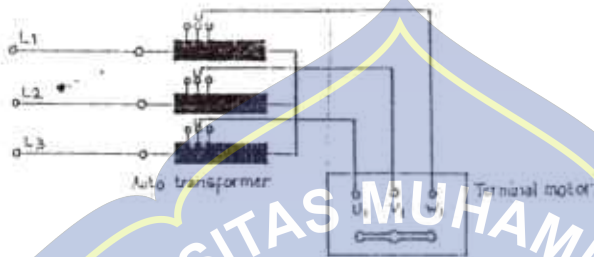


Gambar 2.9 Pengasutan dengan tahanan stator

4. Pengasutan dengan transformer

Pengasutan jenis ini digunakan untuk pengurangan tegangan line, karena sifat transformer memberikan pengurangan torsi mula, hasil dari pengurangan tegangan sekunder mengurangi arus mula motor.

Untuk pemilihan tegangan digunakan autotransformer yang dilengkapi dengan tap-tap prosentase tegangan, sehingga dapat dilakukan pemilihan tegangan untuk digunakan pada motor selama periode asut berlangsung.



Gambar 2.10. Pengasutan dengan autotransformer

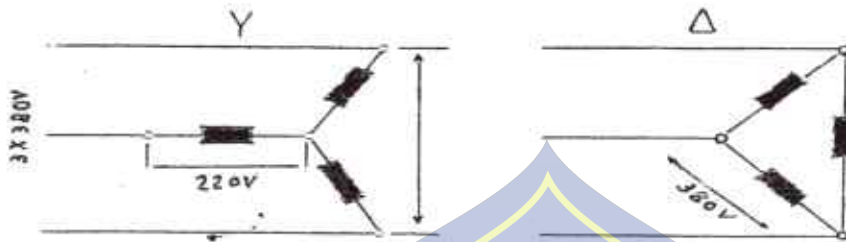
5. Pengasutan dengan menggunakan perubahan hubungan bintang - segitiga (Y - A)

Kapasitas motor yang menggunakan saklar bintang segitiga kira-kira 5-15 KVA, hal ini bertujuan mengurangi arus mula jalan.

Sebuah motor harus digunakan dalam hubungan bintang atau hubungan segitiga tergantung pada tegangan jaringnya.

Tegangan yang harus dihubungkan dengan motor, biasanya dinyatakan di pelat merknya, misal 220/380 V atau 380/660 V, tegangan yang lebih rendah ialah tegangan yang harus dihubungkan dengan kumparan-kumparan motor.

Misalnya tegangan sumber 3 x 380/220 V selanjutnya untuk menjalankan motor dalam sambungan bintang-segitiga haruslah dipesan untuk 3 x 660/380 V.



Gambar 2.11, Hubungan bintang segitiga

Pada kedudukan permulaan motor dalam bintang sehingga tegangan tiap kumparan $380 : \sqrt{3} = 220$, hal ini menyebabkan pengurangan arus mula. Ketika kedudukan segitiga arus akan meningkat $\sqrt{3} \times$ seperti arus nominal pada sambungan segitiga.

Belitan stator motor dihubungkan bintang saat motor mulai dijalankan. Setelah beberapa saat relay penunda waktu memindahkan hubungan stator dalam hubungan segitiga.

Pada kedudukan mula motor dalam keadaan bintang sehingga tegangan tiap kumparan sebesar $1/\sqrt{3}$ kali tegangan daringnya sedang arus yang masuk pada tiap kumparan sama dengan tegangan arus line/jaring. Pada saat kedudukan segitiga tegangan tiap kumparan sama dengan tegangan jaring .dan arus pada kumparan $1/\sqrt{3}$ kali arus jaring. Dengan demikian pengasutan dengan perubahan hubung Y- Δ bertujuan menjalankan motor dengan pengasutan yang rendah.

C. Penghantar

Sebagai bahan penghantar untuk kabel listrik digunakan tembaga atau aluminium. Tembaga yang digunakan untuk penghantar kabel umumnya tembaga elektrolis, dengan kemurnian sekurang-kurangnya 99,9%. Tahanan jenis tembaga lunak untuk hantaran listrik telah dibakukan secara internasional, yaitu tidak boleh melebihi :

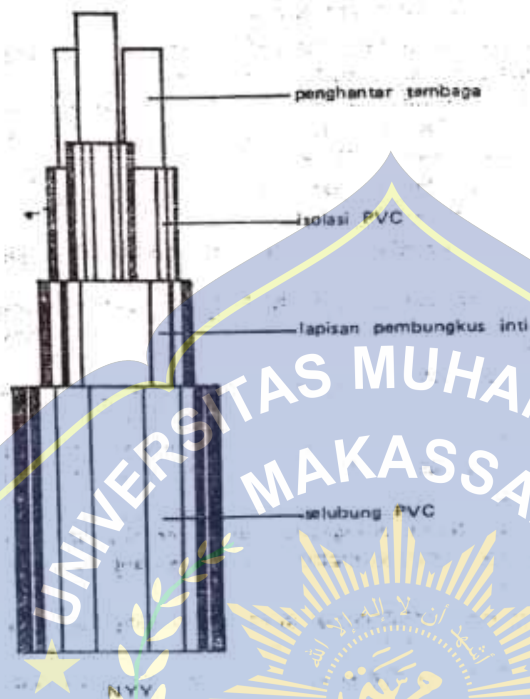
$1/58 = 0,017241 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$ pada suhu 20°C . atau sama dengan 58 Siemens ($\text{m}/\text{ohm mm}^2$).

Aluminium untuk penghantar kabel berisolasi harus juga aluminium murni. Umumnya digunakan aluminium dengan kemurnian sekurang-kurangnya 99,5%. Juga tahanan jenis aluminium lunak untuk hantaran listrik telah dibakukan, yaitu tidak boleh melebihi :

$1/35,4 = 0,028264 \text{ ohm mm}^2/\text{m}$ pada suhu 20°C . atau sama dengan daya hantar jenis sekurang-kurangnya :
35,4 Siemens ($\text{m}/\text{ohm mm}^2$).

1. NYYHY

Penghantar dari tembaga yang digunakan pada instalasi daya tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I adalah kabel tanah berserabut NYYHY. Konstruksi isolasinya sama dengan NYY. Warna selubung luarnya hitam. Tegangan nominalnya : 0,6 KV/1 kV



Gambar 2.12. Kabel NYN uratnya pejal. (Instalasi Arus Kuat I)

NYN HY sebagai kabel kontrol kincir-kincir dan pompa celup pada areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I. Tidak ditanam dalam tanah. Dengan dalih bahwa kincir-kincir sewaktu-waktu dipindah-pindahkan ke pematang untuk dilakukan perawatan. Dan ketika habis panen dengan penghantar NYN HY mudah digulung untuk menempatkan kincir-kincir di pematang. Apalagi selama pemakaian kincir berlangsung lebih kurang tiga bulan kemungkinan terjadi kerusakan mekanis terhadap penghantar boleh dikatakan tidak akan terjadi. Sebab, areal tambak bersih dari pepohonan atau benda lain yang akan menimpa kabel. Jadi, pengontrolan terhadap kincir-kincir tidak di instalasi dengan pemasangan tetap.

Bila dipasang tetap (ditanam dalam tanah) kemungkinan akan terjadi kerusakan mekanis terhadap penghantar- Sebab caren-caren kolam tambak digali dengan menggunakan backhoe dan caren-caren tersebut digali setiap penggarapan ulang yaitu sehabis panen.

Mengenai kerusakan penghantar yang disebabkan oleh air asin atau zat kimia lainnya. Petugas tambak intensif PT. Bosowa Isuma duga mengakui bahwa NYY HY ini tahan terhadap semua itu. Menurutnya, masih ada penghantar NYY HY yang digunakan sejak dimulainya usaha ini (1984) sampai sekarang.

Pemasangan penghantar NYY HY yang diterapkan oleh PT. Bosowa Isuma merujuk kepada pasal 770 PUIL 1987 mengenai pemasangan penghantar khusus. Pasal tersebut menyebutkan bahwa : "Pemasangan penghantar lain yang tidak atau belum diatur dalam peraturan ini (PUIL 1987) akan diatur oleh instansi yang berwenang".

Dalam buku Instalasi listrik Arus Kuat I disebutkan bahwa : NYY dapat juga dibuat sebagai kabel kontrol dengan banyak urat. Sebagai kabel kontrol jumlah uratnya dapat mencapai 61. Luas penampang penghantarnya umumnya $1,5 \text{ mm}^2$, Dan penggunaan utama NYY sebagai kabel tenaga ialah untuk instalasi industri di dalam gedung maupun di alam terbuka, dan dalam lemari hubung bagi, apabila diperkirakan tidak akan ada gangguan mekanis.

Pernyataan tersebut oleh penulis menafsirkan bahwa yang dimaksud dengan kabel kontrol banyak urat adalah NYY HY. Saat ini di pasaran telah terdapat NYY HY sampai penampang 6 mm^2

Akan tetapi dalam buku Instalasi Listrik Arus Kuat tidak menyebutkan KHA kabel kontrol NYY banyak urat sehingga dalam menentukan KHA NYY HY harus berpedoman kepada tabel 710-5A kolom 7 PUIL 1987. Karena NYY HY fleksibel hanya karena penghantarnya terbuat dari banyak kawat.

Pemakaian NYY HY pada tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I didasari pula pada pasal 742.E.I PUIL 1987 : Penggunaan kabel instalasi yang fleksibel, sedapat mungkin dibatasi, hanya dalam hal penggunaan kabel instalasi yang tidak fleksibel tidak dimungkinkan.

Dalam pasal tersebut terdapat catatan bahwa kabel yang fleksibel yang disebabkan oleh banyak kawat dianggap sederajat dengan kabel instalasi yang bukan fleksibel.

Dengan kondisi lingkungan seperti yang dipaparkan di atas pada areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I tidak memungkinkan dipergunakan kabel tanah yang pejal.

KHA terus menerus untuk kabel tanah berinti tunggal, ber-penghanter tembaga, berisolasi dan berselubung PVC, dipasang pada si stem arus searah dengan tegangan kerja maksimum 1,3 kV; serta untuk kabel tanah berinti dua, tiga dan empat berpenghanter tembaga, berisolasi dan berselubung PVC yang dipasang pada sistem arus fase tiga dengan tegangan nominal 0,6/1 kV/peda suhu keliling 30°C.

Tabel 2.1. 710-5A PUIL 2000

Jenis kabel	Luas penampang nominal (mm ²)	KHA terus menerus					
		Berinti tunggal		Berinti dua		Berinti tiga dan empat	
		Ditanah (A)	Di udara (A)	Ditanah (A)	Di udara (A)	Ditanah (A)	Di udara (A)
1	2	3	4	5	6	7	8
	1,5	33	26	27	21	24	18
	2,5	45	35	36	29	32	25
	4	58	46	47	38	41	34
	6	74	58	59	48	52	44
	10	98	80	78	66	69	60
	16	129	105	102	90	89	80
NAYY							
NAYBY	25	169	140	134	120	116	105
NAYFGBY	35	209	175	160	150	138	130
NAYRGBY	50	249	215	187	180	165	160
NAYCY							
NAYCWY	70	312	270	231	230	205	200
NAYSY	95	374	335	280	275	245	245
NAYCEY	120	427	390	320	320	280	285
NAYSEY							
Dan	150	481	445	356	375	316	325
NAYHSY	185	552	510	409	430	356	370
	240	641	620	472	510	414	435
	300	730	710	525	590	463	500
	400	854	850	605	710	534	600
	500	988	1000	-	-	-	-

2. NFA2X

Yang dimaksud dengan kabel NFA2X adalah kabel pilin berpengantar aluminium berisolasi XLPE. Digunakan sebagai penghantar udara di luar bangunan.

Pada instalasi listrik tambak PT. Bosowa Isuma unit I pemasangannya melalui tiang-tiang kayu yang tingginya 3 meter. Kabel NFA2X ini berfungsi sebagai hantaran pengisi atau saluran utama yang menyalurkan daya listrik ke setiap panel-panel kontrol kincir dan pompa celup yang terdapat di setiap sektor tambak.

Warna selubungnya hitam. Tegangan nominalnya 0,6/1 kV. Bila digunakan pada sistem fasa tiga, misalnya NFA2X 3x70+50 mm². Artinya, penampang setiap penghantar fasa 70 mm² dan penampang penghantar netralnya 50 mm. Karena keempat penghantarnya berselubung hitam dari bahan XLPE (crosslinked polyethylene) agar konsumen dapat membedakan fasa R, S, dan T disepanjang penghantar 70 mm terdapat mengenal berupa garis untuk fasa R terdapat satu garis, fasa S terdapat dua garis dan fasa T terdapat tiga garis.

Penyambungan NFA2X di udara harus memenuhi ketentuan sesuai pasal 520.E.5. PUIL 2000 : jika tempat hubungan suatu cabang ke saluran utama tak dapat dicapai, pengaman arus lebih sirkit motor boleh dipasang di tempat yang dapat dicapai asal penghantar antara sambungan dan pengaman tersebut mempunyai KHA sama dengan saluran utama.

Berdasarkan ketentuan tersebut penghantar yang turun ke setiap panel-panel kontrol kincir dan pompa celup harus pula penghantar NFA2X yang memiliki penampang . yang sama dengan NFA2X yang dibentangkan di antara tiang-tiang kayu.

KHA NFA2X terdapat pada tabel 710-12A PUIL 2000.

Tabel 2.2. 710-12A PUIL 2000

KHA terus menerus kabel pilin udara untuk saluran tegangan rendah dan saluran pelayanan, pada suhu keliling maksimum 40°C

Jenis kabel	Penampang nominal (mm ²)	KHA (A)	Penggunaan
1	2	3	4
	2 x 25 + 50	105	Saluran tegangan rendah
	2 x 35 + 50	126	
	2 x 50 + 50	145	
	2 x 70 + 50	185	
	2 x 95 + 70	208	
	3 x 25 + 50	Idem	
	3 x 35 + 50		
	3 x 50 + 50		
	3 x 70 + 50		
	3 x 95 + 70		
NFA2X	3 x 25 + 50 + 2 x 16	Idem	
	3 x 35 + 50 + 2 x 16		
	3 x 50 + 50 + 2 x 16		
	3 x 70 + 50 + 2 x 16		
	3 x 95 + 70 + 2 x 16		
	2 X 10 re	50	
	2 x 10 rm	50	
	2 x 16	70	
	4 x 10 re	50	
	4 x 10 rm	50	
	4 x 16	50	
	4 x 25	70	
		90	

3. Kuat Hantar Arus (KHA) Penghantar

Ketentuan mengenai KHA suatu penghantar pada motor listrik menurut PUIL 1987 adalah :

- Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 110% dari arus nominal beban penuh (Pasal 520.C.1)
- Penghantar rangkaian akhir yang menyuplai dua motor atau lebih tidak boleh mempunyai KHA kurang dari jumlah arus beban penuh dari semua

motor dan ditambah 10% dari arus beban penuh motor yang terbesar dalam rangkaian tersebut (Pasal 520.C.2).

Dengan mengetahui besarnya KHA suatu penghantar, maka dapat ditentukan luas penampang penghantar yang akan digunakan. KHA untuk beberapa macam ukuran penampang penghantar terdapat dalam PUIL2000.

4. Luas Penampang Penghantar

Faktor-faktor yang mempengaruhi dalam penentuan luas penampang penghantar antara lain :

- Kuat arus nominal beban.
- Daya hantar jenis penghantar.
- Rugi tegangan maksimum yang diperbolehkan.
- Panjang penghantar.

Persamaan di bawah ini dapat digunakan untuk menentukan luas penampang NYH yang mengontrol kincir dan pompa celup pada instalasi daya tambak intensif PT. Bosowa Isuma.

$$A = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos \phi}{T \cdot V_r}$$

Keterangan :

A = Luas penampang penghantar (mm²) untuk instalasi daya minimal 4 mm².

L : Panjang penghantar (m)

I : Kuat arus nominal beban (Ampere)

: Daya hantar jenis penghantar (S/m)

untuk tembaga : $56,2 \cdot 106 \text{ S/m}$

untuk aluminium : $33 \cdot 106 \text{ S/m}$

V_r : Rugi tegangan dalam penghantar (volt) rugi tegangan yang diperbolehkan tidak boleh melebihi 5% dari tegangan jala-jala.

Persamaan tersebut digunakan karena motor-motor listrik yang menggerakkan kincir dan pompa celup adalah motor tiga fasa.

Sedang untuk menentukan penampang penghantar NFA2X yang digunakan pada areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I dapat diketahui melalui persamaan di bawah ini :

$$A = \frac{\sqrt{3} \cos \phi}{T \cdot V_r} \times \Sigma I \cdot L$$

Ket : $\Sigma I \cdot L$ = disebut momen aliran

Persamaan ini digunakan mengingat penghantar NFA2X sebagian saluran utama sangat panjang. Dan diusahakan memiliki penampang yang sama di setiap cabang agar mudah dilakukan penyambungan di udara atau pada tiang dimana terdapat panel-panel kontrol kincir dan pompa celup.

Penulis nantinya, menganalisa rugi tegangan yang terjadi menurut penampang penghantar yang saat ini digunakan pada instalasi daya tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I melalui persamaan-persamaan di atas.

D. Pengaman

Kemungkinan terjadinya gangguan dalam suatu instalasi dapat berasal dari dalam dan luar instalasi itu sendiri baik dari peralatan maupun lingkungan dimana tempat instalasi itu terpasang. Oleh karena itu, diperlukan pengaman untuk menjamin kontinuitas pelayanan instalasi tersebut.

Tujuan dari pengaman suatu peralatan adalah untuk mencegah atau membatasi kerusakan peralatan terhadap suatu gangguan sehingga kelangsungan penyaluran tenaga listrik dapat dipertahankan. Pengaman peralatan terhadap arus hubung singkat dapat digunakan fuse, MCB atau MCCB. Sedang terhadap beban lebih digunakan TOR.

1. Fuse

Selain untuk mencegah timbulnya arus hubung singkat juga berfungsi sebagai pembatas arus. Pengaman ini bekerja atas prinsip peleburan akibat adanya arus yang mengalir pada rangkaian yang melebihi batas kemampuan hantar arusnya. Waktu keroa dari pengaman ini tergantung dari besarnya arus yang melewatinya.

Beberapa karakteristik pengaman lebur seperti di bawah ini :

- Arus peleburan minimum, yaitu besarnya arus yang menyebabkan elemen atau kawat dari pengaman tersebut melebur.
- Waktu peleburan minimum, yaitu waktu yang menunjukkan berapa lama arus mengalir hingga elemen melebur.
- Waktu pelepasan maksimum, yaitu waktu yang menunjukkan berapa lama arus mengalir hingga elemen terputus.

Pengaman ini lebih ekonomis dibanding pengaman jenis lainnya pada kapasitas yang sama, tetapi memiliki kelemahan seperti :

- Memutuskan rangkaian hanya pada kondisi abnormal.
- Pemutusan rangkaian hanya pada satu saluran saja.
- Untuk penggunaan saluran tiga fasa, digunakan tiga fuse.
- Kapasitas pemutus arusnya tidak dapat disetting.

2. MCB dan MCCB

Miniatur Circuit Breaker (MCB) dan Moulded Case Circuit Breaker (MCCB) juga digunakan untuk mengamankan rangkaian dari arus hubung singkat. Kedua alat ini bekerja secara otomatis untuk memutuskan bagian yang mengalami gangguan. MCB dipakai pada kapasitas pemutusan arus lebih yang kecil, sedangkan MCCB pada pemutusan arus yang lebih besar.

Dibandingkan dengan fuse, MCB dan MCCB memiliki beberapa keuntungan seperti :

- Dapat memutuskan rangkaian pada kondisi normal dan abnormal.
- Dapat digunakan berulang kali selama tidak rusak.
- Dapat memutuskan arus pada semua saluran tegangan secara bersamaan.
- Untuk saluran tiga fasa, hanya menggunakan satu buah.
- Khusus untuk MCCB kapasitas pemutus arusnya dapat disetting.

Namun, ditinjau dari segi harga MCB dan MCCB lebih mahal daripada fuse.

Ketentuan-ketentuan penggunaan MCB dan MCCB sebagai pengaman atau proteksi terhadap arus hubung singkat untuk motor-motor listrik, menurut PUIL 1987 sebagai berikut :

- a. Nilai nominal atau setting pengaman arus hubung singkat harus dipilih sehingga motor dapat diasut, sedangkan penghantar rangkaian akhir serta peralatan kontrol dan motornya tetap diamankan terhadap arus hubung singkat. (Pasal 520 E2.1)
- b. Nilai nominal atau setelan pengaman arus hubung singkat untuk rangkaian akhir yang menyuplai motor tunggal tidak boleh melebihi nilai sebagai berikut (Pasal 520 E2.2) :
 - 1) 250% dari arus nominal motor yang bersangkutan, untuk motor sangkar atau serempak dengan pengasutan Y - A ,reaktansi tahanan, DOL dan motor satu fasa.
 - 2) 200% dari arus nominal motor yang bersangkutan, untuk motor sangkar atau serempak dengan pengasutan autotransformator, atau motor sangkar reaktansi tinggi.
 - 3) 150% dari arus nominal motor yang bersangkutan untuk motor lilit dan motor arus searah.
- c. Nilai nominal atau setelan pengaman arus hubung singkat untuk rangkaian akhir yang menyuplai beberapa motor, tidak boleh melebihi nilai seperti pada poin b. Diatas untuk masing-masing motor, ditambah dengan jumlah arus nominal motor lain dalam rangkaian akhir (Pasal 520 E2.3).

3. TOR (Thermal Overload Relay)

Pengaman dengan menggunakan TOR bertujuan untuk mengamankan atau memberi perlindungan terhadap arus lebih yang disebabkan beban lebih (overload). Bila terjadi beban lebih pada suatu rangkaian motor, tor secara otomatis memutuskan hubungan yang mengalami gangguan berupa beban lebih dengan bagian yang bertegangan. Beberapa penyebab overload dari motor :

- Terlalu besarnya beban mekanik dari motor.
- Arus asut yang sangat besar melebihi arus nominal dari suatu rangkaian akhir.
- Terbukanya salah satu fasa dari motor fasa tiga.
- Terjadinya hubung singkat antara belitan pada motor.

Ketentuan-ketentuan penggunaan TOR sebagai proteksi terhadap arus beban lebih untuk motor-motor listrik, menurut PUIL 1987 sebagai berikut :

- a. Pengaman arus lebih yang diakibatkan beban lebih dimaksudkan untuk melindungi motor, perlengkapan motor dan penghantar rangkaian akhir terhadap pemanasan berlebihan atau motor tidak dapat diasut (Pasal 520 DI).
- b. Dalam lingkungan gas, uap atau debu yang mudah terbakar atau meledak, setiap motor yang dipasang tetap, harus diamankan terhadap arus beban lebih (Pasal 520 D2. 1).
- c. Setiap motor tiga fasa atau motor yang berdaya nominal satu daya kuda atau lebih, yang dipasang tetap dan dijalankan tanpa pengawasan, harus diamankan terhadap beban lebih (pasal 520 D2.2).

d. Pengaman beban lebih yang dimaksud dalam ayat 520 D2 tidak boleh disetel pada nilai yang melebihi nilai nominal arus pengasutan motor pada beban penuh, dan dalam pada itu waktu tunda alat pengaman beban lebih tersebut tidak boleh lebih dari yang diperlukan untuk memungkinkan motor diasut dan dipercepat pada beban penuh (Pasal 520 D3).

TOR mempunyai setting arus nominal, sesuai dengan arus nominal motor yang digunakan. Bila tidak terdapat nilai nominal standar yang diinginkan, maka dapat disetting pada harga nominal standar atau setelan yang terdekat.

4. NFB

Selain pengaman-pengaman yang telah disebutkan di atas. Dikenal pula pengaman yang lain yaitu NFB (No Fuse Breaker). Pengaman ini sebagai pemutus tenaga untuk instalasi tegangan rendah. Pengaman ini cocok digunakan pada instalasi tegangan rendah tambak intensif PT. Bosowa Isuma. Beberapa aplikasi adalah sebagai berikut :

- Dipergunakan untuk pengaman jaringan distribusi standar.
- Instalasi dengan kebutuhan kapasitas pemutusan rendah.
- Setelan untuk termis magnetis tidak diperlukan (termis, magnetis tidak dapat disetel).

Beberapa ketentuan-ketentuan penggunaan NFE, penulis anggap sama dengan ketentuan untuk MCB dan MCCB seperti yang disebutkan di atas.



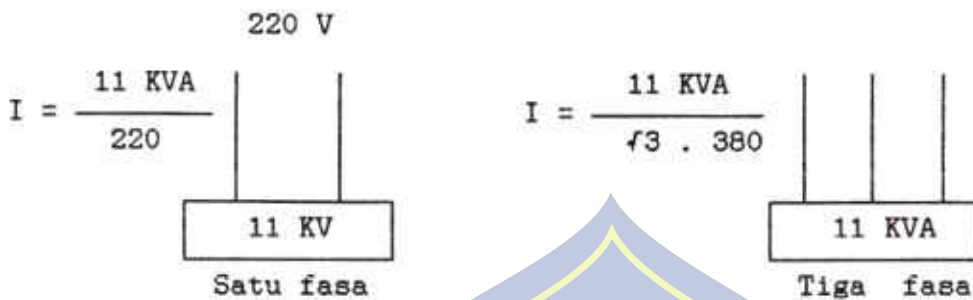
Gambar 2.13. Bentuk Fisik No Fuse Breaker (NFB)

E. Sumber Daya Listrik

Umumnya industri selain memperoleh daya listrik langsung dari PLN juga menyiapkan generator set sebagai pembangkit daya listrik tambahan atau pengganti bila sumber utama (PLN) padam.

Sumber daya listrik yang disuplai oleh konsumen bisa melalui sistem satu fasa dan bisa pula melalui sistem tiga fasa. Untuk daya yang sama dalam orde kilo-volt-ampere lebih menguntungkan bila sumber daya listrik itu disuplai melalui sistem tiga fasa. Karena rugi-rugi daya yang ditimbulkannya lebih kecil dibanding sistem satu fasa.

Misalnya untuk daya 11 KVA. Arus listrik yang dialirkan melalui sistem satu fasa sebesar 50 ampere pada tegangan 220 volt. Sedang dengan sistem tiga fasa hanya membutuhkan arus sebesar 16,7 ampere pada tegangan 380 volt.



Gambar 2.14. Perbandingan sumber 10 dan 30

Itulah sebabnya industri-industri semacam PT. Bosowa Isuma unit I memilih sumber daya listrik tiga fasa. Demikian pula industri-industri besar lainnya.

Selain dengan alasan yang tadi telah dikemukakan beban listrik pada areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma didominasi oleh motor-motor listrik tiga fasa. Motor-motor ini sebagai penggerak kincir-kincir dan pompa-pompa celup yang diharapkan mampu meningkatkan hasil produksi udang.

Besarnya daya listrik yang tersedia pada areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I dari PLN sebesar 192 KVA. Kemudian dipersiapkan pula generator set tiga fasa dengan kapasitas daya sebesar 100 KVA.

Generator arus bolak balik termasuk jenis mesin sinkron. Dikatakan sinkron karena putaran medan stator dan putaran rotornya sama.

Sebagaimana diketahui bahwa untuk mesin asinkron berlaku :

$$f_r = S \cdot f_s$$

$$\text{atau, } f_r = (N_s - N_r) f_s$$

$$\text{sehingga : } \frac{N_r}{N_s} = 1 - \frac{f_r}{f_s}$$

dimana : f_r = frekuensi arus rotor

f_s = frekuensi arus stator

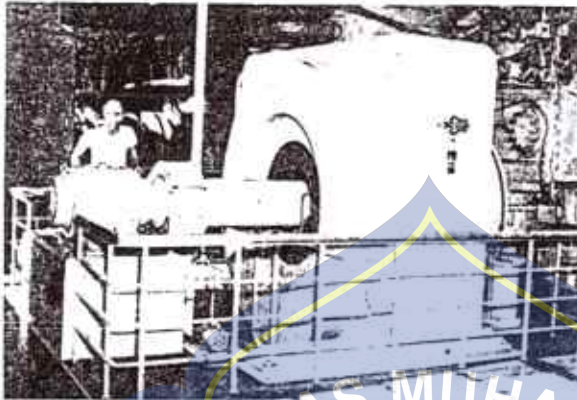
S = Slip

Bila rotor mesin asinkron diberi tegangan searah, $f_r = 0$ maka :

$$\frac{N_r}{N_s} = 1 \text{ atau } N_r = N_s \text{ (putaran sinkron/sama) } N_s$$

Bagian-bagian terpenting dari generator arus bolak balik adalah :

- Rangka stator, dibuat dari besi tuang. Rangka stator merupakan rumah dari bagian-bagian generator yang lain.
- Stator, bagian ini tersusun dari plat-plat stator yang mempunyai alur-alur sebagai tempat meletakkan lilitan stator. Lilitan stator berfungsi sebagai tempat terjadinya GGL (gaya gerak listrik) induksi.
- Rotor, merupakan bagian yang berputar. Pada rotor terdapat kutub-kutub magnet dengan lilitannya yang dialiri arus searah, melewati cincin geser dan sikat.
- Slip ring atau cincin geser, dibuat dari bahan kuningan atau tembaga yang dipasang pada poros dengan memakai bahan isolasi. Slip ring ini berputar bersama dengan poros dan rotor. Jumlahnya dua masing-masing slip ring dapat menggeser sikat arang yang masing-masing merupakan sikat positif dan sikat negatif, berguna untuk mengalirkan arus penguat magnet ke lilitan magnet pada rotor.
- Generator penguat, suatu generator arus searah yang dipakai sebagai sumber arus. Biasanya dipakai adalah dinamo shunt. Generator arus searah ini biasanya dikopel terhadap mesin arus pemutarnya bersama generator utama.



Gambar 2.15. Generator AC dihubungkan ke mesin diesel. (Mesin dan rangkaian Listrik)

Penghantar dari terminal generator set ke pengaman pertama mempunyai kemampuan arus tidak kurang dari 115% arus nominal yang terdapat pada pelat nama generator set. (Pasal 512.A.4. PUIL 2000).

F. Kebutuhan Daya

Untuk menentukan besarnya daya listrik yang dibutuhkan oleh suatu beban ditentukan oleh :

1. Faktor kerja (Power Factor)

Factor kerja dari peralatan biasanya sudah dicantumkan pada plat nama dari masing-masing peralatan tersebut. Namun demikian sering terjadi ada peralatan yang jenis sama tetapi mempunyai faktor kerja yang berbeda.

2. Faktor kebutuhan (Demand factor)

Adalah perbandingan dari kebutuhan daya maksimum dengan total daya terpasang. Demand factor dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Demand factor} = \frac{\text{Kebutuhan daya maksimum}}{\text{daya beban terpasang}}$$

Besarnya faktor kebutuhan bergantung dari macam, penggunaan dan besarnya beban yang digunakan oleh beban tersebut. Besarnya kebutuhan maksimum adalah besarnya kebutuhan daya maksimum dari beban terpasang ditambah dengan cadangan yang diinginkan.

Dalam suatu instalasi untuk menanggulangi adanya pengembangan beban dikemudian hari maka dianjurkan untuk menyediakan cadangan.

Besarnya daya cadangan adalah 30% dari beban terpasang.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

a. Waktu

Pembuatan tugas akhir ini akan dilaksanakan selama 6 bulan, mulai dari bulan Februari 2021 sampai dengan selesai 2021 sesuai dengan perencanaan waktu yang terdapat pada jadwal penelitian.

b. Tempat

Penelitian dilaksanakan di area tambak PT. Bosowa isuma unit I. di desa Bori' Kamase Kabupaten Maros.

B. Metode Penelitian

Alur Penelitian



Metode penelitian ini berisikan langkah-langkah yang ditempuh penulis dalam menyusun tugas akhir ini. Metode penelitian ini disusun untuk memberikan arah dan cara yang jelas bagi penulis sehingga penyusunan tugas akhir ini dapat berjalan dengan lancar.

Adapun langkah-langkah yang ditempuh oleh penulis dalam penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

Metode Pustaka

Yaitu mengambil bahan-bahan penulisan tugas akhir ini dari referensi-referensi serta literatur-literatur yang berhubungan dengan masalah yang dibahas.

Metode Penelitian

Mengadakan penelitian dan pengambilan data pada sistem kelistrikan di area tambak PT. Bosowa isuma unit I. Kemudian mengadakan pembahasan/analisa hasil pengamatan dan menyimpulkan hasil analisa tersebut.

Metode Diskusi/Wawancara

Yaitu mengadakan diskusi/wawancara dengan dosen yang lebih mengetahui bahan yang akan kami bahas atau dengan pihak praktisi pada kebutuhan daya listrik pada area tambak PT. Bosowa Isuma unit I

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Data Teknis Beban Listrik

- Kincir : 220/380 V 0 ; 50 Hz ; 1HP (0,75 KW) ; 1,9 A ; Cos 0 0,6.
- Pompa : 220 V-480 V ; 3 0 ; 50 Hz ; 10HP (7,5KW) celup 16 A ; Cos 0 0,7.
- TL : 220 V ; 50 Hz ; 18 Watt

B. Daftar Beban Listrik

Tabel 3.1. Beban Listrik Yang Terpasang

Sektor	Kincir	Pompa Celup	Lampu TL
A	36	5	43
B	28	4	24
C	36	5	24
D	26	4	35
Jumlah	126	18	126

Semua motor tersebut merupakan motor induksi type rotor sangkar .

Menurut penggunaannya dapat digolongkan sebagai berikut :

1. Sebagai penggerak kincir atau aerator . Agar oksigen tersuplai ke dalam air.
2. Sebagai pemompa air . Karena penempatannya dicelupkan dalam air sehingga pompa ini sering disebut sebagai pompa celup.

Lampu-lampu penerangan pada areal tambak diprioritaskan untuk menerangi letak panel-panel kontrol motor-motor listrik dan sekedar sebagai asesoris areal tambak intensif. Tinggi tiang yang menyangga jaringan/instalasi daya listrik, lampu-lampu penerangan dan penempatan panel-panel kontrol motor-motor listrik adalah 3 meter.

Dalam pembahasan selanjutnya, penulis tidak menghitung tingkat penerangan yang dibutuhkan pada areal tambak intensif. Penulis hanya langsung mengambil data mengenai jumlah lampu yang terpasang saat ini dalam areal tambak. Karena penulis ingin mengetahui bahwa seringnya terjadi trip disebabkan oleh kurangnya daya listrik yang tersuplai dari PLN atau tidak.

C. Tata Letak Mesin

Tata letak mesin pada tambak intensif telah diatur sesuai dengan penggunaannya masing-masing. (lihat gambar "Jaringan Daya Listrik dan Tata Letak Mesin"). Motor yang ditempatkan dalam kolam A1, A2 dan seterusnya merupakan mesin kincir. Motor yang berada di luar kolam menandakan ditempatkan dalam saluran pemasukan air dan berfungsi sebagai pompa celup.

D. Letak Panel Kontrol Mesin

Letak panel kontrol motor-motor listrik diupayakan agar ditempatkan pada tiang yang letaknya pada pertengahan lebar kolam. Kecuali, panel kontrol untuk motor-motor listrik yang terdapat dalam kolam D4 dan D6,

E. Penghantar - NFA2X

Digunakan untuk mendistribusikan daya listrik ke panel-panel kontrol motor-motor listrik setiap sektor tambak. Penampang yang digunakan 3 x 70 + 50 mm . Panjang NFA2X masing-masing sektor :

Sektor A : 321 meter

Sektor B : 261 meter

Sektor C : 329 meter

Sektor D : 488 meter

- NYY HY

Tabel 3.2.. Panjang Kabel NYY HY Yang Digunakan

Penampang (mm ²)	Panjang, L (m)		Melayani
	Minimal	Maksimal	
3 x 2,5	17	75	Kincir
3x4	8	30	Pompa

F. Pengaman

TOR untuk kincir disetel pada 2,2 Ampere dan untuk pompa celup disetel pada 17 Ampere.

NFB pengaman utama setiap panel kontrol. NFB 100 Ampere bila panel mengontrol kincir-kincir dan pompa celup. NFB 15 Ampere bila panel hanya mengontrol kincir-kincir.

NFB juga sebagai pengaman utama panel induk (PI) untuk keperluan ini digunakan NFB 500 Ampere. Dan setiap keluaran feeder panel induk untuk

mengamankan jaringan kabel NFA2X 3x50-1-70 mm² digunakan NFB 150 A untuk masing-masing sektor.

G. Gangguan

Gangguan yang se ring terjadi pada instalasi daya listrik tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I adalah ketika semua kincir sedang beroperasi dalam suatu sektor tiba-tiba pompa celup sektor bersangkutan dioperasikan maka pengaman utama sektor tersebut (NFB 150 Ampere) trip.

Untuk menghindari gangguan tersebut sebelum pompa celup dioperasikan. Kincir-kincir harus dihentikan sebagian. Misalnya, sektor A, maka setiap kolam pada sektor A hanya dua buah kincir yang bisa dioperasikan.

H. Pengukuran Arus Motor Listrik

Penulis menggunakan tang amperre di lokasi tambak intesif untuk mengukur arus asut dan arus nominal kincir dan pompa celup. Hasil pengukuran sebagai berikut :

Tabel 3.3. Arus Nominal dan Arus Asut Motor Listrik

Sektor	Pompa		Kincir	
	In	I	In	I
	(A)	asut (A)	(A)	asut (A)
A	16,1	40,5	2,1	5,8
B	15,6	41,5	2,1	4,6
C	16,3	41,5	1,8	5,1
D	15,7	40,5	2,3	5,3
Rata-rata	15,9	41,0	2,1	5,2

Motor-motor penggerak kincir dan pompa celup pengasutannya menggunakan sistem Direct On Line (DOL) hubungan bintang (Y).

I. Pemakaian Beban Maksimum

Pemakaian beban maksimum terjadi ketika udang yang dikelola secara intensif semakin tua usianya semakin membutuhkan oksigen yang banyak dan penggantian airnya pun semakin sering dilakukan.

Jadi dapat dipastikan bahwa pemakaian beban maksimum teroadi pada malam hari. Karena kebutuhan oksigen bagi udang sangat banyak pada malam hari sampai subuh juga biasa air pasang pada malam hari. Pemasukan air kedalam kolam sangat baik dilakukan bila air sedang pasang.

Maka untuk menunjang peningkatan produktivitas usaha tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I, Pemakaian beban maksimum sebagai berikut :

1. Semua kincir
2. Dua buah pompa celup beroperasi setiap sektor
3. Semua lampu-lampu penerangan tambak menyala

Secara matematis total daya beban maksimum,

- Kincir : $126 \times 380 \times 1,73 \times 1,9 = 157381,56 \text{ VA}$
- Pompa : $8 \times 380 \times 1,73 \times 16 = 84147,2 \text{ VA}$
- Lampu : $(126 \times 18) : 0,8 = 2835 \text{ VA}$
- Total $= 244363,76 \text{ VA}$

Dengan melihat total daya beban maksimum di atas jelas melebihi daya yang disuplay dari PLN yang besarnya hanya 197000 VA. Akan tetapi, tambak intensif PT. Bosowa Isuma duga memiliki genset berkapasitas 100 KVA, 3 phasa. Maka ketika pemakaian beban maksimum seperti di atas daya listrik selain tersuplai dari PLN genset harus juga dioperasikan.

J. Perhitungan dan Analisis Penghantar

1. NYY HY

Konstruksi isolasi penghantar NYY HY sama dengan NYY yang berbeda hanyalah uratnya. NYY HY berseratut sedang NYY uratnya pedal.

Mesin kincir pada tambak intensif PT. Bosowa Isuma Unit I dikontrol melalui penghantar NYY HY 3 x 2,5 mm². Penempatannya tidak ditanam secara permanen mengingat kincir-kincir sehabis panen dipindahkan ke pematang. Jadi petugas tambak dengan mudah menggulung penghantarnya. Apalagi kincir-kincir tersebut sesekali memerlukan perawatan.

Rugi tegangan yang dapat terjadi dengan penampang sebesar 2,5 mm² dapat dihitung sebagai berikut :

$$\text{Diketahui, } I_n \text{ kincir} = 1,9 \text{ Ampere}$$

$$\text{Pandang, } L = 17 \text{ meter}$$

$$\cos \phi = 0,6$$

$$\text{Tembaga, } \gamma = 56,2 \times 10^6 \text{ S/m}$$

$$\text{Penampang, } A = 2,5 \times 10^6 \text{ m}^2$$

maka,

$$\begin{aligned} V_r &= \frac{1,73 \times L \times I_n \times \cos \phi}{T \times A} \\ &= \frac{1,73 \times 17 \times 1,9 \times 0,6}{56,2 \times 10^6 \times 2,5 \times 10^6} \\ &= 0,24 \text{ Volt} \end{aligned}$$

Rugi tersebut ternyata sangat kecil bila dibanding-kan dengan rugi tegangan yang diizinkan yakni 5% tegangan Jala-dala atau 19 Volt.

Kalau panjang penghantar 75 meter (kincir yang jauh dari panel kontrol). Maka rugi tegangannya,

$$V_r = \frac{1,73 \times 17 \times 1,9 \times 0,6}{56,2 \times 10^6 \times 2,5 \times 10^6}$$
$$= 1,05 \text{ Volt}$$

Juga masih lebih rendah dari yang diizinkan. Jadi dari segi rugi tegangan yang dapat terjadi pada penghantar ini sudah memenuhi persyaratan.

Sekarang ditinjau dari KHA penghantar tersebut, penghantar NYY HY 3 x 2,5 mm² tersebut hanya mensuplai sebuah motor. Menurut PUIL 1987 ayat 520 C.1. Penghantar bersangkutan tidak boleh mempunyai KHA kurang dari 110 % arus nominal beban penuh motor listrik. Maka KHA penghantar minimal :

$$KHA = 110 \% \times 1,9 = 2,09 \text{ Ampere}$$

KHA penghantar NYY HY 2,5 mm² dalam PUIL 1987 terdapat pada tabel 710-5A yakni sebesar 32 Ampere. Bila dibandingkan KHA minimal dengan KHA yang terdapat dalam tabel. Sebenarnya cukup andal. Akan tetapi lebih andal digunakan NYY HY 3 x 4 mm² sebagaimana standar instalasi daya pada umumnya.

Mengenai faktor suhu tidak terlalu besar pengaruhnya karena sebagian penghantar NYY HY terendam dalam air sehingga secara alamiah penghantar tersebut telah mendapat pendinginan.

Untuk penghantar yang mengontrol pompa celup juga menggunakan NYY HY dengan penampang $3 \times 4 \text{ mm}^2$ Rugi tegangan yang dapat terjadi bila $L = 8 \text{ meter}$,

$$\cos \phi = 0,7$$

$$I_n = 16 \text{ Ampere.}$$

$$V_r = \frac{1,73 \times 8 \times 16 \times 0,7}{56,2 \times 10^6 \times 4 \times 10^6} = 0,68 \text{ Volt}$$

Untuk, $L = 30 \text{ meter}$

$$V_r = \frac{1,73 \times 30 \times 16 \times 0,7}{56,2 \times 10^6 \times 4 \times 10^6} = 2,58 \text{ Volt}$$

Kedua rugi tegangan di atas masih di bawah 5% tegangan Jala-jala. Jadi sudah memenuhi persyaratan. KHA penghantar untuk pompa celup.

$$\begin{aligned} \text{KHA} &= 110 \% \times 16 \\ &= 17,6 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Bila dibandingkan dengan KHA yang terdapat dalam tabel 710-5A untuk ukuran 4 mm^2 KHA-nya 41 ampere, penghantar tersebut sudah memenuhi persyaratan.

Namun untuk lebih andalnya harus digunakan satu tingkat di atasnya yaitu 6 mm . Karena penampang ini mempunyai KHA 52 ampere,

Maka demi menjaga keandalan pengoperasian mesin kincir dan pompa celup sebaiknya masing-masing menggunakan penghantar NYY HY $3 \times 4 \text{ mm}^2$ dengan pengasutan DOL dan $3 \times 6 \text{ mm}^2$ dengan pengasutan yang sama dengan kincir.

2. NFA2X

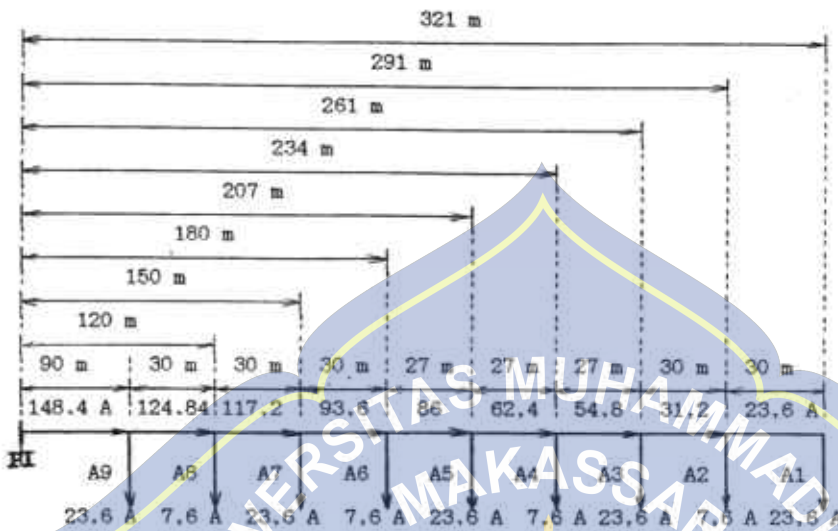
NFA2X merupakan penghantar pilin udara dari bahan aluminium.

Pada tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I digunakan untuk menyalurkan daya listrik ke setiap panel-panel kontrol mesin yang terdapat pada tiang.

Untuk ke panel kontrol kincir dan pompa celup penampangnya 3 x 70 + 50 mm .

- Sektor A

Pada sektor A panjang NFA2X 3 x 70 + 50 mm² adalah 321 meter mendistribusikan daya listrik ke dalam 9 kolam. Kolam A1,, A9. Sehingga terdapat 9 pencabangan pada sektor ini. Gambar berikut ini menunjukkan jaringan udara sektor A.



Gambar 4.1. Aliran arus nominal kabel udara NFA2X pada sektor A

Arus nominal ke panel-panel kontrol bergantung pada jumlah motor listrik yang dikontrolnya. Bila panel kontrol tersebut hanya mengontrol 4 buah kincir maka arus nominalnya,

$$I_n = 4 \times 1,9 \\ = 7,6 \text{ Ampere}$$

dan bila panel kontrol melayani juga pompa celup maka,

$$I_n = (4 \times 1,9) + 16 \\ = 23,6 \text{ Ampere}$$

Sehingga arus nominal yang masuk ke jaringan udara sektor A menurut hukum Khirchoff sebesar 148,4 ampere. Rugi tegangan yang dapat terjadi.

$$V_r = \frac{1,73 \times \cos \phi}{T \times A} \times \Sigma I \times L$$

$$\Sigma I \times L = \{ 23,6 (90 + 150 + 207 + 261 + 321) + 7,6 (120 + 180 + 234 + 291) \}$$

$$= 30554,4 \text{ A meter}$$

Maka :

$$V_r = \frac{1,73 \times 0,8}{33 \times 10^6 \times 70 \times 10^{-6}} \times 30554,4$$

$$= 18,3 \text{ Volt (memenuhi persyaratan)}$$

- Sektor B

Pada sektor B panjang NFA2X 3 x 70 x 50 mm² adalah 261 meter mendistribusikan daya listrik ke dalam 7 kolam. Kolam B4, ... , BIO. Sehingga terdapat 7 percabangan pada sektor ini. Gambar berikut ini menunjukkan jaringan udara sektor B. Rugi tegangan yang dapat terjadi dengan penampang sebesar 70 mm²

$$V_r = \frac{1,73 \times \cos \phi}{T \times A} \times \Sigma I \times L$$

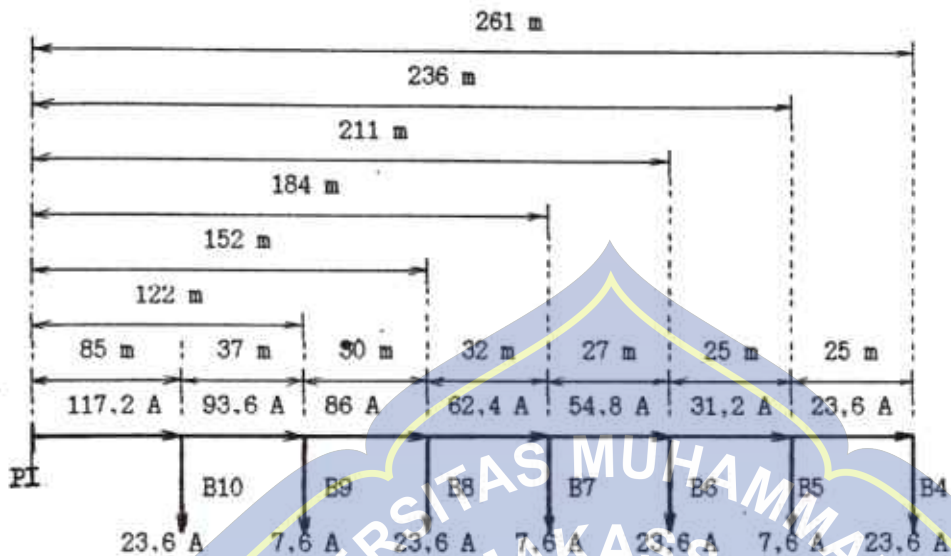
$$\Sigma I \times L = \{ 23,6 (85 + 152 + 211 + 261) + 7,6 (122 + 184 + 236) \} =$$

$$20851,6 \text{ A meter}$$

Maka :

$$V_r = \frac{1,73 \times 0,8}{33 \times 10^6 \times 70 \times 10^{-6}} \times 20851,6$$

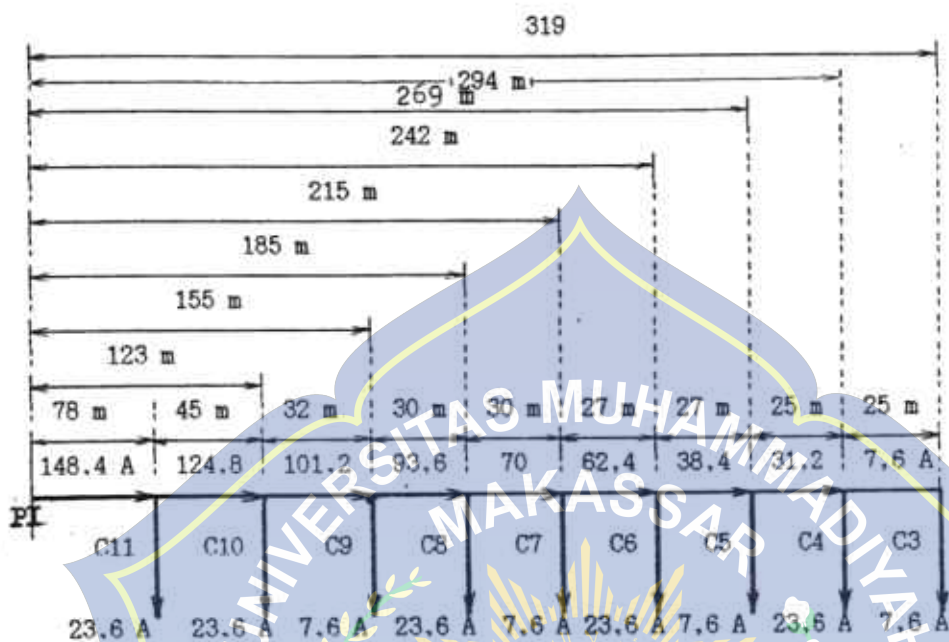
$$= 12,5 \text{ Volt (memenuhi syarat)}$$



Gambar 4.2. Aliran arus nominal kabel udara NFA2X pada sektor B

- Sektor C

Kasus dalam sektor C sama dengan sektor A karena masing-masing di dalamnya terdapat 36 buah kincir dan 5 buah pompa celup. Sehingga arus nominal yang masuk ke jaringan udara sektor C juga sebesar 148,4 ampere. Namun jarak antara panel-panel kontrol berbeda dengan jarak yang ada di sektor A. Dengan demikian rugi tegangan yang dapat terjadi pun berbeda Gambar 4.3, memperlihatkan aliran arus pada jaringan kabel NFA2X 70 mm² pada sektor C.



Gambar 4.3 Aliran arus nominal kabel udara NFA2X

Rugi tegangan yang dapat terjadi menurut gambar 4.3 adalah sebagai berikut :

$$V_r = \frac{1.73 \times \cos \phi}{r \times A} \times \Sigma I \times L$$

$$\Sigma I \times L = \{23,6 (78 + 123 + 185 + 242 + 294 +) + 7,6 (155 + 215 + 319)\}$$

$$= 29040 \text{ A Meter}$$

Maka :

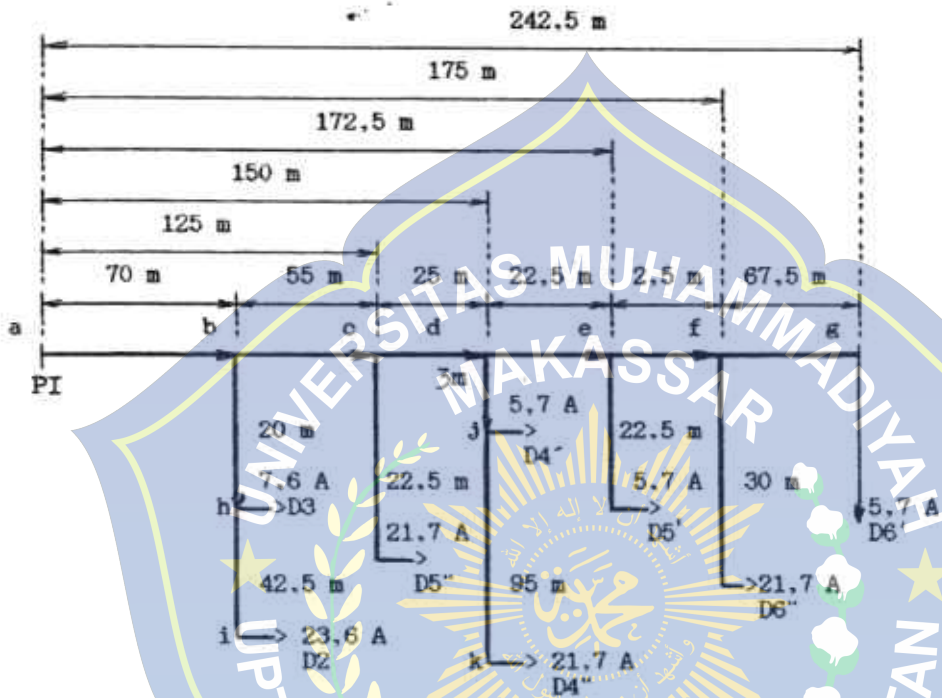
$$V_r = \frac{1.73 \times 0.8}{33 \times 10^6 \times 70 \times 10^{-6}} \times 29040$$

$$= 17,4 \text{ Volt (memenuhi syarat)}$$

- Sektor D

Analisa jaringan udara NFA2X pada sektor D lebih rumit dibanding analisa sektor lainnya. Karena pada sektor D ini suatu titik

cabang adakalanya bercabang lagi. Seperti yang terlihat pada gambar 4.4. di bawah ini.



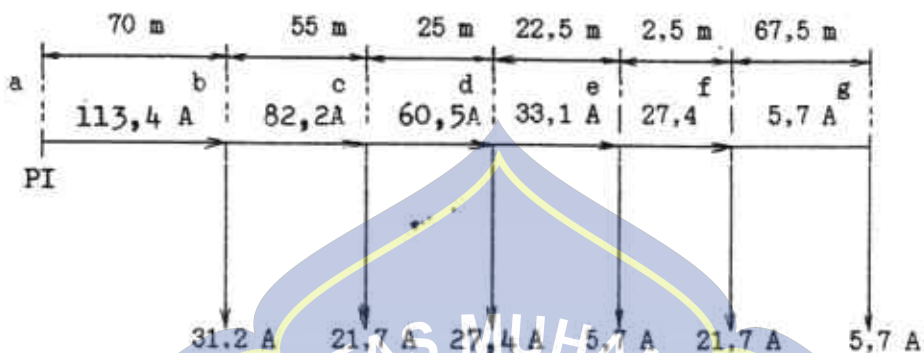
Gambar 4.5. Aliran arus nominal kabel NFA2X pada sektor D

Gambar di atas disederhanakan terlebih dahulu dengan menjumlahkan kuat arus nominal yang mengalir pada hantaran hi dan dk.

$$\begin{aligned} I_b &= I_h + I_i \\ &= 7,6 + 23,6 \\ &= 31,2 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_d &= I_j + I_k \\ &= 5,7 + 21,7 \\ &= 27,4 \text{ A} \end{aligned}$$

Maka gambar diatas berubah menjadi :



Gambar 4.6 Penyederhanaan Gambar 4.4

Arus sebesar 5,7 ampere bila panel mengontrol 3 buah kincir.
Arus sebesar 21,7 ampere bila panel mengontrol tiga buah kincir dan sebuah pompa celup.

Rugi tegangan maksimum yang terjadi dengan penampang 70 mm²,

$$V_r = \frac{1,73 \times \cos \phi}{T \times A} \times \Sigma I \times L$$

$$\begin{aligned} \Sigma I \times L &= (31,2 \times 70) + (21,7 (125 + 175)) + (27,4 \times 150) + (5,7 (172,5 + \\ &242,5)) \\ &= 15169,5 \text{ A meter} \end{aligned}$$

Maka :

$$\begin{aligned} V_r &= \frac{1,73 \times 0,8}{33 \times 10^6 \times 70 \times 10^{-6}} \times 15169,5 \\ &= 9,08 \text{ Volt (memenuhi syarat)} \end{aligned}$$

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa instalasi daya listrik pada tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I dapat disimpulkan bahwa :

1. Instalasi listrik tambak intensif menggunakan instalasi tegangan rendah 220/380 V dan daya listrik terdistribusi melalui penghantar pilin NFA2X dengan penampang $3 \times 70 + 50 \text{ mm}^2$ dibentangkan di udara.
2. Pengaman untuk penghantar pilin NFA2X $3 \times 70 + 50 \text{ mm}^2$ menggunakan NFB (No Fuse Breaker).
3. Penghantar rangkaian akhir motor-motor listrik menggunakan kabel tanah fleksibel (NYY HY) . Karena kondisi lingkungan tidak memungkinkan digunakannya kabel pejal (NYY) yang harus ditanam dalam tanah dengan baik.

B. Saran

1. NYY HY yang semula $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ diganti dengan $3 \times 4 \text{ mm}^2$ dan yang semula $3 \times 4 \text{ mm}^2$ diganti dengan $3 \times 6 \text{ mm}^2$. Masing-masing untuk rangkaian akhir kincir dan pompa celup.
2. Idealnya, pada areal tambak intensif PT. Bosowa Isuma unit I harus tersedia daya sebesar 387 KVA, agar tersedia pula daya cadangan yang dapat menanggulangi penambahan beban dimasa datang.

DAFTAR PUSTAKA

- Donal Beemen, *Industrial Power System Handbook*, Mc. Grow Hill Book Company, Inc. New York : 2019.
- Electrical Instalation Handbook*, Vol. 1-2, Siemens. *Electrical Engineering Handbook*, Siemens.2019
- Joseph F. Me. Part land, *Handbook of Practical Electrical Design*, Hill Electrical Construction Corauunication Centre, New York : 2019.
- Lister, Eugene C. , *Mesin dan Rangkaian (Terjemahan)* , Edisi Keenain , Erlangga , Jakarta :2019.
- Merlin Gerin, *No Fuse Breaker Catalog?* Gema Cipta. PUIL, 2020
- Showfou Pump Catalog, *Showfou Electrical Machine Co., Ltd.*, Sep. 2019,
- Sumanto, Drs. , MA. , *Mesin Sinkron (Generator-Motor Sinkron, Andi Of set*, Yogyakarta : 2020
- Therada, B.L., *A Text Book of Electrical, Technology Publication Division of Nirja Construction and Development Co., Ltd*, New Delhi : 2019.
- Van Harten, P., Ir. E. Setiawan, *Instalasi Listrik Arus Kuat 1 (Tero.)*, Cetakan Ke-3, Bina cipta, Bandung : 2019.
- , *Instalasi Listrik Arus Kuat 2 (Tero.)*, Cetakan Ke-3, Binacipta, Bandung : 2020.
- , *Instalasi Listrik Arus Kuat 3 (Terj.)*, Cetakan Ke-3, Binacipta, Bandung : 2020.



FAKULTAS TEKNIK

UNIT JURNAL DAN PUBLIKASI

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

LEMBAR KONTROL JURNAL TEKNIK (MAHASISWA)

Nama	MAZ Muntashir Haq /myhAI - Ghasali
Program Studi	TEKNIK ELEKTRO
NIM	10502156215 /10502131914
Nama Pembimbing 1 dan 2	1. Dr. Ir. Zahir Zainuddin M.Sc 2. Rizal A Duya ST MT
Judul	ANALISIS PENAMPANG PENGHANTAR TERHADAP SISTEM KELISTRIKAN PADA AREA TAMBAK
Tgl Pemasukan I	19 Sept 2021
Tgl Pemasukan II	15 Sept 2021
Tgl Pemasukan III	16 Sept 2021
Tgl Pemasukan IV	
Kontrol Jurnal Selesai/ Accepted	Acc 18 Sept 2021

- ✓ Lembar kontrol ini wajib dibawa setiap menyeter perbaikan.
- ✓ Lembar evaluasi ini terdiri dari 4 halaman, silahkan di baca dengan seksama untuk menghindari kesalahan berulang.
- ✓ Pastikan anda paham apa yang harus di evaluasi dan di perbaiki sebelum meninggalkan ruangan.

	15. Memuat Metode Analisis Data.	Y
Teks: Hasil Penelitian (Maksimum 3 halaman)	16. Ditulis dalam jumlah cukup memadai dan proporsional.	Y
	17. Memuat hasil analisis data atau hasil pengujian hipotesis.	Y
	18. Tabel dan gambar diberi nomor urut dan mengacu pada teks, Maksimal 6 Buah, disertai sumber data dan tahun sumber (dilampirkan)	Y
Teks: Pembahasan (Maksimum 3 halaman)	19. Paragraf pertama fokus membahas hasil utama yang ditemukan dari penelitian yang menjawab pertanyaan/tujuan penelitian. Didahului dengan kalimat "Penelitian ini menemukan/memperlihatkan/menunjukkan..." (Paragraph berikutnya kemudian menjelaskan masing-masing isu yang dianggap penting untuk di diskusikan).	Y
	20. Menggunakan rujukan jurnal 5 tahun terakhir (80%).	Y
	21. Semua rujukan ada pada daftar pustaka.	Y
	22. Pembahasan maksimal 3 halaman tanpa sub judul atau penjelasan table.	Y
Teks: Kesimpulan dan saran	23. Berisi simpulan berupa jawaban atas permasalahan dalam penelitian.	Y
	24. Berisi saran atas (bila ada) yang mengacu pada hasil penelitian.	Y
	25. Simpulan dan saran ditulis dalam bentuk essay, dengan 1 paragraf.	Y
Daftar Pustaka	26. Hanya memuat sumber yang dimuat dalam teks (Disusun sesuai abjad) Minimal 7.	Y
	27. Sumber rujukan minimal 80% berupa pustaka dan artikel dalam jurnal terbitan 5 tahun terakhir.	Y
	28. Penulisan daftar pustaka merujuk pada "Panduan penulisan jurnal teknik mahasiswa"	Y



Antara judul bab diberi spasi
Maksimal 15 halaman