

PENGOPTIMALISASIAN KINERJA BOILER PABRIK KELAPA SAWIT DI PT. TUNGGAL MITRA PLANTATION

OZI RAMMADAN

Program Studi Elektro

Universitas Medan Area, Indonesia

Abstrak

Boiler mempunyai peranan yang sangat penting dalam keberlangsungan kinerja dari sebuah pabrik kelapa sawit dengan kata lain dapat dikatakan sebagai jantung dari pabrik kelapa sawit. Fungsi dari boiler tersebut menghasilkan uap yang digunakan untuk kebutuhan proses pabrik dan membangkitkan listrik untuk kebutuhan pabrik. Maka dari itu sangat diperlukan penoptimalan kinerja kerja boiler sehingga meningkatkan hasil produksi. kinerja setiap komponen yang ada di Boiler PT. Tunggal Mitra Plantation bisa dibilang sudah optimal dikarenakan steam pressure yang dihasilkan sudah optimal untuk menjalankan turbin, di mana steam pressure yang optimal untuk menjalankan turbin adalah minimal 18 bar dan maksimal 23 bar. Tetapi karena pada safety valve sudah di seting pada tekanan 22,5 bar dan 23 bar, maka ketika boiler menghasilkan steam melebihi 22,5 bar safety valve 1 akan terbuka dan steam terbuang keluar sehingga steam pressure kembali turun lagi, dan jika steam pressure tidak turun dan melebihi 23 bar maka safety valve 2 akan ikut terbuka juga sampai steam pressure berada dibawah 23 bar.



PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan produsen kelapa sawit terbesar di dunia yang mampu memasok setengah dari kebutuhan kelapa sawit dunia. Kelapa sawit yang dibudidayakan di Indonesia terdiri dari dua jenis yaitu *E. guineensis* dan *E. oleifera*. Menurut data Kementerian Pertanian, jumlah tenaga kerja dan petani yang bekerja dalam perkebunan kelapa sawit di Indonesia diperkirakan mencapai 5,99 juta pada tahun 2017. Jumlah ini mengalami peningkatan sebanyak 200.000 orang dibandingkan dengan tahun 2016. Berdasarkan Badan Pusat Statistik Indonesia, luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2013 hingga 2017 mengalami kenaikan, kecuali pada tahun 2016. Pada tahun 2016, luas areal perkebunan kelapa sawit mengalami penurunan sekitar 0,52 persen dibandingkan tahun 2015 menjadi 11,20 juta ha. Sedangkan pada tahun 2017, luas areal perkebunan kelapa sawit mengalami peningkatan sebesar 9,8 persen dari tahun 2016 menjadi 12,30 juta ha dengan sebagian besar dikelola oleh PTPN. Hampir 70% perkebunan kelapa sawit terletak di Sumatra salah satu pabrik yang mengelolanya adalah PT. Tunggal Mitra Plantation. PT. Tunggal Mitra Plantation Perkebunan Manggala 2 adalah perusahaan manufaktur yang bergerak di bidang perkebunan dan industri khususnya pada perkebunan kelapa sawit.

PT. Tunggal Mitra Plantation, Perkebunan Manggala 2, dahulunya tergabung dalam Perusahaan Salim Indoplantation, yang masih dalam 1 kebun yaitu Perkebunan Manggala pada tahun 1995 terjadi split menjadi dua unit usaha perkebunan yaitu Manggala-1 dan Manggala-2. Pada tahun 2001 terjadi peralihan kepemilikan Perusahaan dari Salim Indoplantation ke Group Minamas Plantation, tahun 2003 Perkebunan Manggala-2 terjadi split 2 unit usaha yaitu Perkebunan Manggala 3 hingga saat ini.

Pabrik yang bergerak pada bidang kelapa sawit tentunya sedikit banyaknya memerlukan uap untuk proses pengolahan kelapa sawit hingga menjadi minyak kelapa sawit. Uap yang dibutuhkan harus memenuhi syarat-syarat ketersediaan pasokan yang kontinuu, tekanan dan temperatur yang sesuai, serta kualitas dan kebersihan uap yang terjamin dari zat-zat lain yang dapat mengakibatkan kegagalan pemrosesan buah hingga menjadi minyak. Banyak kendala dalam proses pembentukan uap untuk mendapatkan kinerja boiler yang maksimal, salah satu diantaranya adalah tidak terpantaunya jumlah air yang masuk pada upper drum dan gelas penduga ketel uap merupakan bejana tertutup dimana panas pembakaran dialirkan ke air sampai terbentuk. Air panas atau steam berupa energi kerja. Air adalah media yang berguna dan murah untuk mengalirkan panas ke suatu proses. Air panas atau steam pada tekanan dan suhu tertentu mempunyai energi kalor ke suatu proses.

Jika air dididihkan sampai menjadi steam, maka volumenya akan meningkat sekitar 1600 kali, menghasilkan tenaga yang menyerupai bubuk mesiu yang mudah meledak, sehingga sistem Boiler merupakan peralatan yang harus dikelola dan dijaga dengan sangat baik. (Djokosetyardjo, 1990). Boiler mempunyai peranan yang sangat penting dalam keberlangsungan kinerja dari sebuah pabrik kelapa sawit dengan kata lain dapat dikatakan sebagai jantung dari pabrik kelapa sawit. Fungsi dari boiler tersebut menghasilkan uap yang digunakan untuk kebutuhan proses pabrik dan membangkitkan listrik untuk kebutuhan pabrik. Maka dari itu sangat diperlukan optimalisasi kinerja kerja boiler sehingga meningkatkan hasil produksi.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah di atas, maka dapat ditarik rumusan masalah dalam laporan ini adalah :

1. Bagaimana prinsip kerja dari boiler (Ketel Uap)?
2. Apa saja komponen yang bergerak pada boiler (Ketel Uap)?
3. Apakah cara kerja dari boiler di PT Tunggal Mitra Plantation sudah optimal atau maksimal?

Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan yang ada pada penulis, baik dari segi waktu maupun kemampuan dalam melaksanakan kerja praktek maka untuk memberi ruang lingkup yang jelas dalam pembahasan, maka perlu dilakukan pembatasan masalah dalam penulisan laporan ini sebagai berikut:

1. Mengetahui bagaimana sistem kerja atau prinsip kerja dari boiler itu tersendiri
2. Mengetahui berbagai komponen yang berpengaruh pada kinerja boiler
3. Mengetahui bagaimana boiler dikatakan optimal dalam kinerjanya terkhusus pada PT. Tungga Mitra Plantation

Ruang Lingkup

Laporan Kerja Praktek ini mempunyai pembatas pembahasan ruang lingkup, yaitu:

1. Mampu memahami teori dasar yang tentunya berhubungan dengan boiler
2. Mampu memahami prinsip kerja dari boiler
3. Mampu memahami tujuan penggunaan dari boiler pada pabrik sawit
4. Mampu memahami Standart Operasional Prosedure (SOP) pada boiler
5. Mampu mengidentifikasi kinerja boiler yang ada di PT. Tunggal Mitra Plantation

Metodologi

Metodologi atau metode pelaksanaan kegiatan kerja praktek ini, yaitu :

1. Penulis melakukan studi literature yang tentunya berasal dari e-book, laporan atau jurnal online penulisan yang pernah dibuat maupun dari media internet mengenai boiler
2. Penulis melaksanakan observasi secara langsung yang tentunya didampingi oleh pembimbing lapangan pada boiler di PT. Tunggal Mitra Plantation
3. Pengumpulan data-data mengenai basil dari kinerja Boiler yang ada di PT Tunggal Mitra Plantation.

Target Pemecahan Masalah

Laporan Kerja Praktek (KP) ini tentunya mempunyai target pemecahan masalah yang tercakup dari kegiatan Kerja Praktek (KP) yang dilakukan di PT. PLN (Persero). Target pemecahan masalah yang ada di kegiatan Kerja Praktek (KP) ini, yaitu:

1. Memiliki pengalaman kerja praktek sesuai dengan Program studi Teknik Fisika.
2. Mempunyai gambaran nyata mengenai lingkungan kerja/penelitian.
3. Hal-hal apa saja yang dilakukan dalam pemeliharaan jaringan distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV.
4. Gangguan-gangguan apa saja yang terjadi agar diperlukan pemeliharaan jaringan distribusi Saluran Udara Tegangan Menengah (SUTM) 20 KV.

Waktu dan Tempat Pelaksana Kerja Praktek

Waktu dan Tempat pelaksanaan kerja praktek adalah sebagai berikut:

- Waktu : 12 Agustus 2021 s/d 12 September 2021
- Hari dan Jam Kerja : Senin s/d sabtu (08:00- 16:30)
- Tempat : PT. MUSTIKA ASAHAN JAYA

STUDI KASUS

Pengertian Boiler

Jika berbicara mengenai mengenai suatu pembangkit tenaga listrik, salah satu peralatan yang sangat penting adalah Boiler (Steam Generator) atau yang biasanya disebut ketel uap. Alat ini merupakan alat penukar kalor, yang dimana energi panas dihasilkan dari pembakaran dan diubah menjadi energi potensial yang berupa uap. Uap yang mempunyai tekanan dan temperatur tinggi inilah nantinya dapat digunakan sebagai media penggerak utama Turbin Uap. Boiler atau ketel uap merupakan suatu alat berbentuk seperti bejana tertutup yang digunakan untuk memproduksi steam/uap. Steam ini diperoleh dengan memanaskan air yang berada didalam bejana dengan bahan bakar. Boiler mengubah energi-energi kimia menjadi bentuk energi yang lain untuk menghasilkan kerja. Menurut Purba, (2015) Boiler dirancang untuk memindahkan kalor dari

suatu sumber pembakaran, yang biasanya berupa pembakaran bahan bakar. Dalam hal ini, boiler dapat dikatakan juga sebuah kontainer dimana diberi air dan dipanaskan, sehingga air mendidih dan menguap terus menerus menjadi uap (Malek 2004, 2). Uap (steam) yang dihasilkan dari boiler digunakan untuk berbagai proses dalam aplikasi industri, seperti penggerak, pemanas, dan lain-lain. Pengoperasian Boiler harus sesuai dengan standar operasi yang telah ditentukan oleh pengguna boiler maupun standar pabrik pembuat boiler itu sendiri. Standar yang dibuat akan menjamin keamanan dalam pengoperasian, sehingga akan meningkatkan efisiensi ketel uap sekaligus menekan biaya operasional (Sugiharto, 2016). Boiler disini berfungsi sebagai pesawat konversi energi yang mengkonversi energi kimia (potensial) dalam hal ini adalah bahan bakar menjadi energi panas. Boiler/ketel uap terdiri dari 2 komponen utama, yaitu : 1. Dapur sebagai alat untuk mengubah energi kimia (bahan bakar) menjadi energi panas. 2. Alat penguap (evaporator) yang mengubah energi pembakaran (energi panas) menjadi energi potensial uap (energi panas). Boiler pada dasarnya terdiri dari tabung/bejana (drum) yang tertutup pada ujung pangkalnya, dan dalam perkembangannya dilengkapi didalamnya pipa api maupun pipa air. Banyak orang mengklasifikasikan ketel uap tergantung kepada sudut pandang masing-masing (Purba 2015, 2). Prinsip kerja boiler sebenarnya cukup sederhana dengan cara mendidihkan air dengan kalor bahan bakar, dalam proses pendidihan air tersebut akan selalu diiringi proses perpindahan panas yang melibatkan bahan bakar, distribusi udara, material pipa, serta partikel air. Kalor dari bahan bakar akan terpancarkan secara radiasi ke pipa - pipa evaporator sehingga memanaskan pipa - pipa tersebut. Panas yang terserap oleh permukaan pipa akan secara konduksi berpindah kesisi permukaan dalam pipa. Proses peyebaran panas antar molekul air didalam aliran ini terjadi secara konveksi, secara bertahap air akan berubah fase menjadi uap basah (Djokosetyardjo, 1990).

Klasifikasi Ketel Uap (Boiler)

Menurut Mohammed A. Malek dalam buku yang berjudul "Power Boiler Design, Inspection and Repair", boiler/ketel uap diklasifikasikan menjadi 5 (lima) jenis, diantaranya ketel uap berdasarkan desain, material, tipe dan gabungan seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut:

Klasifikasi Ketel Uap (Boiler) menurut Desain

Menurut standart ASME boiler di golongkan menjadi dua, yaitu power boilers dan heating boilers.

1. Power Boilers (Ketel Uap Daya) adalah ketel uap yang uap hasilnya digunakan diluar ketel dan memiliki tekanan uap lebih dari 15 Psi. Ketel uap ini di desain menggunakan standart ASME Sec I.
2. Heating Boilers (Ketel Uap Pemanas). Boiler/ketel uap jenis ini memiliki tekanan uap berbanding terbalik dari Power Boiler yakni kurang dari 15 Psi. Boiler/pemanas dirancang dengan aturan ASME Sec IV-Heating Boilers.

Klasifikasi Ketel Uap menurut Material yang digunakan Menurut Malek ketel uap juga diklasifikasikan berdasarkan banyaknya bahan material yang digunakan dalam proses pembuatannya Steel (baja) ketel uap ini, pada bagian utama dan bagian silinder terbuat dari baja. Cast Iron (Besi Tuang) ketel uap yang pada bagian utama serta silinder tekannya terbuat dari besi tuang (cast iron). Jenis Cast Iron Boiler (ketel uap besi tuang) dibedakan lagi menjadi dua, yaitu Horizontal-Section Cast Iron Boiler dan One Piece Cast Iron boiler. Pada jenis Horizontal-Section Cast Iron Boiler, ketel uap dibuat menjadi beberapa bagian dan selanjutnya dilakukan perakitan. Jenis One Piece Cast Iron boiler, pada jenis ini bagian bejana tekan ketel uap dibuat pada satu cetakan/tidak dipisah.

Klasifikasi Ketel Uap menurut Kegunaan

1. Power Boiler (daya) adalah ketel uap yang digunakan sebagai pembangkit daya Misalnya PLTU, PLTB, PLTG dan pembangkit listrik lainnya
2. Process Boiler (proses), ketel uap ini digunakan pada industri pada suatu proses fabrikasi atau produksi.

3. Steam Heating (pemanas uap) jenis ketel uap ini dirancang pada tekanan kurang dari 15 Psi. Uap hasil pemanasan kemudian digunakan industri sebagai pemanas atau pengering pada suatu proses yang dibutuhkan.

4. Hot Water Heating (Pemanas Air Panas), ketel uap jenis ini digunakan untuk menjaga kondisi suhu air agar tetap sesuai dengan suhu yang dibutuhkan oleh suatu proses industri.

5. Hot Water Supply (Persediaan Air Panas) uap yang dihasilkan oleh ketel jenis ini hampir mirip dengan jenis ketel pemanas air panas diatas. Disini ketel digunakan untuk memanaskan air dan menjadi storage pada persediaan air panas.

6. Hot Water Heater (Pemanas Air). Ketel uap jenis ini memiliki tujuan yang sama dengan hot water heating boiler dan hot water supply boiler, namun memiliki perbedaan pada pengoperasian temperaturnya yakni kurang dari 210F

Klasifikasi Ketel Uap menurut Tube Type (Tipe Pipa)

1. Ketel Uap Pipa Api (fire tube boiler) Pada boiler pipa api, fluida yang mengalir dalam pipa adalah gas nyala, yang membawa energi panas, yang segera mentransfer ke air melalui bidang pemanas. Tujuan pipa-pipa api ini adalah untuk memudahkan distribusi panas kepada air. Pada ketel pipa api, gas panas melewati pipa-pipa dan air umpan ketel ada didalam shell untuk dirubah menjadi steam. Ketel pipa api biasanya digunakan untuk kapasitas steam yang relative kecil dengan tekanan steam rendah dan sedang. Sebagai pedoman, ketel pipa api kompetitif untuk kecepatan steam sampai 14.000 kg/jam dengan tekanan sampai 18 kg/cm

2. Ketel pipa api dapat menggunakan bahan bakar minyak, gas atau bahan bakar padat dalam operasi. Untuk alasan ekonomis, sebagian besar ketel pipa api dikonstruksi sebagai "paket" boiler (dirakit oleh pabrik) untuk semua bahan bakar. Boiler pipa api merupakan pengembangan dari ketel lorong api dengan menambah pemasangan pipa -pipa api, dimana gas panas hasil pembakaran dari ruang bakar mengalir didalamnya, sehingga akan memanasi dan menguapkan air yang berada di sekeliling pipa -pipa api tersebut. Pipa - pipa api berada atau terendam didalam air yang akan diuapkan. Volume air kira - kira % dari tangki ketel. Jumlah pass dari boiler tergantung dari jumlah laluan vertikal dari pembakaran diantara furnace dan pipa -pipa api. Laluan gas pembakaran pada furnace dihitung sebagai pass pertama boiler jenis ini banyak dipakai untuk industri pengolahan mulai skala kecil sampai skala menengah (Raharjo dan Karnowo 2008: 180). Dalam perancangan boiler ada beberapa faktor penting yang harus dipertimbangkan agar boiler yang direncanakan dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang dibutuhkan. Faktor yang mendasari pemilihan jenis boiler adalah sebagai berikut:

1. Kapasitas yang digunakan
2. Kondisi steam yang dibutuhkan
3. Bahan bakar yang dibutuhkan
4. Konstruksi yang sederhana dan perawatan mudah
5. Tidak perlu air isian yang berkualitas tinggi

Kerugian ketel pipa api:

1. Tekanan steam hasil rendah
2. Kapasitas kecil
3. Pemanasan relatif lama

Prinsip aliran gas dalam ketel steam pipa api ada 3 macam :

1. Konstruksi dua laluan (pass) Konstruksi ini merupakan konstruksi ketel scotch yang mula - mula lorong api yang besar dibutuhkan untuk mendapatkan bidang - bidang pemanas yang luas.
2. Konstruksi tiga laluan (pass) Konstruksi ini gas asap melewati jalan yang lebih panjang sebelum meninggalkan cerobong, sehingga dapat menaikkan efisiensi kalor, akan tetapi tenaga yang dibutuhkan draft fan akan membesar akibat kerugian tekanan gas asap.
3. Konstruksi empat laluan (pass) Konstruksi ini merupakan unit yang mempunyai efisiensi yang lebih tinggi, karena jalan asap menjadi lebih panjang, maka tenaga draft fan

Ketel Uap Pipa Air (water tube boiler)

Pada boiler pipa air ini, fluida yang mengalir dalam pipa adalah air, energi panas ditransfer dari luar pipa (yaitu dari ruang bakar) ke air. Pada Ketel pipa air, air umpan boiler mengalir melalui pipa-pipa masuk kedalam drum. Air yang tersirkulasi dipanaskan oleh gas pembakaran membentuk steam pada daerah uap dalam drum. Ketel ini dipilih jika kebutuhan steam dan tekanan steam sangat tinggi seperti pada kasus ketel untuk pembangkit tenaga listrik. Untuk ketel pipa air yang menggunakan bahan bakar padat, tidak umum dirancang secara paket Karakteristik ketel pipa air sebagai berikut:

1. Force, induce dan balance draft membantu untuk meningkatkan efisiensi.
2. Kurang toleran terhadap kualitas air yang dihasilkan dari pengolahan air.
3. Memungkinkan untuk tingkat efisiensi panas yang lebih tinggi.

Berdasarkan Pemakaiannya

1. Ketel Stasioner (Stationary boiler) atau ketel tetap (merupakan ketel ketel yang didudukan di atas fundasi yang tetap, seperti ketel untuk pembangkit tenaga, untuk industri dan lain-lain sebagainya.)
2. Ketel mobil (mobil boiler) , ketel pindah atau portable boiler (merupakan ketel yang dipasang fundasi yang berpindah-pindah (mobil), seperti boiler lokomotif, lokomobil, dan ketel panjang serta lain yang sebagainya termasuk ketel kapal (marine Boiler)

Berdasarkan pada poros tutup drum (Shell)

- a. Ketel Tegak Ketel Tegak seperti tampak pada (vertical steam boiler) adapun contoh ketel tegak adalah ketel Cocharn Ketel Clarkson dan lain- lainnya.
- b. Ketel Mendatar (Horizontal steam Boiler) Adapun yang termasuk jenis ketel ini adalah ketel Cornish, Lancashire) , Scotch dan lain-lain

Berdasarkan Bentuk dan Letak Pipa

1. Ketel dengan pipa lurus, bengkok dan terlekak-lekuk (straight, bent and sinous tubuler heating surface).
2. Ketel dengan pipa miring datar dan miring tegak (horizontal, inclined or vertical tubuler heating surface)

Berdasarkan Tekanan Kerjanya

- a. Ketel dengan peredaran alami (natural circulation steam boiler)
Merupakan boiler dengan peredaran air didalam ketel terjadi secara alami yaitu air yang ringan naik, sedangkan air yang berat turun, sehingga terjadi aliran conveksi alami. Umumnya ketel beroperasi secara aliran alami, seperti ketel Lancashire, Babcock & Wilcox dan lain-lain.
- b. Ketel dengan peredaran paksa (force circulation steam boiler)
Merupakan Boiler dengan aliran paksa, aliran paksa diperoleh dari pompa sentrifugal yang digerakan secara electric motor, misalnya system aliran paksa pada ketel-ketel bertekanan tinggi misalnya La-mont Boiler, Benson Boiler, Loeffler Boiler dan Velcan Boiler

Berdasarkan kapasitasnya:

1. Tekanan kerja rendah : 5 atm
2. Tekanan kerja sedang : > 5-40 atm
3. Tekanan kerja tinggi : > 40-80 atm
4. Tekanan kerja sangat tinggi : > 80 atm

Berdasarkan pada sumber panasnya:

1. Ketel uap dengan bahan bakar alami.
2. Ketel uap dengan bahan bakar buatan.
3. Ketel uap dengan dapur listrik
4. Ketel uap dengan energi nuklir

Komponen Boiler

a. Furnace (Ruang bakar)

Furnace (ruang bakar) berfungsi sebagai tempat pembakaran bahan bakar. Bahan bakar dan udara dimasukkan ke dalam ruang bakar sehingga terjadi pembakaran. Dari pembakaran bahan bakar dihasilkan sejumlah panas dan nyala api/gas asap. Dinding ruang bakar umumnya dilapisi dengan pipa-pipa. Semakin cepat laju peredaran air, pendinginan dinding pipa bertambah baik dan kapasitas steam yang dihasilkan bertambah besar. Idealnya, furnace harus roeroanaskan bahan sebanyak mungkin sampai roencapai suhu yang seragam dengan bahan bakar. Kunci dari operasi furnace yang efisien yaitu terletak pada pembakaran bahan bakar yang sempurna dengan udara berlebih yang minim. Furnace beroperasi dengan efisiensi yang relatif rendah (paling rendah 7%) dibandingkan dengan peralatan pembakaran lainnya seperti boiler (dengan efisiensi lebih dari 90%).

Hal ini disebabkan oleh suhu operasi yang tinggi dalam furnace. Secara umum bentuk ruang bakar terdiri atas dua jenis yaitu :

1. Berbentuk silinder
2. Berbentuk kotak

Ruang bakar berbentuk silinder tegak, tube pada daerah radiasi dipasang secara vertikal. Tube yang satu dengan yang lainnya disambung dengan menggunakan U bend. Burner terletak pada bagian bawah sehingga nyala api sejajar dengan tube dapur. Bentuk lantai adalah lingkaran, sedang burner dipasang di lantai dengan arah pancaran api vertikal. Tube di ruang pembakaran dipasang vertikal. Furnace jenis ini bisa didesain tanpa atau dengan ruang konveksi. Jenis tube yang dipasang di ruang konveksi bisa bare tube, finned tube, tetapi pada umumnya digunakan finned tube untuk mempercepat proses perpindahan panas karena konveksi.

Furnace terdiri dari beberapa bagian utama yaitu :

1. Stack (Cerobong asap) Cerobong asap berfungsi untuk membuang gas asap yang tidak dipakai lagi ke udara bebas, untuk mengurangi polusi disekitar instalasi boiler, sehingga proses pembakaran dapat berlangsung dengan baik. Dengan cerobong asap pengeluaran gas asap dapat lebih sempurna
 2. Burner Pada prinsipnya burner adalah transduser yang berguna untuk mengubah satu bentuk energi ke bentuk energi yang lain. Dalam kasus ini burner berfungsi untuk mengubah energi kimia yang terdapat dalam bahan bakar, menjadi energi panas di dalam furnace melalui suatu reaksi kimia dalam nyala api. Kunci utama burner adalah untuk membakar bahan bakar seefisien mungkin dan menghasilkan heat flux yang optimum. Pada premix burner konvensional, bahan bakar dicampurkan dengan udara primer yang mengalir ke dalam burner. Aliran udara primer harus dimaksimalkan tanpa menaikkan tinggi nyala api dalam burner.
- b. Steam Drum Steam drum merupakan tempat penampungan air panas dan pembangkitan steam. Steam masih bersifat jenuh (saturated).
- c. Superheater Komponen ini merupakan tempat pengeringan steam dan siap dikirim melalui main steam pipe dan siap untuk menggerakkan turbin steam atau menjalankan proses industri.
- d. Turbin Steam · Turbin steam berfungsi untuk mengkonversi energi panas yang dikandung oleh steam menjadi energi putar (energi mekanik). Poros turbin dikopel dengan poros generator sehingga ketika turbin berputar generator juga ikut berputar.
- e. Kondensor Kondensor berfungsi untuk mengkondensasikan steam dari turbin (steam yang telah digunakan untuk memutar turbin).
- f. Generator Generator berfungsi untuk mengubah energi putar dari turbin menjadi energi listrik.
- g. Economizer Komponen ini merupakan ruangan pemanas yang digunakan untuk memanaskan air dari air yang terkondensasi dari sistem sebelumnya maupun air umpan baru.
- h. Safety valve Komponen ini merupakan saluran buang steam jika terjadi keadaan dimana tekanan steam melebihi kemampuan boiler menahan tekanan steam.

1. Blowdown valve Komponen ini merupakan saluran yang berfungsi membuang endapan yang berada di dalam pipa steam.

Standar Operasi Prosedur Boiler

Pendahuluan sebelum pemanasan

Penting dilakukan pemanasan/kontrol yang seksama terhadap semua peralatan pada boiler untuk memastikan bahwa semuanya berada dalam kondisi siap pakai sebelum dilakukan pemanasan :

1. Periksa dan pastikan semua valve pada boiler dalam posisi tertutup
2. Periksa semua visual terhadap semua fan, seperti casing, bearing, v-belt, baut penahan dan lain-lain
3. Periksa level air pada glass penduga, cobakan gelas penduga, guna memastikan bahwa level air sekitar setengah gelas penduga
4. Periksa perssure gauge, berfungsi baik/tidak
5. Kontrol air compressor, dan pastikan tekanannya lebih besar 8 barg
6. Inspeksi ruang bakar dan pastikan bahwa dapur bersih dan fibre bar dan dinding batu secara umum siap pakai
7. Periksa dan pastikan blow down valve dalam posisi tertutup
8. Periksa tangki air umpan dan isi bila di perlukan
9. Tes alarm untuk level air tinggi dan level air rendah (level pertama dan kedua). Ini dilakukan dengan memompakan air ke level yang tinggi kemudian buang menjadi level pertama dan kedua, kembalikan lagi level air di boiler sekitar setengahnya

Pemanasan (Menaikkan Steam)

Waktu yang dibutuhkan untuk pemanasan boiler bervariasi diantara jenis/type boiler, jika boiler di padamkan malam sebelumnya, lakukan hal seperti berikut:

1. Masukkan fibre clan sebarakan secara merata diatas fire grate, kemudian nyalakan api
2. Hidupkan ID Fan, FD Fan, dan secondary Fan dengan damper yang setengah terbuka
3. Jika memiliki sitem pendingin pendukung batang ruang bakar, buka water valve atau jalankan pompa sirkulasi jika ada
4. Panaskan boiler secara perlahan untuk menaikkan steam ketekanan kerja, pastikan bahwa level air di glass penduga tidak bertambah (terkontrol)
5. Lakukan blowdown pada heater dinding samping dan pastikan bahwa level air tetap terjaga (jangan melakukan blowdown pada header dinding samping ketika boiler operasi)
6. Cat : Ingatlah selalu bahwa slow firing yang merata akan memperpanjang umur boiler anda dan berikan selalu waktu pemanasan yang lebih lama

Menghubungkan Boiler ke pipa induk steam (Main Steam Pipe)

Saat menghubungkan boiler ke main steam pipe, perlu dibiasakan untuk melindungi boiler, pipa-pipa dan steam turbin dari kerusakali :

1. Buka penuh semua steam trap bypass valve pada jalur main steam pipe dan steam turbin
2. Buka sedi.kit boiler main stop valve untuk meratakan pemanasan pada main steam pipe
3. Pada steam berhembus bebas keluar dari aliran bypass velve, segera tutup bypass velve
4. Biarkan steam trap valve dalam posisi terbuka dan buka perlahan-lahan boiler main stop valve sampai terbuka penuh
5. Ketika hendak menggabungkan boiler kedua atau ketiga pada main steam pipe, pastikan bahwa boiler tersebut berada pada tekanan yang seimbang terhadap boiler yang sebelumnya
6. sudah stabil
7. Bypass valve pada main steam line dan steam turbin dibuka
8. Setelah beberapa menit, buka perlahan-lahan boiler main stop valve dan segera tutup bypass velve
9. Biarkan semua steam trap velve dalam posisi terbuka

Saat Operasi Normal

Hal-hal yang harus diperhatikan pada saat boiler beroperasi normal sehingga timbulnya kerusakan dapat dicegah.

a. Level air pada drum Ketinggian air dalam gelas penduga harus diperhatikan dan di pertahankan pada normal water level. Kondisi ini dapat dipertahankan dengan mengoperasikan "feed Water Regulating Control" yang bekerja secara Automatic untuk menambah air ke dalam boiler sesuai dengan kebutuhan. Level air terlalu tinggi akan menyebabkan carry over. Apabila level air terlalu rendah akan menyebabkan over heating. Untuk itu agar level air tetap di jaga sesuai dengan yang telah di tentukan.

b. Tekanan uap Memperhatikan tekanan operasi normal untuk menghindari variasi yang ekstrim pada tekanan. Pengurangan berlebihan atas tekanan uap akan menyebabkan besarnya volume uap yang dapat menaikkan beban dalam ruang uap pada drum, yang menyebabkan separator uap kurang berfungsi dan uap kemungkinan menjadi mengandung air (uap basah). Pengontrol tekanan bergantung kepada jumlah pemberian bahan bakar.

c. Bahan Guna pencapaian efisiensi ketel yang tinggi serta pemeliharaannya, maka perlu di kontrol agar beban boiler yang terjadi tidak melebihi kapasitas boiler seperti yang tercantum dalam spesifikasi desi~ maka itu perlu memperhatikan dan mengontrol distribusi pemakaian uap tersebut ke tiap peralatan atau mesin yang memakai uap.

d. Draft Boiler dilengkapi dengan sistem balancing draft yaitu suatu alat regulator tekanan ruang dapur yang dapat bekerja secara automatic untuk memelihara tekanan ruang dapur relatif constant pada kisaran : -5 s/d-10 mm H₂O

e. Susunan gas asap Masing masing campuran gas ketel berdasarkan warna api dan asap dan juga nilai meter gas. Periksa apakah ada bahan bakar yang terbakar di bawah roster dan teliti apakah masih ada roster yang tidak tertutup dengan bahan bakar. Keua kondisi dalam dapur ini harus absolute di hilangkan, karena roster akan menjadi terlalu panas dan rusak pada kondisi demikian.

f. Temperatur pada masing-masing posisi. Selama operasi normal, temperatur pada masing-masing posisi berbeda besar sekali berdasarkan kondisi operasi dan temperatur atmosfer. Temperatur yang terlalu tinggi pada gas pembuangan (exhaust gas) menyebabkan berkurangnya efisiensi boiler, maka pembersihan abu dengan semburan uap (soot blowing) harus dilakukan. Apabila telah dilakukan soot blowing secara berulang-ulang, tetapi temperatur gas buang tetap tinggi, maka kemlllllgkian telah terjadi deposit kerak pada bagian dalam pipa air, atau kerusakan penyangga api dalam ruang pembakaran (short pass) sehingga perlu dilakukan pemeriksaan.

g. Limit dari air pengisi dan air ketel Limit dari air pengisi dan air ketel untuk takuma harus berdasarkan nilai standart yang telah di tentukan. Nilai standart air pengisi dan air ketel dapat dilihat pada tabel nilai limit standart. Sampling test harus dilakukan satu kali dalam satu jam lllltuk menjaga agar air pengisi dan air ketel tidak melebihi dari nilai limit (batas - batasan). "jangan sekali-kali memakai air sebagai pengisi ketel uap sebelum melak:ukan proses yang telah di tetapkan sesuai tabel".

Cara kerja Prosedur Penghentian Boiler:

1. Mematikan fan
2. Tarik sisa bahan bakar dari dapur boiler.
3. Menurunkan tekanan boiler secara bertahap serta melakukan sirkulasi air.
4. Membuka valve fentilasi pada drum atas & header super heater.
5. Menutup valve main steam (valve uap induk) pada tekanan 7 kg I cm².
6. Mengatur level air di drum pada posisi normal.
7. Stop operasional pompa umpan, chemical dosing pump dan menutup valve uap pada dearator serta feed water tank.
8. Putus supply arus listrik ke boiler.

Teknik Pelaksanaan

Pelaksanaan di lakukan pada PT Mitra Tlllglal Plantation. Teknik pelaksanaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Melakukan studi pustaka dan mencari informasi mengenai kinerja dari Boiler, komponen yang terdapat dalam boiler agar dapat berjalan dengan baik
2. Pelaksanaan observasi di lapangan terhadap Boiler yang ada di pabrik sawit PT. Tunggal Mitra Plantation
3. Membahas mengenai sistematikan kinerja dari boiler dimulai dari tujuan utama boiler hingga pada bagaimana pengoptimalisasian kerja boiler tersebut

Gambaran Umum Boiler PT Tunggal Mitra Plantation

PT. Tunggal Mitra Plantation merupakan salah satu perusahaan yang tergabung dalam grup MINAMAS terfokus dalam pengolahan kelapa sawit. Perusahaan ini menggunakan boiler berjenis Ketel Uap Pipa Air (water tube boiler) produk dari vichers Hoskin dengan kapasitas 45 ton tahun 2009. Boiler yang digunakan merupakan boiler semi otomatis sehingga masih sangat diperlukan kewaspadaan dan ketelitian seorang operator. Boiler mempunyai peranan yang sangat penting dalam keberlangsungan kinerja dari sebuah pabrik kelapa sawit dengan kata lain dapat dikatakan sebagai jantung dari pabrik kelapa sawit dan sama halnya dengan perusahaan PT. Tunggal Mitra Plantation. Fungsi dari boiler tersebut menghasilkan uap yang digunakan untuk kebutuhan proses pabrik dan membangkitkan listrik untuk kebutuhan pabrik. Maka dari itu sangat diperlukan pengoptimalan kinerja kerja boiler sehingga meningkatkan hasil produksi

Cara Kerja Boiler pada PT. Tunggal Mitra Plantation

Penting dilakukan pemanasan/kontrol yang seksama terhadap semua peralatan pada boiler untuk memastikan bahwa semuanya berada dalam kondisi siap pakai sebelum dilakukan pemanasan :

1. Periksa dan pastikan semua valve pada boiler dalam posisi tertutup.
 2. Periksa semua visual terhadap semua fan seperti casing, bearing, v-belt, baut penahan dan lain-lain.
 3. Periksa level air pada glass penduga, cobakan gelas penduga, guna memastikan bahwa level air sekitar setengah gelas penduga/ memeriksa segala kebocoran pada steam air.
 4. Periksa perssure gauge, berfungsi baik/tidak.
 5. Periksa dan uji low water alarm sehingga ketika terjadi penurunan level air alarm akan berbunyi dan sistem akan secara otomatis mati atau berhenti.
 6. Uji safety valve dengan menanggalkan pin keselamatan lalu tarik dan tekan leher dan dipastikan berfungsi lalu masukkan kembali pin keselamatan.
 7. Hidupkan booster pump untuk mengisi feed tank dan akan secara otomatis mati jika feed tank sudah penuh.
 8. Periksa feed pump dengan membuka by pass line ke boiler feed pump. Setelah semua pemeriksaan dilakukan barulah proses pembersihan runag bakar dari sisa-sisa pembakaran sebelumnya. Setelah dikategorikan bersih barulah memulai pembakan pertama.
1. Dengan mengisi bahan bakar berupa fibre secara perlahan setelah itu menghidupkan Forced Draught Fan yang berfungsi untuk menghembuskan panas sampai ke atas ruang pembakaran dan untuk memperbesar api.
 2. Forced Draught Fan dihidupkan berbarengan dengan Fuel Feeder Fan dan Secondary Fan, untuk mendorong fibre agar tidak menumpuk di depan pintu kontrol.
 3. Setelah suhu mencapai 100°C, barulah Induced Draught Fan dihidupkan untuk menghisap abu seerta asap di ruang pembakaran.
 4. Jika steam sudan mencapai 18-20 bar barulah Main Steam Valve untuk menyalurkan steam menuju boiler, yang kemudian disalurkan ke stasiun stasiun yang membutuhkan steam.

Optimalisasian Kinerja Boiler

Pengoptimalisasian kinerja boiler sangat diperlukan untuk menjaga boiler dari kerusakan-kerusakan yang dapat membahayakan operator, pengoptimalisasian terdiri dari pengaman boiler dan bahan baku yang digunakan untuk mengoperasikan boiler.

Pengaman boiler di PT. Tunggal Mitra Plantation

- a. Katub Pengaman (safety valve) Untuk mengamankan boiler dari kelebihan tekanan uap, di PT Tunggal Mitra Plantation terdapat 2 safety valve . yang satu diatur pada tekanan 22,5 bar dan yang kedua diatur pada tekanan 23 bar
 - b. Gelas penduga (Water Gauge Glass) Mengetahui batas permukaan air di dalam boiler
 - c. Manometer Mengukur tekanan uap dari drum pada super heater
 - d. Low Water Alarm Untuk memberi tanda berupa alarm ketika air sudah mencapai batas low
 - e. Kran penguras (Blow Down Valve) Membuang air beserta endapan-endapan pada dasar drum boiler dan untuk mengosongkan air ketika boiler akan dibongkar (Over Houl)
 - f. Katub Induk (Main Steam Valve) Mengatur bukaan ketika uap akan didistribusikan
 - g. Lubang Lalu Orang (Man Hole) Sebagai pintu keluar masuk ketika boiler akan diperbaiki
- Penggunaan air pada boiler juga sangat mempengaruhi kinerja dari boiler.

Di PT. Tunggal Mitra Plantation air dicampur dengan bahan-bahan kimia untuk mendapatkan air yang berkualitas baik. Air yang baik adalah air yang tidak mudah membuat pipa-pipa di dalam boiler cepat berkarat dan keropos. Di PT. Tunggal Mitra Plantation terdapat 2 tahap untuk memproses air.

1. Didalam Stasiun Water Treatment.

Di dalam stasiun ini dimulai dengan memompa air dari sungai menuju waduk, setelah itu di pompa lagi menuju kolam. Di pipa-pipa besar menuju kolam di injek dengan selang kecil berupa 4 bahan kimia, kaustik soda untuk menaikkan kadar pH air, sulfaid (N28 l 1) untuk menghilangkan oksigen, pospat 3273 dan pospat 22310 untuk melunakkan kerak

2. Di dalam Feed Tank Boiler

Feed Water Pump merupakan salah satu aplikasi penggunaan pompa sentrifugal berukuran besar pada industri pembangkit listrik tenaga uap. Pompa ini berfungsi untuk mengontrol dan mensupply air pada jumlah tertentu yang berasal dari tanki air (Feed Water Tank) menuju boiler dengan spesifikasi tekanan tertentu. Setelah air dicampur bahan kimia di water treatment kemudian air dipompa ke feed tank. Di dalam feed tang ini air dicampur lagi dengan dua bahan kimia, yaitu aluminium sulfat untuk menjernihkan air dan mengumpulkan kotoran pada air sehingga kotoran akan mengendap di dasar. Yang kedua adalah Soda Ash yang berfungsi untuk meningkatkan kadar pH air. Setelah itu barulah air dipompa menuju boiler.

Analisis Data

Data Pada Boiler Tiap Jam

Data didapat melalui pengamatan dan pencatatan secara langsung pada panel boiler yang bertujuan untuk mengetahui optimalisasi boiler di PT. Tunggal Mitra Plantation. Dari tabel diatas dapat dianalisa bahwa kinerja setiap komponen bisa dibilang sudah optimal dikarenakan steam pressure yang dihasilkan sudah optimal untuk menjalankan turbin, dimana steam pressure yang optimal untuk menjalankan turbin adalah minimal 18 bar dan maksimal 23 bar. Tetapi karena pada safety valve sudah di seting pada tekanan 22,5 bar dan 23 bar, maka ketika boiler menghasilkan steam melebihi 22,5 bar safety valve 1 akan terbuka dan steam terbuang keluar sehingga steam pressure kembali turun lagi, dan jika steam pressure tidak turun dan melebihi 23 bar maka safety valve 2 akan ikut terbuka juga sampai steam pressure berada dibawah 23 bar. Pada data diatas juga level air selalu berada dalam keadaan normal, ini juga menunjukkan bahwasanya penggunaan sistem three element control pada boiler sangat berguna untuk tetap menjaga level air pada steam drum. Three element control ini menggunakan tiga parameter, yaitu level steam drum, debit aliran main steam, dan aliran feedwater sehingga level air dapat dijaga pada posisi normal.

Penutup

Kesimpulan

Dengan mengamati secara langsung di PT. Tunggal Mitra Plantation penulis menjadi lebih memahami tentang cara mengoperasikan boiler, cara perawatan boiler, dan faktor apa saja yang dapat menentukan optimalisasi boiler. Dan penulis berkesimpulan bahwa kinerja boiler di PT. Tunggal Mitra Plantation sudah sangat optimal dikarenakan setia komponen di dalam boiler ini masih bekerja dengan baik dan tentunya juga karena perawatan yang dilakukan juga sangat baik.

Saran

Sangat disayangkan pada PT. Tunggal Mitra Plantation hanya memiliki 1 buah boiler saja, jadi ketika boiler di maintenance maka pabrik akan lumpuh total dan tidak beroperasi. Alangkah baiknya jika memiliki 2 buah boiler sehingga boiler tidak bekerja secara terus menerus. Atau boiler 1 dan boiler 2 dapat bekerja bersamaan untuk memenuhi kebutuhan steam sehingga beban dari setiap boiler tidak terlalu berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Djokosetyardjo, M.J. 1990. Ketel Uap. Jakarta : Pradya Paramitha Mohammed A. Malek 2004. Power Boiler Design Inspection and Repair. New York : Mc Graw-Hill Professional.
- Murni, 2012. Buku Ajar Ketel Uap. Semarang : Lembaga Pengembangan dan Penjamin Mutu Pendidikan Universitas Diponegoro.
- Purba, Vikki Oktan Eka. 2015. Rancang Bangun Mini Ketel Uap Kapasitas 30 Liter I 30 Menit Dengan Penggabungan Jenis Pipa Api Dan Jenis Pipa Air. Jurnal Simki Tecsa. Vol.2(10).
- Raharjo W. D dan Karnowo. 2008. Mesin Konversi Energi. Semarang : Universitas. Semarang Press Sugiharto, & Agus. 2016. Tinjauan Teknis pengoperasian dan Pemeliharaan Boiler. Forum Teknologi. 06(2), 56-68.
- H. Sabari. 2014. FUNGSJ MINYAK JSOLASI PADA TRANSFORMATOR YANG BERKAPASITAS BESAR. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) 2014 Yogyakarta, 15 November 2014
- Muhammad T. 2017. DIA GNOSA KERUSAKAN !SOLAS! TRAFU MENGGUNAKAN ANALISA RESPON TEGANGAN UJI SURJA. Skripsi. Tidak diterbitkan. Fakultas Teknik Elektro. Institut Teknologi Sepuluh November: Surabaya
- Swandana, M., & Syarif, Y. (2003). Studi Perbandingan Rugi-Rugi Pada Motor Induksi Yang Di Catu Dengan Inverter Sumber Arus (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Alam, H., & Swandana, M. (2014). Pengaturan Kecepatan Motor Induksi Satu Fasa Berdasarkan Temperatur Berbasis PLC (Zelio) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Saragih, S. M. (2019). Hubungan Antara Penyesuaian Diri dalam Kelompok Kerja dengan Semangat Kerja (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Panggabean, N. H. (2022). Pengaruh Psychological Well-Being dan Kepuasan Kerjaterhadap Stres Kerja Anggota Himpunan Penerjemah Indonesia (HPI) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Suri, F. (2020). PENGARUH PERSEPSI DUKUNGAN ORGANISASI TERHADAP KESIAPAN UNTUK BERUBAH KARYAWAN. JURNAL ISLAMIKA GRANADA, 1(1), 43-50.
- Azis, A., & Suri, F. (2019). Studi Identifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Remaja Melakukan Pernikahan Dini di Kecamatan Pantai Labu Kabupaten Deli Serdang (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Simbolon, D. H. (2016). Tinjauan Yuridis Tentang Peralihan Hak Atas Tanah Dalam Objek Sengketa (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Ginting, S. Y. (2019). Penerapan Sanksi Hukum Tindak Pidana Pemerkosaan Yang Dilakukan Oleh Anak (Studi Putusan No. 65/Pid. Sus-Anak/2017/PN. Mdn) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Usman, A. (2007). Pemahaman Makna Biaya Overhead Pabrik dan Pembebanannya Oleh Pengusaha Industri Rumah Tangga Pakaian Jadi Dari Tekstil di Kota Medan (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Budiman, S. (2016). Analisis Hukum Perpajakan terhadap Investasi Properti Terkait dengan Penerimaan Pajak di Kota Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Sugito, S. INTENTION IN MEDAN.
- Harahap, R. R. M. (2018). Tinjauan Yuridis Penyelesaian Sengketa Atas Pemakai Kartu Kredit Tipe Gold Dengan Bank Penerbit Kartu Kredit (Studi Putusan No. 161/Pdt-G/2017/PN. Mdn).

- Lubis, M. A. FIFTH AMENDMENT CONSOLIDATION OF THE 1945 CONSTITUTION OF THE REPUBLIC OF INDONESIA.
- Zuhanda, M. K. (2013). Optimasi Program Linier Pecahan Dengan Fungsi Tujuan Berkoefisien Interval (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Alfikri, M. (2008). Budaya Birokrasi Pemerintahan di Indonesia.
- Tumangger, R. (2020). Pengaruh Shopping Lifestyle Dan Fashion Involvement Terhadap Impulse Buying Behavior Masyarakat High Income Di Fashion House 10 Tasbih 1 Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Putri, A. O. (2017). Analisis Pelaksanaan Perencanaan Pembangunan Kelurahan Sei Putih Tengah Kecamatan Medan Petisah Kota Medan.
- Nasution, A. M. (2019). Perancangan Medan Islamic Center dengan Tema Arsitektur Modern (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Lisnawati, A. (2020). Pengaruh Capital Adequacy Ratio (CAR) dan Non Performing Loan (NPL) Terhadap Return on Assets (ROA) pada Bank BUMN yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2014-2018 (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Saraswaty, R., & Barky, N. Y. (2022). Kajian Fasade Bangunan Ruko Pada Persimpangan Jalan (Studi Kasus: Bangunan Ruko Jl Gagak Hitam dan Bangunan Ruko Jl Cirebon) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Barky, N. Y. (2020). Laporan Kerja Praktek II Revitalisasi Gedung Kantor Gubernur Sumatera Utara.
- Barky, N. Y. (2017). Diktat (Teori dan Praktek) Arsitektur Kota.
- Barky, N. Y. (2006). Real Estate Standard dan Tidak Standard di Kota Medan.
- Barky, N. Y. (2006). Terminal Pelabuhan Laut Banda Aceh.
- Barky, N. Y. (2006). Showroom PT Astra Daihatsu di Medan.
- Barky, N. Y. Perencanaan Medan Wedding Centre Dengan Tema Arsitektur Modern Medan Planning Wedding Center With the theme of Modern Architecture.
- Harahap, S. (2017). Analisis Potensi Dan Strategi Pemanfaatan Limbah Kelapa Sawit Di Kabupaten Labhanbatu (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Manalu, E. M. B. (2017). Analisis Pemasaran Kopi Arabika (Caffeearabica) Studikasu: Desa Sitinjo II, Kecamatan Sitinjo, Kabupaten Dairi.
- Girsang, L. (2020). Pengaruh Pelatihan Dan Budaya Organisasi Terhadap Kinerja Karyawan Pt. Lintas Aman Andalas Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Rozakiya, A. (2019). Tinjauan Hukum terhadap Pemberian Pelayanan Kesehatan dan Makanan terhadap Narapidana (Studi Kasus di Lembaga Per masyarakatan Tanjung Gusta Medan) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Sihotang, S. (2016). Stimulasi Tunas Pisang Barangan (*Musa acuminata L.*) Secara In Vitro Dengan Berbagai Konsentrasi IBA (Indole-3-butyric acid) dan BA (Benzyladenin).
- Rambe, Y. S. (2021). Perancangan Pusat Kecantikan Dengan Tema Arsitektur Bioklimatik Kean Yeang.
- FACHROSI, E. (2016). Validasi Modul" Kepedulian terhadap Sahabat" untuk Meningkatkan Intensi Prososial Saksi Bullying Kelas 4-5 Sekolah Dasar (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).
- Hidayat, R. (2019). Implementasi Peraturan Bupati Aceh Tamiang Nomor 14 Tahun 2016 Tentang Pelimpahan Sebagian Kewenangan Bupati Kepada Camat (Studi Meningkatkan Pelayanan Pada Masyarakat di Kecamatan Sekerak Kabupaten Aceh Tamiang) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Isnainy, A. A. (2016). Perbedaan Coping Stress Penderita Kanker Ditinjau dari Jenis Kelamin di RSUP H. Adam Malik Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Nabilah, S. (2019). Pengaruh Strategi Bauran Pemasaran Terhadap Kepuasan Konsumen pada Aroma Bakery dan Cake Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Tekualu, L. D. S. (2019). Perlindungan Hukum Terhadap Korban Perdagangan Perempuan Dan Anak (Trafficking)-(Studi Pengadilan Negeri Medan) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Lubis, A. M., Harahap, A. J., Oki, P., & Lubis, M. S. (2013). Analisis Hukum Pemberian Kredit Kepada Usahan Kecil dalam rangka Pemberdayaan Ekoni Kreakyatn di Provinsi Sumatera Utara.
- Lubis, A. M., Harahap, A. J., & Munthe, S. (2013). Pedoman Kenaikan Pangkat dan Jabatan DOSen Tahun 2013.
- Rahmawani, R. (2021). Pengaruh Motivasi Kerja dan Kepuasan Kerja Terhadap Kerja Karyawan PT. Sinarmas Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hayati, I. (2021). Peran Pemerintah Desa Dalam Pemberdayaan Perempuan (Studi Kasus Desa Lamamek, Kecamatan Simeulue Barat, Kabupaten Simeulue, Provinsi Aceh).
- Ilvira, R. F. (2015). Analisis Usaha Dan Strategi Pengembangan Agribisnis Buah Naga CV Kusumo Wanadri Kulon Progo (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).

- Rangkuti, A. H. (2022). Analisis Yuridis Persekongkolan Tender Rehabilitasi Jalan dalam Perspektif Hukum Persaingan Usaha (Studi Kasus Putusan Nomor 14/Kppu. 1/2018) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Manurung, T. Y. R. (2014). Pengaruh Kualitas Pengendalian Internal pada Sistem Informasi Akuntansi Terhadap Keandalan Audittrail pada PT. Bank Mega Tbk Cabang Setia Budi Medan.
- Hendrawan, A. I. (2017). Pengaruh Kualitas Pelayanan terhadap Kepuasan Publik di Badan Pengelolaan Pajak dan Retribusi Daerah Kota Medan.
- Ningsih, S. H. (2014). Hubungan Antara Kebiasaan Belajar dan Dukungan Orang Tua Dengan Prestasi Belajar (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Nugraha, M. F. (2020). Dukungan sosial dan subjective well being siswa sekolah singosari delitua. Jurnal Penelitian Pendidikan, Psikologi Dan Kesehatan (J-P3K), 1(1), 1-7.
- Sarah, H. (2020). Pelaksanaan Pembagian Harta Warisan Berdasarkan Hukum Adat Pada Masyarakat Suku Minangkabau Di Kota Matsum II Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Jufriansyah, M. (2018). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pendapatan dan Kelayakan Usaha Agrowisata Strawberry (*Fragaria choiloensis* L) Petik Sendiri (Studi Kasus: Kabupaten Karo).
- Haluana'a, F. J. (2019). Analisis Tingkat Partisipasi Masyarakat Dalam Pemilihan Kepala Desa di Desa Orahili Kecamatan Pulau-Pulau Batu Kabupaten Nias Selatan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Jonathan, D. A. (2019). Analisis Pengelolaan Kas dalam Upaya Menjaga Tingkat Likuiditas Usaha pada Perusahaan Bongkar Muat (PBM) PT. Tao Abadi Jaya Jakarta Periode 2011-2016 (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Bate'e, M. (2019). Respon Pertumbuhan Dan Produksi Beberapa Varietas Jamur Tiram Pada Kombinasi Media Serbuk Limbah Pelepeh Kelapa Sawit Dan Serbuk Gergaji (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Siregar, E. S., Budiman, Z., & Novita, E. (2013). Buku Pedoman Kegiatan Praktikum di Laboratorium Psikologi.
- Siregar, E. S. (2009). Hubungan antara Kesadaran Fonologis dan Intelegensi dengan Kemampuan Membaca Permulaan Siswa/i Kelas 1 SDIT Nurul Ilmi.
- Sinaga, I. M. (2020). Pengaruh Internet Financial Reporting (IFR) dan Tingkat Pengungkapan Informasi Website Terhadap Frekuensi Perdagangan Saham Pada Perusahaan Pertambangan yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia Periode 2016-2018.
- Hartono, B. HUMAN RESOURCES DEVELOPMENT: A STUDY OF THE POLICY IMPLEMENTATION OF THE TRAINING POLICY TOWARD CAREER OF GOVERNMENT'S SERVANTS IN SLEMAN REGION.
- Hasibuan, E. (2020). Pengaruh Maturity Peringkat Obligasi dan Debt to Equity Ratio Terhadap Yield to Maturity Obligasi Pada Bank Umum yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Noer, Z. (2018). Karakterisasi dan Keragaman *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* Penyebab Penyakit Hawar Daun Bakteri pada Padi di Sumatera Utara (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Noer, Z. (2009). Uji Efektivitas Pestisida Asal Bahan Nabati Daun Nimba dan Mahoni Dalam Mengendalikan Hama Rayap di Laboratorium.
- Sianipar, G. (2019). Respon pertumbuhan dan produksi tanaman kacang tanah (*arachis hypogaea* l.) Terhadap pemberian kompos batang jagung dan pupuk organik cair limbah ampas tebu (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Marajari, M. R. (2017). Analisis Pemanfaatan Sumber Daya Informasi Elektronik oleh Mahasiswa Fakultas MIPA Universitas Sumatera Utara (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Mahzura, T. (2018). Analisis Pengaruh Kinerja Keuangan, Ukuran Perusahaan, Struktur Kepemilikan, Leverage dan Pertumbuhan Perusahaan terhadap Nilai Perusahaan pada Perusahaan Industri Makanan dan Minuman yang terdaftar di BEI Periode 2012-2016 (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Saragih, M. (2019, July). Endophytic colonization and plant growth promoting effect by Entomopathogenic fungus, *Beauveria bassiana* to Red Chili (*Capsicum annum* L.) with Different Inoculation Methods. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 305, No. 1, p. 012070). IOP Publishing.
- Saragih, M., & Noor, Z. (1998). Evaluasi Kerapatan Populasi Hama Tikus Sebelum dan Sesudah Pengendalian dengan Metode Capture-Recapture di Perkebunan Kelapa Sawit.
- Saragih, M. (2004). Uji Varietas dan Sumber Inokulum *Rhizobium* sp Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai (*Glycine max* L Merrill) di Polibeg (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Nasution, A. M., Rambe, Y. S., Kurniaty, E. Y., Putri, R. M., & Tizardi, T. (2022). The Office Workers' Readiness Level To Inhabit In A Vertical Residential Co Living Concept In Medan, Indonesia.
- Zamili, N. (2017). Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Permintaan dan Penawaran Cabe Merah di Pasar Raya MMTC Medan.
- Dewi, A. H. (2017). Hubungan Lingkungan Kerja Fisik dengan Kepuasan Kerja Perawatan di RSUD Haji Medan.

- Nobriama, R. A. (2019). pengaruh pemberian pupuk organik cair kandang kelinci dan kompos limbah baglog pada pertumbuhan bibit Kakao (*theobroma cacao l.*) Di polibeg (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Harahap, U., & Syarif, Y. (2009). Sistem Kontrol Mesin Es Tube PT Central Windu Sejati.
- Maulana, S. (2022). Laporan Wakil Rektor Bidang Akademik Universitas Medan Area Wisuda Sarjana dan Magister Periode I Tahun 2022.
- Maulana, S. (2012). Model Implementasi Regionalisme Kritis Pada Rencana Tata Ruang Kawasan di Kawasan Tongging Sumatera Utara.
- Maulana, S. (2011). Analisis Identitas Kawasan Lapangan Merdeka Medan Dengan Menggunakan Teori Urban Form.
- Maulana, S. (2009). Peranan Perkembangan Teknologi Struktur Bangunan Pada Desain Bangunan.
- Maulana, S. (2007). Peranan Teknologi Bahan Terhadap Struktur dan Bentuk Bangunan.
- Budimana, Z. (2016). Hubungan Antara Iklim Organisasi Dengan Produktivitas Kerja Pada Karyawan PTPN III Dusun Hulu (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Metia, C., & Budiman, Z. (2014). Hubungan antara Persepsi Tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dengan Kinerja Karyawan di PT. Safindo Raya (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Wahyuni, N. S., & Budiman, Z. (2013). Hubungan Interaksi Sosial Dengan Motivasi Belajar Siswa di Pesantren Ar-Raudhatul hasanah Paya Bundung Medan.
- Budiman, Z. (2011). Hubungan Antara Dukungan Sosial dengan Penyesuaian Diri Remaja Putri di Panti Asuhan Puteri Aisyiah Medan.
- Siregar, N. S. S., & Yolanda, A. (2022). Gangguan Komunikasi Self-Harm Remaja Di Masa Covid-19 Pada Desa Sei Rotan Kabupaten Deli Serdang.
- Sinaga, A. S. (2019). Peranan Motivasi Kerja dalam Kinerja Pegawai pada Kantor Kecamatan Tanjungbalai Utara Kota Tanjungbalai.
- SINAGA, A. S. Kata Kunci: Motivasi, Kinerja Pegawai, Kecamatan Tanjungbalai Utara.
- Lubis, A. S. (2009). Tanggung Jawab Pejabat Pembuat Akta Tanah yang Melakukan Perbuatan Melawan Hukum dalam Pembuatan Akta PPAT (Studi Kasus Putusan Pengadilan Negeri Jakarta Pusat No. 94/Pdt. G/2005/PN. Jkt. Pst) (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Zahara, F. (2012). Hubungan Dukungan Sosial Orangtua dan Motivasi Belajar dengan Kemandirian Belajar Siswa di SMA Negeri 7 Medan.
- Kusuma, B. S. (2011). Perancangan Sistem Pendistribusian Air Bersih Di Pdam Tirtanadi (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara).
- Dalimunthe, M., & Sari, W. P. (2018). Pengaruh Penerapan Aplikasi Elektronik Faktur Pajak (E-Faktur, E-Billing) Terhadap Kepatuhan Wajib Pajak Badan yang Terdaftar di Kantor Pelayanan Pajak Pratama Subulussalam.
- Fithri, B. S., & Arie, K. (2018). Urgensi Pengaturan Hukum Perbuatan Homoseksual di Dalam Peraturan Perundang-Undangan Pidana di Indonesia.
- Fithri, B. S. (2020). Pendekatan Preventif Dalam Upaya Perlindungan Korban Tindak Pidana Narkotika.
- Anindya, D. A. (2014). Perlakuan Akuntansi Aset Tetap dan Kesesuaian Terhadap PSAK No 16 dan PSAK Lain yang Terkait pada PT. Askes (Persero) Regional I Medan.
- Lubis, M. R., & Supriyantini, S. (2009). Hubungan Antara Persepsi Terhadap Gaya Kepemimpinan Transformasional dan Komunikasi Interpersonal dengan Komitmen Terhadap Organisasi pada Pengurus Wilayah Partai Matahari Bangsa Sumatera Utara.
- Saraswaty, R. (2019). Laporan Kerja Praktek I Pengawasan Pekerjaan Kolom (Dudukan Kubah Gapura) Masjid Agung Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Saraswaty, R. (2011). Teknik Pengolahan Sampah di Kelurahan Helvetia Tengah.
- Saragih, D. H. P. (2019). Akibat Hukum Terhadap Anak Sebagai Pelaku Tindak Pidana Pencurian yang Menyebabkan Kematian (Studi Putusan Nomor: 45/Pid. Sus Anak. 2018/PN Lbp) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Polewangi, Y. D., Siregar, N. A., Silviana, N. A., & Delvika, Y. (2021). Pengantar Teknik Industri.
- Data, P., Tarigan, R. S., Wibowo, H. T., Azhar, S., & Wasmawi, I. (2016). Manual Procedure Petunjuk dan Mekanisme Pengoperasian Pendaftaran Ulang Online Mahasiswa Lama.
- Aulia, A. M., Tarigan, R. S., Wibowo, H. T., & Dwiatma, G. (2022). Penerapan E-Gudang Sebagai Tempat Penampungan Ikan.
- Azhar, S. (2013). Studi Identifikasi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Perilaku Agresifitas Remaja Pemain Point Blank (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Tarigan, R. S., Azhar, S., & Wibowo, H. T. (2021). Manual Procedure Petunjuk Penggunaan Aplikasi Registrasi Asrama Kampus.
- Data, P., Tarigan, R. S., Wibowo, H. T., Azhar, S., & Wasmawi, I. (2016). Manual Procedure Petunjuk dan Mekanisme Pengoperasian Pendaftaran Ulang Online Mahasiswa Lama.

- Tarigan, R. S., & Dwiatma, G. (2022). ANALISA STEGANOGRAFI DENGAN METODE BPCS (Bit-Plane Complexity Segmentation) DAN LSB (Least Significant Bit) PADA PENGOLAHAN CITRA.
- Hardini, S. (2017). LAW.
- Hardini, S. (2016). Bahasa Belanda Untuk Studi Hukum (RECHT) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hardini, S. (2015). Introduction to Phonetic Symbol For English for The Pupils of Madrasah Tsanawiyah Muallimin Univa Medan.
- Hardini, S. (2014). Dasar Dasar Bahasa Belanda Untuk Studi Hukum.
- Hardini, S. (2014). An Analysis of English Phrases Based On Syntactical Theory.
- Siregar, R., & Lores, L. (2008). Analisis Laporan Keuangan pada PT Bank Syari'ah Mandiri Medan.
- Lores, L., & Sari, W. P. (2016). Pengaruh Intellectual Capital Terhadap Nilai Perusahaan dengan Kinerja Keuangan Sebagai Variabel Intervening pada Perusahaan Manufaktur yang Terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Lores, L. (2007). Tinjauan Terhadap Rencana Penerapan Standar Akuntansi Pemerintahan dalam Penyajian Laporan Keuangan pada BAPPEDA Sumut Medan.
- Lores, L. (2021). Perencanaan Dan Pengawasan Biaya Produksi Terhadap Efisiensi Biaya Produksi Pada UD Bangbara Hideung Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Lores, L., & Dalimunthe, H. (2017). Pengaruh Modal Intelektual dan Tingkat Pertumbuhan Modal Intelektual Terhadap Nilai Perusahaan Dengan Kinerja Keuangan Sebagai Variabel Intervening Pada Perusahaan Perbankan di Indonesia (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Hendra, Y., & Jamil, B. (2011). Studi Korelasional Tentang Keberadaan Labelisasi Produk Halal yang Terdapat pada Bungkus Chiken Nugget Terhadap Minat Beli Masyarakat di Desa Bandar Klippa Kecamatan Percut Sei Tuan Kabupaten Deli Serdang.
- Jamil, B., & Barus, R. K. I. (2012). Peranan Komunikasi Antarpribadi Perawat dalam Menghadapi Proses Persalinan pada Pasien di Klinik Bersalin (Studi Kasus di Klinik Dr Makmur SPOG (K) Sei Mencirim Medan).
- Jamil, B. (2017). Tingkat Kepuasan Masyarakat Terhadap Pelayanan Publik Pada Kantor Kelurahan Kota Matsumi Kecamatan Medan Area Kota Medan.
- Fauziah, I. (2009). Multiplikasi Tanaman Krisan (*Chrysanthemum sp.*) dengan Menggunakan Media MS (Murashige-Skoog) Padat.
- Fauziah, I. (2019). Hubungan antara Kadar Asam Urat Serum dengan Kadar Glukosa Serum pada Pasien DM Tipe 2 di Laboratorium Kliniik Gatot Subroto Pusat Medan (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Fauziah, I. (2012). Perkembangan Hewan.
- Hidayat, A. (2023). DIVERSIFIKASI USAHA TANI DALAM MENINGKATKAN PENDAPATAN PETANI DAN KETAHANAN PANGAN LOKAL.
- Hidayat, A. (2023). ANALISIS EKONOMI PERTANIAN DALAM MENGUKUR KEBERLANJUTAN DAN PROFITABILITAS USAHA TANI.
- Hidayat, A. (2023). DAMPAK PERUBAHAN IKLIM TERHADAP PERTANIAN DAN STRATEGI ADAPTASI YANG DITERAPKAN OLEH PETANI.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). EVALUASI EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DALAM PERTANIAN BERBASIS TEKNOLOGI IRIGASI MODERN.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). PENERAPAN TEKNOLOGI PRECISION FARMING UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI PRODUKSI PERTANIAN.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). INOVASI TEKNOLOGI IRIGASI DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI PENGGUNAAN AIR DALAM PERTANIAN.
- Hasibuan, M. R. R. (2023). MANFAAT DAUR ULANG SAMPAH ORGANIK DAN ANORGANIK UNTUK KESEHATAN LINGKUNGAN.
- HASIBUAN, M. R. R. (2018). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN OPTIK YANG MENERIMA BPJS DI KOTA MEDAN BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE GRAPPLE.
- HASIBUAN, M. R. R. (2018). SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS PEMETAAN OPTIK YANG MENERIMA BPJS DI KOTA MEDAN BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE GRAPPLE.
- Siregar, F. A. (2023). PENGARUH PENGGUNAAN PESTISIDA NABATI DALAM PENGENDALIAN HAMA DAN PENYAKIT TANAMAN.
- Siregar, F. A. (2023). PENGGUNAAN PUPUK ORGANIK DALAM MENINGKATKAN KUALITAS TANAH DAN PRODUKTIVITAS TANAMAN.
- Siregar, F. A. (2023). PENGEMBANGAN USAHA AGROTURISME UNTUK DIVERSIFIKASI PENDAPATAN PETANI DI DAERAH PEDESAAN.
- Siregar, F. A. (2023). PENGEMBANGAN SISTEM PERTANIAN BERKELANJUTAN UNTUK MENCAPAI KEBERLANJUTAN PANGAN.

- Siregar, M. A. R. (2023). PENINGKATAN PRODUKTIVITAS PERTANIAN MELALUI PENERAPAN SISTEM PERTANIAN TERPADU.
- Siregar, M. A. R. (2023). PENINGKATAN PRODUKTIVITAS TANAMAN PADI MELALUI PENERAPAN TEKNOLOGI PERTANIAN TERKINI.
- Siregar, M. A. R. (2023). PERAN PERTANIAN ORGANIK DALAM MEWUJUDKAN KEBERLANJUTAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN MASYARAKAT.
- Siregar, M. A. R. (2023). PENGGUNAAN TEKNOLOGI DRONE DALAM MONITORING DAN PENGELOLAAN LAHAN PERTANIAN.
- Siregar, M. A. (2020). Laporan Kerja Praktek Perancangan Aplikasi Sarana dan Prasarana (Sarpras) Pada SMK Negeri 3 Medan.