

**ANALISIS TATA LETAK FASILITAS STASIUN
LISTRIK MENGGUNAKAN ALGORITMA
BLOCPAN**

(Studi Kasus: PG. Kebon Agung Malang)

SKRIPSI

KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI

**Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik**



Disusun oleh :

**RIZA NINDIANA VALERY
NIM 115060700111048 - 67**

**KEMENTERIAN RISET TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2015**

LEMBAR PERSETUJUAN

ANALISIS TATA LETAK FASILITAS STASIUN LISTRIK MENGUNAKAN ALGORITMA BLOCPLAN (Studi Kasus: PG. Kebon Agung Malang)

SKRIPSI KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

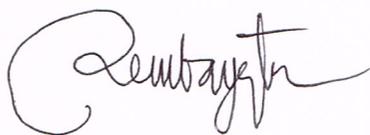


Disusun oleh :

RIZA NINDIANA VALERY
NIM 115060700111048-67

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Remba Yanuar Efranto, ST., MT.
NIP. 19840116 200812 1 003

Dosen Pembimbing II



Agustina Eunike, ST., MT., MBA
NIP. 19800811 201212 2 002

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS TATA LETAK FASILITAS STASIUN LISTRIK MENGUNAKAN ALGORITMA BLOCPLAN (Studi Kasus: PG. Kebon Agung Malang)

SKRIPSI

KONSENTRASI REKAYASA SISTEM INDUSTRI

Diajukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Disusun oleh :

RIZA NINDIANA VALERY
NIM 115060700111048-67

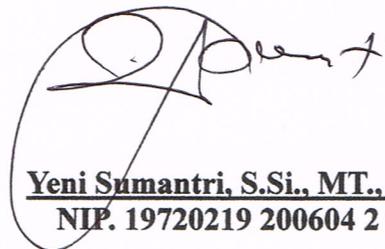
Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
Tanggal 05 Juni 2015

Penguji Skripsi 1



Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730819 1999031 1 002

Penguji Skripsi 2



Yeni Sumantri, S.Si., MT., Ph.D.
NIP. 19720219 200604 2 001

Penguji Skripsi 3



Arif Rahman, ST., MT.
NIP. 19740528 2008011 010

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri



Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D
NIP. 19730819 1999031 1 002

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan atau hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan dosen pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di Perguruan Tinggi manapun. Dan didalam skripsi ini saya tidak menulis pendapat yang pernah ditulis sebelumnya atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukannya dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah skripsi dapat dibuktikan terdapt unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, Juni 2015
Mahasiswa



Riza Nindiana Valery
NIM. 115060700111048

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas limpahan berkat dan rahmat-Nya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Semoga rahmat dan hidayah-Nya selalu dilimpahkan kepada kita semua. Tidak lupa shalawat serta salam kepada Rasulullah, Nabi Besar Muhammad SAW. yang selalu menjadi suri teladan bagi kita semua.

Skripsi dengan berjudul “**ANALISIS TATA LETAK FASILITAS STASIUN LISTRIK MENGGUNAKAN ALGORITMA BLOCPLAN**” ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak. Oleh Karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan terimakasih kepada:

1. Orang tua penulis, bapak dan ibu tersayang Djoko Prayitno dan Sri Lestari atas didikannya, ilmunya, kasih sayang yang tak terhingga, kesabaran, materiil serta doa yang tidak pernah terputus.
2. Bapak Ishardita Pambudi Tama, ST., MT., Ph.D. selaku Ketua Jurusan Teknik Industri, atas kesempatan, keteladanan, arahan, serta ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
3. Bapak Remba Yanuar Efranto, ST., MT. selaku dosen pembimbing I, atas kesabaran dalam membimbing penulis, memberikan masukan, arahan, motivasi dan ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
4. Ibu Agustina Eunike, ST., MT. MBA. selaku dosen pembimbing II, atas ketegasannya dalam membimbing penulis, memberikan masukan, arahan, motivasi dan ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
5. Ibu Rahmi Yuniarti, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing Akademik, penulis berterimakasih atas motivasi, bimbingan dan arahan terhadap penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
6. Ibu Ceria Farela M. Tantrika, ST., MT. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Rekayasa Sistem Industri, penulis berterimakasih atas bimbingannya dan arahan yang telah diberikan selama masa pengerjaan skripsi.

7. Bapak Oyong Novareza, ST., MT., Ph.D. atas ilmu, keteladanan dan berbagai masukan yang diberikan untuk skripsi penulis.
8. Bapak dan Ibu Dosen Pengajar di Jurusan Teknik Industri yang telah dengan ikhlas memberikan ilmu yang sangat berharga bagi penulis.
9. Bapak Sarjan Mulyanto, ST. selaku pembimbing lapangan di PG. Kebon Agung Malang yang selalu ramah, sabar dan memberikan berbagai pengetahuan hingga terselesaikannya skripsi ini.
10. Erwansyah Nasrul Fuad dan Mbah Marlan serta keluarga besar atas dukungan dan doa yang selalu menyertai penulis.
11. Mas Oka atas ketulusan dan perhatiannya serta Gunsho yang selalu setia menemani.
12. Sahabat SRK'11 tercinta, Taufiq, Haidar, Pungky, Yuki, Tita, Tyasha, Ela, dan Gisti yang telah memberikan dukungan, motivasi, semangat, dan doa serta selalu mendampingi penulis dalam menyelesaikan skripsi penulis.
13. Sahabatku tersayang Endhita, Lulus, Anggi, Ela, Feprita, Oky, Detty, Devi, Nita dan keluarga selada yang selalu memberikan motivasi dan kebahagiaan dalam menyelesaikan skripsi.
14. Adik – adik SRK'12 Suko, Elsy, Uzil, Megananda, Lutfi, Verly, Firman, Sulvi, Ilya, Hadinda, dan Finda serta Keluarga Besar Laboratorium SRK yang telah memberi dukungan dan doa yang sepenuhnya untuk penulis.
15. Keluarga mahasiswa Teknik Industri 2011 dan seluruh KBMTI yang telah memberikan dukungan dan doa dalam penyelesaian skripsi penulis.
16. Seluruh pihak yang telah membantu, meluangkan waktunya dan diskusi mengenai PLTU yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik sangat diperlukan untuk kebaikan di masa depan. Semoga skripsi ini bermanfaat untuk berbagai pihak. Amin.

Malang, Juni 2015

Penulis

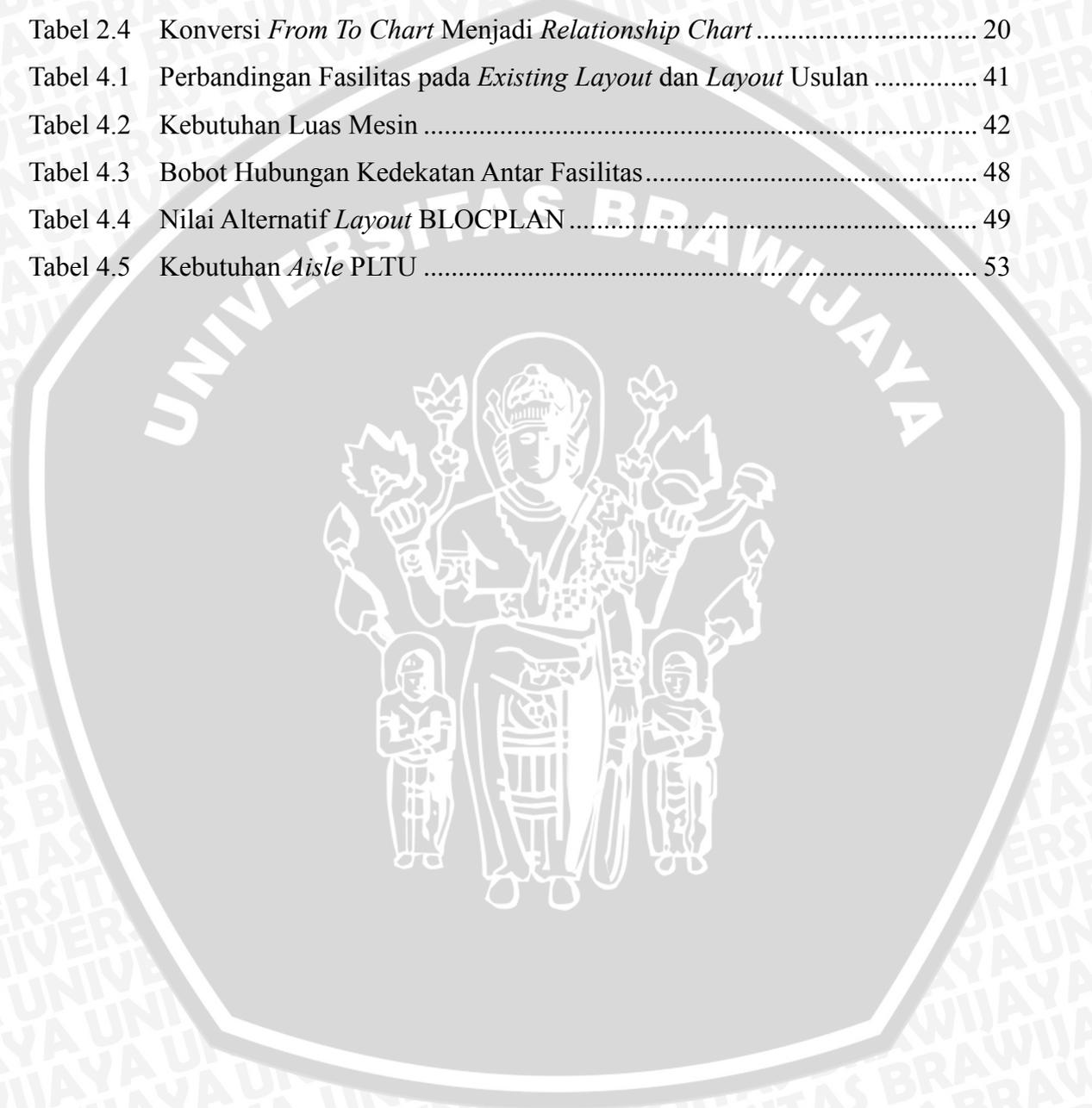
DAFTAR ISI

| | |
|--|------|
| PENGANTAR | i |
| DAFTAR ISI | iii |
| DAFTAR TABEL | v |
| DAFTAR GAMBAR | vi |
| DAFTAR LAMPIRAN | vii |
| RINGKASAN | viii |
| SUMMARY | ix |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Identifikasi Masalah | 4 |
| 1.3 Perumusan Masalah..... | 4 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 5 |
| 1.5 Tujuan Penelitian..... | 5 |
| 1.6 Manfaat Penelitian..... | 5 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 6 |
| 2.1 Penelitian Terdahulu..... | 6 |
| 2.2 Tata Letak Fasilitas..... | 7 |
| 2.3 Tujuan Tata Letak Fasilitas..... | 9 |
| 2.4 Perancangan Produk, Proses dan Penjadwalan | 10 |
| 2.5 Masalah-Masalah dalam Tata Letak | 11 |
| 2.6 Jenis Tata Letak dan Dasar Pemilihannya | 12 |
| 2.7 Systematic <i>Layout</i> Planning (SLP) | 14 |
| 2.8 Kebutuhan <i>Aisle</i> | 15 |
| 2.9 Ukuran jarak | 15 |
| 2.10 Perencanaan Aliran Material | 16 |
| 2.10.1 Analisis Kuantitatif..... | 16 |
| 2.10.2 Analisis Kualitatif..... | 17 |
| 2.11 Algoritma untuk Permasalahan Tata Letak | 19 |
| 2.11.1 Algoritma Konstruktif | 19 |
| 2.11.2 Algoritma Perbaikan..... | 19 |
| 2.11.3 Algoritma <i>Hybrid</i> | 19 |
| 2.12 BLOCPLAN | 19 |

| | |
|---|-----------|
| BAB III METODE PENELITIAN | 22 |
| 3.1 Jenis Penelitian..... | 22 |
| 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian..... | 22 |
| 3.3 Langkah-Langkah Penelitian..... | 22 |
| 3.4 Diagram Alir Penelitian..... | 26 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 27 |
| 4.1 Gambaran Umum Perusahaan | 27 |
| 4.1.1 Visi dan Misi Perusahaan | 29 |
| 4.1.2 Lokasi PG. Kebon Agung..... | 29 |
| 4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan..... | 31 |
| 4.2 Analisis Proses..... | 33 |
| 4.3 Identifikasi Kebutuhan Mesin | 34 |
| 4.3.1 Mesin pada <i>Existing Layout</i> | 35 |
| 4.3.2 Mesin pada <i>Layout Usulan</i> | 40 |
| 4.4 Identifikasi Kebutuhan Luas | 42 |
| 4.5 Hubungan Kedekatan Antar Fasilitas | 43 |
| 4.6 Analisis <i>Modifying Consideration</i> dan <i>Practical Limitation</i> | 45 |
| 4.7 Pengolahan Dengan Algoritma BLOCPPLAN..... | 47 |
| 4.8 Penyesuaian <i>Aisle</i> Pada <i>Layout</i> Terpilih..... | 51 |
| 4.9 Analisis Hasil..... | 53 |
| 4.9.1 Analisis Proses..... | 53 |
| 4.9.2 Analisis Hubungan Kedekatan Antar Fasilitas | 54 |
| 4.9.3 Analisis Perancangan Tata Letak Fasilitas | 56 |
| 4.9.4 Analisis Pemilihan Alternatif Tata Letak Fasilitas | 57 |
| 4.9.5 Analisis Usulan Tata Letak Fasilitas | 58 |
| BAB V PENUTUP..... | 62 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 62 |
| 5.2 Saran..... | 63 |
| DAFTAR PUSTAKA | 64 |
| LAMPIRAN | 66 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|-----------|---|----|
| Tabel 1.1 | Data Pengeluaran Listrik PG. Kebon Agung Dalam Masa Giling..... | 3 |
| Tabel 2.1 | Penelitian Terdahulu | 8 |
| Tabel 2.2 | Rekomendasi Lebar <i>Aisle</i> | 15 |
| Tabel 2.3 | Nilai Derajat Kedekatan Peta Hubungan..... | 18 |
| Tabel 2.4 | Konversi <i>From To Chart</i> Menjadi <i>Relationship Chart</i> | 20 |
| Tabel 4.1 | Perbandingan Fasilitas pada <i>Existing Layout</i> dan <i>Layout</i> Usulan | 41 |
| Tabel 4.2 | Kebutuhan Luas Mesin | 42 |
| Tabel 4.3 | Bobot Hubungan Kedekatan Antar Fasilitas..... | 48 |
| Tabel 4.4 | Nilai Alternatif <i>Layout</i> BLOCPLAN | 49 |
| Tabel 4.5 | Kebutuhan <i>Aisle</i> PLTU | 53 |



DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 1.1 | <i>Existing Layout</i> Stasiun Listrik | 4 |
| Gambar 2.1 | Skema Perencanaan Fasilitas | 7 |
| Gambar 2.2 | Hubungan Perancangan Produk, Proses dan Penjadwalan Terhadap Perencanaan Fasilitas | 11 |
| Gambar 2.3 | Prosedur <i>Systematic Layout Planning</i> | 14 |
| Gambar 2.4 | Peta Hubungan Aktivitas..... | 18 |
| Gambar 3.1 | Diagram Alir Penelitian..... | 26 |
| Gambar 4.1 | Struktur Organisasi PG. Kebon Agung | 32 |
| Gambar 4.2 | Siklus <i>Rankine</i> pada PLTU..... | 33 |
| Gambar 4.3 | Turbin Generator Shinko (a) dan Siemens 3 (b) | 35 |
| Gambar 4.4 | Trafo PLN (a) dan Trafo Turbin Generator (b) | 36 |
| Gambar 4.5 | Panel Sentral Tampak Dalam (a) dan Panel Sentral Tampak Luar (b) ... | 37 |
| Gambar 4.6 | Gudang Mekanik PLTU Stasiun Listrik..... | 37 |
| Gambar 4.7 | <i>Turbine Control Panel</i> Shinko | 38 |
| Gambar 4.8 | Ruang GCP Shinko (a) dan GCP Shinko 1 (b)..... | 39 |
| Gambar 4.9 | Panel Induk PLN (a) dan Komponen di dalam Panel (b)..... | 40 |
| Gambar 4.10 | ACB pada PLTU Stasiun Listrik | 40 |
| Gambar 4.11 | <i>Activity Relationship Chart</i> PLTU PG. Kebon Agung..... | 45 |
| Gambar 4.12 | Alternatif <i>Layout</i> 1 | 50 |
| Gambar 4.13 | Alternatif <i>Layout</i> 2 | 50 |
| Gambar 4.14 | Alternatif <i>Layout</i> 3 | 51 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|------------|---|----|
| Lampiran 1 | Rekap <i>Activity Relationship Chart</i> (ARC)..... | 66 |
| Lampiran 1 | Rekap <i>Activity Relationship Chart</i> (ARC) (lanjutan) | 67 |
| Lampiran 1 | Rekap <i>Activity Relationship Chart</i> (ARC) (lanjutan) | 68 |
| Lampiran 2 | <i>Material Handling Tool</i> Berupa <i>Overhead Crane</i> | 69 |
| Lampiran 3 | Usulan <i>Layout</i> PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang..... | 70 |



RINGKASAN

RIZA NINDIANA VALERY, Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, 2015, *Analisis Tata Letak Fasilitas Stasiun Listrik Menggunakan Algoritma BLOCPLAN*, Dosen Pembimbing : Remba Yanuar Efranto dan Agustina Eunike.

PG. Kebon Agung merupakan salah satu produsen gula di Kabupaten Malang yang hingga saat ini terus berupaya meningkatkan kapasitas produksinya. Dengan adanya permintaan gula nasional yang cenderung meningkat maka PG. Kebon Agung pun berupaya meningkatkan kapasitas produksinya dari 12.000 ton menjadi 15.000 ton. Hal ini berpengaruh pada energi listrik yang dibutuhkan perusahaan khususnya untuk menunjang proses produksi. Saat ini kebutuhan energi listrik perusahaan ditunjang dari dua buah sumber energi, yaitu dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan juga Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang dimiliki internal perusahaan. PLTU yang memanfaatkan bagasse sebagai bahan bakar boiler yang menghasilkan uap memerlukan biaya yang lebih murah, sehingga kapasitas PLTU terus ditingkatkan guna menekan pengeluaran biaya PLN. Hal tersebut dilakukan dengan cara melakukan pergantian mesin di PLTU Stasiun Listrik dengan daya yang lebih tinggi. Pergantian mesin dengan dimensi yang berbeda dan juga adanya perangkat baru yang harus ditambahkan mengindikasikan perlunya dilakukan *relayout*.

Pada penelitian ini usulan tata letak fasilitas ulang diolah menggunakan algoritma BLOCPLAN, dimana algoritma tersebut menggunakan *relationship chart* sebagai masukan. Sesuai dengan proses yang ada dalam PLTU yang tidak terdapat adanya *material handling* maka digunakanlah *relationship chart* sebagai analisis hubungan kedekatan antar fasilitas. Pengolahan akan dilakukan dengan algoritma BLOCPLAN untuk menghasilkan beberapa alternatif *layout* yang mempertimbangkan *modifying consideration* serta *practical limitation* dan juga ARC sebagai *input*.

Usulan alternatif tata letak fasilitas di PLTU Stasiun Listrik didapatkan dari pengolahan algoritma BLOCPLAN dengan *Activity Relationship Chart* (ARC) sebagai *input*. Pada penelitian ini, ARC menggambarkan hubungan antara 17 fasilitas dan menghasilkan 136 hubungan antar fasilitas. Pada ARC tersebut, terdapat 20 (14,71 %) hubungan antar fasilitas yang bernilai A, diikuti dengan hubungan E sebanyak 25 (18,38 %) hubungan antar fasilitas, nilai hubungan I sebanyak 27 (19,85 %) hubungan antar fasilitas, nilai hubungan O sebanyak 12 (8,82 %) hubungan antar fasilitas, nilai hubungan U sebanyak 49 (36 %) hubungan antar fasilitas dan nilai hubungan X sebanyak tiga (2,21 %) hubungan antar fasilitas. Berdasarkan input berupa ARC selanjutnya dilakukan pertimbangan *modifying consideration* dan *practical limitation* untuk menghasilkan alternatif *layout*. *Modifying consideration* ditinjau dari faktor utilisasi dan proses, sedangkan *practical limitation* ditinjau dari faktor keamanan dan struktur *layout* awal. Hasil dari pengolahan BLOCPLAN didapatkan tiga buah alternatif *layout* yang sesuai dengan ARC maupun *modifying consideration* serta *practical limitation*. Ketiga alternatif *layout* dipilih berdasarkan tiga parameter nilai yaitu *adjacency score*, *r-score* dan *rel-dist score* untuk mendapatkan alternatif *layout* terbaik. Sehingga didapatkan satu buah alternatif *layout* terbaik dari ketiga alternatif *layout* lainnya yaitu alternatif *layout* 2. Alternatif *layout* 2 memiliki *adjacency score* sebesar 0,59; *r-score* sebesar 0,79 dan *rel-dist score* sebesar 2809488. Selanjutnya alternatif *layout* 2 dirancang dengan penyesuaian *aisle* personel maupun faktor keamanan untuk memperoleh *layout* terbaik pada PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang.

Kata Kunci: PLTU, tata letak fasilitas, BLOCPLAN, listrik

SUMMARY

RIZA NINDIANA VALERY, Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, 2015, *Analysis of Power Station Facilities Layout Planning by using BLOCPLAN Algorithm*, Supervisors: Remba Yanuar Efranto and Agustina Eunike.

PG. Kebon Agung is a sugar manufacturer in Malang. In order to fulfill demand of sugar, PG. Kebon Agung plan to increase their production capacity from 12,000 ton to 15,000 ton. The capacity improvement requires an increase in electricity capacity. Therefore, the amount of electricity that support production process are planned to be improved. The company's electricity are supplied by two sources, general electricity supply (PLN, *Perusahaan Listrik Negara*) and the company's private steam power plant (PLTU, *Pembangkit Listrik Tenaga Uap*). Based on their operating cost, PLTU is cheaper than PLN because PLTU requires less cost to operate due to utilization of bagasse as fuel for a boiler. Hence, the increase of PLTU's capacity is prioritized to decrease electricity consumption from PLN. It is obtained by replacing existing machine with a higher powered machine at PLTU. Consequently, layout facilities are needed due to difference of new machine dimension and installation of new devices.

This study proposes redesign of facility layout using BLOCPLAN algorithm which use relationship chart as input. Relationship chart is used instead of From To Chart because manual material handling activities are not considered in this PLTU. Alternatives layout resulted by BLOCPLAN algorithm that consider modifying consideration and practical limitation, also ARC as an input.

ARC as input of BLOCPLAN algorithm, describes relationship between 17 facilities and indicates 136 relationships between facilities. The relationship chart consists of six value, A, E, I, O, U, X, which denote level of relationships. The ARC of this study, consists of are 20 A values (14.71%), 25 E value of relationship between facilities (18.38%), 27 I values (19.85%), 12 O values (8.82%), 49 U values (36.00%), and 3 X values (2.21%). Alternatives layout resulted by BLOCPLAN algorithm based on modifying consideration and practical limitation, also ARC as an input. Modifying consideration factors which are used in this study are utilization factor and process consideration factor. Practical limitation including safety and layout structure are considered in this study. Three layout alternatives, resulted by BLOCPLAN algorithm are selected based on three value parameters (adjacency score, r-score, and rel-dist score). Finally, alternative layout 2 is acquired to be the best layout. Adjacency score, r-score, and rel-dist of layout 2 sequentially are 0.59, 0.79, and 2809488. Furthermore, layout 2 is designed with aisle personnel and safety factor consideration to obtain the final layout at PLTU Power Station at PG. Kebon Agung Malang.

Kata Kunci: Power plant, facility layout planning, BLOCPLAN, electricity

BAB I PENDAHULUAN

Dalam melaksanakan penelitian diperlukan hal-hal penting yang digunakan sebagai dasar dalam pelaksanaannya. Pada bab pendahuluan ini berisi latar belakang dilakukannya penelitian ini, identifikasi masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, dan manfaat yang diharapkan dapat diperoleh dari penelitian ini.

1.1 LATAR BELAKANG

Perkembangan berbagai industri di Indonesia terbukti sangat pesat, hal ini dapat dilihat dari kemunculan berbagai industri besar maupun menengah yang cukup cepat. Hal tersebut tentunya menuntut berbagai perusahaan untuk terus meningkatkan persaingan agar produknya tidak kalah di pasaran. Berbagai usaha pengembangan dilakukan berbagai perusahaan untuk mengoptimalkan produksinya. Salah satu hal yang harus diperhatikan dalam menunjang kelancaran produksi adalah tata letak fasilitas perusahaan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wignjosoebroto (2009), tata letak pabrik atau tata letak fasilitas merupakan cara pengaturan fasilitas pabrik untuk menunjang kelancaran proses produksi. Tata letak fasilitas ini meliputi perencanaan dan pengaturan letak mesin, peralatan, aliran bahan dan orang-orang yang bekerja pada masing-masing stasiun kerja. Jika disusun secara baik, maka operasi kerja menjadi lebih efektif dan efisien. Penataan *plant layout* dalam pabrik memiliki peran yang sangat penting sebelum pabrik tersebut mulai berproduksi karena dalam menata sebuah *layout* dibutuhkan biaya yang sangat besar yaitu sekitar 30-75% dari ongkos produksi (Sule, 1991) atau sekitar 20-50% dari anggaran operasi manufaktur dan dampak dari penataan *layout* yang buruk dapat mengakibatkan kualitas produk yang rendah, rendahnya moral pekerja dan ketidakpuasan konsumen (Heragu, 2008).

Seperti halnya di PG. Kebon Agung yang merupakan salah satu produsen gula di Kabupaten Malang yang terus berupaya meningkatkan kapasitas produksinya. Dengan adanya permintaan gula nasional yang cenderung meningkat maka PG. Kebon Agung pun berupaya meningkatkan kapasitas produksinya dari 12.000 ton menjadi 15.000 ton. Hal ini berpengaruh pada energi listrik yang dibutuhkan perusahaan khususnya untuk menunjang proses produksi.

Kebutuhan energi listrik perusahaan ditunjang dari dua buah sumber energi, yaitu dari Perusahaan Listrik Negara (PLN) dan juga Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) yang dimiliki internal perusahaan. Pembangkit Listrik Tenaga Uap perusahaan memanfaatkan energi uap yang dihasilkan boiler pada Stasiun Ketel. Cara kerja dalam sistem PLTU dijelaskan dalam siklus Rankine. Siklus *Rankine* merupakan salah satu siklus tertutup yang banyak digunakan pada sistem pembangkit tenaga uap (Wakil, 1984). Untuk boiler sendiri memanfaatkan bagasse sebagai bahan bakarnya. Sehingga secara tidak langsung energi listrik yang dihasilkan PLTU perusahaan merupakan nilai tambah yang dapat mengurangi pengeluaran biaya listrik total perusahaan.

Diketahui bahwa listrik dari sumber PLTU memberikan biaya pengeluaran yang lebih rendah dibandingkan dengan PLN. Hal ini dilihat berdasarkan kebutuhan bagasse sebesar 5,22 kg atau setara dengan biaya sebesar Rp 1.045,00 yang digunakan untuk menghasilkan listrik sebesar 1 KWh. Apabila PLN digunakan sebagai sumber energi listrik akan dikeluarkan biaya sebesar Rp. 872,00 per KWh untuk Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) dan Rp. 1744,00 per KWh untuk Waktu Beban Puncak (WBP). Luar Waktu Beban Puncak (LWBP) merupakan waktu penggunaan listrik diluar beban puncak, yaitu antara pukul 23.00 sampai pukul 16.00. Sedangkan Waktu Beban Puncak (WBP) merupakan waktu dimana pengeluaran listrik dibebankan lebih tinggi yaitu pada pukul 17.00 sampai dengan 22.00. Apabila dihitung pengeluaran biaya per bulan untuk listrik dari PLN didapatkan biaya sebesar Rp 3.413.880.000,00. Untuk biaya PLTU dengan bahan bakar bagasse didapatkan biaya sebesar Rp 3.382.710.116,00. Sehingga akan lebih murah apabila perusahaan memanfaatkan PLTU secara sepenuhnya, karena bagasse yang dimanfaatkan merupakan hasil sisa yang tidak dimanfaatkan. Selain itu biaya penjualan bagasse yang rendah dan pasar yang terbatas tidak akan memberikan keuntungan yang besar bagi perusahaan. Dengan adanya sumber listrik dari PLTU maka risiko listrik padam tidak akan dialami perusahaan.

Di sisi lain perusahaan masih belum dapat memanfaatkan PLTU secara maksimal dalam memenuhi kebutuhan listrik perusahaan. Padahal bagasse yang dihasilkan dari sisa produksi gula masih belum maksimal dan Stasiun Ketel masih memiliki untuk memproduksi uap melebihi kapasitasnya saat ini. Berdasarkan data pengeluaran listrik PLN PG. Kebon Agung dalam masa giling periode tahun 2013 sampai dengan Oktober 2014 dapat dilihat terjadi besar penggunaannya yang tinggi (Tabel 1.1). Oleh karena itu kapasitas listrik yang dihasilkan PLTU perusahaan harus terus ditingkatkan guna

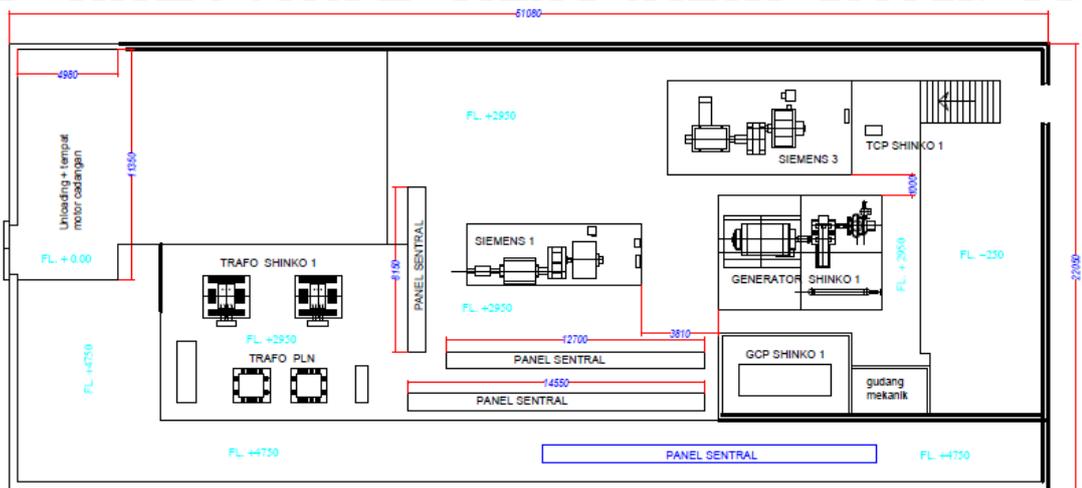
mengurangi anggaran biaya untuk pengeluaran listrik dari PLN. PLTU yang berada di Stasiun Listrik merencanakan pergantian mesin baru berupa turbin generator, guna memenuhi kebutuhan listrik perusahaan secara total dengan penambahan daya listrik PLTU. Saat ini PLTU hanya dapat memenuhi 6000 kW dari kebutuhan total listrik perusahaan, sehingga dayanya ditambah dengan pergantian mesin. Turbin Generator yang akan diganti adalah turbin generator yang telah mengalami penurunan daya yaitu Turbin Generator Siemens 3 seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.1 tentang gambaran umum *existing layout* pada Stasiun Listrik. Turbin Generator Siemens 3 hanya memiliki daya sebesar 500 kW. Sehingga direncanakan pergantian dengan turbin generator baru dengan kapasitas sebesar 4500 kW yaitu Turbin Generator Shinko. Adanya pergantian mesin tersebut di PLTU Stasiun Listrik mengindikasikan perlunya perancangan tata letak fasilitas ulang. Penempatan Turbin Generator Shinko harus disesuaikan dengan area yang tersedia, karena dimensi Turbin Generator Shinko lebih besar daripada Turbin Generator Siemens 3. Di samping itu Turbin Generator Shinko juga memiliki peralatan penunjang yang harus diletakkan berdekatan dengan turbin generator tersebut. Oleh karena itu penataan ulang tata letak fasilitas PLTU Stasiun Listrik harus dilakukan karena kompleksitas tata letak berdasarkan analisis hubungan kedekatan dan jumlah fasilitas yang cukup banyak.

Tabel 1.1 Data Pengeluaran Listrik PG, Kebon Agung Dalam Masa Giling

| Tahun | Bulan | Total biaya listrik PLN (Rp) |
|-------|-----------|------------------------------|
| 2013 | Juli | 818.916.324 |
| 2013 | Agustus | 969.510.159 |
| 2013 | September | 716.441.658 |
| 2013 | Oktober | 860.920.170 |
| 2013 | November | 701.461.029 |
| 2013 | Desember | 779.604.492 |
| 2014 | Januari | 663.960.768 |
| 2014 | Juli | 758.096.017 |
| 2014 | Agustus | 802.883.914 |
| 2014 | September | 835.603.513 |
| 2014 | Oktober | 814.545.082 |

Dengan adanya hal tersebut mengindikasikan perlunya penataan ulang fasilitas Stasiun Listrik dengan adanya mesin yang akan diganti. Pada penelitian ini usulan tata letak fasilitas ulang menggunakan algoritma BLOCPLAN, dimana algoritma tersebut menggunakan *activity relationship chart* sebagai masukan dalam pengolahannya. Sesuai dengan proses yang ada dalam PLTU yang tidak terdapat adanya *material handling* maka

digunakanlah *relationship chart* sebagai analisis hubungan kedekatan antar fasilitas. Berdasarkan beberapa alternatif yang diperoleh berdasarkan pengolahan dengan algoritma BLOCPLAN maka akan dilakukan validasi alternatif *layout* yang dipilih berdasarkan *modifying consideration* dan *practical limitation*.



Gambar 1.1 Existing Layout Stasiun Listrik

1.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah:

1. Diketahui bahwa biaya pengeluaran listrik untuk PLN yang lebih besar dibandingkan biaya listrik dari sumber PLTU
2. Perlunya penambahan daya listrik pada PLTU Stasiun Listrik dengan melakukan pergantian mesin baru sehingga diperlukan penataan fasilitas ulang
3. Pergantian mesin baru memiliki dimensi yang lebih besar dan penambahan perangkat penunjang yang harus ditempatkan di area PLTU Stasiun Listrik.

1.3 PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang permasalahan dan identifikasi masalah yang telah diuraikan diatas, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hubungan kedekatan antar fasilitas pada tata letak usulan PLTU Stasiun Listrik dengan adanya pergantian mesin baru?
2. Bagaimana usulan alternatif tata letak fasilitas usulan pada PLTU Stasiun Listrik berdasarkan metode BLOCPLAN?

3. Bagaimana usulan tata letak fasilitas terbaik pada PLTU Stasiun Listrik berdasarkan metode BLOCPLAN ?

1.4 BATASAN MASALAH

Adapun batasan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penyusunan tata letak fasilitas usulan tidak memperhitungkan biaya instalasi peralatan maupun biaya konversi energi PLTU
2. Analisis yang dilakukan tidak mengulas efisiensi PLTU.

1.5 TUJUAN PENELITIAN

Beberapa tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi hubungan kedekatan antar fasilitas
2. Menentukan usulan alternatif tata letak fasilitas pada PLTU Stasiun Listrik untuk pergantian mesin baru berdasarkan hubungan kedekatan antar mesin
3. Memilih alternatif tata letak fasilitas terbaik untuk PLTU Stasiun Listrik berdasarkan *output* BLOCPLAN dengan validasi *layout*.

1.6 MANFAAT PENELITIAN

Maka manfaat yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pertimbangan penempatan lokasi antar fasilitas pada Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan tata letak fasilitas terbaik untuk Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang
3. Hasil analisis yang dilakukan diharapkan dapat meningkatkan efisiensi *layout* di Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Dalam penelitian yang akan dilaksanakan diperlukan dasar-dasar argumentasi ilmiah yang berhubungan dengan konsep-konsep yang diperlukan dalam penelitian dan akan dipakai dalam analisis. Dalam bab ini akan dijelaskan beberapa dasar-dasar argumentasi atau teori yang digunakan dalam penelitian.

2.1 PENELITIAN TERDAHULU

Sebelumnya telah terdapat beberapa penelitian serupa yang membahas masalah tata letak fasilitas.

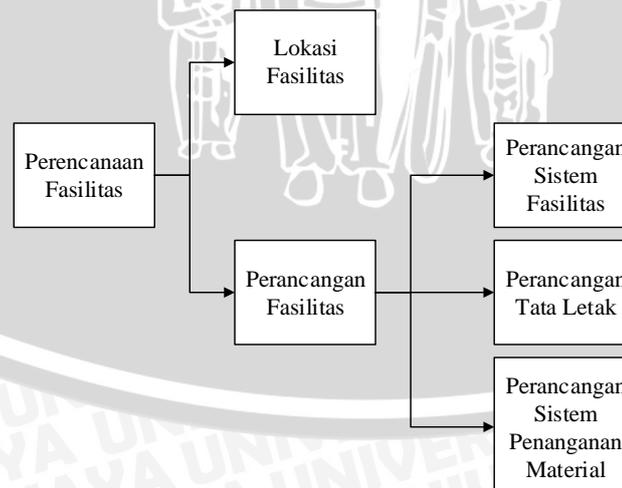
1. Ulibasa (2003) membahas bagaimana menggunakan ruang penjualan yang terbatas luasnya dengan optimal dan dengan tata letak yang lebih baik dari yang ada sekarang. Hal tersebut dilakukan agar aktivitas retailing atau pengeceran dapat berjalan dengan baik serta mendatangkan keuntungan yang optimal bagi perusahaan. Penggunaan ruang penjualan yang optimal berarti mengisi ruang itu dengan jumlah produk yang optimal dari masing-masing jenis produk yang telah ada. Penerapan *Integer Linear Programming* dapat menjawab masalah optimalisasi penggunaan ruang penjualan. Sedangkan pengaturan ulang tata letak ruang penjualan dilakukan dengan menggunakan program BLOCPLAN. Penggunaan *software* komputer dalam penyelesaian masalah ini dimaksudkan untuk memberi kemudahan.
2. Tarigan (2012) menjelaskan tentang perancangan ulang tataletak yang telah ada dengan metode algoritma BLOCPLAN dan CRAFT. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan perpindahan total yang diperoleh pada *layout* awal dengan *layout* yang diperoleh dengan menggunakan algoritma BLOCPLAN dan algoritma CRAFT.
3. Nursandi et al (2014) menjelaskan perancangan tata letak fasilitas produksi pada PT. Kramatraya Sejahtera yang akan membangun sebuah pabrik baru untuk menambah kapasitas produksinya. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode BLOCPLAN yang menggunakan algoritma *hybrid* yaitu membangun dan mengubah tata letak dengan mencari total jarak tempuh yang minimal dengan melakukan pertukaran antar stasiun kerja atau fasilitas.

Dari tiga penelitian terdahulu yang telah disebutkan, penelitian tersebut menjadi rujukan pada penelitian ini dalam penerapan metode BLOCPLAN untuk perancangan alternatif tata letak fasilitas yang akan dipilih dengan *modifying consideration* dan *practical limitations* (Tabel 2.1). Sehingga akan didapatkan tata letak optimal dari alternatif yang didapatkan. Atas dasar pertimbangan di atas maka penelitian ini diberi judul “Analisis Tata Letak Fasilitas Stasiun Listrik Menggunakan Algoritma BLOCPLAN”.

2.2 TATA LETAK FASILITAS

Tata letak fasilitas dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan bangunan dimana manusia, material dan mesin-mesin bekerja secara bersama-sama untuk mencapai tujuan tertentu (Heragu, 2008).

Sedangkan Wignjosoebroto (2009) mengemukakan bahwa tata letak fasilitas merupakan tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Pengaturan tersebut akan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang produksi lainnya, kelancaran gerakan perpindahan material, penyimpanan material baik yang bersifat temporer maupun permanen, personel pekerja dan sebagainya. Pada umumnya tata letak pabrik yang terencana dengan baik ikut menentukan efisiensi dan menjaga kelangsungan hidup atau kesuksesan kerja suatu industri. Secara skematis, perencanaan tata letak fasilitas dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Skema Perencanaan Fasilitas
Sumber: Tompkins et al. (2003)

Tabel 2.1 Penelitian Terdahulu

| No. | Penulis | Judul | Metode | | | Hasil |
|-----|---------------------|--|---------|--------------------|-------|---|
| | | | BLOCPAN | Linier programming | CRAFT | |
| 1. | Ulibasa (2003) | Optimasi dan Pengaturan Ulang Tata Letak Ruang Penjualan pada Bisnis Retail/Perdagangan Eceran dengan Pendekatan Integer <i>Linier Programming</i> dan Program BLOCPAN | ✓ | ✓ | - | Hasil dari penelitian ini diperoleh jumlah produk optimal yang dapat menghasilkan keuntungan optimal sebesar Rp. 113.642.616 dan tata letak baru yang terpilih yaitu alternatif ke-9 dengan <i>adjacency score</i> sebesar 0.67, <i>R score</i> sebesar 0.78, dan <i>rel-dist score</i> sebesar -93632 |
| 2. | Tarigan (2012) | Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Algoritma BLOCPAN dan CRAFT di CV. ABC Hardware Industry | ✓ | - | ✓ | Dari kedua <i>layout</i> usulan, <i>layout</i> dengan algoritma BLOCPAN memberikan efisiensi <i>material handling</i> sebesar 13,36 % dan <i>layout</i> dengan algoritma CRAFT memberikan efisiensi <i>material handling</i> yang lebih besar lagi yaitu sebesar 36,15 %. Oleh karena itu <i>layout</i> dari algoritma CRAFT digunakan sebagai <i>layout</i> usulan. |
| 3. | Nursandi (2014) | Rancangan Tata Letak Fasilitas dengan Metode BLOCPAN | ✓ | - | - | Output dari <i>software</i> BLOCPAN untuk luas lantai produksi <i>outdoor modern furniture</i> menghasilkan nilai <i>r-score</i> 0,56. Luas lantai aktual untuk produk <i>outdoor modern furniture</i> 26 m x 6 m atau 156 m ² dengan penambahan gang 0,75 m. Output dari <i>software</i> BLOCPAN untuk luas lantai produksi rangka panggung menghasilkan nilai <i>R-score</i> 0,74. Luas lantai aktual untuk rangka panggung 12 m x 6 m atau 72 m ² dengan penambahan gang 0,75 m. |
| 4. | Penelitian saat ini | Analisis Tata Letak Fasilitas Stasiun Listrik Menggunakan Algoritma BLOCPAN | ✓ | - | - | Penyusunan <i>layout</i> dilakukan dengan <i>input</i> ARC serta analisis <i>modifying consideration</i> dan <i>practical limitation</i> . <i>Layout</i> terpilih berdasarkan <i>output</i> BLOCPAN dengan parameter nilai <i>adjacency score</i> , <i>r-score</i> dan <i>rel-dist score</i> . |

2.3 TUJUAN TATA LETAK FASILITAS

Menurut Wignjosoebroto (2009) tujuan tata letak fasilitas adalah mengatur area kerja dan segala fasilitas produksi yang paling ekonomis untuk operasi produksi, aman dan nyaman sehingga akan dapat digunakan untuk menaikkan moral kerja dan performansi kerja dari operator. Lebih spesifik lagi, suatu tata letak fasilitas yang baik akan memberikan beberapa keuntungan dalam sistem produksi, antara lain:

1. Menaikkan *output* produksi

Tata letak yang baik akan memberikan *output* yang lebih besar dengan biaya yang sama atau lebih sedikit, *man hour* yang lebih kecil, dan mengurangi jam kerja mesin.

2. Mengurangi waktu tunggu (*delay*)

Mengatur keseimbangan waktu untuk operasi produksi dan beban dari masing-masing departemen atau mesin-mesin sehingga akan mengurangi *delay* yang berlebihan.

3. Mengurangi proses *material handling*

Tata letak yang baik akan meminimalkan aktivitas-aktivitas pemindahan bahan pada saat proses produksi berlangsung.

4. Penghematan penggunaan area untuk produksi, gudang, dan pelayanan

Suatu perencanaan tata letak fasilitas yang baik akan mengurangi pemborosan pemakaian ruangan yang berupa penumpukan material, jarak antar mesin yang berlebihan, dan lain sebagainya, serta melakukan tindakan evaluasi untuk perbaikan.

5. Pendayagunaan yang lebih besar dari pemakaian mesin, tenaga kerja, dan fasilitas produksi lainnya

Tata letak fasilitas yang baik akan membantu dalam pendayagunaan mesin-mesin dan fasilitas lainnya dengan lebih efektif dan efisien.

6. Mengurangi *inventory in process*

Permasalahan ini dapat diatasi dengan mengurangi waktu tunggu (*delay*) bahan baku untuk diproses.

7. Proses manufaktur yang lebih singkat

Dengan memperpendek jarak antara operasi satu dengan operasi lainnya, maka total waktu produksi akan dapat diperpendek pula.

8. Mengurangi resiko bagi kesehatan dan keselamatan kerja dari operator

Perencanaan tata letak fasilitas juga ditujukan untuk menciptakan lingkungan kerja yang nyaman dan aman bagi pekerja.

9. Memperbaiki moral dan kepuasan tenaga kerja
Lingkungan kerja yang nyaman dapat menciptakan performansi kerja yang lebih baik sehingga produktivitas pun dapat meningkat.
10. Mempermudah aktivitas *supervise*
Tata letak fasilitas yang baik dapat mempermudah aktivitas *supervise* dimana seorang pimpinan akan dengan mudah mengamati segala aktivitas produksi yang sedang berlangsung.
11. Mengurangi kemacetan
Tata letak yang baik akan memberikan luas area yang cukup untuk seluruh operasi yang diperlukan dan proses produksi dapat berlangsung mudah dan sederhana.
12. Mengurangi faktor yang bisa merugikan dan mempengaruhi kualitas dari bahan baku maupun produk jadi
Tata letak yang direncanakan dengan baik dapat mengurangi terjadinya kerusakan pada material ataupun produk jadi.

2.4 PERANCANGAN PRODUK, PROSES DAN PENJADWALAN

Proses perencanaan fasilitas sangat dipengaruhi oleh rencana strategi bisnis, serta konsep, teknik dan teknologi yang akan digunakan proses manufaktur (Tompkins et al, 2003). Sebelum melakukan perencanaan fasilitas, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Jenis produk yang akan dihasilkan
2. Proses produksi produk
3. Waktu yang dijadwalkan untuk produksi
4. Jumlah masing-masing produk yang akan diproduksi
5. Waktu yang diperlukan untuk memproduksi produk
6. Lokasi fasilitas

Poin pertama sampai yang kelima merupakan bagian dari perancangan produk, proses dan penjadwalan terhadap produk yang akan dihasilkan. Sedangkan pada poin enam merupakan perancangan lokasi fasilitas yang akan dipilih. Perubahan strategi perancangan produk, proses dan penjadwalan produk akan berdampak besar terhadap fasilitas yang digunakan pada proses produksi, seperti tata letak fasilitas, penanganan material, serta penyimpanan material atau produk. Skema hubungan antara perancangan produk, proses dan penjadwalan terhadap perencanaan fasilitas dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.2 Hubungan Perancangan Produk, Proses dan Penjadwalan Terhadap Perencanaan Fasilitas
Sumber: Tompkins et al. (2003)

Perancangan produk meliputi jenis produk yang akan diproduksi dan detail desain setiap produk yang ditunjukkan dalam bentuk gambar sehingga dapat menjadi pertimbangan dalam perencanaan fasilitas. Perancangan proses merupakan penjelasan bagaimana proses produksi suatu produk, tahap awal dalam perancangan proses merupakan identifikasi proses menggunakan *Bill of Material* (BOM), selanjutnya menunjukkan urutan proses produksi menggunakan *Operation Process Chart* (OPC) dan *Flow Process Chart* (FPC). Perancangan penjadwalan meliputi jumlah produk yang akan diproduksi serta waktu untuk produksi. Perancangan penjadwalan mempengaruhi pemilihan mesin, jumlah mesin, jumlah karyawan, *lot size*, ukuran bangunan, dan lainnya (Tompkins et al, 2003).

2.5 MASALAH-MASALAH DALAM TATA LETAK

Menurut Apple (1997), dikemukakan bahwa dalam perancangan tata letak fasilitas akan terdapat masalah-masalah yang timbul, diantaranya:

1. Perubahan rancangan

Mengikuti perkembangan rancangan produk, maka akan menuntut perubahan proses atau operasi yang diperlukan, sehingga hal ini akan menyebabkan perubahan pada perancangan tata letak.

2. Perluasan departemen

Penambahan suatu proses produksi atau komponen yang terdapat pada produk, maka akan menyebabkan perubahan tata letak.

3. Pengurangan departemen

Hal ini mungkin akan terjadi apabila perusahaan mengalami suatu kondisi seperti penurunan jumlah produksi secara drastis dan menetap.

4. Penambahan produk baru

Apabila perusahaan menambahkan jenis produk yang dihasilkan, maka hal ini akan menyebabkan terjadinya penambahan mesin-mesin produksi.

5. Memindahkan satu departemen

Hal ini terjadi apabila perusahaan ingin memindahkan satu departemen ke lokasi yang baru.

6. Peremajaan peralatan yang rusak

Hal ini akan menyebabkan pemindahan peralatan yang berdekatan untuk mendapatkan tambahan ruang.

2.6 JENIS TATA LETAK DAN DASAR PEMILIHANNYA

Susunan mesin dan peralatan pada suatu perusahaan akan sangat mempengaruhi kegiatan produksi, terutama pada efektivitas waktu proses produksi dan kelelahan yang dialami oleh operator di lantai produksi. Kegiatan yang berhubungan dengan perancangan susunan unsur fisik suatu kegiatan dan selalu berhubungan erat dengan industri manufaktur dimana pengembangan hasil rancangannya dikenal dengan tata letak pabrik (Wignjosoebroto, 2009).

Tata letak pabrik sangat berkaitan erat dengan efisiensi dan efektivitas pekerjaan. Hal ini dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Kegiatan produksi akan lebih ekonomis bila aliran suatu bahan dirancang dengan baik.
2. Pola aliran bahan menjadi dasar terhadap suatu susunan peralatan yang efektif.
3. Alat pemindahan bahan (*material handling*) akan mengubah pola aliran bahan yang statis menjadi dinamis dengan melengkapinya dengan alat angkut yang sesuai.
4. Susunan fasilitas-fasilitas yang efektif disekitar pola aliran bahan akan memberikan operasi yang efektif dari berbagai proses produksi yang saling berhubungan.
5. Operasi yang efisien akan meminimumkan biaya produksi.
6. Biaya produksi yang minimum akan memberikan profit yang lebih tinggi.

Dalam tata letak pabrik, sangat ditentukan oleh susunan mesin-mesin yang ada di pabrik, yang membentuk suatu aliran produksi. Berdasarkan hal ini ada empat tipe tata letak pabrik yang utama, yaitu (Wignjosoebroto, 2009):

1. Tata Letak Pabrik Berdasarkan Aliran Produksi (*Product Layout* atau *Production Line Product*)

Product layout dapat didefinisikan sebagai metode atau cara pengaturan dan penempatan semua fasilitas produksi yang diperlukan ke dalam suatu departemen tertentu atau khusus. Suatu produk dapat dibuat atau diproduksi sampai selesai di dalam departemen tersebut. Bahan baku dipindahkan dari stasiun kerja ke stasiun kerja lainnya di dalam departemen tersebut dan tidak perlu dipindah-pindahkan ke departemen yang lain. Dalam *product layout*, mesin-mesin atau alat bantu disusun menurut urutan proses dari suatu produk. Produk-produk bergerak secara terus menerus dalam suatu garis perakitan. *Product layout* akan digunakan bila volum produksi cukup tinggi dan variasi produk tidak banyak dan sangat sesuai untuk produksi yang kontinyu.

2. Tata Letak Pabrik Berdasarkan Fungsi (*Process Layout*)

Dalam *process* atau *functional layout* semua operasi dengan sifat yang sama dikelompokkan dalam departemen yang sama pada suatu pabrik atau industri. Mesin, peralatan yang mempunyai fungsi yang sama dikelompokkan jadi satu, misalnya semua mesin bubut dijadikan satu departemen, mesin bor dijadikan satu departemen dan mesin mill dijadikan satu departemen. Dengan kata lain material dipindah menuju departemen-departemen sesuai dengan urutan proses yang dilakukan. *Process layout* dilakukan bila volume produksi kecil, dan terutama untuk jenis produk yang tidak standar, biasanya berdasarkan permintaan. Kondisi ini disebut sebagai *job shop*. Tata letak tipe *process layout* banyak dijumpai pada sektor industri manufaktur maupun jasa.

3. Tata Letak Pabrik Berdasarkan Kelompok Produk (*Group Technology Layout*)

Tipe tata letak ini, biasanya komponen yang tidak sama dikelompokkan ke dalam satu kelompok berdasarkan kesamaan bentuk komponen, mesin atau peralatan yang dipakai. Pengelompokkan bukan didasarkan pada kesamaan penggunaan akhir. Mesin-mesin dikelompokkan dalam satu kelompok dan ditempatkan dalam sebuah *manufacturing cell*.

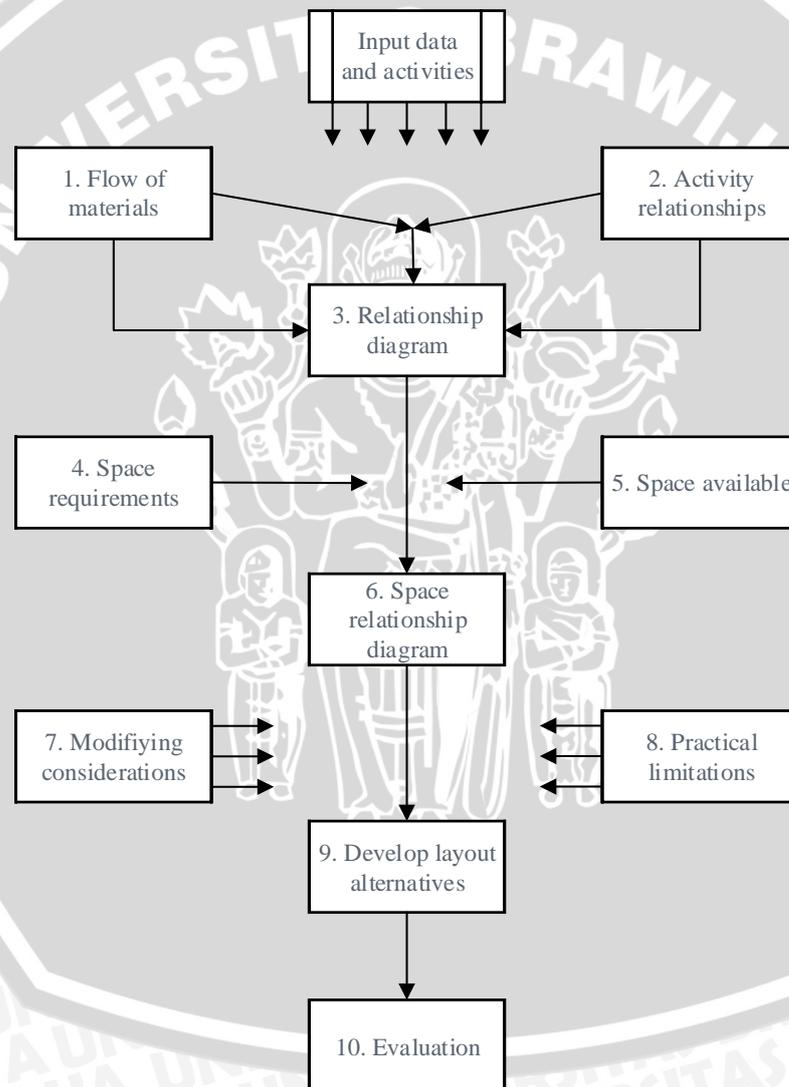
4. *Layout* Berposisi Tetap (*Fixed Position Layout*)

Sistem berdasarkan *product layout* maupun *process layout*, produk bergerak menuju mesin sesuai dengan urutan proses yang dijalankan. *Layout* yang berposisi tetap ditunjukkan bahwa mesin, manusia serta komponen-komponen bergerak menuju lokasi material untuk menghasilkan produk. *Layout* ini biasanya digunakan untuk memproses barang yang relatif besar dan berat sedangkan peralatan yang digunakan mudah untuk dilakukan pemindahan. Contoh dari industri ini adalah industri pesawat terbang, penggalangan kapal, pekerjaan konstruksi bangunan.

2.7 SYSTEMATIC LAYOUT PLANNING (SLP)

Systematic Layout Planning (SLP) merupakan suatu pendekatan sistematis dan terorganisir untuk perencanaan *layout* yang telah dibuat oleh Richard Muther (Wignjosoebroto, 2009). Pada SLP terdapat empat fase yang terdiri dari:

1. Fase I - Menentukan lokasi dimana departemen akan ditempatkan.
2. Fase II – Membuat *layout* umum secara keseluruhan.
3. Fase III – Membuat *layout* secara detail.
4. Fase IV – Menginstalasi *layout* terpilih.



Gambar 2.3 Prosedur *Systematic Layout Planning*

Sumber: Wignjosoebroto (2009)

Prosedur pelaksanaan SLP dapat digambarkan dalam Gambar 2.3. Berdasarkan prosedur tersebut dapat dilihat bahwa langkah awal dimulai dengan pengumpulan data yang dipakai dalam perencanaan *layout*. Setelah data terkumpul maka suatu analisis

aktivitas akan dipakai untuk membuat perencanaan *activity relationship*. Dengan memperhatikan kebutuhan-kebutuhan luas area untuk fasilitas yang ada dan juga ketersediaan luas areanya maka dapat dibuat *space relationship diagram*. Berdasarkan *space relationship diagram* tersebut maka dapat diberikan *modifying consideration* dan *practical limitation* untuk dapat merancang dan mengevaluasi *layout*.

Pada penelitian ini juga diberikan *modifying consideration* dan *practical limitation* pada pemilihan alternatif *layout* terbaik berdasarkan *output* BLOCPLAN. Menurut Heragu (2008) *modifying consideration* merupakan pertimbangan dari faktor proses, *handling*, penyimpanan, ataupun utilisasi. *Practical limitation* adalah batasan dari sisi biaya, ketersediaan energi, struktur *layout* awal, personal, keamanan peralatan (mesin) dan ketersediaan area yang harus dipertimbangkan (Heragu, 2008).

2.8 KEBUTUHAN AISLE

Aisle merupakan ruang kosong yang berada di antara dua fasilitas atau lebih yang digunakan untuk berjalan maupun jalur peralatan *material handling*. *Aisle* harus ditempatkan pada suatu fasilitas untuk mendukung keefektifan aliran pada suatu fasilitas (Tompkins et al, 2003). Perhitungan luas *aisle* yang kurang tepat akan menghambat aliran material maupun fleksibilitas operator pada area produksi. Rekomendasi lebar *aisle* dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Rekomendasi Lebar *Aisle*

| Tipe Aliran | Lebar <i>Aisle</i> (meter) |
|---|----------------------------|
| Traktor | 3,6576 |
| Forklift 3 ton | 3,3528 |
| Forklift 2 ton | 3,048 |
| Forklift 1 ton | 2,7432 |
| <i>Narrow aisle truck</i> | 1,8288 |
| <i>Manual platform truck</i> | 1,524 |
| Personnel | 0,9144 |
| Personnel dengan pintu terbuka dari satu sisi | 1,8288 |
| Personnel dengan pintu terbuka dari dua sisi | 2,4384 |

Sumber : Tompkins et al. (2003)

2.9 UKURAN JARAK

Terdapat beberapa sistem yang digunakan untuk menemukan jarak antara satu fasilitas dengan fasilitas lainnya.

1. *Euclidean*

Jarak *euclidean* merupakan jarak yang diukur lurus antara titik pusat satu fasilitas dengan fasilitas lainnya. Untuk menghitung jarak *euclidean* dapat menggunakan formulasi berikut ini.

$$d_{ij} = \left((x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \right)^{0.5} \quad (2 - 1)$$

Sumber : Heragu, 2008

2. *Square Euclidean*

Ukuran jarak yang menguadratkan bobot terbesar suatu jarak antara dua fasilitas yang berdekatan. Untuk menentukan jarak *square euclidean* antar dua fasilitas dapat menggunakan formulasi berikut.

$$d_{ij} = \left((x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2 \right) \quad (2 - 2)$$

Sumber : Heragu, 2008

3. *Rectilinear*

Jarak *rectilinear* atau disebut juga dengan jarak Manhattan merupakan ukuran jarak yang mengikuti garis tegak lurus. Formulasinya adalah sebagai berikut.

$$d_{ij} = |x_i - x_j| + |y_i - y_j| \quad (2 - 3)$$

Sumber : Heragu, 2008

2.10 PERENCANAAN ALIRAN MATERIAL

Pengaturan departemen-departemen dalam sebuah pabrik dapat didasarkan pada aliran bahan (material) yang bergerak diantara fasilitas-fasilitas produksi atau departemen-departemen tersebut. Untuk mengevaluasi alternatif perencanaan tata letak departemen atau tata letak fasilitas produksi, maka diperlukan aktivitas pengukuran aliran bahan dalam sebuah analisis teknis (Wignjosoebroto, 2009). Ada banyak teknis analisis yang dapat digunakan untuk mengevaluasi dan menganalisis aliran bahan. Teknik-teknik ini dibagi ke dalam dua kategori yaitu analisis kuantitatif dan analisis kualitatif.

2.10.1 Analisis Kuantitatif

Di dalam kuantitatif aliran bahan akan diukur berdasarkan kuantitatif material yang dipindahkan seperti berat, volume, jumlah unit satuan kuantitatif lainnya. Menurut Tompkins et al. (2003) beberapa cara analisis kuantitatif yang biasa digunakan adalah:

1. *Triangular Flow Diagram*

Diagram aliran segitiga atau umum disebut dengan *Triangular Flow Diagram* (TFD) adalah suatu diagram yang dipergunakan untuk menggambarkan (secara grafis) aliran material, produk, informasi, manusia dan sebagainya atau bisa juga dipergunakan untuk menggambarkan hubungan kerja antara satu departemen (fasilitas kerja) dengan departemen lainnya.

2. *From To Chart*

From to Chart merupakan suatu teknik konvensional yang umum digunakan untuk perancangan tata letak pabrik dan pemindahan bahan dalam suatu proses produksi, terutama sangat berguna untuk kondisi dimana terdapat banyak produk atau item yang mengalir melalui suatu area. Pada tata letak dengan berdasar pada produk (*product layout*) tidak diperlukan adanya penggunaan *from to chart*, namun untuk tipe *layout* berdasarkan proses (*process layout*), *from to chart* dapat membantu dalam melakukan penyusunan mesin-mesin dan peralatan produksi secara sistematis. Dalam penyusunan *from to chart* dipertimbangkan beberapa hal dibawah ini:

- a. Tata letak terbaik meminimasi total biaya pemindahan
- b. Biaya berkaitan dengan jarak pemindahan
- c. Dapat membandingkan beberapa alternatif tata letak

2.10.2 Analisis Kualitatif

Aliran material dapat diukur secara kualitatif menggunakan tolak ukur derajat kedekatan antara satu fasilitas dengan fasilitas lainnya yang dikembangkan oleh Richard Murter. Nilai-nilai tersebut menunjukkan hubungan atau derajat kedekatan yang disertai dengan alasan-alasan yang mendasarinya (Tompkins et al, 2003). Suatu peta hubungan aktivitas dapat dikonstruksikan dengan prosedur sebagai berikut:

- a. Identifikasi semua fasilitas kerja atau departemen-departemen yang akan diatur tata letaknya dan dituliskan daftar urutannya dalam peta.
- b. Lakukan wawancara atau survei atau interview terhadap karyawan dari setiap departemen yang tertera dalam daftar peta dan juga dengan manajemen yang berwenang.
- c. Definisikan kriteria hubungan antar departemen yang akan diatur letaknya berdasarkan derajat kedekatan hubungan serta alasan masing-masing dalam peta.

Selanjutnya tetapkan nilai hubungan tersebut untuk setiap hubungan aktivitas antar departemen yang ada dalam peta.

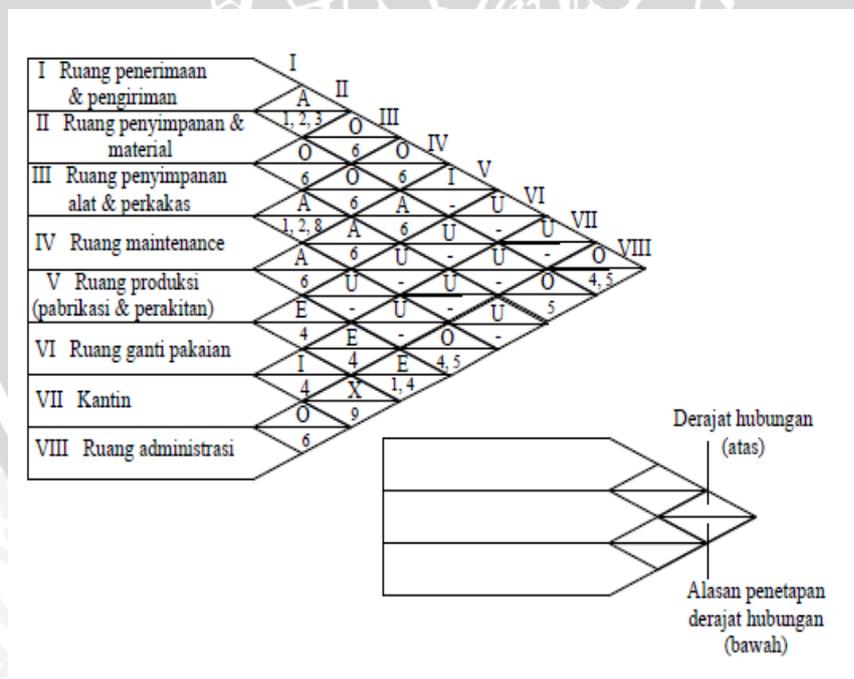
- d. Diskusikan hasil penilaian yang ada dengan manajemen yang bersangkutan. Secara bebas lakukan evaluasi dan koreksi atau perubahan yang lebih sesuai. Lakukan persamaan persepsi dengan pihak manajemen. Berikut merupakan kode huruf yang digunakan sebagai parameter derajat hubungan antar departemen yang dijelaskan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Nilai Derajat Kedekatan Peta Hubungan

| Nilai | Kedekatan |
|-------|--|
| A | Mutlak perlu untuk didekatkan |
| E | Sangat penting untuk didekatkan |
| I | Penting untuk didekatkan |
| O | Cukup penting / biasa untuk didekatkan |
| U | Tidak penting untuk didekatkan |
| X | Tidak diperbolehkan untuk didekatkan |

Sumber: Tompkins et al. (2003)

Berikut merupakan contoh penggunaan peta hubungan aktivitas pada sebuah industri manufaktur yang dijelaskan melalui Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Peta Hubungan Aktivitas
Sumber: Wignjosubroto (2009)

2.11 ALGORITMA UNTUK PERMASALAHAN TATA LETAK

Algoritma merupakan suatu urutan langkah atau prosedur untuk mendapatkan suatu solusi terhadap suatu model atau permasalahan tertentu (Heragu, 2008). Algoritma dalam tata letak fasilitas dibagi menjadi algoritma optimal dan algoritma *heuristic*. Algoritma *heuristic* dibagi menjadi tiga, yaitu algoritma konstruktif, algoritma perbaikan, dan algoritma *hybrid*.

2.11.1 Algoritma Konstruktif

Menurut Heragu (2008) algoritma konstruktif membuat tata letak fasilitas sejak awal. Dimulai dengan *layout* yang masih kosong, selanjutnya menambahkan satu per satu departemen (atau satu set departemen) hingga semua departemen disusun pada *layout* yang tersedia.

2.11.2 Algoritma Perbaikan

Menurut Heragu (2008) algoritma perbaikan, memberikan perbaikan *layout* berdasarkan inisial *layout* yang telah ada sebelumnya. Algoritma perbaikan melakukan modifikasi secara sistematis terhadap inisial *layout* dan selanjutnya melakukan evaluasi *layout* yang telah dimodifikasi. Jika hasil modifikasi *layout* lebih baik daripada *layout* awal, maka *layout* dapat digunakan. Namun jika hasil modifikasi belum maksimal, selanjutnya dilakukan modifikasi secara terus-menerus hingga dihasilkan solusi yang lebih baik dibandingkan inisial *layout*.

2.11.3 Algoritma Hybrid

Algoritma *hybrid* merupakan algoritma yang bersifat konstruktif dan perbaikan. Jika pada algoritma perbaikan diperlukan inisial *layout*, maka untuk algoritma *hybrid* inisial *layout* didapatkan dari *layout* yang dihasilkan oleh algoritma konstruktif (Heragu, 2008). Salah satu algoritma *hybrid* yang dipakai dalam penelitian ini adalah BLOCPLAN.

2.12 BLOCPLAN

BLOCPLAN menggunakan algoritma *hybrid* yang menggabungkan algoritma konstruktif dan algoritma perbaikan. BLOCPLAN dapat menerima *from to chart* maupun *relationship chart* sama baiknya sebagai input (Tompkins et al, 2003). Namun meskipun

BLOCPLAN dapat menerima *from to chart* dan *relationship chart* sama baiknya, tetapi BLOCPLAN hanya akan menggunakan salah satu di antaranya saja, bukan kombinasi dari keduanya (Heragu, 2008). Apabila input berupa *from to chart* maka akan dikonversikan menjadi *relationship chart* dengan keterangan yang dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Konversi *From To Chart* Menjadi *Relationship Chart*

| Jumlah Aliran Departemen | Simbol Hubungan |
|--------------------------|-----------------|
| 321-400 | A |
| 241-320 | E |
| 161-240 | I |
| 81-160 | O |
| 0-80 | U |

Sumber: Heragu, 2008

BLOCPLAN memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode lainnya, yaitu:

1. BLOCPLAN dapat memecahkan masalah tata letak fasilitas konstruktif maupun perbaikan dengan sama baiknya.
2. BLOCPLAN memiliki fungsi tujuan minimasi jarak atau maksimasi hubungan kedekatan antar departemen.

BLOCPLAN juga memiliki beberapa kelemahan, yaitu:

1. BLOCPLAN tidak dapat membaca initial *layout* dengan baik.
2. BLOCPLAN hanya mampu memecahkan permasalahan tata letak fasilitas dengan jumlah departemen maksimal 18 buah.

BLOCPLAN dapat digunakan untuk menganalisis *single story* maupun *multi story layout*. Dalam menganalisa masalah serta mengembangkan tata letak terdapat tiga pilihan yang disediakan oleh BLOCPLAN yaitu:

1. *Random layout algorithm*

Menghasilkan *layout* tanpa mempertimbangkan interaksi antar departemen.

2. *Improvement algorithm*

Menghasilkan perbaikan *layout*.

3. *Automatic search algorithm*

Menghasilkan inisial *layout* secara random, kemudian dari hasil yang diperoleh dilakukan perbaikan menggunakan algoritma perbaikan hingga mendapatkan *layout* yang lebih baik. Namun maksimum iterasi yang dapat dilakukan adalah 20 iterasi.

Fungsi tujuan dari BLOCPLAN dapat berupa minimasi jarak (*distance based objective*) atau maksimasi hubungan kedekatan (*adjacency based objective*) (Tompkins et al, 2003). Ukuran jarak yang digunakan pada BLOCPLAN adalah *rectilinear*. BLOCPLAN menghasilkan beberapa alternatif *layout* dengan tiga kriteria yang dapat dijadikan dasar dalam pemilihan alternatif *layout* yang dihasilkan oleh BLOCPLAN yaitu *adjacency score*, *R-score* dan *rel-dist score*. Untuk menentukan *adjacency score* pada tiap *layout*, BLOCPLAN memasukkan total nilai hubungan positif pada kode *relationship chart*. Untuk menentukan *rel-dist score*, BLOCPLAN memasukkan jarak aktual dari hubungan tiap departemen. Secara matematis *adjacency score* dijelaskan sebagai berikut:

$$\frac{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n R_{ij} D_{ij}}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n R_{ij}} \quad (2-4)$$

Sumber: Heragu (2008)

Perhitungan untuk *rel-dist* (*relationship distance*) dijelaskan sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij} R_{ij} \quad (2-5)$$

Sumber: Heragu (2008)

Keterangan:

D_{ij} = nilai 1 apabila departemen i dan j dalam satu lantai dan berdekatan; sedangkan nilai 0 untuk kebalikannya

R_{ij} = nilai dari kode kedekatan antar departemen i dan j

n = jumlah departemen

d_{ij} = jarak *rectilinear* antara pusat departemen i dan j

BAB III METODE PENELITIAN

Metodologi penelitian adalah tahap yang harus ditetapkan terlebih dahulu sebelum melakukan penyelesaian masalah yang sedang dibahas. Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan yang dilakukan dalam penelitian agar proses penelitian dapat terarah, terstruktur dan sistematis. Pada bab ini juga akan dibahas mengenai jenis penelitian, tempat dan waktu penelitian, metode pengumpulan data serta langkah-langkah penelitian.

3.1 JENIS PENELITIAN

Menurut Danim (2002), ada dua jenis pendekatan pada penelitian, yaitu pendekatan kualitatif dan pendekatan kuantitatif. Pada penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dengan metode penelitian deskriptif. Metode penelitian deskriptif yang dilakukan dengan meneliti analisis pekerjaan dan aktifitas pada suatu obyek. Pada penelitian ini akan dianalisis tata letak fasilitas Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) pada Stasiun Listrik di PG. Kebon Agung Malang.

3.2 TEMPAT DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Stasiun Listrik Pabrik Gula Kebon Agung Malang yang bertempat di Jalan Pakisaji No 1, Malang. Adapun waktu pelaksanaan penelitiannya adalah pada bulan Oktober 2014 – Februari 2015.

3.3 LANGKAH – LANGKAH PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini beberapa langkah yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Studi literatur

Studi literatur digunakan untuk mempelajari teori dan ilmu pengetahuan yang berhubungan dengan permasalahan yang akan diteliti. Sumber literatur berasal dari buku, jurnal, serta studi terhadap penelitian terdahulu dengan topik utama dalam penelitian ini yakni tata letak fasilitas.

2. Studi lapangan

Studi lapangan merupakan pengamatan langsung yang dilakukan di Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang. Pada proses ini dilakukan pengamatan terhadap proses produksi PLTU dan juga mengamati kondisi *layout* yang ada di tempat penelitian.

3. Identifikasi masalah

Identifikasi masalah yakni mengidentifikasi secara detail ruang lingkup permasalahan pada sistem yang akan diteliti. Identifikasi masalah dilakukan dengan tujuan untuk mencari penyebab timbulnya masalah dan kemudian mencari permasalahan yang terjadi.

4. Perumusan masalah

Setelah mengidentifikasi masalah, tahap selanjutnya adalah merumuskan masalah sesuai dengan kenyataan di lapangan. Perumusan masalah merupakan rincian dari permasalahan yang dikaji dan nantinya akan menunjukkan tujuan dari penelitian ini. Dengan adanya perumusan masalah, maka dapat ditentukan metode yang tepat untuk menyelesaikannya

5. Penentuan tujuan penelitian

Tujuan penelitian ditentukan berdasarkan perumusan masalah yang telah dijabarkan sebelumnya. Hal ini ditujukan untuk membuat peneliti lebih fokus terhadap masalah yang akan diselesaikan

6. Pengumpulan data

Metode pengumpulan data yang digunakan untuk melakukan perancangan tata letak fasilitas pada Stasiun Listrik PG. Kebon Agung adalah sebagai berikut:

a. Observasi

Observasi yaitu suatu metode dalam memperoleh data dengan mengadakan pengamatan langsung terhadap keadaan yang sebenarnya. Pengamatan langsung dilakukan terhadap proses produksi di Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang.

b. Interview

Interview yaitu suatu metode yang digunakan dalam mendapatkan data dengan cara mengajukan pertanyaan secara langsung pada perusahaan. *Interview* dilakukan dengan pembimbing dari perusahaan yang berada di bawah Bagian Teknik PG. Kebon Agung Malang.

c. *Brainstorming*

Brainstorming yaitu berdiskusi dan bertukar pikiran dengan pakar yang *capable* dalam bidangnya. Diskusi dilakukan untuk menentukan parameter - parameter yang harus ditentukan, misalnya dalam menentukan alasan kedekatan hubungan antar fasilitas.

Adapun data yang dikumpulkan berupa data primer maupun data sekunder.

Beberapa data yang dibutuhkan adalah sebagai berikut:

- 1) Data proses produksi PLTU
 - 2) Data *layout* awal
 - 3) Data ukuran pabrik
 - 4) Data jenis mesin
 - 5) Data ukuran mesin
 - 6) Data pengeluaran listrik PLN
 - 7) Data biaya bagasse PLTU
7. Menentukan *Activity Relationship Diagram* (ARC)

Tahap ini adalah proses menyusun *activity relationship diagram* (ARC) dengan memperhatikan hubungan kedekatan antar fasilitas yang ada. Selanjutnya output dari ARC akan dijadikan sebagai input pada pengolahan BLOCPLAN.

8. Analisis *modifying consideration* dan *practical limitation*

Pada tahap ini dilakukan pertimbangan dari dua buah faktor yaitu *modifying consideration* dan *practical limitation*. Kedua faktor tersebut diberikan sebagai pertimbangan dalam perancangan alternatif *layout* sebagai selain kesesuaiannya dengan ARC.

9. Pengolahan *layout* dengan BLOCPLAN

Perancangan tata letak fasilitas menggunakan metode BLOCPLAN dengan bantuan *software* BLOCPLAN 90. Data yang diperlukan untuk perancangan tata letak fasilitas menggunakan metode BLOCPLAN adalah ARC, ukuran pabrik, dan ukuran mesin serta peralatan yang digunakan. *Output* dari BLOCPLAN adalah *fixed layout* yang tidak memperhatikan *aisle*.

10. Menentukan *layout* terpilih

Layout yang terpilih akan disesuaikan dengan lebar *aisle* sesuai dengan referensi yang akan didapatkan dan data *existing layout*. Pemilihan alternatif *layout* terbaik

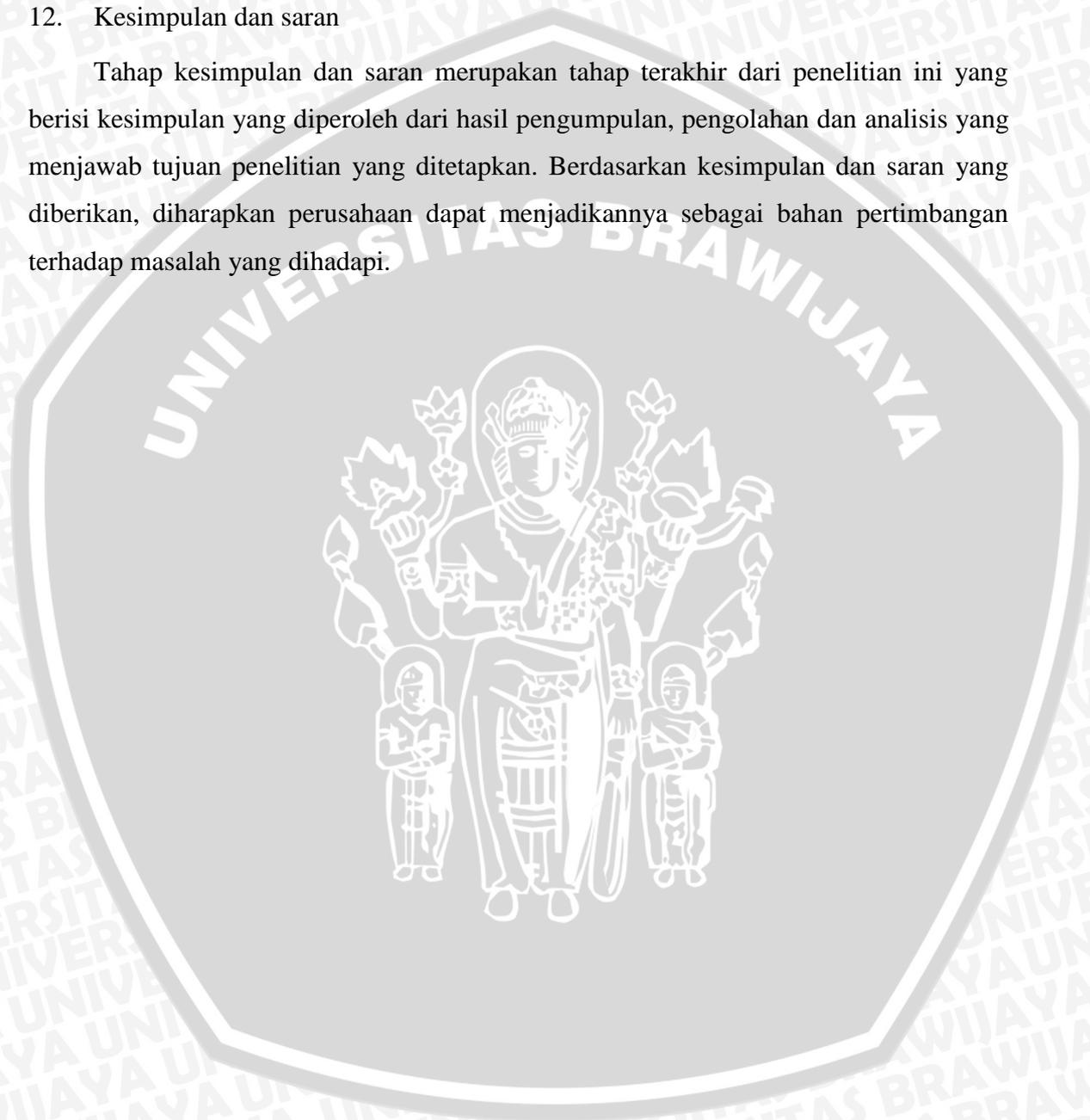
dilihat dari tiga buah parameter niali yaitu *adjacency score*, *r-score* dan *rel-dist score*. Sehingga *layout* yang dipilih akan sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

11. Analisis dan pembahasan *layout* terpilih

Langkah ini merupakan proses final penentuan *layout* terbaik sesuai dengan hasil analisis software BLOCPLAN 90 dan validasi *layout*.

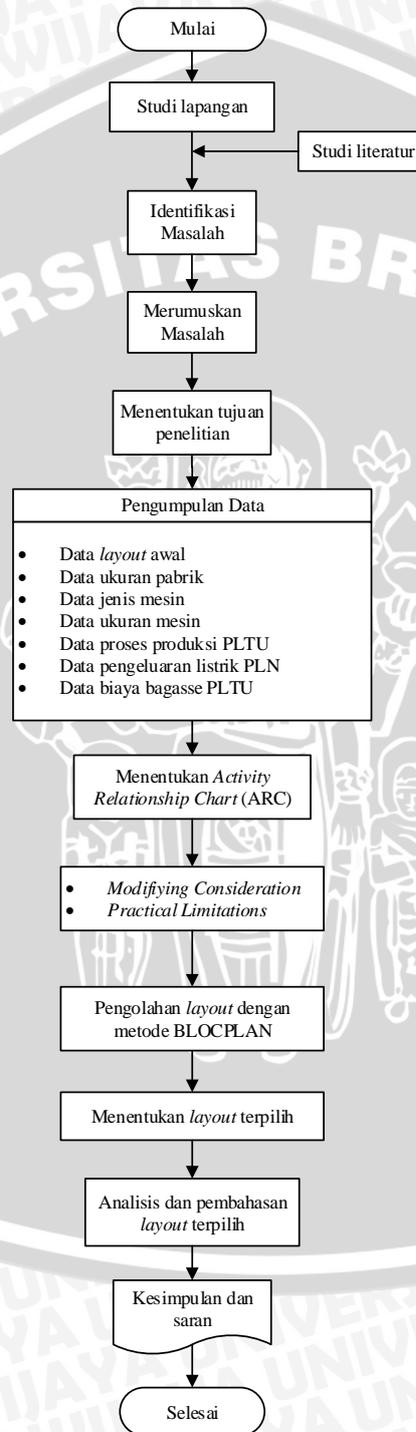
12. Kesimpulan dan saran

Tahap kesimpulan dan saran merupakan tahap terakhir dari penelitian ini yang berisi kesimpulan yang diperoleh dari hasil pengumpulan, pengolahan dan analisis yang menjawab tujuan penelitian yang ditetapkan. Berdasarkan kesimpulan dan saran yang diberikan, diharapkan perusahaan dapat menjadikannya sebagai bahan pertimbangan terhadap masalah yang dihadapi.



3.4 DIAGRAM ALIR PENELITIAN

Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1. Diagram alir menggambarkan urutan langkah yang dilakukan dalam penelitian. Mulai dari awal melakukan studi lapangan hingga mendapatkan kesimpulan dan saran untuk penelitian.



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap ini dilakukan pengumpulan beberapa data yang dibutuhkan untuk analisis tata letak fasilitas sesuai dengan penjelasan pada bab sebelumnya. Pengolahan data dilakukan menggunakan algoritma BLOCPAN. Berdasarkan algoritma tersebut akan didapatkan beberapa alternatif yang akan dipilih berdasarkan beberapa parameter nilai serta pertimbangan dari sisi *modifying consideration* dan *practical limitation*, sehingga didapatkan sebuah usulan tata letak fasilitas terbaik pada PLTU Stasiun Listrik.

4.1 GAMBARAN UMUM PERUSAHAAN

Pabrik Gula Kebon Agung mulai didirikan pada tahun 1905 di Malang oleh seorang pengusaha bernama Tan Tjwan Bie. Kapasitas giling pada waktu itu 500 ton tebu per hari. Tan Tjwan Bie adalah pemilik pabrik Gula Kebon Agung yang terletak 5 km sebelah selatan kota Malang, tepatnya di Desa Kebon Agung, Kecamatan Pakisaji Kabupaten Malang. Dalam mengembangkan perusahaannya, ia mencari kredit dengan menghipotikkan perusahaannya ke Javashe Bank Malang. Sekitar tahun 1917 pengelolaan PG Kebon Agung diserahkan kepada NV. Handel & Landbouws Maatschapij Tideman van Kerchem sebagai direksinya. Kemudian dibentuk Perusahaan dengan nama NV. Suiker Fabriek Kebon Agoeng yang disebut PG. Kebon Agung. PG. Kebon Agung disahkan dengan akte Notaris Hendrik Willem Hazenberg pada tanggal 20 Maret 1918 dengan No. 155 dan disahkan dengan Surat Keputusan Sekretaris Gubernur Hindia Belanda tanggal 30 Mei 1918 No. 42 dan didaftarkan dalam register Kantor Pengadilan Negeri Surabaya dengan No. 143.

Pihak PG. Kebon Agung tidak mampu membayar hutangnya, maka pada tahun 1932 seluruh saham PG. Kebon Agung tergadaikan kepada de Javasche Bank Malang. Pada akhirnya PG. Kebon Agung dimiliki oleh de Javasche Bank pada tahun 1936. Dalam RUPS Perseroan tahun 1954 ditetapkan bahwa Pemegang Saham PG Kebon Agung adalah Spaarfonds voer Beamten van de Bank Indonesia (yang kemudian bernama Yayasan Dana Tabungan Pegawai Bank Indonesia) dan Bank Indonesia (atas nama Yayasan Dana Pensiun dan Tunjangan Hari Tua Bank Indonesia).

Pada tahun 1957 PG Kebon Agung dikelola oleh Badan Pimpinan Umum Perusahaan Perkebunan Gula atau BPU-PPN Gula. Selanjutnya pada tahun 1962

perseroan ini membeli seluruh saham NV Cultuur Matschapij Trangkil di Pati yang didirikan tahun 1835 (semula dimiliki oleh Ny. A de Donariere EMSDA Janiers van Hamrut) dengan kapasitas giling 300 ton tebu per hari. Pada saat itu pula Pemegang Saham bergabung menjadi satu badan hukum sendiri bernama Yayasan Dana Pensiun dan Tunjangan Hari Tua Bank Indonesia (YDP THT BI) sebagai Pemegang Saham tunggal. Jangka waktu pendirian perseroan tetap selama 75 tahun dihitung tanggal 20 Maret 1918.

Setelah BPU-PPN Gula dilikuidasi pada tahun 1967, PG Kebon Agung dikembalikan kepada YDP THT BI. Pada tanggal 17 Juli 1968 Direksi Bank Indonesia Unit I (sekarang bernama Bank Indonesia) yang merupakan Pemegang Saham tunggal PG Kebon Agung menunjuk PT Biro Usaha Manajemen Tri Gunabina atau PT Tri Gunabina sebagai pengelola PG Kebon Agung di Malang dan PG Trangkil di Pati. Masa pengoperasian PG Kebon Agung yang berakhir pada tanggal 20 Maret 1993, diperpanjang hingga 75 tahun mendatang dengan Akte Notaris Achmad Bajumi, S.H. dengan No. 120 tanggal 27 Februari 1993, disahkan dengan Keputusan Menteri Kehakiman RI tanggal 18 Maret 1993 No. C2-1717 HT.01.04.Th.93. Selain itu juga didaftarkan dalam register Kantor Pengadilan Negeri Jakarta Pusat No. 1099/1993 dan telah diumumkan dalam Berita Negara RI No. 2607 tanggal 8 Juni 1993, Tambahan Berita Negara RI No.46 tanggal 8 Juni 1993.

Dengan didirikannya Yayasan Kesejahteraan Karyawan Bank Indonesia (YKK-BI) oleh Direksi Bank Indonesia pada tanggal 25 Februari 1992 yang diresmikan dengan akte Notaris Abdul Latif dengan No. 29 tanggal 23 Februari 1992 dan adanya kebijakan dari Departemen Kehakiman yang mengatur bahwa Direksi suatu Perseroan tidak boleh berupa badan hukum tetapi harus orang perseorangan. Maka dalam RUPS-LB tanggal 22 Maret 1993 diputuskan bahwa YKK-BI menjadi Pemegang Saham tunggal PG Kebon Agung. Pada tanggal 1 April 1993 bertempat di Kantor Bank Indonesia Cabang Surabaya dilakukan serah terima pengurusan dan pengelolaan PG Kebon Agung dari Direksi PT Tri Gunabina kepada Saudara Sukanto (alm.) selaku Direktur PG Kebon Agung. Selanjutnya perubahan anggaran dasar terakhir dibuat berdasarkan akte Notaris Hartati Marsono, SH No. 58 tanggal 22 Juli 1996 Jo akte No. 32 tanggal 31 Januari 1997 dan akte No. 8 tanggal 15 Juli 1997 yang telah disetujui oleh Menteri Kehakiman RI dengan Surat Keputusan No.C2.11161 MT 01.04.Th.97 tanggal 28 Oktober 1997 dan telah diumumkan dalam Berita Negara RI No. 743/1998 tanggal 3 Februari 1998, Tambahan Berita Negara RI No. 10 Tanggal 3 Februari 1998. Berdasarkan Undang-Undang No.1

tahun 1995 tentang Perseroan Terbatas, maka dalam RUPS-LB tanggal 26 Juli 1996 diputuskan bahwa Pemegang Saham PG Kebon Agung terdiri dari YKK-BI dengan kepemilikan saham sebanyak 2.490 lembar atau sebesar 99,6 % dan Koperasi Karyawan PG Kebon Agung “Rosan Agung” dengan kepemilikan saham sebanyak 10 lembar atau sebesar 0,4 %.

4.1.1 Visi dan Misi Perusahaan

Visi PG. Kebon Agung adalah “Mewujudkan perusahaan yang bergerak dalam Industri Gula yang berdaya saing tinggi, mampu memberi keuntungan secara optimal dan terpercaya dengan selalu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta mampu memenuhi kepentingan petani sebagai mitra kerja, karyawan, pemegang saham dan pemangku kepentingan (*stakeholder*) lainnya.” Sebagai organisasi usaha profesional, PG. Kebon Agung senantiasa berusaha untuk maju dan mengembangkan usaha-usaha baik yang berbasis tebu maupun usaha lainnya sehingga Perusahaan mampu bersaing dalam era pasar bebas dan meningkatkan kesejahteraan bagi seluruh *stakeholder*.

Untuk mewujudkan visi perusahaan tersebut, PG. Kebon Agung memiliki misi “Mengembangkan bisnis industri gula dari yang sekarang ada melalui peningkatan skala usaha, efisiensi, dan daya saing serta memanfaatkan peluang bisnis agro industri non gula berdasarkan prinsip - prinsip perolehan keuntungan dengan memanfaatkan secara optimal kemampuan manajemen dan finansial.” Sampai saat ini PG. Kebon Agung juga terus melakukan kerrjasama dengan lembaga penelitian dan atau pihak lain untuk mengkaji peluang-peluang mengembangkan usaha diversifikasi dengan berbasis tebu, dengan mengelola setiap produk bukan gula menjadi produk yang memiliki nilai ekonomi sehingga dapat menekan harga pokok produksi utama.”

4.1.2 Lokasi PG. Kebon Agung

Pabrik Kebon Agung terletak di daerah Malang ± 5 km sebelah selatan kota Malang, tepatnya di Desa Kebon Agung, Kecamatan Pakisaji, Kabupaten Malang pada ketinggian ± 480 dpl dan temperatur $26^{\circ}\text{C} - 27^{\circ}\text{C}$, berjarak 5 km sebelah selatan kota Malang di jalan Raya Kebon Agung antara Malang dan Blitar. Wilayah kerja meliputi 17 kecamatan di kabupaten Malang dan dua kecamatan di kota Malang dengan radius $\pm 4 - 60$ km. Batasan daerah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sebelah Utara : Kelurahan Kebonsari, Kecamatan Sukun.
2. Sebelah Timur : Kelurahan Lawokdowo, Kecamatan Kedung Kandang.
3. Sebelah Selatan : Desa Genengan, Kecamatan Pakisaji.
4. Sebelah Barat : Desa Sitirejo, Kecamatan Wagir.

Bagi PG. Kebon Agung, faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam memilih lokasi, antara lain:

1. Faktor Tanah

Tebu (*saccharum officinarum*) merupakan bahan baku dalam proses pembuatan gula. Tanaman tebu merupakan tanaman yang disamping membutuhkan jenis tanah yang subur untuk dapat tumbuh dengan baik, juga harus mempunyai rendemen (kadar gula) yang memenuhi syarat. Menurut beberapa ahli, tanah yang baik untuk tanaman tebu ditetapkan sebagai berikut:

- a. Tanah lempung kapur.
- b. Tanah lempung berpasir atau pasir berlempung.

Adapun tanah pada PG. Kebon Agung sangat baik dan subur serta memenuhi syarat untuk ditanami tebu karena terletak pada 2,5 km dari aliran sungai Brantas.

2. Faktor Pengairan dan Irigasi

Jaringan irigasi sekitar PG. Kebon Agung sudah banyak diatur dengan jenis pengairan yang bersifat teknis, sehingga untuk daerah yang subur tanahnya dan memenuhi syarat bagi tanaman tebu tidak mengalami kesulitan. Sedangkan bagi tanah yang bersyarat, pengairannya bersifat tadah hujan. Untuk tanaman tebu tadah hujan, kebutuhan air bukan merupakan masalah, karena daerah Malang merupakan daerah yang banyak menerima curah hujan.

- a. Teknis : 10 %
- b. Pompa : - %
- c. Tadah hujan : 90 %
- d. Lainnya : - %

3. Faktor Pengangkutan dan Transportasi

Sarana dan jalur pengangkutan pada PG. Kebon Agung ada 2 yaitu:

- a. Sarana dan jalur pengangkutan bahan baku perkebunan tebu ke pabrik.
- b. Sarana dan jalur pengangkutan dari pabrik ke pasaran hasil produksi. Untuk memenuhi hal tersebut, PG. Kebon Agung dibangun di lahan yang terletak di jalan raya terusan Malang – Blitar, serta menggunakan sarana kereta api.

4. Faktor Tenaga Kerja

Masalah tenaga kerja baik tenaga kerja pimpinan maupun pelaksana tidak mengalami kesulitan. Pengadaan tenaga kerja pimpinan (staf) diatur oleh kebijakan perusahaan yakni direktur utama (Direksi PG. Kebon Agung). Sedangkan untuk tenaga kerja pelaksana (pekerja musiman dan karyawan kampanye) dapat diperoleh dengan mudah dari masyarakat disekitar pabrik.

5. Faktor Iklim

Bahan baku tebu akan tumbuh dengan subur jika berada pada daerah tropis sehingga berada pada daerah tersebut merupakan pemilihan yang tepat.

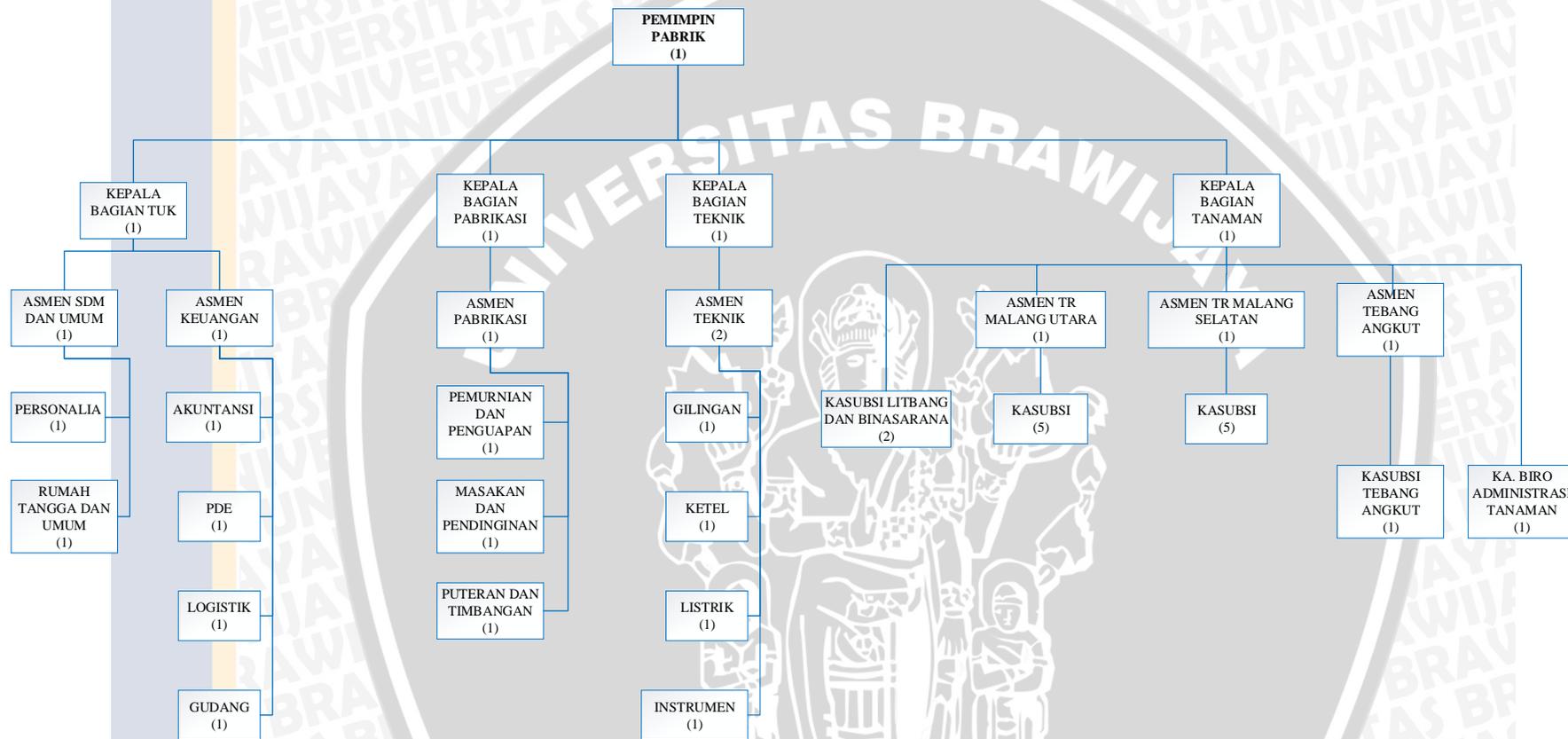
6. Faktor Prasarana Pendukung

Adapun faktor lain yang ada adalah prasarana pendukung, hal tersebut adalah sebagai berikut:

- a. Sumber air (pabrik) : Air sungai
- b. Sumber bahan baku pendukung : Belerang, kapur, pupuk Sp-36
- c. Kelas jalan : Jalan Propinsi
- d. Fasilitas sosial : Poliklinik, Masjid, Lapangan olahraga

4.1.3 Struktur Organisasi Perusahaan

Struktur organisasi yang ada di PG. Kebon Agung Malang memiliki stuktur organisasi garis (*line organization*). Berikut merupakan struktur organisasi PG. Kebon Agung Malang yang ditunjukkan dalam Gambar 4.1. Berdasarkan struktur organisasi tersebut PG. Kebon Agung juga memiliki beberapa bagian yang disebut dengan “stasiun”. Setiap stasiun memiliki tugas dan wewenang masing-masing, adapun beberapa stasiun tersebut adalah Stasiun Gilingan, Stasiun Pemurnian, Stasiun Penguapan, Stasiun Masakan, Stasiun Putaran dan Pembungkusan, Stasiun Ketel, Stasiun Besali, dan Stasiun Listrik. Pada penelitian ini dilakukan analisis masalah pada Stasiun Listrik. Stasiun tersebut merupakan stasiun yang melakukan pengelolaan Pembangkit Listrik tenaga Uap (PLTU) sebagai sumber utama energi listrik perusahaan.

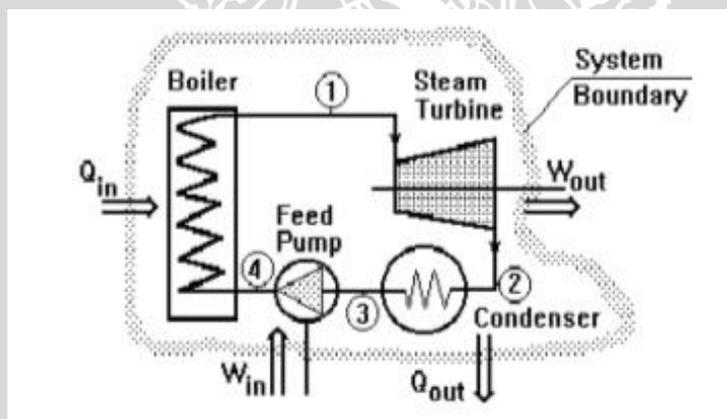


Gambar 4.1 Struktur Organisasi PG. Kebon Agung

4.2 ANALISIS PROSES

Proses pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) merupakan sebuah siklus. Siklus merupakan rangkaian sebuah proses yang dimulai dari suatu tingkat kondisi yang akan kembali ke tingkat kondisi semula dan selalu berulang. Pada pembangkit tenaga uap, fluida yang mengalami proses-proses tersebut adalah air. Air berfungsi sebagai fluida kerja. Air dalam siklus kerjanya mengalami proses - proses pemanasan, penguapan, ekspansi, pendinginan dan kompresi. Siklus standar pembangkit tenaga uap adalah siklus *Rankine*. Siklus *Rankine* sederhana terdiri dari empat komponen utama yaitu pompa, boiler, turbin, dan *condensor* seperti pada Gambar 4.2.

Sebuah boiler bekerja sebagai tungku, memindahkan panas yang berasal dari bagasse yang membakar barisan pipa-pipa air yang mengelilingi api. Air harus senantiasa berada dalam keadaan mengalir walaupun dilakukan dengan pompa. Sebuah drum berisi air dan uap bertekanan serta bersuhu tinggi akan menghasilkan uap yang diperlukan turbin. Drum itu juga menerima air pengisi yang diterima dari kondensor.



Gambar 4.2 Siklus *Rankine* pada PLTU
Sumber: Kapooria, et al (2008)

Dalam penelitian ini, perancangan ulang tata letak fasilitas akan dilakukan pada PLTU mulai dari turbin hingga pengumpulan daya listrik melalui panel-panel sentral. Uap bertekanan tinggi dari boiler digunakan untuk memutar bilah turbin yang dihubungkan dengan generator dengan bantuan poros. Poros yang berputar ini akan menghasilkan energi listrik di dalam generator. Energi listrik dari turbin generator yang memiliki tegangan besar akan diturunkan tegangannya sebelum dikumpulkan ke panel-panel sentral untuk kemudian didistribusikan ke proses-proses selanjutnya. Turbin generator yang dioperasikan pada PLTU Stasiun listrik bekerja secara paralel, sehingga persyaratan

kerja paralel generator sinkron harus dipenuhi. Kondisi yang harus dipenuhi sebelum generator sinkron diparalelkan adalah urutan fasenya harus sama, tegangan terminalnya harus sama, tegangan harus sefase dan frekuensinya harus sama (Gunawan, 1993). Selain itu juga terdapat sumber listrik dari PLN yang akan disalurkan dan dikumpulkan bersama energi listrik dari PLTU untuk didistribusikan pula ke beberapa proses selanjutnya. Jadi perancangan tata letak pada PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung tidak meliputi proses perubahan energi pada *Siklus Rankine* secara total.

4.3 IDENTIFIKASI KEBUTUHAN MESIN

Pada proses produksi PLTU PG. Kebon Agung Malang diketahui bahwa penggunaan listrik di seluruh lingkungan pabrik disuplai oleh dua buah sumber energi listrik, yaitu PLTU dan PLN. Dengan adanya pertimbangan biaya dan proses produksi gula di PG. Kebon Agung yang terus meningkatkan kapasitas produksinya, maka kemampuan PLTU PG. Kebon Agung pun terus ditingkatkan. Hal tersebut dilakukan guna mengurangi penggunaan PLN sebagai sumber energi listrik di PG. Kebon Agung sekaligus pemanfaatan limbah pabrik berupa bagasse untuk sumber energi PLTU. Oleh karena itu dilakukan pergantian mesin pada PLTU sehingga memerlukan perancangan fasilitas ulang. Berikut merupakan uraian beberapa fasilitas pada PLTU PG. Kebon Agung sebelum dilakukan pergantian mesin dan juga rancangan fasilitas untuk mesin baru.

4.3.1 Mesin pada *Existing Layout*

Beberapa mesin penunjang yang digunakan dalam proses produksi PLTU saat ini adalah sebagai berikut:

1. Turbin Generator, merupakan gabungan dari dua buah alat yaitu turbin dan generator. Turbin dan generator tersebut memiliki fungsi yang berbeda namun merupakan sebuah pasangan urutan proses, sehingga perusahaan telah merancang alat tersebut menjadi sebuah kesatuan apabila dilakukan perubahan lokasi penempatan alat tersebut. Turbin Uap adalah pesawat dengan aliran tetap di mana uap melalui nosel diekspansikan ke sudu-sudu turbin dengan penurunan tekanan yang drastis sehingga terjadi perubahan energi kinetik pada uap (Pudjanarsa & Nursuhud, 2008). Generator adalah piranti atau peralatan listrik yang dapat dipergunakan untuk mengubah energi mekanis menjadi energi listrik, dapat berupa generator arus searah maupun generator arus bolak-balik (Berahim, 1996).

Terdapat tiga jenis generator yang digunakan yaitu Turbin Generator Shinko, Turbin Generator Siemens 1 dan Turbin Generator Siemens 3 (Gambar 4.3). Turbin Generator Siemens 1 memiliki daya 500 kW, sedangkan Turbin Generator Siemens 3 memiliki daya 1000 kW serta Turbin Generator Shinko yang memiliki daya terbesar yaitu 4500 kW.



(a)



(b)

Gambar 4.3 Turbin Generator Shinko (a) dan Siemens 3 (b)

2. Transformator (trafo) adalah peralatan listrik yang dapat dipergunakan untuk mengubah energi listrik yang satu ke energi listrik yang lain dimana tegangan keluarannya dapat dinaikkan ataupun diturunkan sesuai dengan kebutuhan (Berahim, 1996). Trafo yang digunakan adalah trafo untuk tiap turbin-generator dan trafo PLN (Gambar 4.4).



(a)



(b)

Gambar 4.4 Trafo PLN (a) dan Trafo Turbin Generator (b)

3. Panel Sentral adalah tempat untuk menyalurkan dan mendistribusikan energi listrik dari gardu induk *step down* ke panel-panel distribusinya (Gambar 4.5). Pada PLTU PG. Kebon Agung terdapat empat panel sentral yang digunakan untuk membagi daya listrik untuk seluruh keperluan perusahaan.



(a)



(b)

Gambar 4.5 Panel Sentral Tampak Dalam (a) dan Panel Sentral Tampak Luar (b)

4. Gudang Mekanik merupakan ruangan yang digunakan untuk menempatkan berbagai kebutuhan perawatan mesin maupun instalasi serta sebagai tempat untuk operator jaga (Gambar 4.6).



Gambar 4.6 Gudang Mekanik PLTU Stasiun Listrik

5. *Turbine Control Panel (TCP)* merupakan panel yang digunakan untuk mengontrol kerja turbin dan menjalankan berbagai fungsi yang diperlukan. Gambar 4.7 merupakan TCP Shinko yang digunakan untuk mengoperasikan Turbin Generator Shinko.



Gambar 4.7 Turbine Control Panel Shinko

6. *Generator Control Panel (GCP)* merupakan panel yang digunakan untuk mengontrol kerja generator dan menjalankan berbagai fungsi yang diperlukan. GCP memerlukan ruangan khusus yang ber-AC agar tidak cepat panas (Gambar 4.8).



(a)



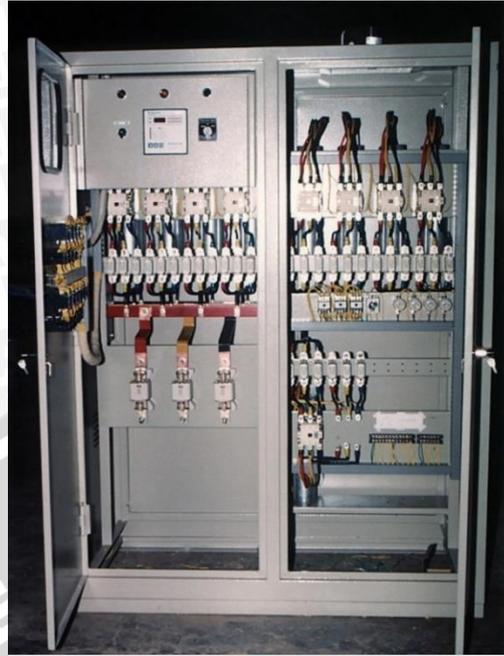
(b)

Gambar 4.8 Ruang GCP Shinko (a) dan GCP Shinko 1 (b)

7. Panel Induk PLN merupakan pengumpul (input) daya PLN yang berasal dari gardu PLN (Gambar 4.9).



(a)



(b)

Gambar 4.9 Panel Induk PLN (a) dan Komponen di dalam Panel (b)

8. *Air Circuit Breaker* (ACB) adalah pemutus rangkaian di mana pemutusan rangkaiannya terjadi di udara. (Gunawan, 1993). ACB dapat digunakan pada tegangan rendah dan tegangan menengah. ACB merupakan salah satu jenis *circuit breaker* yang digunakan untuk mengisolasi area gangguan agar tidak terjadi kerugian pada peralatan lain. Udara pada tekanan ruang atmosfer digunakan sebagai peredam busur api yang timbul akibat proses *switching* maupun gangguan. ACB pada PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung digunakan untuk mengamankan trafo PLN (Gambar 4.10).



Gambar 4.10 ACB pada PLTU Stasiun Listrik

4.3.2 Mesin pada *Layout Usulan*

PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung merencanakan pergantian mesin baru, yaitu turbin generator. Hal tersebut dikarenakan turbin generator yang ada saat ini salah

satunya telah mengalami penurunan daya, sehingga perlu dilakukan pergantian mesin dengan daya yang lebih besar. Oleh karena itu diperlukan perancangan tata letak fasilitas ulang pada PLTU Stasiun Listrik dengan adanya pergantian mesin tersebut, berikut merupakan fasilitas-fasilitas tambahan yang akan ditempatkan dalam PLTU.

1. Turbin Generator yang baru merupakan pengganti dari turbin generator yang telah usang yaitu Turbin Generator Siemens 1. Berdasarkan pertimbangan dari pihak manajemen, direncanakan pergantian turbin generator yang baru dengan Turbin Generator Shinko 2.
2. Transformator (trafo) yang akan ditambahkan merupakan trafo untuk Turbin Generator Shinko 2.
3. *Turbine Control Panel* (TCP) yang digunakan untuk mengontrol kerja turbin dan menjalankan berbagai fungsi turbin juga akan ditambahkan, yaitu TCP Shinko 2.
4. *Generator Control Panel* (GCP) yang digunakan untuk mengontrol kerja generator dan menjalankan berbagai fungsi yang generator juga ditambahkan, yaitu GCP Shinko 2. GCP yang memerlukan ruang khusus juga harus dipertimbangkan agar tata letak baru menghasilkan *layout* terbaik.

Tabel 4.1 Perbandingan Fasilitas pada *Existing Layout* dan *Layout Usulan*

| No. | Fasilitas | <i>Existing Layout</i> | <i>Layout Usulan</i> |
|-----|----------------------------|------------------------|----------------------|
| 1. | Gudang Mekanik | √ | √ |
| 2. | Turbin Generator Siemens 1 | √ | - |
| 3. | Turbin Generator Siemens 3 | √ | √ |
| 4. | Turbin Generator Shinko 1 | √ | √ |
| 5. | TCP Shinko 1 | √ | √ |
| 6. | GCP Shinko 1 | √ | √ |
| 7. | Turbin Generator Shinko 2 | - | √ |
| 8. | TCP Shinko 2 | - | √ |
| 9. | GCP Shinko 2 | - | √ |
| 10. | Panel Sentral 1 | √ | √ |
| 11. | Panel Sentral 2 | √ | √ |
| 12. | Panel Sentral 3 | √ | √ |
| 13. | Panel Sentral 4 | √ | √ |
| 14. | Trafo PLN | √ | √ |
| 15. | Trafo Shinko 1 | √ | √ |
| 16. | Trafo Shinko 2 | - | √ |
| 17. | Panel Induk PLN | √ | √ |
| 18. | ACB | √ | √ |

Sehingga perbandingan fasilitas yang ada saat ini (*existing*) dan fasilitas yang diusulkan dijelaskan dalam Tabel 4.1. Pada *existing layout* terdapat 14 macam fasilitas,

sedangkan dalam *layout* usulan terdapat 17 macam fasilitas yaitu dengan pergantian Turbin Generator Siemens 1 menjadi Turbin Generator Shinko 2 dengan beberapa fasilitas pendukung lain. Dengan adanya pergantian fasilitas tersebut diperlukan perancangan tata letak fasilitas ulang karena terdapat juga penambahan beberapa fasilitas baru.

4.4 IDENTIFIKASI KEBUTUHAN LUAS

Luas total tersedia yaitu 51.080 mm x 22.050 mm. Luas tersebut merupakan area PLTU keseluruhan yang terdiri dari dua buah lantai yang terdapat tangga serta tempat *unloading* peralatan. Pada perancangan tata letak fasilitas ini hanya dilakukan pada area lantai dua yang terdiri dari beberapa fasilitas yang telah dijelaskan sebelumnya. Berdasarkan pertimbangan letak tangga dan juga *unloading* peralatan maka area yang tersedia untuk merancang ulang tata letak fasilitas yang baru adalah 41043 mm x 22050 mm. Sedangkan untuk dimensi peralatan yang akan ditempatkan pada usulan tata letak fasilitas di PLTU PG. Kebon Agung dijabarkan dalam Tabel 4.2 berikut.

Jadi luas kebutuhan mesin pada PLTU PG. Kebon Agung tanpa memperhatikan *aisle* dan *allowance* adalah 286.928.750 mm². Luas tersebut didapatkan dari total luas 17 fasilitas yang akan ditempatkan pada PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung.

Tabel 4.2 Kebutuhan Luas Mesin

| No | Jenis Mesin | Dimensi | Luas (mm ²) |
|----|----------------------------|-------------------|-------------------------|
| 1 | Gudang Mekanik | 2415 mm x 3850 mm | 9.297.750 |
| 2 | Turbin Generator Siemens 3 | 4700 mm x 9000 mm | 42.300.000 |
| 3 | Turbin Generator Shinko 1 | 5650 mm x 8000 mm | 45.200.000 |
| 4 | TCP Shinko 1 | 500 mm x 790 mm | 395.000 |
| 5 | GCP Shinko 1 | 4050 mm x 6550 mm | 26.527.500 |
| 6 | Turbin Generator Shinko 2 | 5650 mm x 8000 mm | 45.200.000 |
| 7 | TCP Shinko 2 | 500 mm x 790 mm | 395.000 |
| 8 | GCP Shinko 2 | 4050 mm x 6550 mm | 26.527.500 |
| 9 | Panel Sentral I | 8150 mm x 850 mm | 6.927.500 |
| 10 | Panel Sentral II | 850 mm x 12700 mm | 10.795.000 |
| 11 | Panel Sentral III | 850 mm x 14550 mm | 12.367.500 |
| 12 | Panel Sentral IV | 850 mm x 16400 mm | 13.940.000 |
| 13 | Trafo PLN | 1700 mm x 4600 mm | 7.820.000 |
| 14 | Trafo Shinko 1 | 2585 mm x 6800 mm | 17.578.000 |
| 15 | Trafo Shinko 2 | 2585 mm x 6800 mm | 17.578.000 |
| 16 | Panel Induk | 3000 mm x 1000 mm | 3.000.000 |
| 17 | ACB | 1800 mm x 600 mm | 1.080.000 |
| | Total | | 286.928.750 |

4.5 HUBUNGAN KEDEKATAN ANTAR FASILITAS

Berdasarkan identifikasi kebutuhan fasilitas usulan pada PLTU PG. Kebon Agung diketahui terdapat 17 macam fasilitas yang akan dianalisis tata letaknya. Dalam menganalisis penempatan fasilitas tersebut dibutuhkan data kedekatan antar fasilitas dengan memperhatikan berbagai kondisi dan alasan kedekatannya. Hal tersebut dapat dilakukan dengan pembuatan *Activity Relationship Chart* (ARC) pada fasilitas di PLTU PG. Kebon Agung Malang. ARC yang merupakan analisis kualitatif dengan nilai-nilai yang menunjukkan hubungan atau derajat kedekatan yang disertai dengan alasan-alasan yang mendasarinya (Tompkins et al, 2003). Berikut merupakan alasan-alasan yang mendasari hubungan kedekatan antar fasilitas pada PLTU PG. Kebon Agung.

1. Merupakan suatu urutan proses
2. Pemakaian peralatan yang sama
3. Kemudahan perawatan mesin
4. Mengendalikan proses operasi turbin
5. Kemudahan akses
6. Mengisolasi area gangguan (hubungan singkat) agar tidak merugikan peralatan lain
7. Bukan merupakan urutan proses
8. Kemungkinan terbakar karena tegangan paparan suhu tinggi
9. Bahaya tegangan tinggi
10. Memiliki cara kerja yang sama
11. Mengendalikan proses operasi generator

Berdasarkan alasan kedekatan diatas maka ARC untuk fasilitas PLTU PG. Kebon Agung dapat dilihat pada Gambar 4.11. ARC tersebut menunjukkan hubungan antara 17 fasilitas yang akan diusulkan. Sekaligus menampilkan alasan kedekatan sesuai dengan nilai masing-masing hubungan.

Pada Gambar 4.11 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa nilai hubungan yang berbeda antar fasilitas. Berdasarkan total hubungan sebanyak 136 terdapat nilai untuk hubungan A yang berarti mutlak perlu untuk didekatkan, terdapat 20 hubungan antar fasilitas. Nilai hubungan E yang berarti sangat penting untuk didekatkan, terdapat 25 hubungan antar fasilitas. Untuk nilai hubungan I yang berarti penting untuk didekatkan, terdapat 27 hubungan antar fasilitas. Untuk nilai hubungan O yang berarti cukup penting untuk didekatkan, terdapat 12 hubungan antar fasilitas. Nilai hubungan U sebanyak 49 hubungan antar fasilitas yang artinya tidak penting untuk didekatkan. Untuk nilai

hubungan X yang berarti tidak diperbolehkan untuk didekatkan, terdapat tiga hubungan antar fasilitas. Nilai hubungan ini terdapat antara, serta antara. Beberapa fasilitas tersebut tidak diperbolehkan dekat karena faktor keamanan.

Berdasarkan ARC dari 17 fasilitas tersebut hubungan antar fasilitasnya dijelaskan dalam Lampiran 1. Satu buah fasilitas dapat memiliki hubungan yang beragam dengan fasilitas-fasilitas lain. Hal tersebut berdasarkan alasan-alasan yang telah dijelaskan sebelumnya. Hubungan A sebanyak 20 atau sebesar 14,71 %, sehingga permasalahan dalam penataan letak fasilitas dianggap kompleks untuk dikerjakan. Beberapa fasilitas yang memiliki hubungan A adalah fasilitas yang memiliki fungsi yang sama dan fungsinya saling terkait antara satu dengan yang lain.

Pada nilai hubungan E terdapat 25 hubungan antar fasilitas atau 18,38 % hubungan. Beberapa fasilitas yang memiliki hubungan E adalah fasilitas yang merupakan urutan proses atau memiliki keterkaitan sehingga didekatkan untuk kemudahan akses. Sedangkan untuk nilai hubungan I terdapat 27 hubungan antar fasilitas atau 19,85 %. Nilai I yang berarti penting didekatkan terdapat pada fasilitas yang memiliki urutan proses dan juga keperluan kedekatan dengan area perawatan mesin.

Nilai hubungan O yang berarti cukup penting untuk didekatkan memiliki persentase sebesar 8,82 %. Hubungan O terdapat pada GCP dan TCP terhadap trafo pasangannya yang mengindikasikan tidak terdapat hubungan langsung antar fasilitas tersebut, hubungan antara panel induk PLN dan panel sentral yang tidak memiliki hubungan langsung namun cukup penting untuk didekatkan agar akses pendistribusian energi lebih mudah. Selain itu juga antara turbin generator siemens 3 dengan panel sentral yang memiliki hubungan langsung namun tidak mutlak harus berdekatan karena turbin generator sebaiknya ditempatkan berkelompok dengan turbin generator lainnya, sehingga memiliki hubungan yang cukup penting untuk didekatkan.

Nilai hubungan U memiliki persentase sebesar 36 % yang artinya banyak terdapat fasilitas yang tidak penting untuk didekatkan. Hal tersebut dikarenakan antar fasilitas tidak terkait urutan proses dan juga bukan merupakan fasilitas pendukung yang harus didekatkan. Nilai hubungan yang terakhir adalah X yang memiliki persentase sebesar 2,21 % yaitu tidak diperbolehkan berdekatan. Fasilitas yang memiliki hubungan X dengan fasilitas lainnya memiliki batasan pada faktor keamanan. Trafo yang memiliki suhu serta tegangan tinggi harus dijauhkan dari operator karena bahaya yang mungkin ditimbulkan.

| | |
|----------------------------|---|
| Gudang Mekanik | I/3 |
| Turbin Generator Siemens 3 | A/ I/3 |
| Turbin Generator Shinko 1 | 23510 E/2,3 I/3 |
| TCP Shinko 1 | A/4 E/2,3 I/3 |
| GCP Shinko 1 | A/11 2,3,5,10 I/3 |
| Turbin Generator Shinko 2 | A/2,5 2,3,10 E/2,3 I/3 |
| TCP Shinko 2 | E/2,3 E/2,3 E/2,3 O/1 I/3 |
| GCP Shinko 2 | E/2,3 E/2,3 U/7 O/1 I/3 |
| Panel Sentral 1 | A/4 A/2,3,5 U/7 U/7 O/1 I/3 |
| Panel Sentral 2 | A/11 U/7 U/7 U/7 O/1 x/8,9 |
| Panel Sentral 3 | A/2,5 U/7 U/7 U/7 U/7 U/7 x/8,9 |
| Panel Sentral 4 | U/7 U/7 U/7 U/7 U/7 U/7 x/8,9 |
| Trafo PLN | U/7 U/7 U/7 U/7 U/7 I/5,1 U/7 U/3 |
| Trafo Shinko 1 | A/ 23510 U/7 U/7 U/7 o/5 I/5 U/7 U/3 |
| Trafo Shinko 2 | A/ 23510 U/7 U/7 I/5 o/5 U/7 U/7 |
| Panel Induk | A/ 23510 A/ 23510 U/7 o/5 I/5,1 U/7 U/7 |
| ACB | 23510 A/ 23510 E/1,5 o/5 o/5 U/7 U/7 |
| | 23510 E/1,5 E/1,5 E/1,5 U/7 U/7 |
| | E/1,5 E/1,5 I/5 I/1 |
| | A/ 23510 E/1,5 I/5 I/1 |
| | A/ 23510 E/1,5 I/1 |
| | 23510 I/5 A/1,6 |
| | I/5 I/5 |
| | I/5 |
| | E/5 |

Gambar 4.11 Activity Relationship Chart PLTU PG. Kebon Agung

4.6 ANALISIS MODIFYING CONSIDERATION DAN PRACTICAL LIMITATION

Menurut Dhalla (2010) yang melakukan perancangan *layout* pada sebuah *hypermarket* menyebutkan bahwa penataan fasilitas *hypermarket* juga perlu ditinjau dari *modifying consideration* dan *practical limitation*. *Modifying consideration* diberikan pada area keluar masuk pelanggan karena area tersebut memiliki visibilitas yang tinggi, selain itu jarak *material handling* berupa troli juga harus dipertimbangkan. *Practical limitation* yang diberikan pada tata letak *hypermarket* seperti pada jalur pelanggan antar lantai untuk mengantisipasi adanya penumpukan pelanggan di *lift* ataupun eskalator dengan membangun jalan khusus pada setiap lantai. Di samping itu juga diberikan *practical limitation* pada penempatan area *check-out* pelanggan yang tidak hanya pada satu pintu, namun ditempatkan pada beberapa titik untuk menghindari antrian panjang. Demikian pula dalam penelitian ini yang mempertimbangkan kedua faktor berupa

modifying consideration dan *practical limitation* untuk menghasilkan beberapa alternatif *layout* dari *software* BLOCPLAN.

Modifying consideration merupakan pertimbangan dari faktor proses, *handling*, penyimpanan, ataupun utilisasi yang harus diperhitungkan pada sebuah *layout* (Heragu, 2008). Pada tata letak fasilitas PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung pertimbangan diberikan pada faktor utilisasi dan proses, hal tersebut dikarenakan Stasiun Listrik tidak memerlukan media penyimpanan ataupun *handling* bahan baku, barang setengah jadi maupun barang jadi. Stasiun Listrik hanya menyalurkan energi dari satu mesin ke mesin yang lain, sehingga faktor yang dipertimbangkan adalah faktor proses serta utilisasi berupa frekuensi operator dalam melakukan pekerjaan untuk memudahkan akses pada pengoperasian mesin. Beberapa mesin harus didekatkan karena proses yang ada saling terkait, bahkan memiliki sambungan antara satu mesin dengan mesin yang lain. Beberapa *modifying consideration* yang diberikan dalam pemilihan *layout* terbaik yaitu:

1. Berdasarkan Utilisasi
 - a. TCP (*Turbine Control Panel*) harus dekat dengan turbin karena fungsinya sebagai pengendali dan pengontrol turbin akan mudah dilakukan apabila letaknya berdekatan dengan turbin generator. Sehingga operator TCP dapat melihat langsung kondisi turbin generator yang dioperasikan (Arismunandar & Kuwahara, 1984).
 - b. GCP (*Generator Control Panel*) harus dekat dengan generator karena fungsinya sebagai pengendali dan pengontrol generator akan mudah dilakukan ketika letaknya berdekatan dengan turbin generator (Buck & Moris, 2001).
2. Berdasarkan Utilisasi dan Proses
Panel sentral 1, panel sentral 2, panel sentral 3 dan panel sentral 4 harus ditempatkan berdekatan karena keempatnya memiliki sambungan satu sama lain untuk mengatur pengumpulan dan pendistribusian daya listrik dari PLN maupun PLTU (PUIL 2000).

Selain ditinjau dari *modifying consideration*, alternatif *layout* juga memperhitungkan *practical limitation*. *Practical limitation* adalah batasan dari sisi biaya, ketersediaan energi, struktur *layout* awal, personal, keamanan peralatan (mesin) dan ketersediaan area yang harus dipertimbangkan dalam sebuah *layout* (Heragu, 2008). Dalam menghasilkan alternatif *layout* PLTU terdapat batasan dari sisi keamanan dan sisi struktur *layout* awal. PLTU sangat mempertimbangkan faktor keamanan karena memiliki daya listrik yang tinggi serta suhu tinggi yang harus dipertimbangkan penempatannya.

Struktur *layout* awal merupakan ketersediaan area yang ada untuk melakukan *relayout*.

Practical limitations yang dijadikan pertimbangan adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan Keamanan Peralatan
 - a. GCP memiliki ruang khusus, berupa ruang kaca yang ber-AC untuk menjaga kebersihan dan kondisi dingin dalam ruangan. AC yang terdapat dalam ruang GCP merupakan AC individual yang memiliki AC *outdoor* di atas ruang kaca tersebut. Oleh karena itu penempatan GCP sebaiknya berdekatan, agar penempatan ruangan lebih mudah (PUIL 2000).
 - b. Trafo yang terdiri dari trafo PLN, Trafo Generator Shinko 1 dan Trafo Generator Shinko 2 sebaiknya diletakkan secara bersama (mengumpul) karena sifatnya yang bersuhu tinggi serta bertegangan tinggi untuk dapat dipisahkan ataupun ditempatkan dalam sebuah rumah trafo agar tidak membahayakan operator (PUIL 2000).
2. Berdasarkan Struktur *Layout* Awal
Luas area yang digunakan dalam penempatan beberapa fasilitas pada PLTU telah disesuaikan dengan area *loading* dan *unloading* serta area tangga masuk yang dirancang.

4.7 PENGOLAHAN DENGAN ALGORITMA BLOCPLAN

Pada tahap ini pengolahan data dilakukan menggunakan *software* BLOCPLAN 9.0. Data yang dibutuhkan sebagai input berupa kebutuhan luas dari masing-masing fasilitas serta *Activity Relationship Diagram* (ARC) yang menunjukkan hubungan antar fasilitas. Berdasarkan input tersebut maka akan dilakukan pencarian beberapa alternatif tata letak fasilitas sesuai dengan kebutuhan dengan maksimal jumlah alternatif yang dapat dimunculkan sebanyak 20 buah. Berikut ini adalah proses pengolahan menggunakan *software* BLOCPLAN 9.0.

1. Menentukan jenis fasilitas yang akan ditempatkan beserta luas masing-masing fasilitas

Pada tahap ini *software* BLOCPLAN 9.0 membutuhkan input berupa nama fasilitas yang akan ditempatkan beserta luas area masing-masing fasilitas. Fasilitas yang akan ditempatkan di PLTU PG. Kebon Agung sebanyak 17 buah seperti yang disebutkan pada Tabel 4.1.

2. Menentukan hubungan kedekatan antar fasilitas

Selanjutnya dibutuhkan *input* berupa hubungan kedekatan antar fasilitas yang dapat digambarkan dalam ARC seperti pada Gambar 4.11. Hubungan kedekatan antar fasilitas yang digunakan pada tahap ini adalah hubungan kedekatan antar mesin yang terdapat pada PLTU dengan perencanaan pergantian mesin yang akan dilakukan.

3. Menentukan skor untuk setiap hubungan kedekatan

Pada ARC terdapat beberapa nilai yang dilambangkan dalam simbol-simbol huruf. Terdapat enam simbol hubungan kedekatan yang digunakan pada penelitian ini, yaitu A, E, I, O, U, dan X. A menunjukkan kedua fasilitas mutlak perlu didekatkan, E menunjukkan kedua fasilitas sangat penting untuk didekatkan, I menunjukkan kedua fasilitas penting untuk didekatkan, O menunjukkan kedua fasilitas cukup penting untuk didekatkan, U menunjukkan kedua fasilitas tidak penting untuk didekatkan dan X menunjukkan kedua fasilitas tidak boleh didekatkan. Untuk melakukan analisis lebih lanjut maka masing-masing simbol hubungan kedekatan diberi skor atau bobot yang dapat dilihat pada Tabel 4.3. Skor tersebut dapat dirubah sesuai dengan kebutuhan, misalnya pada simbol A tidak harus bernilai 10, demikian juga dengan simbol X tidak harus selalu bernilai -10. Skor tersebut dapat dirubah sesuai kebutuhan dengan tetap memperhitungkan tingkatan skor pada hubungan kedekatan. Pada penilaian hubungan kedekatan antar fasilitas di PLTU Stasiun Listrik ini, digunakan skor yang telah disediakan pada *software* BLOCPLAN.

Tabel 4.3 Bobot Hubungan Kedekatan Antar Fasilitas

| Simbol | Skor |
|--------|------|
| A | 10 |
| E | 5 |
| I | 2 |
| U | 1 |
| O | 0 |
| X | -10 |

4. Menentukan luas area yang tersedia

Setelah mengidentifikasi hubungan kedekatan antar fasilitas beserta skor total pada masing-masing fasilitas, maka dibutuhkan data tentang luas area yang tersedia untuk penataan ulang tata letak fasilitas PLTU PG. Kebon Agung. Luas yang tersedia secara total untuk Stasiun Listrik adalah 51080 mm x 22050 mm. Sedangkan luas area pada PLTU PG. Kebon Agung lantai dua yang akan dilakukan penataan ulang fasilitas adalah 41043 mm x 22050 mm. Luas tersebut lebih kecil daripada luas area total dikarenakan

pertimbangan untuk peletakan tangga dan juga *unloading* barang, sehingga didapatkan luas area yang akan di *relayout* sebesar $41043 \text{ mm} \times 22050 \text{ mm} = 904.998.150 \text{ mm}^2$. Sedangkan luas yang diperlukan untuk penempatan mesin ada dalam Tabel 4.2 sebesar $286.928.750 \text{ mm}^2$, sehingga dari area yang tersedia dimensi yang dipilih untuk *relayout* berbentuk persegi panjang.

5. Merancang tata letak fasilitas menggunakan algoritma BLOCPLAN

Pada tahap ini akan dilakukan perancangan tata letak fasilitas pada PLTU PG. Kebon Agung dengan menampilkan beberapa alternatif *layout*. Alternatif *layout* yang dimunculkan berdasarkan data yang telah dimasukkan dan dipilih berdasarkan kesesuaian ARC dan analisis *modifying consideration* serta *practical limitation*. Alternatif *layout* yang dapat dimunculkan dalam BLOCPLAN maksimal adalah 20 buah alternatif. Berdasarkan kesesuaian *input* dan *output* didapatkan beberapa alternatif *layout* dengan tiga buah parameter nilai yaitu *adjacency score*, *r-score* dan *rel-dist score* (Tabel 4.4).

Tabel 4.4 Nilai Alternatif *Layout* BLOCPLAN

| Alternatif <i>Layout</i> | <i>Adjacency Score</i> | <i>R-score</i> | <i>Rel-dist Score</i> |
|--------------------------|------------------------|----------------|-----------------------|
| <i>Layout 1</i> | 0,55 | 0,77 | 2974296 |
| <i>Layout 2</i> | 0,59 | 0,79 | 2809488 |
| <i>Layout 3</i> | 0,55 | 0,71 | 3493889 |

Pada alternatif *layout 1* dalam Gambar 4.12 diketahui bahwa *adjacency score*-nya memiliki nilai yang sama dengan alternatif *layout 3*. Dengan nilai sebesar 0,55, alternatif *layout 1* mendapatkan ranking terendah dibandingkan alternatif *layout* lainnya. Dilihat dari *r-score*, *layout 1* memiliki peringkat kedua dengan nilai sebesar 0,77. Sedangkan *rel-dist score* sebesar 297429 juga menempati peringkat kedua diantara ketiga alternatif *layout* lainnya.

Alternatif *layout 2* dalam Gambar 4.13 memiliki *adjacency score* sebesar 0,59. Nilai tersebut menempati peringkat pertama diantara alternatif *layout* lainnya. Demikian pula dengan *r-score* senilai 0,79 yang menempati peringkat pertama. *Rel-dist score* sebesar 2809488 menempati peringkat pertama diantara ketiga alternatif *layout* lainnya.

repository.ub.ac.id

| Layout 3 | |
|--------------|--------------|
| LAYOUT SCORE | 0.55 |
| RET FOR NEXT | 17 |
| A-ANALYSIS | |
| T-TERMINATE | |
| E-EXCHANGE | |
| 1 G.MEKANIK | 2 TG SIEMENS |
| 6 TG SHINKO2 | 7 TCP SH2 |
| 11 PANEL3 | 12 PANEL4 |
| 16 PANEL PLN | 17 ACB |

Gambar 4.12 Alternatif Layout 1

| Layout 1 | |
|--------------|--------------|
| LAYOUT SCORE | 0.59 |
| RET FOR NEXT | 4 |
| A-ANALYSIS | |
| T-TERMINATE | |
| E-EXCHANGE | |
| 1 G.MEKANIK | 2 TG SIEMENS |
| 6 TG SHINKO2 | 7 TCP SH2 |
| 11 PANEL3 | 12 PANEL4 |
| 16 PANEL PLN | 17 ACB |

Gambar 4.13 Alternatif Layout 2

Alternatif layout 3 pada Gambar 4.13 adjacency score memiliki nilai yang sama dengan alternatif layout 1. Alternatif layout 3 memiliki adjacency score sebesar 0,55. Sedangkan r-score untuk alternatif layout 3 memiliki nilai terendah dibandingkan dengan alternatif layout lainnya. Demikian pula dengan rel-dist score sebesar 3493889, alternatif layout 3 juga memiliki peringkat terendah diantara alternatif layout lainnya.

Layout 2

| | | | | | |
|--------------|----|----|---|----|----|
| LAYOUT SCORE | 10 | 1 | 4 | 5 | 14 |
| 0.55 | | | | | |
| ? | 9 | 11 | 3 | 7 | 8 |
| | | | | | 15 |
| RET FOR NEXT | 12 | 2 | 6 | 11 | 13 |
| | | | | | |

A-ANALYSIS
T-TERMINATE
E-EXCHANGE

| | | | | | | | | | |
|----|------------|----|------------|----|------------|----|-----------|----|-----------|
| 1 | G.MEKANIK | 2 | TG SIEMENS | 3 | TG SHINKO1 | 4 | TCP SH1 | 5 | GCP SH1 |
| 6 | TG SHINKO2 | 7 | TCP SH2 | 8 | GCP SH2 | 9 | PANEL1 | 10 | PANEL2 |
| 11 | PANEL3 | 12 | PANEL4 | 13 | TRAF0 PLN | 14 | TRAF0 SH1 | 15 | TRAF0 SH2 |
| 16 | PANEL PLM | 17 | ACB | | | | | | |

Gambar 4.14 Alternatif Layout 3

Nilai yang terdapat pada masing-masing alternatif memiliki fungsi yang berbeda-beda. *Adjacency score* menunjukkan nilai kedekatan antar fasilitas, apabila nilainya mendekati 1 maka *layout* dikatakan semakin baik. *R-score* (*normalized relationship distance score*) yang mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa *layout* tersebut optimal, namun sebaliknya *R-score* yang mendekati nilai 0 menunjukkan bahwa *layout* tersebut tidak optimal ($0 < R\text{-score} < 1$). *Rel-dist score* dikatakan lebih baik apabila nilainya semakin kecil.

Berdasarkan nilai yang terdapat pada ketiga alternatif *layout* diketahui bahwa *adjacency score* terbesar terdapat pada alternatif *layout* 2, dengan nilai sebesar 0,59. *R-score* tertinggi yaitu 0,79 juga terdapat pada alternatif *layout* 2. Untuk *rel-dist score* dengan nilai terkecil juga terdapat pada alternatif *layout* 2 dengan nilai sebesar 2809488. Dengan demikian berdasarkan nilai tertinggi dari ketiga parameter nilai didapatkan alternatif *layout* terpilih yaitu alternatif *layout* 2.

4.8 PENYESUAIAN AISLE PADA LAYOUT TERPILIH

Berdasarkan pemilihan *layout* dari ketiga alternatif didapatkan *layout* terpilih yaitu alternatif *layout* 1. Alternatif *layout* 1 memiliki *adjacency score* sebesar 0,59; *r-score* sebesar 0,79 dan *rel-dist score* 2809488. Dikarenakan hasil perancangan dengan metode BLOCPAN merupakan *fixed layout* yang tidak memperhatikan *aisle* yang merupakan ruang kosong yang berada di antara dua fasilitas yang dapat memberikan kemudahan akses maupun *material handling*, maka diperlukan penyesuaian *layout* terpilih dengan

mempertimbangkan kebutuhan *aisle* berdasarkan standar yang ada. *Aisle* merupakan ruang kosong yang berada di antara dua fasilitas atau lebih yang digunakan untuk berjalan maupun jalur peralatan *material handling* (Tompkins et al, 2003). Selain jalur yang dipertimbangkan untuk perpindahan operator (personel), juga terdapat jalur yang dipertimbangkan untuk area *maintenance* dan keamanan. Penyesuaian *aisle* tersebut dijelaskan dalam Tabel 4.5.

Aisle yang terdapat dapat PLTU Stasiun Listrik digunakan untuk perpindahan operator, yaitu saat melakukan pengoperasian alat maupun melakukan kegiatan *maintenance* ringan. Kegiatan *maintenance* dilakukan oleh operator tanpa bantuan peralatan ataupun *material handling tools*. Apabila terdapat pemindahan atau pergantian mesin, proses tersebut dilakukan dengan bantuan *material handling tool* berupa *overhead crane* (Lampiran 2), sehingga tidak diperlukan area di lantai produksi yang harus dipertimbangkan dalam perancangan *layout*.

Maka dari itu *aisle* yang diberikan meliputi area personel dan area personel dengan pintu terbuka satu sisi. Jarak personel sebesar 0,9144 m dan dibulatkan menjadi 1 m atau 1000 mm. Sedangkan jarak personel dengan pintu terbuka satu sisi sebesar 1,8288 m dan dibulatkan menjadi 2 m atau 2000 mm. Area personel dengan pintu terbuka satu sisi terdapat pada beberapa fasilitas yang ditempatkan pada area khusus berupa ruangan. Fasilitas tersebut adalah GCP dan trafo, keduanya memiliki ruang khusus untuk tujuan masing-masing.

Jarak yang harus diperhitungkan untuk keamanan diberikan pada fasilitas trafo. Trafo yang terdiri dari tiga jenis yaitu Trafo PLN, Trafo Shinko 1 dan Trafo Shinko 2 masing-masing memiliki dua buah trafo. Sehingga total trafo yang terdapat di PLTU Stasiun Listrik adalah enam buah, yaitu 2 buah Trafo PLN, 2 buah Trafo Shinko 1 dan 2 buah Trafo Shinko 2. Jarak yang diberikan antar kedua buah Trafo PLN sesuai dengan jarak *existing* sebesar 1000 mm, sedangkan jarak antar Trafo Shinko sebesar 2200 mm. Sesuai dengan Keputusan Direksi PLN Nomor 605. K/DIR/2010 tentang “Standart Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik” dijelaskan tentang jarak standart yaitu jarak trafo minimal dengan sisi bangunan sebesar 600 mm dan jarak aman dengan jalur operator minimal sebesar 750 mm. Maka pertimbangan *aisle* yang diberikan tidak hanya mengacu pada kebutuhan personel, tetapi juga terhadap keamanan peralatan.

Tabel 4.5 Kebutuhan *Aisle* PLTU

| No | Jenis Mesin | Personel | Personel dengan pintu terbuka satu sisi |
|----|----------------------------|----------|---|
| 1 | Gudang Mekanik | - | √ |
| 2 | Turbin Generator Siemens 3 | √ | - |
| 3 | Turbin Generator Shinko 1 | √ | - |
| 4 | TCP Shinko 1 | √ | - |
| 5 | GCP Shinko 1 | - | √ |
| 6 | Turbin Generator Shinko 2 | √ | - |
| 7 | TCP Shinko 2 | √ | - |
| 8 | GCP Shinko 2 | - | √ |
| 9 | Panel Sentral I | √ | - |
| 10 | Panel Sentral II | √ | - |
| 11 | Panel Sentral III | √ | - |
| 12 | Panel Sentral IV | √ | - |
| 13 | Trafo PLN | - | √ |
| 14 | Trafo Shinko 1 | - | √ |
| 15 | Trafo Shinko 2 | - | √ |
| 16 | Panel Induk | √ | - |
| 17 | ACB | √ | - |

4.9 ANALISIS HASIL

Berdasarkan pengolahan yang telah dilakukan maka diperlukan analisis pada setiap tahapan yang dilakukan sehingga ditemukan satu alternatif *layout* pada PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang.

4.9.1 Analisis Proses

PLTU memiliki proses yang sering disebut sebagai Siklus *Rankine*. Siklus *Rankine* merupakan sistem pemanas dengan siklus daya uap yang secara umum memakai air sebagai fluida (Kaporia. et al, 2008). Pada siklus tersebut terjadi beberapa perubahan energi. Sedangkan dalam lingkup PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang proses yang diamati merupakan sebagian dari siklus tersebut. PLTU Stasiun Listrik dimulai dari proses perubahan uap yang berasal dari pipa-pipa boiler untuk diubah menjadi energi listrik dengan bantuan turbin generator.

Turbin generator yang digunakan untuk menghasilkan energi listrik terdiri dari tiga buah mesin, yaitu Turbin Generator Siemens 1, Turbin Generator Siemens 3 dan Turbin Generator Shinko 1. Dari ketiga mesin tersebut Turbin Generator Siemens 1 telah mengalami penurunan daya, sehingga direncanakan untuk diganti dengan mesin baru yaitu Turbin Generator Shinko 2. Turbin Generator Siemens 1 mengalami penurunan daya dari 1600 kW menjadi 500 kW. Total daya yang dapat dihasilkan dari Turbin

Generator Siemens 7 1, Turbin Generator Siemens 3 dan Turbin Generator Shinko 1 adalah 6000 kW yang terdiri dari 500 kW, 1000 kW dan 4500 kW. Saat ini kebutuhan listrik di PG. Kebon Agung disupply oleh PLTU tersebut dan juga dari PLN. Untuk meminimalkan pengeluaran listrik PLN, maka kapasitas PLTU terus ditingkatkan. Turbin generator yang akan diganti memiliki dimensi yang lebih luas dan juga memiliki perangkat bawaan, berupa GCP dan TCP. Selain itu daya yang dimiliki juga lebih besar, yaitu 4500 kW. Oleh karena itu diperlukan *relayout* pada PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang.

Dengan adanya pergantian mesin tersebut, proses yang menjadi obyek amatan adalah perubahan energi uap menjadi energi listrik sampai pada pengumpulan dan pendistribusian daya listrik melalui panel sentral untuk berbagai keperluan listrik perusahaan. Proses *supply* energi listrik dari PLTU dimulai dari penurunan tegangan listrik yang dihasilkan turbin generator dengan menggunakan trafo. Selanjutnya energi listrik yang telah diturunkan tegangannya dikumpulkan dan didistribusikan ke panel sentral. Untuk daya yang telah sesuai seperti pada Turbin Generator Siemens 3, tidak perlu memakai trafo, tetapi langsung dikumpulkan dan didistribusikan ke panel sentral. Sedangkan energi listrik PLN yang berasal dari gardu induk didistribusikan ke Panel PLN, lalu diturunkan tegangannya melalui trafo PLN, kemudian melalui ACB dan terakhir dikumpulkan dan didistribusikan melalui panel sentral.

4.9.2 Analisis Hubungan Kedekatan Antar Fasilitas

Pada permasalahan tata letak fasilitas di PLTU, aliran material berupa energi listrik tidak memerlukan *material handling* sehingga tidak dapat dilakukan analisis kuantitatif menggunakan *From to Chart* (FTC). Aliran material antara mesin satu dengan mesin yang lainnya terjadi melalui *busbar*, sehingga *material handling* yang terjadi harus dihitung dengan memperhitungkan kehilangan energi sesuai dengan teori termodinamika. Pada permasalahan ini tidak dilakukan perhitungan berdasarkan teori termodinamika karena *relayout* yang dilakukan untuk mempertimbangkan penempatan fasilitas berdasarkan hubungan kedekatan saja. Oleh karena itu hubungan antar fasilitas di PLTU dianalisis secara kualitatif menggunakan *Activity Relationship Chart* (ARC). ARC akan menganalisis hubungan kedekatan antar fasilitas-fasilitas di PLTU terkait proses, kemudahan akses maupun keamanan tanpa mempertimbangkan *material handling*. ARC menggambarkan hubungan antara dua fasilitas dengan nilai-nilai tertentu. Nilai-nilai tersebut menunjukkan hubungan atau derajat kedekatan yang disertai dengan alasan-

alasan yang mendasarinya (Tompkins et al, 2003). Nilai derajat kedekatan tersebut adalah A, E, I, O, U dan X. Dalam penentuan nilai derajat kedekatan tersebut diberikan beberapa alasan yang terkait. Dalam permasalahan ini ditentukan beberapa alasan hubungan, yaitu: merupakan suatu urutan proses, pemakaian peralatan yang sama, kemudahan perawatan mesin, mengendalikan proses operasi turbin, kemudahan akses, mengisolasi area gangguan (hubungan singkat) agar tidak merugikan peralatan lain, bukan merupakan urutan proses, kemungkinan terbakar karena tegangan paparan suhu tinggi, bahaya tegangan tinggi, memiliki cara kerja yang sama serta mengendalikan proses operasi generator.

Berdasarkan alasan tersebut didapatkan 136 hubungan antara ke-17 fasilitas. Dari total hubungan terdapat nilai untuk hubungan A yang berarti mutlak perlu untuk didekatkan, terdapat 20 hubungan antar fasilitas. Nilai hubungan E yang berarti sangat penting untuk didekatkan, terdapat 25 hubungan antar fasilitas. Untuk nilai hubungan I yang berarti penting untuk didekatkan, terdapat 27 hubungan antar fasilitas. Untuk nilai hubungan O yang berarti cukup penting untuk didekatkan, terdapat 12 hubungan antar fasilitas. Nilai hubungan U sebanyak 49 hubungan antar fasilitas yang artinya tidak penting untuk didekatkan. Untuk nilai hubungan X yang berarti tidak diperbolehkan untuk didekatkan, terdapat tiga hubungan antar fasilitas.

Berdasarkan hubungan tersebut dapat diketahui terdapat 20 hubungan A atau sebesar 14,71 %. Menurut Heragu (2008) apabila hubungan A berkisar diantara 2 - 5 %, maka permasalahan tata letak fasilitas tidak terlalu kompleks dan dapat diselesaikan secara manual. Pada permasalahan PLTU Stasiun Listrik persentase hubungan A berada diluar persentase tersebut, sehingga permasalahan tata letak fasilitas PLTU tidak dapat diselesaikan secara manual. Nilai hubungan E sebesar 18,38 % juga harus dipertimbangkan karena cukup banyak fasilitas yang sangat penting untuk didekatkan, misalnya fasilitas yang tidak terkait proses namun perlu untuk dikelompokkan karena memiliki fungsi sejenis. Batasan persentase hubungan E dikatakan tidak terlalu kompleks dikerjakan dengan bantuan algoritma maupun *software* adalah 3 – 10 % (Heragu, 2008). Berdasarkan hubungan E pada fasilitas-fasilitas yang ada pada PLTU sebesar 18,38 %, maka masalah di PLTU Stasiun Listrik dikatakan kompleks.

Untuk persentase hubungan I terdapat nilai sebesar 19,85 % yang terdiri dari fasilitas-fasilitas yang penting untuk didekatkan, misalnya untuk kebutuhan proses dan juga *maintenance*. Menurut Heragu (2008), nilai tersebut diluar batas tata letak dikatakan tidak terlalu kompleks yaitu sebesar 5 – 15 %, sehingga permasalahan di PLTU Stasiun

Listrik dikatakan kompleks apabila ditinjau dari nilai hubungan I. Lain halnya dengan nilai hubungan O sebesar 8,82 % yang berarti cukup penting untuk didekatkan terdapat pada beberapa fasilitas untuk kebutuhan akses. Menurut Heragu (2008), diketahui bahwa nilai hubungan O dikatakan sederhana pada permasalahan tata letak fasilitas apabila berada pada rentang persentase 10 - 25 %. Berdasarkan persentase hubungan O tersebut permasalahan tata letak fasilitas PLTU Stasiun Listrik dikatakan kompleks. Nilai hubungan U pada fasilitas di PLTU Stasiun Listrik sebesar 36 % yang berarti tidak penting untuk didekatkan. Menurut Heragu (2008), diketahui bahwa nilai hubungan U dikatakan sederhana pada permasalahan tata letak fasilitas apabila berada pada rentang persentase 25 - 60 %. Persentase nilai U pada fasilitas – fasilitas di PLTU Stasiun Listrik berada pada rentang persentase tersebut, sehingga masalah dikatakan sederhana menurut nilai hubungan U. Diketahui bahwa nilai hubungan U tidak berpengaruh pada *adjacency score* karena dua fasilitas tidak penting untuk didekatkan. Nilai hubungan X sebesar 2,21 % yang berarti tidak boleh didekatkan juga penting untuk diperhatikan, hal tersebut terkait dengan alasan keamanan dari mesin maupun operator. Menurut Heragu (2008), nilai hubungan X dikatakan kompleks atau tidak tergantung pada permasalahan yang diamati.

4.9.3 Analisis Perancangan Tata Letak Fasilitas

Algoritma *hybrid* merupakan algoritma yang bersifat konstruktif dan perbaikan. Jika pada algoritma perbaikan diperlukan inisial *layout*, maka untuk algoritma *hybrid* inisial *layout* didapatkan dari *layout* yang dihasilkan oleh algoritma konstruktif (Heragu, 2008). Pada permasalahan *layout* di PLTU Stasiun Listrik diketahui bahwa PLTU telah beroperasi sejak lama. Oleh karena itu beberapa mesin juga telah mengalami penurunan daya karena usang, oleh sebab itu PLTU merencanakan untuk mengganti mesin sekaligus meningkatkan kapasitas produksinya. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa *relayout* bersifat konstruktif dan juga perbaikan.

Algoritma *hybrid* terdiri dari beberapa macam *tools*, seperti CRAFT, BLOCPLAN, PFAST dan berbagai macam *tools* lainnya. BLOCPLAN menggunakan algoritma *hybrid* yang menggabungkan algoritma konstruktif dan algoritma perbaikan. BLOCPLAN dapat menerima *from to chart* maupun *relationship chart* sama baiknya sebagai input (Tompkins et al, 2003). Pada permasalahan tata letak fasilitas di PLTU diketahui bahwa proses tidak memiliki *handling* pada bahan baku, bahan setengah jadi maupun bahan jadi, karena proses produksinya berupa perubahan energi. *Material handling* yang terjadi

antara satu mesin terhadap mesin lain sebenarnya dapat dianalisis lebih dalam menggunakan ilmu termodinamika, namun dalam masalah ini tidak diperhitungkan sisi tersebut. Sehingga input yang bisa diidentifikasi adalah hubungan kedekatan antar fasilitas. Oleh karena itu digunakan BLOCPLAN sebagai *tool* perancangan tata letak fasilitas pada PLTU.

Berdasarkan *input* yang diberikan berupa ARC dan analisis *modifying consideration* serta *practical limitation* akan didapatkan beberapa alternatif *layout* untuk dipilih. *Modifying consideration* merupakan pertimbangan dari faktor proses, *handling*, penyimpanan, ataupun utilisasi yang harus diperhitungkan pada sebuah *layout* (Heragu, 2008). Sedangkan *practical limitation* adalah batasan dari sisi biaya, ketersediaan energi, struktur *layout* awal, personal, keamanan peralatan (mesin) dan ketersediaan area yang harus dipertimbangkan dalam sebuah *layout* (Heragu, 2008). Berdasarkan *modifying consideration* terdapat tiga buah faktor yang dipertimbangkan dari segi proses dan utilisasi. Pada pertimbangan *practical limitation* terdapat tiga buah faktor yang dipertimbangkan, dua buah faktor keamanan dan satu faktor berdasarkan struktur *layout* awal. Pada faktor struktur *layout* awal berupa pertimbangan area *loading* dan *unloading* serta area tangga masuk telah disesuaikan luasnya diawal perancangan algoritma BLOCPLAN.

Setiap alternatif *layout* yang keluar memiliki tiga buah parameter nilai masing-masing. Parameter nilai tersebut adalah *adjacency score*, *r-score* dan *rel-dist score*. Ketiga parameter nilai tersebut memiliki fungsi masing-masing. *Adjacency score* menunjukkan nilai kedekatan antar fasilitas, apabila nilainya mendekati 1 maka *layout* dikatakan semakin baik. *R-score* (*normalized relationship distance score*) yang mendekati nilai 1 menunjukkan bahwa *layout* tersebut optimal, namun sebaliknya *R-score* yang mendekati nilai 0 menunjukkan bahwa *layout* tersebut tidak optimal ($0 < R\text{-score} < 1$). *Rel-dist score* dikatakan lebih baik apabila nilainya semakin kecil. Alternatif *layout* terbaik akan dipilih berdasarkan ketiga parameter nilai tersebut.

4.9.4 Analisis Pemilihan Alternatif Tata Letak Fasilitas

Berdasarkan masukan berupa ARC dan pertimbangan dari segi *modifying consideration* serta *practical limitation* didapatkan tiga buah alternatif *layout*. Alternatif *layout* tersebut memiliki tiga buah parameter nilai masing-masing. Parameter nilai tersebut adalah *adjacency score*, *r-score* dan *rel-dist score*.

Selanjutnya dipilih alternatif *layout* terbaik berdasarkan tiga buah parameter tersebut. Alternatif *layout* terbaik adalah alternatif *layout* 2 dengan *adjacency score* sebesar 0,59, *r-score* sebesar 0,79 dan *rel-dist score* dengan nilai sebesar 2809488. Alternatif *layout* 2 memiliki kesesuaian dengan dengan ARC yang dapat dilihat dari letak antar fasilitas yang sesuai dengan hubungan kedekatannya. Misalnya pada Turbin Generator Siemens 3 yang berdekatan langsung dengan Turbin Generator Shinko 1 dan Turbin Generator Shinko 2, selain itu juga letak GCP dan TCP yang dekat dengan turbin generatornya. Keseluruhan letak fasilitas pada alternatif *layout* 2 tidak bertentangan dengan ARC yang dijadikan sebagai *input*.

Ditinjau dari *modifying consideration* dan *practical limitation* alternatif *layout* 2 juga memiliki penempatan yang sesuai. Pada *modifying consideration* letak TCP berdekatan dengan turbin generator, hal ini dapat dilihat dari hubungan antar fasilitas 3 dan fasilitas 4 serta pada fasilitas 6 dan fasilitas 7. Pertimbangan lainnya berupa kedekatan antara GCP dengan turbin generator, hal ini dapat dilihat dari hubungan antar fasilitas 3 dan fasilitas 5 serta pada fasilitas 6 dan fasilitas 8. Selain itu peletakan panel juga menjadi salah satu faktor yang dipertimbangkan, hal ini dapat dilihat dari hubungan antar fasilitas 9, fasilitas 10, fasilitas 11 dan fasilitas 12.

Pada *practical limitation* juga dibatasi beberapa faktor diantara letak GCP Shinko 1 dan GCP Shinko 2 yang harus berdekatan serta letak ketiga jenis trafo yang harus berdekatan. Hal tersebut dapat dilihat dari hubungan antar fasilitas 5 dan fasilitas 8 yang saling berdekatan, yaitu pada GCP Shinko 1 dan GCP Shinko 2. Selain itu dapat dilihat dari hubungan antar fasilitas 13, fasilitas 14 dan fasilitas 15 yang menyatakan letak Trafo PLN, Trafo Shinko 1 dan Trafo Shinko 2 yang berdekatan.

4.9.5 Analisis Usulan Tata Letak Fasilitas

Berdasarkan alternatif *layout* 2 selanjutnya dilakukan perancangan tata letak usulan PLTU dengan mempertimbangkan *aisle* pada keseluruhan fasilitas. *Aisle* yang dipertimbangkan untuk penempatan fasilitas adalah area personel dan area personel dengan pintu terbuka satu sisi. Selain untuk area personel, *aisle* juga mempertimbangkan beberapa alasan keamanan yang dijelaskan pada Subbab 4.8.

Usulan tata letak fasilitas pada PLTU Stasiun Listrik terdapat pada Lampiran 2. Pada tata letak usulan tersebut GCP yang memiliki ruang khusus ditempatkan di sisi kiri atas area PLTU. Sedangkan trafo ditempatkan disisi paling kanan area PLTU dengan ruang khusus untuk keenam trafo tersebut. Trafo harus diletakkan sesuai dengan

pertimbangan keamanan sesuai PUIL. Pada *output* BLOCPLAN di alternatif *layout* 2 penempatan trafo memanjang dari atas ke bawah, namun peletakannya disesuaikan dengan area yang tersedia.

Demikian pula dengan peletakan panel sentral yang ditempatkan sesuai urutan proses, yaitu berdekatan dengan turbin generator serta trafo *step down*. Sehingga peletakan panel sentral memanjang sesuai dengan dimensi dan luas area yang tersedia. Pada turbin generator peletakannya sesuai dengan pipa uap pada sisi bawah. Sehingga ketiga turbin generator ditempatkan sejajar dan dekat dengan pipa uap. Turbin generator ditempatkan dengan mempertimbangkan area *maintenance* untuk rotor, sehingga diberikan area di belakang generator. Letak GCP dan TCP juga didekatkan dengan turbin generator yang dioperasikan. Selain itu penempatannya disesuaikan dengan area dan *aisle* untuk utilisasi operator. Penempatan panel sentral PLN dan ACB didekatkan dengan trafo PLN sesuai dengan urutan proses yang terjadi pada ketiganya. Energi listrik dari Panel Induk PLN diturunkan tegangannya melalui Trafo PLN dan melewati ACB untuk disalurkan ke panel sentral.

Trafo yang membutuhkan ruang khusus harus memiliki konstruksi sesuai dengan ketentuan dalam PUIL 2000 Subbab 5.8. Trafo PLN maupun Trafo Shinko yang merupakan trafo minyak seharusnya ditempatkan pada ruang transformator dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Penempatan gardu transformator harus sedemikian rupa sehingga masih dapat diberi ventilasi udara tanpa menggunakan cerobong udara atau saluran udara.
2. Dinding dan atap ruang transformator harus dibuat dari beton bertulang dengan kekuatan mekanik yang memadai dan mempunyai daya tahan terhadap api minimum 3 jam atau konstruksi lain yang setaraf dan memenuhi ketentuan mengenai ruang transformator yang disahkan oleh instansi yang berwenang. Lantai ruang transformator yang berhubungan dengan tanah harus dibuat dari bahan beton yang tebalnya tidak kurang dari 10 cm. Akan tetapi apabila ruang transformator dibangun pada lantai dengan ruang kosong atau tingkat lain di bawahnya, maka lantai itu harus mempunyai kekuatan struktur yang cukup terhadap beban yang bekerja di atasnya dan mempunyai daya tahan terhadap api minimum selama 3 jam.
3. Pintu ruang transformator harus dilindungi sebagai berikut:
 - a. Tiap pintu yang menuju ke dalam bangunan harus dilengkapi dengan daun pintu yang pas dan rapat.

- b. Kosen pintu bagian bawah atau penghalang harus cukup tinggi untuk dapat mengurung minyak yang berasal dari transformator terbesar dan tidak boleh kurang dari 10 cm.
- c. Pintu masuk harus dilengkapi dengan kunci, dan pintu harus selalu terkunci, dan hanya boleh dibuka dan dimasuki oleh orang yang berwenang. Kunci dan grendel harus disusun sedemikian rupa sehingga pintu dapat dibuka dengan segera dan mudah dari dalam.

Disamping konstruksi bangunan yang harus diperhitungkan, ruang transformator juga harus memiliki ventilasi yang cukup serta tidak diperbolehkan adanya benda apapun di dalamnya. Berikut ini merupakan spesifikasi ventilasi sesuai dengan PUIL 2000 Subbab 5.8:

1. Lubang ventilasi harus ditempatkan sejauh mungkin dari pintu jendela, jalan darurat kebakaran, dan barang yang mudah terbakar.
2. Ruang transformator yang diberi ventilasi dengan cara sirkulasi udara alamiah boleh mempunyai satu atau beberapa lubang yang luasnya setengah dari seluruh luas lubang yang diperlukan untuk ventilasi, ditempatkan pada lantai dan sisanya pada dinding sisi dekat atap atau seluruh luas lubang yang diperlukan untuk ventilasi berupa satu atau beberapa lubang ditempatkan pada atap atau dekat atap.
3. Dalam hal ruang (ruang) transformator diberi ventilasi ke bagian luar tanpa menggunakan saluran udara setelah dikurangi dengan luas yang dipakai untuk saringan, trali dan kisi - kisi untuk angin, tidak boleh kurang dari 1000 cm² untuk kapasitas transformator di bawah 50 kVA.
4. Lubang ventilasi harus ditutup dengan trali, saringan, dan kisi-kisi angin yang cukup kuat demi keamanan.
5. Saluran udara untuk ventilasi harus dibuat dari bahan yang tahan api.

Berdasarkan tata letak fasilitas tersebut maka alur proses produksi yang berasal dari pipa boiler yang mengalirkan uap akan mengalir ke turbin generator, lalu turbin generator akan mengubahnya menjadi energi listrik. Energi listrik dari turbin generator akan diturunkan tegangannya dengan trafo *step down*, selanjutnya akan dikumpulkan dan didistribusikan melalui panel-panel sentral. Pada turbin generator siemens 3 tidak membutuhkan trafo *step down* karena tegangannya sudah sesuai untuk langsung disalurkan ke panel sentral. Sedangkan daya listrik dari PLN yang berasal dari gardu induk mengalir ke Panel PLN yang selanjutnya diturunkan tegangannya dengan trafo PLN, selanjutnya melewati ACB untuk didistribusikan ke panel sentral. Dengan adanya

pergantian turbin generator tersebut maka daya dari keseluruhan PLTU adalah 10000 kW yang terdiri dari 4500 kW pada Turbin Generator Shinko 1, 4500 kW pada Turbin Generator shinko 2 dan 1000 kW pada Turbin Generator Siemens 3.

Pada pendistribusian uap yang digunakan sebagai bahan baku penghasil listrik, PLTU Stasiun Listrik memiliki pipa-pipa penyalur uap yang berasal dari boiler. Boiler yang berada di Stasiun Ketel menghasilkan uap yang digunakan untuk proses pembuatan gula maupun sebagai bahan baku PLTU. Boiler yang digunakan terdiri dari tiga buah boiler yang selanjutnya akan mengalirkan uap ke *header* uap. Pada *header* uap terdapat pipa-pipa distribusi yang tersambung dengan masing-masing turbin serta mesin untuk keperluan proses produksi gula. Tekanan uap dari boiler sebesar 20 kg/cm²g dengan suhu 330° C. Turbin Generator Shinko 1 dan Shinko 2 memiliki *inlet steam pressure* sebesar 16 kg/cm²g dan *inlet steam temperature* sebesar 310 ° C. Turbin Generator Siemens 3 memiliki *inlet steam pressure* sebesar 15 kg/cm²g dan *inlet steam temperature* sebesar 325 ° C. Untuk penempatan pipa uap berada di sisi bangunan yang mengalirkan uap dari *header* yang berjarak 12 meter.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan diketahui bahwa *relay* layout PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung dilakukan dengan algoritma BLOCPLAN dan menghasilkan satu buah *layout* usulan yang didapatkan dari pertimbangan nilai sesuai *output* BLOCPLAN, analisis *modifying consideration* serta *practical limitation*. Pada obyek amatan PLTU Stasiun Listrik ini tidak terdapat *material handling* antar satu mesin dengan mesin yang lain. Dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang menggunakan algoritma BLOCPLAN serta *linier programming* ataupun penggunaan algoritma CRAFT yang menggunakan *input* berupa *From to Chart* (FTC), pada PLTU tidak dapat diidentifikasi hal tersebut, sehingga metode tersebut tidak cocok digunakan. Apabila dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang juga menggunakan algoritma BLOCPLAN, penelitian ini tidak hanya memilih usulan *layout* berdasarkan *adjacency score*, *r-score* dan *rel-dist score* namun juga dari sisi *modifying consideration* serta *practical limitation*. Sehingga pemilihan alternatif *layout* juga disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan diuraikan kesimpulan berdasarkan pengolahan data yang telah dilakukan beserta saran yang dapat dilakukan untuk mengembangkan penelitian selanjutnya.

5.1 KESIMPULAN

Berdasarkan pengolahan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa usulan alternatif tata letak fasilitas di PLTU Stasiun Listrik didapatkan dari pengolahan algoritma BLOCPLAN dengan *Activity Relationship Chart* (ARC) sebagai *input*. Berikut merupakan kesimpulan dalam mendapatkan alternatif tata letak terbaik untuk PLTU Stasiun Listrik.

1. Berdasarkan ARC yang menggambarkan hubungan antara 17 fasilitas didapatkan 136 hubungan antar fasilitas, terdapat nilai untuk hubungan A sebanyak 20 atau 14,71 % hubungan antar fasilitas. Nilai hubungan E sebanyak 25 atau 18,38 % hubungan antar fasilitas, nilai hubungan I sebanyak 27 atau 19,85 % hubungan antar fasilitas, nilai hubungan O sebanyak 12 atau 8,82 % hubungan antar fasilitas, nilai hubungan U sebanyak 49 atau 36 % hubungan antar fasilitas dan nilai hubungan X sebanyak tiga atau 2,21 % hubungan antar fasilitas.
2. Hasil dari pengolahan *software* BLOCPLAN didapatkan tiga alternatif *layout* yang memiliki kesesuaian dengan ARC sebagai *input* serta analisis *modifying consideration* dan *practical limitation*. *Modifying consideration* ditinjau dari faktor utilisasi dan proses. *Practical limitation* ditinjau dari faktor keamanan beserta struktur *layout* awal.
3. Tiga buah alternatif *layout* tersebut dipilih berdasarkan tiga buah parameter nilai yaitu *adjacency score*, *r-score* dan *rel-dist score* untuk mendapatkan alternatif *layout* terbaik. Hasil *output* BLOCPLAN untuk ketiga parameter nilai tersebut mengacu pada satu alternatif *layout* dengan peringkat tertinggi dibandingkan dengan alternatif *layout* lainnya, yaitu alternatif *layout* 2. Alternatif *layout* 2 menghasilkan *adjacency score* sebesar 0,59, *r-score* sebesar 0,79 dan *rel-dist score* dengan nilai sebesar 2809488. Selanjutnya alternatif *layout* 2 dirancang dengan penyesuaian *aisle* personel maupun faktor keamanan untuk memperoleh *layout* terbaik pada PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang.



5.2 SARAN

Adapun saran yang diberikan untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Dalam perancangan *layout* perlu dipertimbangkannya faktor biaya pergantian tata letak fasilitas PLTU.
2. Penelitian selanjutnya dapat menganalisis faktor termodinamika pada proses produksi PLTU untuk memperhitungkan efisiensi energi.



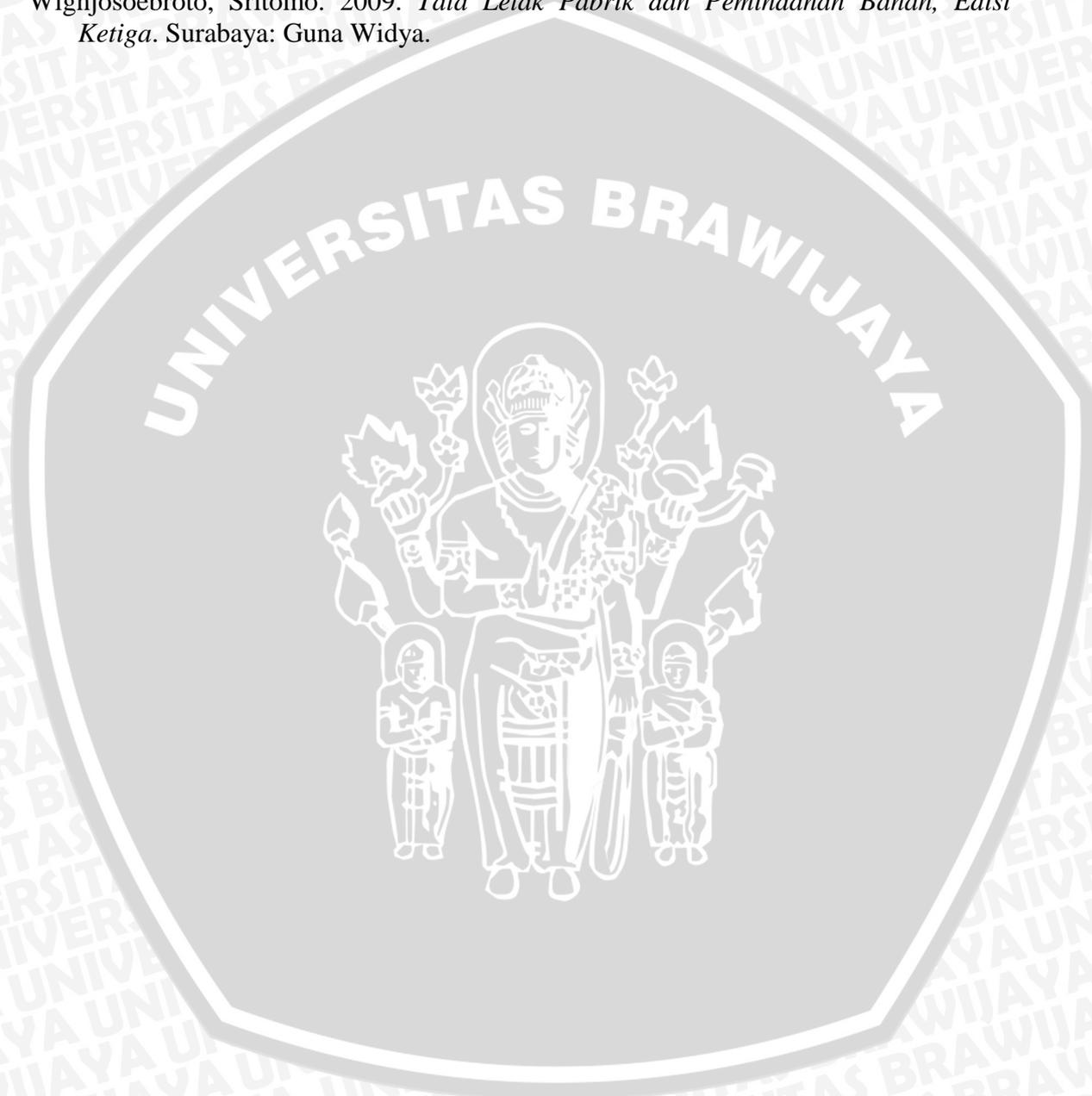
DAFTAR PUSTAKA

- Apple, J. M. 1997. *Plant Layout and Material Handling, Third Edition*. New York: John Wiley & Sons, INC.
- Arismunandar, Artono & Kuwahara, Susumu, 1984, *Buku Pegangan teknik Tenaga Listrik Jilid II: Gardu Induk*, Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Badan Standarisasi Nasional, 2000, *Persyaratan Umum Instalasi Listrik 2000 (PUIL 2000)*, Jakarta: Panitia Revisi PUIL.
- Berahim, Hamzah, 1996, *Pengantar Teknik Tenaga Listrik Teori Ringkas dan Penyelesaian Soal*, Yogyakarta: Andi Offset.
- Buck, John E., & Morris, Peter E., 2004, Ergonomic Control Panel For A Portable Electric Generator, *European Search Report for P_EP_TN2579*, 3 pages.
- Danim, Sudarwan. 2002. *Menjadi Peneliti Kualitatif*. Bandung: Pustaka Setia.
- Dhalla, Rizwan S., 2010, Application of Systematic Layout Planning in Hypermarkets, *Proceedings of the 2010 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dhaka, Bangladesh*, January 9 – 10, 2010.
- Gunawan, Hanapi, 1993, *Mesin dan Rangkaian Listrik*, Jakarta: Erlangga.
- Heragu, Sunderesh S. 2008. *Facilities Design, Third Edition*. New York: CRS Press.
- Kapooria, R. K., Kumar, S., Kasana, K. S., 2008, An Analysis of A Thermal Power Plant Working on A Rankine Cycle: A theoretical investigation, *Journal of Energy in Southern Africa*, Vol 19 No. 1 February 2008.
- Keputusan Direksi PT. PLN (Persero), *Buku 4 Standart Konstruksi Gardu Distribusi dan Gardu Hubung Tenaga Listrik*, Jakarta: PT. PLN (Persero).
- Nursandi, Fifi Herni Mustofa & Rspianda. 2014. Rancangan Tata Letak Fasilitas dengan Metode BLOCPLAN, *Jurnal Teknik Industri Itenas*, Vol 1 No. 3, 2014 ISSN: 2338-5081.
- Pudjanarsa, Astu & Nursuhud, Djati, 2008, *Mesin Konversi Energi*, Yogyakarta: ANDI.
- Sule, D. R. 1991. *Manufacturing Facilities: Location, Planning and Design*. Boston: PWSKent Publishing Company.
- Tarigan, Roy Arista A. 2012. *Perancangan Ulang Tata Letak Fasilitas Produksi dengan Algoritma Blocplan dan CRAFT di CV. ABC Hardware Industry*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.
- Tompkins, James A., John A. White, Yavuz A. Bozer, & J. M. A. Tanchoco. 2003. *Facilities Planning, Third Edition*. United States of America: John Wiley & Sons, INC.

Ulibasa, Gracia Naudur. 2003. *Optimasi dan Pengaturan Ulang Tata Letak Ruang Penjualan pada Bisnis Retail/Perdagangan Eceran dengan Pendekatan Integer Linier Programming dan Program BLOCPAN*, skripsi tidak dipublikasikan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Wakil El, M. 1984. *Power Plant Technology*. Singapore: Mc Graw-Hill Book Company.

Wignjosubroto, Sritomo. 2009. *Tata Letak Pabrik dan Pemindahan Bahan, Edisi Ketiga*. Surabaya: Guna Widya.



Lampiran 1. Rekap *Activity Relationship Chart* (ARC)

| No. | Hubungan "A" Antar Fasilitas | |
|-----|------------------------------|--|
| | Fasilitas 1 | Fasilitas 2 |
| 1. | Turbin Generator Siemens 3 | Turbin Generator Shinko 1 Turbin Generator Shinko 2 |
| 2. | Turbin Generator Shinko 1 | TCP Shinko 1 GCP Shinko 1 Turbin Generator Shinko 2 |
| 3. | TCP Shinko 1 | GCP Shinko 1 |
| 4. | Turbin Generator Shinko 2 | TCP Shinko 2 GCP Shinko 2 |
| 5. | TCP Shinko 2 | GCP Shinko 2 |
| 6. | Panel Sentral 1 | Panel Sentral 2 Panel Sentral 3 Panel Sentral 4 |
| 7. | Panel Sentral 2 | Panel Sentral 3 Panel Sentral 4 |
| 8. | Panel Sentral 3 | Panel 4 |
| 9. | Trafo PLN | Trafo Shinko 1 Trafo Shinko 2 Panel Induk PLN ACB |
| 10. | Trafo Shiko 1 | Trafo Shinko 2 |

| No. | Hubungan "E" Antar Fasilitas | |
|-----|------------------------------|--|
| | Fasilitas 1 | Fasilitas 2 |
| 1. | Turbin Generator Siemens 3 | TCP Shinko 1 GCP Shinko 1 TCP Shinko 2 GCP Shinko 2 |
| 2. | Turbin Generator Shinko 1 | TCP Shinko 2 GCP Shinko 2 |
| 3. | TCP Shinko 1 | Turbin Generator Shinko 2 TCP Shinko 2 GCP Shinko 2 |
| 4. | GCP Shinko 1 | Turbin Generator Shinko 2 TCP Shinko 2 GCP Shinko 2 |
| 5. | Panel Sentral 1 | Trafo PLN Trafo Shinko 1 Trafo Shinko 2 |
| 6. | Panel Sentral 2 | Trafo PLN Trafo Shinko 1 Trafo Shinko 2 |
| 7. | Panel Sentral 3 | Trafo PLN Trafo Shinko 1 Trafo Shinko 2 |
| 8. | Panel Sentral 4 | Trafo PLN Trafo Shinko 1 Trafo Shinko 2 |
| 9. | Panel Induk PLN | ACB |

Lampiran 1. Rekap *Activity Relationship Chart* (ARC) (lanjutan)

| No. | Hubungan "I" Antar Fasilitas | |
|-----------------|------------------------------|----------------------------|
| | Fasilitas 1 | Fasilitas 2 |
| 1. | Gudang Mekanik | Turbin Generator Siemens 3 |
| | | Turbin Generator Shinko 1 |
| | | TCP Shinko 1 |
| | | GCP Shinko 1 |
| | | Turbin Generator Shinko 2 |
| | | TCP Shinko 2 |
| | | GCP Shinko 2 |
| | | Panel Sentral 1 |
| | | Panel Sentral 2 |
| | | Panel Sentral 3 |
| Panel Sentral 4 | | |
| 2. | Turbin Generator Shinko 1 | Trafo Shinko 1 |
| | | Trafo Shinko 2 |
| 3. | Turbin Generator Shinko 2 | Trafo Shinko 1 |
| | | Trafo Shinko 2 |
| 4. | ACB | Panel Sentral 1 |
| | | Panel Sentral 2 |
| | | Panel Sentral 3 |
| | | Panel Sentral 4 |
| | | Trafo Shinko 1 |
| | | Trafo Shinko 2 |
| 5. | Panel Induk PLN | Trafo Shinko 1 |
| | | Trafo Shinko 2 |

| No. | Hubungan "O" Antar Fasilitas | |
|-----|------------------------------|-----------------|
| | Fasilitas 1 | Fasilitas 2 |
| 1. | Turbin Generator Siemens 3 | Panel Sentral 1 |
| | | Panel Sentral 2 |
| | | Panel Sentral 3 |
| | | Panel Sentral 4 |
| 2. | TCP Shinko 1 | Trafo Shinko 1 |
| | | Trafo Shinko 2 |
| 3. | GCP Shinko 1 | Trafo Shinko 2 |
| | | Trafo Shinko 1 |
| 4. | TCP Shinko 2 | Trafo Shinko 1 |
| | | Trafo Shinko 2 |
| 5. | GCP Shinko 2 | Trafo Shinko 2 |
| | | Trafo Shinko |
| 6. | Panel Induk PLN | Panel Sentral 1 |
| | | Panel Sentral 2 |
| | | Panel Sentral 3 |
| | | Panel Sentral 4 |

| No. | Hubungan "X" Antar Fasilitas | |
|-----|------------------------------|----------------|
| | Fasilitas 1 | Fasilitas 2 |
| 1. | Gudang Mekanik | Trafo PLN |
| | | Trafo Shinko 1 |
| | | Trafo Shinko 2 |

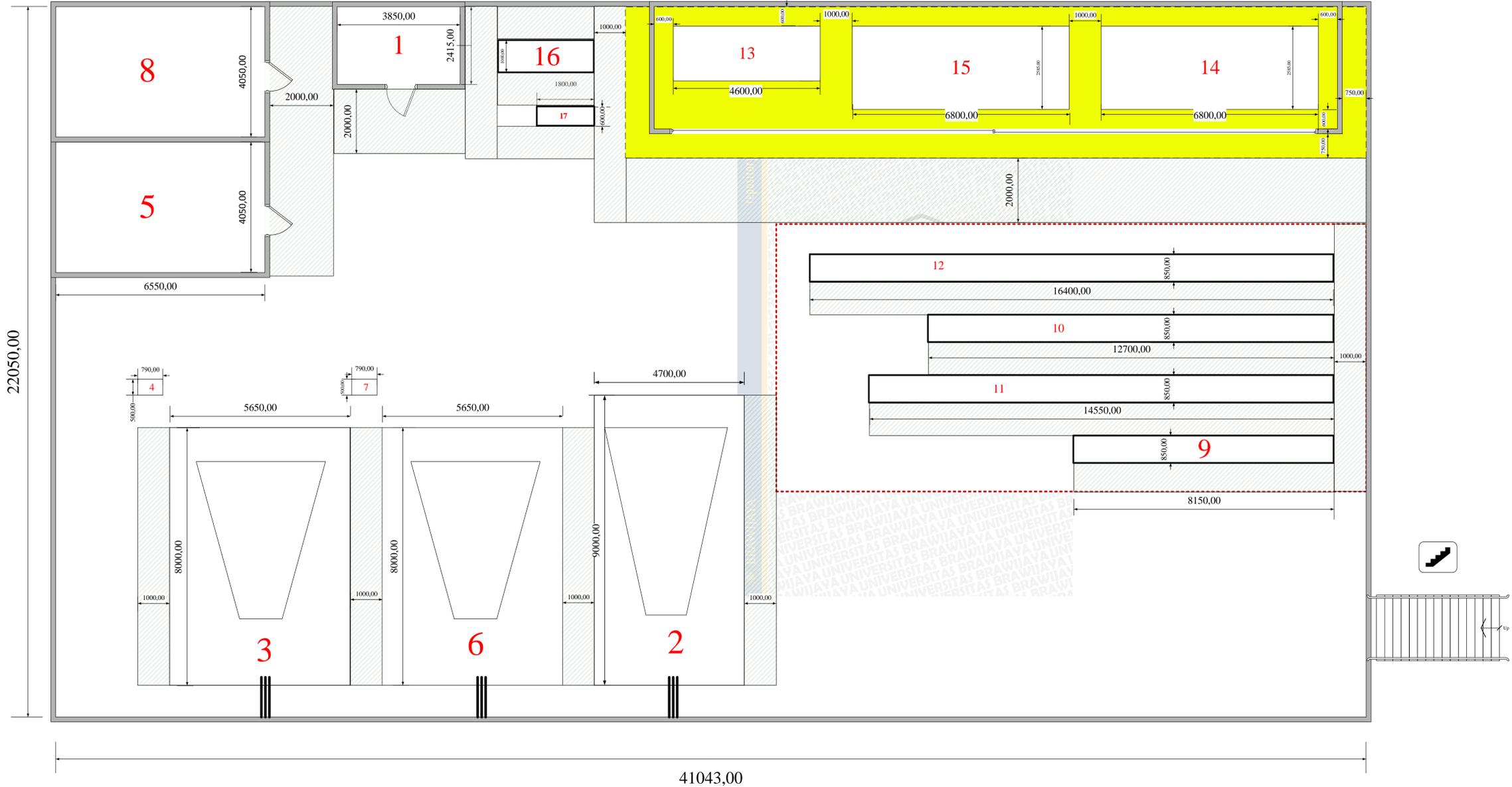
Lampiran 1. Rekap *Activity Relationship Chart* (ARC) (lanjutan)

| No. | Hubungan "U" Antar Fasilitas | |
|-----|------------------------------|---|
| | Fasilitas 1 | Fasilitas 2 |
| 1. | Gudang Mekanik | Panel Induk PLN ACB |
| 2. | Turbin Generator Siemens 3 | Trafo PLN Trafo Shinko 1 Trafo Shinko 2 Panel Induk PLN ACB |
| 3. | Turbin Generator Shinko 1 | Panel Sentral 1 Panel Sentral 2 Panel Sentral 3 Panel Sentral 4 Trafo PLN Panel Induk PLN ACB |
| 4. | TCP Shinko 1 | Panel Sentral 1 Panel Sentral 2 Panel Sentral 3 Panel Sentral 4 Trafo PLN Panel Induk PLN ACB |
| 5. | GCP Shinko 1 | Panel Sentral 1 Panel Sentral 2 Panel Sentral 3 Panel Sentral 4 Trafo PLN Panel Induk PLN ACB |
| 6. | Turbin Generator Shinko 2 | Panel Sentral 1 Panel Sentral 2 Panel Sentral 3 Panel Sentral 4 Trafo PLN Panel Induk PLN ACB |
| 7. | TCP Shinko 2 | Panel Sentral 1 Panel Sentral 2 Panel Sentral 3 Panel Sentral 4 Trafo PLN Panel Induk PLN ACB |
| 8. | GCP Shinko 2 | Panel Sentral 1 Panel Sentral 2 Panel Sentral 3 Panel Sentral 4 Trafo PLN Panel Induk PLN ACB |

Lampiran 2. *Material Handling Tool Berupa Overhead Crane*



Lampiran 3. Usulan Layout PLTU Stasiun Listrik PG. Kebon Agung Malang



LEGENDA

Keterangan Simbol:

- 1. Gudang Mekanik
- 2. Turbin Generator Siemens 3
- 3. Turbin Generator Shinko 1
- 4. TCP Shinko 1
- 5. GCP Shinko 1
- 6. Turbin Generator Shinko 2
- 7. TCP Shinko 2
- 8. GCP Shinko 2
- 9. Panel Sentral 1
- 10. Panel Sentral 2
- 11. Panel Sentral 3
- 12. Panel Sentral 4
- 13. Trafo PLN
- 14. Trafo Shinko 1
- 15. Trafo Shinko 2
- 16. Panel Induk PLN
- 17. ACB

Keterangan Gambar:

- Pipa uap 
- Aisle (gang) 
- Mesin (fasilitas) 
- Area aman trafo 